

Том 8, №1(41)2023

УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ медицини біології та спорту

ISSN 2415-3060  
ISSN 2522-4972

# УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ

## медицини, біології та спорту



ISSN 2415-3060  
  
9 772415 306008 >

**Том 8**  
**№1 (41)**  
**2023**

# УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ МЕДИЦИНИ, БІОЛОГІЇ ТА СПОРТУ

Український  
науково-практичний журнал  
заснований у липні 2016 р.

## Засновники:

Чорноморський національний  
університет імені Петра Могили  
(м. Миколаїв)

Харківська медична академія  
пільдипломної освіти

Херсонський державний університет

Львівський державний університет  
фізичної культури

імені Івана Боберського

## Том 8, № 1 (41)

Журнал виходить 6 разів на рік

Медичні, біологічні науки,  
фізичне виховання і спорт

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Львівського державного університету  
фізичної культури і спорту  
імені Івана Боберського,  
м. Львів, Україна

Протокол № 4 від 31.01.2023 р.

Журнал включений до Переліку наукових фахових видань України (біологічні науки; медичні науки – Додаток 9 до наказу Міністерства освіти і науки України від 22.12.2016 № 1604; Додаток 6 до наказу Міністерства освіти і науки України від 11.07.2017 № 996; фізичне виховання та спорт – Додаток 9 до наказу Міністерства освіти і науки України від 04.04.2018 № 326).

Журнал входить в Групу Б: спеціальності – 017 Фізична культура і спорт; 091 Біологія; Медицина: 221 Стоматологія, 222 Медицина, 224 Технології медичної діагностики та лікування, 226 Фармація, промислова фармація, 227 Фізична терапія, ерготерапія, 228 Педіатрія, 229 Громадське здоров'я (Додаток 8 до наказу Міністерства освіти і науки України від 15.10.2019 № 1301).

Журнал включений до Міжнародних наукометричних баз даних: CrossRef, Ulrichs Web, Google Scholar, WorldCat, ResearchBib, World Catalogue of Science Journals, Index Copernicus, Electronic Journals Library (Germany), Polska Bibliografia Naukowa.

### Адреса редакції:

кафедра медико-біологічних основ  
спорту і фізичної реабілітації  
Чорноморського національного університету  
імені Петра Могили,  
вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв,  
54003, Україна  
med.biол.sport@gmail.com

© Чорноморський національний університет  
імені Петра Могили (м. Миколаїв)  
Підписано до друку 10.02.2023 р.  
Замовлення № 1505-1.  
Тираж – 200 прим.

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор: Чернозуб А. А. (Луцьк)  
Редактор рубрики «Медицина»: Хвисьюк О. М. (Харків)  
Редактор рубрики «Біологія»: Павлов С. Б. (Харків)  
Редактор рубрики «Фізичне виховання і спорт»:  
Приступа Є. Н. (Львів)  
Науковий редактор: Клименко М. О. (Миколаїв)  
Голова редакційної ради: Бріскін Ю. А. (Львів)  
Відповідальний секретар: Данильченко С. І. (Херсон)

### ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

#### Медичні науки

Аравіцька М. Г. (Івано-Франківськ, Україна)	Volodymyr Petrenko (Geneva, Switzerland)
Armen Astvatsatryan (Yerevan, Armenia)	Петренко О. В. (Київ, Україна)
Бабкіна О. П. (Київ, Україна)	Tomas Poskus (Vilnius, Lithuania)
Багмут І. Ю. (Харків, Україна)	Mateusz Wojciech Romanowski (Poznań, Poland)
Przemysław Bejga (Zielona Góra, Poland)	Leonard Serko (München, Germany)
Більченко О. В. (Харків, Україна)	Vladyslav Sikora (Foggia, Italy)
Борисенко В. Б. (Харків, Україна)	Jaroslav Stančíak (Bratislava, Slovakia)
Завгородній І. В. (Харків, Україна)	Manius Stanescu (Bucharest, Romania)
Anca Mirela Ionescu (Bucharest, Romania)	Olivia Carmen Timnea (Bucharest, Romania)
Anzhelika Ivasenko (Roseau, Dominica)	Katarzyna Trok (Stockholm, Sweden)
Lukas Kober (Ružomberok, Slovakia)	Anna Shalimova (Gdansk, Poland)
Moslim Khalaf (Nasiriyah, Iraq)	Шешукова О. В. (Полтава, Україна)
Коваленко О. С. (Київ, Україна)	

#### Біологічні науки

Вовканич Л. С. (Львів, Україна)	Морозенко Д. В. (Харків, Україна)
Гунина Л. М. (Київ, Україна)	Serhiy A. Olinyk (Seoul, South Korea)
Ерьомеко Р. Ф. (Харків, Україна)	Vitaly N. Razdaybedin (St. Cloud, USA)
Volodymyr P. Zavalov (Turku, Finland)	Редька І. В. (Харків, Україна)
Коваленко С. О. (Черкаси, Україна)	Репін М. В. (Харків, Україна)
Kazys Milašius (Vilnius, Lithuania)	Inessa Ya. Skrypka (Dresden, Germany)
Мішина М. М. (Харків, Україна)	Федота О. М. (Харків, Україна)

#### Фізичне виховання і спорт

Andrade-Ionut Bichescu (Reșița, Romania)	Одеров А. М. (Львів, Україна)
David G. Curby (Chicago, USA)	Ольховий О. М. (Харків, Україна)
Vasilița Grigore, (Bucharest, Romania)	Andrzej Ostrowski (Bydgoszcz, Poland)
Задорожна О. Р. (Львів, Україна)	Передерій А. В. (Львів, Україна)
Mihaila Ion (Pitești, Romania)	Пітин М. П. (Львів, Україна)
Veaceslav Manolachi (Chisinau, Moldova)	Vladimir Potop (Bucharest, Romania)
Мельник В. О. (Львів, Україна)	Романчук С. В. (Львів, Україна)
Tomasz Niżnikowski (Biała Podlaska, Poland)	Alexander Skaliy (Bydgoszcz, Poland)
	Хіменес Х. Р. (Львів, Україна)

#### РЕДАКЦІЙНО-ЕКСПЕРТНА РАДА

Акімова В. М. (Львів, Україна)	Недзвецька О. В. (Харків, Україна)
Бабалян В. О. (Харків, Україна)	Некрасова Н. О. (Харків, Україна)
Белова О. О. (Вінниця, Україна)	Одеров А. М. (Львів, Україна)
Біляев С. Г. (Харків, Україна)	Одинець Т. Є. (Запоріжжя, Україна)
Бруслова К. М. (Київ, Україна)	Просоленко К. О. (Харків, Україна)
Виноградова О. М. (Львів, Україна)	П'ятикоп В. О. (Харків, Україна)
Вовканич А. С. (Львів, Україна)	Россіхін В. В. (Харків, Україна)
Гасюк О. М. (Херсон, Україна)	Селюкова Н. Ю. (Харків, Україна)
Германчук С. М. (Київ, Україна)	Семеряк З. С. (Львів, Україна)
Горошко В. І. (Полтава, Україна)	Сокольник С. В. (Чернівці, Україна)
Гонтова Т. М. (Харків, Україна)	Сорокіна І. В. (Харків, Україна)
Должикова О. В. (Харків, Україна)	Степаненко О. Ю. (Харків, Україна)
Захар'єв А. В. (Харків, Україна)	Тарасенко К. В. (Полтава, Україна)
Іваницький І. В. (Полтава, Україна)	Тіткова А. В. (Харків, Україна)
Коритко З. І. (Львів, Україна)	Тимрук-Скоропад К. А. (Львів, Україна)
Литвинова О. М. (Харків, Україна)	Фалалеева Т. М. (Київ, Україна)
Лихман В. М. (Харків, Україна)	Филленко Б. М. (Полтава, Україна)
Лоскутов О. А. (Київ, Україна)	Хмара Т. В. (Чернівці, Україна)
Міщенко О. Я. (Харків, Україна)	Цодікова О. А. (Харків, Україна)
Мочалов Ю. О. (Ужгород, Україна)	Шиян О. І. (Львів, Україна)

### Український журнал медицини, біології та спорту

Свідоцтво про Державну реєстрацію:  
КВ № 22699-12599 ПР від 26.04.2017 р.

Порядковий номер випуску  
та дата його виходу в світ

Том 8, № 1 (41) від 22.02.2023 р.

Мова видання: українська, російська, англійська

Відповідальний за випуск: Чернозуб А. А.

Технічний редактор: Данильченко С. І.

Коректор з української, російської,  
англійської мов: Буровицька Ю. М.

Секретар інформаційної служби: Данильченко С. І.

(+38)095 691 50 32, (+38)098 305 25 77

## ДО ВІДОМА АВТОРІВ ЖУРНАЛУ

### «УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ МЕДИЦИНИ, БІОЛОГІЇ ТА СПОРТУ»

Тематична спрямованість журналу – наукові спеціальності  
у галузі медицини, біології та спорту

До друку приймаються наукові статті, які містять такі необхідні елементи:

1. Шифр УДК; назва статті; ініціали та прізвища авторів (кількість авторів однієї статті не повинна перевищувати п'яти осіб); назва установи та місто.
2. Зв'язок з науковими темами (№ державної реєстрації теми та її назва).
3. Вступ. Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання поставленої проблеми; виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячена стаття.
4. Формулювання мети статті (постановка завдання).
5. Матеріали і методи дослідження.
6. Результати дослідження та їх обговорення. Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.
7. Висновки з дослідження і перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.
8. Список літератури – складається по мірі згадування. В списку вказати наступні відомості: прізвище та ініціали автора в оригінальній транскрипції, назву статті, журналу або книги і далі: для періодичних видань – рік видання, том, номер, номери сторінок; для монографій – місце видання, назва видавництва, рік видання, загальна кількість сторінок. Посилання на літературу в тексті статті даються цифрами у квадратних дужках.
9. References – складається по мірі згадування. Список використаних джерел інформації оформлюється згідно Vancouver Style.
10. Резюме українською мовою обсягом не менш як 1800 знаків, включаючи ключові слова. Резюме англійською мовою обсягом 2200–2800 знаків, включаючи ключові слова.
11. Дані про авторів – Прізвище, ім'я та по батькові, установа, посада, адреса, контактний телефон, ORCID.

Текст друкується на стандартному аркуші (формат А4) у редакторі Microsoft Word, шрифтом Times New Roman, 14 кегль, інтерліньяж – 1,5 інтервалу; поля: зліва і справа 2,5 см, зверху і знизу 3,0 см.

Таблиці, графіки і мікрофотографії (чорно-білі, обов'язкові для морфологічних робіт – 9×12 см) розміщуються на сторінках статті в ході викладення матеріалу або компонуються на одній сторінці. Кожна таблиця має мати заголовок мовою роботи. Графіки, гістограми (чорно-білі або кольорові) розміщуються по тексту або компонуються на окремому листі. Усі ілюстративні матеріали (фотографії, малюнки, креслення, діаграми, графіки тощо) позначаються як «рис.», уміщуються в тексті після посилання на них та нумеруються за порядком їхнього згадування у статті. Фотографії пацієнтів уміщуються з їхньої письмової згоди. Хімічні та математичні формули вдруковувати або вписувати. Структурні формули оформляти як рисунки.

У експериментальних фрагментах дослідження вказати про дотримання «Правил проведення робіт з використанням експериментальних тварин» відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 2005), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених П'ятим національним конгресом з біоетики (Київ, 2013).

Якщо є опис експериментів над людьми, вказати про дотримання основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964–2008 рр.), а також наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р.

Усі рукописи журналу рецензуються незалежними експертами – провідними фахівцями з відповідних областей медицини, біології та спорту. Процедура рецензування включає перевірку статті протягом двох тижнів спеціалістами, призначеними редакційною радою. Рукопис із рецензією надсилається автору для внесення коректив перед остаточним поданням статті до редакції журналу.

Після публікації статті автори передають авторські права редакції журналу. Редакція залишає за собою право змінювати іправляти рукопис, однак внесені корективи не повинні змінювати загального змісту та наукового значення статті.

**Матеріали надсилати за адресою: редакція журналу «Український журнал медицини, біології та спорту», кафедра медико-біологічних основ спорту і фізичної реабілітації Чорноморського національного університету імені Петра Могили, вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, 54003, Україна, або на E-mail.**

**Контактні телефони: (+38) 09787863 73 – Чернозуб Андрій Анатолійович (головний редактор);**

**(+38) 095 69150 32, (+38) 098 305 25 77 – Данильченко Світлана Іванівна (секретар інформаційної служби),**

**email: med.biол.sport@gmail.com, svetlanaadanilch@gmail.com**

Відповідальність за достовірність наведених у наукових публікаціях даних несуть автори

Папір офсетний 80 г/м<sup>2</sup>, гарнітура Arial. Ум. друк. арк. 37,1. Обл.-вид. арк. 40,0.

Макет, тиражування – поліграфічне підприємство ФОП Румянцева А. В., вул. Бузника, 5/1, м. Миколаїв, 54038, Україна

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру виготовлювачів видавничої продукції МК № 11 від 26.01.2007 р.

Адреса редакції: кафедра медико-біологічних основ спорту і фізичної реабілітації Чорноморського національного університету імені Петра Могили,

вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, 54003, Україна

## Зміст

## Contents

<b>МЕДИЧНІ НАУКИ</b>		
<b>Огляди літератури</b>		
<b>Бандрівська Н. Н., Лисоконь Ю. Ю.</b> Епідеміологія і етіопатогенетичні фактори розвитку агресивних форм пародонтиту	8	<b>Bandrivska N. N., Lysokon Yu. Yu.</b> Epidemiology and Etiopathogenetic Factors of the Development of Aggressive Forms of Periodontitis
<b>Виноградова О. М., Мінько Л. Ю., Слаба О. М., Дирик В. Т., Вихтюк Т. І., Батіг В. М.</b> Гомоцистеїн як біомаркер судинної патології	14	<b>Vynogradova O. M., Minko L. Yu., Slaba O. M., Dyryk V. T., Vykhtyuk T. I., Batig V. M.</b> Homocysteine as a Biomarker of Vascular Pathology
<b>Максименко О. С., Гринь В. Г.</b> Великий чепець білих щурів: структурно-функціональна характеристика та його роль при перитоніті	22	<b>Maksymenko O. S., Hryn V. H.</b> The Greater Omentum of White Rats: Structural and Functional Characteristics and its Role in Peritonitis
<b>Мочалов Ю. О.</b> Соціально-економічні детермінанти стоматологічного здоров'я у дітей	30	<b>Mochalov Ju. O.</b> Socio-Economic Determinants of Children's Dental Health. Literature Review
<b>Нажар Салех С. Х., Селезньова С. В., Козинський О. В., Мамедалієва Севиндж Алі-Кизи, Хіра Харпріт Сінгх</b> Особливості VR-реабілітації у пацієнтів з хворобою Паркінсона	41	<b>Nazhar Saleh S. Kh., Seleznyova S. V., Kozynskyi O. V., Mamedalieva Sevinj Ali-Kyzy, Hira Harpreet Singh</b> Features of VR Rehabilitation in Patients with Parkinson's Disease
<b>Traverse Galina, Horoshko Viktoriia, Danylchenko Svitlana</b> The Effect of Physical Activity on the Secretory Function of Muscles and Bone Tissue in Humans	50	<b>Траверсе Г. М., Горошко В. І., Данильченко С. І.</b> Вплив фізичної активності на секреторну функцію м'язів і кісткової тканини людини
<b>Шаповалова А. С.</b> Сучасні відомості про патогенетичні механізми формування пневмосклерозу	56	<b>Shapovalova A. S.</b> Modern Knowledge of the Pathogenetic Mechanisms of Pulmonary Fibrosis Formation
<b>Експериментальна медицина і морфологія</b>		
<b>Bondarenko S. V., Dubina S. O., Serbin S. I., Kharchenkova D. S., Fedorova I. O., Koptev M. M., Danylchenko S. I.</b> Craniotopographic Characteristics of Sinuous-Liquor Relationships in Mature People	62	<b>Бондаренко С. В., Дубина С. О., Сербін С. І., Хапченкова Д. С., Федорова І. О., Коптев М. М., Данильченко С. І.</b> Краніотопографічна характеристика пазушно-лікворних взаємовідношень у людей зрілого віку
<b>Воронцов П. М., Туляков В. О., Гуліда Т. І.</b> Зміни розрахункових індексів біохімічних показників сироватки крові щурів різного віку після заповнення дефекту в метафізі стегнової кістки алогенними кістковими імплантатами, насиченими мезенхімальними стовбуровими клітинами	68	<b>Vorontsov P. M., Tulyakov V. O., Gulida T. I.</b> Changes in Calculated Indices of Blood Serum Biochemical Indicators of Rats of Different Age after Filling of the Defect in the Metaphysis of the Femur Bone with Allogeneic Bone Implants Saturated with Mesenchymal Stem Cells
<b>Даценко М. А.</b> Активність маркерів кісткового метаболізму у тварин зі змодельованим остеопорозом після проведення дентальної імплантації	79	<b>Datsenko M. A.</b> Activity of Markers of Bone Metabolism in Animals with Simulated Osteoporosis after Dental Implantation
<b>Козлов С. В., Корзаченко М. А.</b> Оцінка рівня експресії HIF1A та паренхіматозно-стромальних відношень після травматичного впливу повітряної ударної хвилі на печінку	86	<b>Kozlov S. V., Korzachenko M. A.</b> Evaluation of HIF1A Expression Level and Parenchymal-Stromal Relationships after Traumatic Air Shock Wave Exposure to the Liver

<b>Кушта А. О., Перминов Д. О., Волощук Н. І., Альчук О. І.</b> Дослідження впливу аргініну глутамату на репаративні процеси у щурів з харчовою депривацією	94	<b>Kushta A. O., Perminov D. O., Voloshchuk N. I., Alchuk O. I.</b> Study of the Influence of Arginine Glutamate on Reparative Processes in Rats with Food Deprivation
<b>Клінічна медицина</b>		
<b>Белов О. О.</b> Психологічні проблеми та основні напрямки збереження психічного здоров'я здобувачів вищої освіти в умовах дистанційного навчання	100	<b>Belov O. O.</b> Psychological Problems and Main Directions of Preserving the Mental Health of Higher Education Students in Distance Education
<b>Кадюкова О., Боровук К., Рундіна Н.</b> Metabolic Status in Patients with Ischemic Heart Disease and Obesity with Different Genotypes of Leptin Receptor Gene (Arg223Glu)	107	<b>Кадюкова О. І., Боровик К. М., Рундіна Н. Г.</b> Метаболічний статус у хворих на ішемічну хворобу серця та ожиріння з різними генотипами гена рецептору лептина (Arg223Glu)
<b>Коваль М. Є., Венгер О. П.</b> Особливості психопатологічної симптоматики в учасників бойових дій з непсихотичними психічними розладами, які перенесли захворювання на COVID-19	115	<b>Koval M. Ye., Venger O. P.</b> Features of Psychopathological Symptoms in Combatants with Non-Psychotic Mental Disorders Who Had COVID-19
<b>Колесник Т. В., Фурса О. В.</b> Вплив поліморфізму гена рецепторів ангіотензину II типу 1 на ефективність антигіпертензивної терапії у хворих із гіпертонічною хворобою, які перенесли інфаркт міокарда за результатами довготривалого спостереження	122	<b>Kolesnyk T. V., Fursa O. V.</b> Influence of Angiotensin II Type 1 Receptor Gene Polymorphism on the Effectiveness of Antihypertensive Therapy in Patients with Hypertension Disease who Suffered Myocardial Infarction according to the Results of Long-Term Follow-Up
<b>Кошкіна М. В.</b> Зміни діастолічної функції лівого шлуночка у хворих на ішемічну хворобу серця в залежності від ступеню важкості цукрового діабету 2 типу	133	<b>Koshkina M. V.</b> Changes in Left Ventricular Diastolic Function in Patients with Ischemic Heart Disease Depending on the Severity of Type 2 Diabetes Mellitus
<b>Петров Є. Є., Бурмак Ю. Г., Іваницька Т. А., Погорєлова І. А., Нємченко Л. Б.</b> Характеристика деяких показників системи гемостазу у хворих на компенсоване хронічне легеневе серце бронхо-легеневого генезу та особливості їх змін в умовах коморбідності зі стабільною ішемічною хворобою серця	140	<b>Petrov Ye. Ye., Burmak Yu. G., Ivanytska T. A., Pogoryelova I. A., Nyemchenko L. B.</b> Characteristics of Some Hemostasis System Indices in Patients with Compensated Chronic Cor Pulmonale of Broncho-Pulmonary Genesis and Peculiarities of Their Changes in Conditions of Comorbidity with Stable Coronary Heart Disease
<b>Пінчук В. А., Дельва М. Ю., Гринь К. В.</b> Прогнозування перебігу розсіяного склерозу на підставі клінічних особливостей дебюту у пацієнтів Полтавської області	146	<b>Pinchuk V. A., Delva M. Yu., Hryn K. V.</b> Prediction of the Course of Multiple Sclerosis Based on the Clinical Features of the Debut in Patients of the Poltava Region
<b>Соціальна медицина та організація охорони здоров'я</b>		
<b>Mishchenko M. M.</b> National Mortality Tendencies of Population in Ukraine and the Kharkiv Region	151	<b>Мищенко М. М.</b> Національні тенденції смертності населення України та Харківської області
<b>Стоматологія</b>		
<b>Ivanchyshyn V. V., Stadnyk U. O., Furdychko A. I.</b> Dynamics of Morphological Changes in Oral Fluid in the Prevention of Fissure Caries in Children	159	<b>Іванчишин В. В., Стадник У. О., Фурдичко А. І.</b> Динаміка морфологічних змін ротової рідини при профілактиці фісурного карієсу у дітей
<b>Кулинич М. О., Мочалов Ю. О.</b> Антропометричні особливості обличчя у дітей з уродженими дефектами коміркового відростка верхньої щелепи до хірургічного втручання	165	<b>Kulynych M. O., Mochalov Yu. O.</b> Anthropometric Characteristics of the Face in Patients with Congenital Defects of Alveolar Process on Maxilla before Surgical Intervention

<b>Ноєнко І. В., Павленко О. В., Мочалов Ю. О.</b> Дослідження сили адгезії фотокомпозитних емалевих герметиків до поверхні зуба	171	<b>Noenko I. V., Pavlenko O. V., Mochalov Yu. O.</b> Study of The Adhesion Strength of Photocomposite Enamel Sealants to the Tooth Surface
<b>Удод О. А., Драмарецька С. І., Апекунов Г. Ю.</b> Клінічне дослідження відновлень зубів з різних матеріалів	177	<b>Udod O. A., Dramaretska S. I., Apekunov G. Yu.</b> Clinical Study of Restoration of Teeth from Different Materials
<b>Удод О. А., Кібішаурі М. В.</b> Лабораторне дослідження мікропроникності між стоматологічними відновлювальними матеріалами	183	<b>Udod O. A., Kibishauri M. V.</b> Laboratory Study of Micropermeability between Dental Restorative Materials
<b>Фурдичко А. І., Федун І. Р., Ільчишин М. П., Ган І. В., Пасічник М. А.</b> Оцінка стану тканин пародонта у хворих із соматичною патологією	189	<b>Furdychko A. I., Fedun I. R., Ilchyshyn M. P., Gan I. V., Pasichnyk M. A.</b> Assessment of the Condition of Periodontal Tissues in Patients with Somatic Pathology
<b>Цуперяк С. С., Мочалов Ю. О.</b> Ретроспективна оцінка дефіциту доступної кістки у пацієнтів в Україні за даними застосування дентальних імплантатів різних розмірів	195	<b>Tsuperyak S. S., Mochalov Yu. O.</b> Retrospective Assessment of Available Bone Deficiency among Ukrainian Patients according to the Usage of Dental Implants of Different Sizes
<b>Sheshukova O. V., Kuz I. O., Bauman S. S., Kazakova K. S., Mosiienko A. S., Polishchuk T. V., Trufanova V. P.</b> Evaluation of Oral Hygiene and Periodontal Indices of 6–14-Year-Old Children with Insulin-Dependent Diabetes Mellitus	202	<b>Шешукова О. В., Кузь І. О., Бауман С. С., Казакова К. С., Мосієнко А. С., Поліщук Т. В., Труфанова В. П.</b> Оцінка гігієни порожнини рота та показників пародонту в дітей 6–14 років з інсулінозалежним цукровим діабетом
<b>Фізична терапія та ерготерапія</b>		
<b>Ногас А. О.</b> Оцінка функціональних порушень верхніх кінцівок у хворих на ревматоїдний артрит	208	<b>Nogas A. O.</b> Assessment of Functional Disorders of the Upper Limbs in Patients with Rheumatoid Arthritis
<b>Петрунів Х. В., Лапковський Е. Й.</b> Ефективність корекції ознак саркопенії у осіб похилого віку з ендопротезом колінного суглоба	214	<b>Petruniv Kh. V., Lapkovskiy E. Y.</b> Effectiveness of Correction of Sarcopenia Signs in Elderly People with Knee Arthroplasty
<b>Ріпка А. О., Худецький І. Ю., Антонова-Рафі Ю. В., Куріло С. М.</b> Застосування новітніх засобів у фізичній терапії хворих з ішемічним інсультом	222	<b>Ripka A. O., Khudetskiy I. Yu., Antonova-Rafi Yu. V., Kurilo S. M.</b> Using the Latest Means in Physical Therapy of Patients with Ischemic Stroke
<b>Русанов А. П., Рой І. В., Борзих Н. О., Кудрін А. П., Вітомський В. В.</b> Ефективність мобілізації та ішемічної компресії при адгезивному капсуліті та міофасціальному больовому синдромі	228	<b>Rusanov A. P., Roi I. V., Borzykh N. O., Kudrin A. P., Vitomskiy V. V.</b> Effectiveness of Mobilization and Ischemic Compression in Adhesive Capsulitis and Myofascial Pain Syndrome
<b>Савельєв М. А.</b> Забезпечення фізичної активності людей з травмами і захворюваннями опорно-рухового апарату в умовах військового і надзвичайного станів	235	<b>Saveliev M. A.</b> Ensuring Physical Activity of People with Injuries and Diseases of the Musculoskeletal System in Military and Emergency Conditions
<b>Погляд на проблему</b>		
<b>Лазорішинець В. В., Руденко М. Л., Сіромаха С. О., Андрущенко Т. А.</b> Вивчення особливостей структури хвороб системи кровообігу, травм і бойових поранень грудної клітки під час воєнного стану	241	<b>Lazoryshynets V. V., Rudenko M. L., Siromakha S. O., Andrushchenko T. A.</b> Study of the Features of the Structure of the Cardiovascular System Diseases, Injuries and Combat Wounds of the Chest during Martial Law

<b>Гуманітарні питання медицини і проблеми викладання у вищій школі</b>		
<b>Гарвасюк О. В.</b> Досвід застосування інформаційно-комунікаційних технологій у викладанні предмету Патоморфологія	246	<b>Garvasiuk O. V.</b> Experience in Using Information and Communication Technologies in Teaching Pathomorphology
<b>Лисаченко О. Д., Шепітько В. І., Борута Н. В., Стецук Є. В., Пелипенко Л. Б., Вільхова О. В., Волошина О. В.</b> Компетентнісний підхід до вивчення гістології, цитології та ембріології	253	<b>Lysachenko O. D., Shepitko V. I., Boruta N. V., Stetsuk Ye. V., Pelypenko L. B., Vilkhova O. V., Voloshina O. V.</b> Competence Approach to the Study of Histology, Cytology and Embryology
<b>Шевченко О. А., Головкова Т. А., Онул Н. М., Крамарьова Ю. С., Штепа О. П., Щудро С. А.</b> Профілактична медицина як складова об'єктивного структурованого клінічного іспиту (ОСКІ)	258	<b>Shevchenko O. A., Holovkova T. A., Onul N. M., Kramaryova Yu. S., Shtepa O. P., Shchudro S. A.</b> Preventive Medicine as a Component of Objective Structured Clinical Examination
<b>Шепітько В. І., Борута Н. В., Стецук Є. В., Лисаченко О. Д., Скотаренко Т. А., Вільхова О. В., Левченко О. А.</b> Тьюторство як універсальна педагогічна технологія до викладання гістології, цитології та ембріології	264	<b>Shepitko V. I., Boruta N. V., Stetsuk Ye. V., Lysachenko O. D., Skotarenko T. A., Vilkhova O. V., Levchenko O. A.</b> Tutoring as a Universal Pedagogical Technology for Teaching Histology, Cytology and Embryology
<b>Шепітько В. І., Шерстюк О. О., Борута Н. В., Тихонова О. О., Тарасенко Я. А., Скотаренко Т. А., Левченко О. А.</b> Міждисциплінарна інтеграція – головний чинник у розвитку клінічного та професійного мислення у студентів медичних закладів вищої освіти України	268	<b>Shepitko V. I., Sherstyuk O. O., Boruta N. V., Tykhonova O. O., Tarasenko Ya. A., Skotarenko T. A., Levchenko O. A.</b> Interdisciplinary Integration as a Main Factor in the Development of Clinical and Professional Thinking of Students of Medical Higher Education Institutions of Ukraine
<b>БІОЛОГІЯ</b>		
<b>Нечитайло Л. Я., Данилів С. І., Шкурашківська С. В., Курас Л. Д.</b> Динаміка змін вмісту сполук кадмію та нітрат-іонів в екосистемі Прикарпаття	273	<b>Nechytailo L. Ya., Danyliv S. I., Shkurashkivska S. V., Kuras L. D.</b> Dynamics of Changes in the Content of Cadmium and Nitrate Ion Compounds in the Ecosystem of the Ciscarpathia
<b>Олешко Т. М., Атаман Ю. О., Бойко А. О., Старченко А. Ю., Петренко Н. В.</b> Зв'язок факторів дезадаптації з поширеністю симптомів та умов виникнення вегетативної дисфункції у спортсменів	279	<b>Oleshko T. M., Ataman Yu. O., Boyko A. O., Starchenko A. Yu., Petrenko N. V.</b> Relationship of Maladaptation Factors with the Prevalence of Symptoms and Conditions of Vegetative Dysfunction Occurrence in Athletes
<b>ФІЗИЧНЕ ВИХОВАННЯ І СПОРТ</b>		
<b>Теоретико-методичні аспекти фізичного виховання і спорту</b>		
<b>Анохін Є. Д., Романчук С. В., Одерів А. М., Барашевський С. А., Первачук О. І., Бабич М. О., Мельников А. В., Бобко Ю. Б., Багас О. П., Слівінський О. Я.</b> Про еквівалентність контрольних вправ стандартів фізичної підготовки табличній системі оцінювання фізичної підготовленості військовослужбовців та їх адекватність вимогам бойової діяльності	285	<b>Anokhin Ye. D., Romanchuk S. V., Oderov A. M., Barachevskiy S. A., Pervachuk O. I., Babych M. O., Melnikov A. V., Bobko Yu. B., Bahas O. P., Slivinskiy O. Ya.</b> On the Equivalence of Control Exercises of Physical Training Standards to the Tabular System for Evaluating the Physical Fitness of Military Personnel and Their Adequacy to the Requirements of Combat Activity

<b>Данищук Сергій, Яців Ярослав, Гнатчук Ярослав, Хробатин Ігор</b> Актуалізація контролю загальної фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ	297	<b>Danyshchuk S. Yu., Yatsiv Ya. M., Hnatchuk Ya. I., Hrobatyn I. Ya.</b> Actualization of Control of General Preparedness of Athletes Aged 12-13 Years in Taekwon-Do ITF
<b>Kurishko Yevhen, Korchahin Mykola</b> Analysis of Physical Condition of First-Year Military Higher Education Institution Cadets	305	<b>Курішко Євген, Корчагін Микола</b> Аналіз фізичного стану курсантів 1 курсу вищих військових навчальних закладів
<b>Олешко В. Г., Коробейніков Г. В., Шинкарук О. А., Пуцов С. О.</b> Біодинаміка техніки поштовху штанги у важкоатлетів різної статі	311	<b>Oleshko V. G., Korobeynikov G. V., Shynkaruk O. A., Putsov S. O.</b> Biodynamics of the Technique of Barbell Jerk in Weightlifters of Different Sexes

DOI: 10.26693/jmbs08.01.008

УДК 616-314.17-008.1-085.27

Бандрівська Н. Н., Лисоконь Ю. Ю.

### ЕПІДЕМІОЛОГІЯ І ЕТІОПАТОГЕНЕТИЧНІ ФАКТОРИ РОЗВИТКУ АГРЕСИВНИХ ФОРМ ПАРОДОНТИТУ

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького,  
Львів, Україна

**Мета:** вивчення етіології і основних етіопатологічних факторів розвитку агресивних форм пародонтиту на основі аналізу додаткових патогенетичних аспектів порушення мінерального обміну за даними сучасної літератури.

**Об'єкт і методи.** Застосовано бібліосемантичний метод для з'ясування стану проблеми, вивчення аналізу результатів попередніх наукових досліджень на основі джерел літератури та електронних ресурсів.

**Результати.** Пародонтит є самим розповсюдженим захворюванням серед усієї патології пародонту (в 90% випадків зустрічається хронічний генералізований пародонтит. До недавнього часу агресивними формами пародонтиту не надавали належної уваги, так як за даними епідеміологічних досліджень S. Renvert і M. Wikstom (1996), у загальній структурі захворювань пародонту агресивні форми пародонтиту зустрічаються з частотою 5-10%. Для розуміння механізмів розвитку агресивних форм пародонтиту звертають увагу на його розвиток у дітей і підлітків. Клінічно-рентгенологічні обстеження дітей і підлітків засвідчували різну частоту агресивних форм пародонтиту (локалізований ювенільний пародонтит і генералізований ювенільний пародонтит): в США – 2,27%, в Данії – 0,1%, в Фінляндії – 0,1%, в Нігерії – 0,8%, в Бразилії – 0,3%, в Англії – 0,17%, в Чилі – 0,32%. Проведені дослідження показали, що АФП однаково часто зустрічаються у дітей і підлітків незалежно від статі. У той же час, локалізований ювенільний пародонтит у 3 рази частіше об'єктивізувався у хлопців, ніж у дівчат.

Новим і досить перспективним вектором пародонтології є вивчення ролі ювенільних змін кісткового скелету на розвиток і перебіг захворювань пародонту. Розвиток порушень мінерального обміну при агресивних формах пародонтиту у різних вікових групах потребує подальшого вивчення, при цьому, для розуміння можливих шляхів дослідження набувають актуальності дані, отримані

молекулярними генетиками. Враховуючи факт, що щелепові кістки є складовою скелету, на міцність яких можуть впливати різні екзогенні та ендогенні фактори, зокрема генетичні, основний напрямок пошуку кандидатних генів чутливості проводяться серед маркерів порушення кісткового метаболізму. З багатьох кандидатних генів, детермінуючих мінеральну щільність кісткової тканини, найбільш відомим є ген рецептору вітаміну Д (ген VDR).

**Висновки.** Аналіз доступної літератури показав, що вивчення ролі порушення мінерального і кісткового метаболізму при виникненні і розвитку агресивних форм пародонтиту мають широку наукову перспективу, а отримання нових даних про стан системних регулюючих факторів і їх впливи на локальні механізми ураження тканин пародонту дозволять не тільки покращити діагностику різних форм, а також підвищити ефективність лікування даної патології.

**Ключові слова:** агресивні форми пародонтиту, кісткове ремоделювання, генетичні маркери, мінеральна щільність кісткової тканини.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота являє собою фрагмент науково-дослідної роботи кафедри терапевтичної стоматології ФПДО ЛНМУ ім. Д. Галицького «Захворювання пародонта, їх зв'язок з патологією внутрішніх органів та станом довкілля», № держ. реєстрації 0110U002155.

**Вступ.** У теперішній час проявляється тенденція до збільшення розповсюдженості агресивних форм пародонтиту (АФП). Епідеміологічні дослідження показали, що до 47% осіб у віці 30-40 років мають клінічні ознаки даної патології [1]. При цьому, багатьма спеціалістами визначається низька ефективність традиційної терапії при лікуванні АФП, особливо в частині купування резорбції кісткової тканини альвеолярних відростків [2]. Дослідження зв'язку порушень мінерального обміну з захворюваннями пародонту багаточисельні [3],

але суперечливі, що обумовлює необхідність додаткового вивчення, зокрема генетичних маркерів. Дослідження генетичного компоненту мультифакторної моделі генералізованого пародонтиту може сприяти плануванню профілактичних заходів у пацієнтів, що мають високу ймовірність виникнення цієї патології. Оновлені дані про стан мінерального і кісткового обміну у хворих з АФП допоможе забезпечити адекватний вибір препаратів для корекції дисбалансу механізму кісткового ремоделювання при пародонтиті.

**Мета дослідження.** Вивчення етіології і основних етіопатологічних факторів розвитку агресивних форм пародонтиту на основі аналізу додаткових патогенетичних аспектів порушення мінерального обміну за даними сучасної літератури.

**Матеріал та методи дослідження.** Застосовано бібліосемантичний метод для з'ясування стану проблеми, вивчення аналізу результатів попередніх наукових досліджень на основі джерел літератури та електронних ресурсів.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Пародонтит є самим розповсюдженим захворюванням серед усієї патології пародонту (в 90% випадків зустрічається хронічний генералізований пародонтит (ХГП)). Однак клініцисти стверджують, що клінічна картина ХГП з агресивним перебігом, суттєво відрізняється від інших форм цього захворювання. Агресивний пародонтит за відносно короткий час (5-7 років) призведе до значної втрати зубів у наслідок швидкого лізису альвеолярної кістки. Клінічні дослідження довели, що швидко прогресуючий пародонтит (ШПП) як одна з самих розповсюджених форм агресивного пародонтиту, характеризується відсутністю виражених ознак запалення, кровоточивості ясен під час зондування у період загострення. При цьому спостерігається гноєтеча з пародонтальних кишень і активний лізис кісткової тканини, що призведе до зміщення зубів і розвитку травматичної оклюзії [4]. Усі ці симптоми перебігають на фоні задовільної гігієни порожнини рота, позаяк, за даними багатьох спостережень, більше 70% хворих з ШПП підтримують добру гігієну порожнини рота і регулярно відвідують стоматолога з метою проведення професійної гігієни порожнини рота [5].

До недавнього часу агресивними формами пародонтиту (АФП) не надавали належної уваги, так як за даними епідеміологічних досліджень S. Renvert і M. Wikstrom (1996), у загальній структурі захворювань пародонту АФП зустрічаються з частотою 5-10% [6]. Однак останні повідомлення дослідників дозволяють говорити про суттєве збільшення кількості випадків агресивних уражень пародонту серед осіб з пародонтитом [7].

Для розуміння механізмів розвитку агресивних форм пародонтиту звертають увагу на його розвиток у дітей і підлітків. В.Е. Hansen et al. (1995), вивчаючи 8703 прицільних рентгенограм підлітків з 16 країн встановили зменшення альвеолярної кістки від 0% у дітей в Швеції до 25% у дітей в Бразилії [8]. Клінічно – рентгенологічні обстеження дітей і підлітків засвідчували різну частоту АФП (локалізований ювенільний пародонтит і генералізований ювенільний пародонтит): в США – 2,27%, в Данії – 0,1%, в Фінляндії – 0,1%, в Нігерії – 0,8%, в Бразилії – 0,3%, в Англії – 0,17%, в Чилі – 0,32% [9, 10, 11]. Проведені дослідження показали, що АФП однаково часто зустрічаються у дітей і підлітків незалежно від статі. У той же час, локалізований ювенільний пародонтит у 3 рази частіше об'єктивізувався у темношкірих хлопців, ніж у темношкірих дівчат.

Низкою дослідників встановлена тенденція до збільшення кількості захворювань пародонту у дітей та підлітків у віці 13 – 15 років у період статевого дозрівання. Гормональні дисфункції у цей період (порушення оваріо-менструального циклу та ін.) сприяють розвитку катарального і гіпертрофічного гінгівіту. Функціональна недостатність гонад обумовлює розвиток запальних і дистрофічних змін в тканинах пародонту. При наявності гормональних дисфункцій у період статевого дозрівання, які клінічно проявляються у дівчат у вигляді аменореї і ювенільних кровотеч, частота виявлення пародонтиту збільшується до 25% [12, 13].

Ювенільний пародонтит супроводжується деструктивними змінами і швидким розвитком захворювання. За даними С.Н. Aberg з спів. (2020) збудником при ранньому розвитку пародонтиту є *Aggregatibacter (Actinobacillus) actinomycetemcomitans* і *Porphyromonas gingivalis*, які виділяють з вмісту пародонтальних кишень [14]. Дані мікроорганізми виробляють протеолітичні ферменти – колагенази, які руйнують тканини пародонту. Водночас *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* продукують лейкотоксин, який викликає лізис поліморфноядерних лейкоцитів [15]. Клінічна картина локалізованого ювенільного пародонтиту характеризується ураженням тканин пародонта у ділянці перших молярів і різців з втратою кісткової тканини і зубосясного прикріплення. Широкомасштабне клінічне дослідження, проведене в США, показало, що розповсюдженість ювенільних пародонтитів серед темношкірого населення у 15 разів вище у порівнянні з білими, а у представників латиноамериканської співдружності зустрічається у 2,4 рази частіше, ніж у осіб нелатиноамериканського походження [16]. Даний факт свідчить про роль генетичного фактору у розвитку локалізованого ювенільного

пародонтиту. Все частіше висловлюються гіпотези про суттєві генетичні компоненти у розвитку запальних захворювань пародонту, хоча генетична природа більшості поширених хронічних захворювань, зокрема пародонтиту, залишається однією з самих складних проблем медичної генетики [17].

Наявність пародонтопатогенної флори, паління і недостатня гігієна порожнини рота є етіологічними і патогенетичними комплексами і різняться у числі і комбінації генів, які контролюють розвиток уражень зубоутримуючого апарату або компоненти у ділянці клітинного і гуморального імунітету і можуть бути факторами ризику розвитку захворювання.

Розвиток і перебіг запального процесу в пародонті, схильність до генералізації процесу залежить не стільки від якісного і кількісного складу мікрофлори, скільки від порушень неспецифічного захисту і імунної відповіді організму. Дослідження деяких авторів [18], виявили, що при ХГП вроджене послаблення специфічних факторів місцевого імунітету порожнини рота, порушення імунологічної регуляції, гіперреактивність В – системи імунітету, активацію Т – хелперів і дефіцит Т – супресорів, підвищення IgA, IgM, IgG у плазмі крові. Зміни пародонту дистрофічно – запального характеру можливо віднести до аутоімунних захворювань, обумовлених пошкоджуючою дією циркулюючих імунних комплексів і клітинної гіперреактивністю антиген ясен. Суттєву роль відіграє система цитокінів, багато з яких карторовані молекулярно-генетичними методами і доступні для клінічної діагностики [19]. Все вище наведене можливо пояснити нерівномірним хвилеподібним перебігом пародонтиту, яке характеризується чергуванням поперемінних періодів спонтанного затихання і різкого загострення захворювання при аналогічному стані пародонту і гігієни порожнини рота.

Новим і досить перспективним вектором пародонтології є вивчення ролі ювенільних змін кісткового скелету на розвиток і перебіг захворювань пародонту. У цілому ювенільний остеопороз – рідке захворювання і характеризується низькими показниками мінеральної щільності кісткової тканини, деформацією кісток скелету. У клініці частіше спостерігають порушення формування піку кісткової маси, яка досягається до 30 років. Генетичні, гормональні, аліментарні і механічні причини обумовлюють формування низького піку кісткової маси. Важливою детермінантою піку кісткової маси рахують масу тіла. Низький індекс маси тіла ( $IMT < 20 \text{ kg/m}^2$ ) є індикатором низької МЩКТ. Однак, в останні роки в науковій літературі проводиться активна дискусія про вплив підвищеної маси тіла на стан тканин і органів порожнини рота: вказується на наявність прямої кореляції між збільшенням

маси тіла і розвитком генералізованого пародонтиту важкого ступеня у жінок віком до 35 років. У роботі M.S.Al. Zahrani з співав. (2013), при обстеженні різних вікових груп населення, встановлена пряма кореляційна залежність між індексом маси тіла (IMT), об'ємом талії і наявністю патології пародонту серед осіб молодого віку (18 – 34 роки) [20]. Оцінка стану тканин пародонту у пацієнтів різної статі (середній вік 43,3 роки) показала, що підвищення індексу маси тіла на  $1 \text{ kg/m}^2$  збільшує ризик розвитку запальних захворювань пародонту на 16%.

Проведені В.В. Поворознюком з співав. (2005) дослідження показали, що функціональна недостатність гонад у дівчат пубертатного віку призводить до порушення кісткового метаболізму, зниженню міцності кісток та суттєвому погіршенню функціонального стану пародонту  $20 \text{ kg/m}$  [21].

Розвиток порушень мінерального обміну при агресивних формах пародонтиту у різних вікових групах потребує подальшого вивчення, при цьому, для розуміння можливих шляхів дослідження набувають актуальності дані, отримані молекулярними генетиками [22, 23].

Так, аргентинські дослідники M.E. Lopez з співав. (2015) досліджувала групу з 23 дівчат з синдромом Тернера (відсутність однієї X – хромосоми) та встановила: змінення рівнів кальцію і фосфору у плазмі крові, остеопороз, асоційований з аутоімунним тиреоїдитом, підтверджений параклінічними методами. Прояви АФП були виявлені у жувальній групі зубів і супроводжувались низькою аномалією (висока біфуркація, редукція коренів).

Генералізована АФП описана також T.F. Tozum з співав. (2016) при хромосомній аномалії, пов'язаній з тетраплоїдним/диплоїдним мозаїцизмом (92, XXYY/46, XY) у 13-річного пацієнта, у якого генералізована максиллярна і мандибулярна альвеолярна деструкція супроводжувалась низькою додаткових ознак (мікрогнатія, аномалії очей) [24].

Y. Li з співав. (2017) визначили мутацію гена простагландин-ендопероксид-синтетази 2 (циклооксигенази 2) в хромосомі 1q25 у 30-річного пацієнта [25]. При цьому, локалізований агресивний пародонтит був діагностований у всіх родичів хворого, що мали дану мутацію в гомозиготному стані.

Скоріш за все, ШПП представляє собою неоднорідну, гетерогенну групу захворювань з подібними клінічними проявами, так як іншими факторами ювенільна форма ШПП пов'язується з мутацією в гені катепсина С в локусі хромосоми 11q14, клінічно маніфестуючим синдромом Papillon – Lefevre [26, 27], який супроводжується остеолізом альвеолярної кістки з порушеннями системного мінерального обміну і долонно-ступневим гіперкератозом.

Враховуючи факт, що щелепові кістки є складовою скелету, на міцність яких можуть впливати різні екзогенні та ендогенні фактори, зокрема генетичні, основний напрямок пошуку кандидатних генів чутливості проводяться серед маркерів порушення кісткового метаболізму. З багатьох кандидатних генів, детермінуючих мінеральну щільність кісткової тканини, найбільш відомим є ген рецептору вітаміну Д (ген VDR). Так, M. Natio з співав. (2007) вивчали поліморфізм рецепторів вітаміну Д<sub>3</sub> у хворих з хронічним генералізованим пародонтитом [28]. Дослідження довели Ара-асоційований ризик прогресування пародонтиту у дорослих японських чоловіків, Bsml I FokI асоціації з високим ризиком розвитку пародонтиту. Водночас, O.J. Park (2008) дослідив поліморфізм в гені остеопротегерину, які можуть бути використані як генетичні маркери для прогнозування пародонтиту. Однак, перераховані дослідження не дали однозначної відповіді на питання внеску вивчених генетичних маркерів в сприйнятливості до пародонтиту. Так як, пародонтит є мультифакторним

захворюванням, один ген не може відповідати за фенотипічні прояви пародонтальної патології. При цьому, ефект любого гену, що вивчається, може залежати від впливів інших локусів, що обумовлює перспективність подальшого вивчення генної мережі пародонтиту.

**Висновки.** Аналіз доступної літератури показав, що вивчення ролі порушення мінерального і кісткового метаболізму при виникненні і розвитку агресивних форм пародонтиту мають широку наукову перспективу, а отримання нових даних про стан системних регулюючих факторів і їх впливи на локальні механізми ураження тканин пародонту дозволять не тільки покращити діагностику різних форм, а також підвищити ефективність лікування даної патології.

**Перспективи подальших досліджень.** Планується провести ще ряд лабораторних досліджень на основі котрих буде покращено діагностику та ефективність лікування агресивних форм пародонтиту.

## References

1. Kavarthapu A, Malaiappan S. Management of periodontic-endodontic lesion in aggressive periodontitis-9 months follow-up: Report of a case. *Indian J Dent Res.* 2019;30(1):149-153. PMID: 31939364. doi: 10.4103/ijdr.IJDR\_489\_17
2. Yoshida A, Bouziane A, Erraji S, Lakhdar L, Rhissassi M, Miyazaki H, et al. Etiology of aggressive periodontitis in individuals of African descent. *Japanese Dent Sci Rev.* 2021;57:20-26. PMID: 33737991. PMID: PMC7946349. doi: 10.1016/j.jdsr.2020.12.001
3. Machado V, Lobo S, Proença L, Mendes JJ, Botelho J. Vitamin D and Periodontitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2020;12(8):2177. PMID: 32708032. PMID: PMC7468917. doi: 10.3390/nu12082177
4. Artzi Z, Sudri S, Platner O, Kozlovsky A. Regeneration of the Periodontal Apparatus in Aggressive Periodontitis Patients. *Dent J.* 2019;7(1):29. PMID: 30857253. PMID: PMC6473354. doi: 10.3390/dj7010029
5. Karrabi M, Baghani Z. Amoxicillin/Metronidazole Dose Impact as an Adjunctive Therapy for Stage II - III Grade C Periodontitis (Aggressive Periodontitis) at 3- And 6-Month Follow-Ups: a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Oral Maxillofac Res.* 2022;13(1): e2. PMID: 35574209. PMID: PMC9069637. doi: 10.5037/jomr.2022.13102
6. Wikström M, Renvert S. Treatment of periodontal disease based on microbiological diagnosis. A 5-year follow-up on individual patterns. *J Periodontol.* 1996;67(9):879-887. PMID: 8884645. doi: 10.1902/jop.1996.67.9.879
7. Fine DH, Patil AG, Velusamy SK. (2019). Aggregatibacter actinomycetemcomitans (Aa) Under the Radar: Myths and Misunderstandings of Aa and Its Role in Aggressive Periodontitis. *Front Immunol.* 2019;10:728. PMID: 31040843. PMID: PMC6476972. doi: 10.3389/fimmu.2019.00728
8. Ababneh KT, Maslamani MJ, Abadi MS, Taha AH, Karasneh JA, Sa'di AG, et al. Risk indicators of aggressive periodontitis in a Jordanian population. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):155. PMID: 31311530. PMID: PMC6636008. doi: 10.1186/s12903-019-0826-1
9. Wankhede AN, Dhadse PV. Interleukin-17 levels in gingival crevicular fluid of aggressive periodontitis and chronic periodontitis patients. *J Indian Soc Periodontol.* 2022;26(6):552-556. PMID: 36582957. PMID: PMC9793929. doi: 10.4103/jisp.jisp\_47\_21
10. Damgaard C, Danielsen AK, Enevold C, Massarenti L, Nielsen CH, Holmstrup P, et al. Porphyromonas gingivalis in saliva associates with chronic and aggressive periodontitis. *J Oral Microbiol.* 2019;11(1):1653123. PMID: 31489129. PMID: PMC6713147. doi: 10.1080/20002297.2019.1653123
11. Tabari ZA, Hematzadeh S, Keshani F. IL29 expression in gingival tissues of chronic periodontitis and aggressive periodontitis patients: An immunohistochemical analysis. *Dent Res J.* 2021;18:66. PMID: 34584644. PMID: PMC8428285. doi: 10.4103/1735-3327.324025
12. Llanos AH, Silva CGB, Ichimura KT, Rebeis ES, Giudicissi M, Romano MM, et al. (2018). Impact of aggressive periodontitis and chronic periodontitis on oral health-related quality of life. *Brazil Oral Res.* 2018;32:e006. PMID: 29451591. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0006

13. Rusyanti Y, Widyaputra S, Maskoen AM. Periodontal tissue destruction in aggressive periodontitis: Determination of gene or environmental factors. *Saudi Dent J.* 2019;31(2):290-299. PMID: 30983842. PMCID: PMC6445446. doi: 10.1016/j.sdentj.2018.12.003
14. Mazreah SA, Shahsavari M, Kalati PA, Mazreah HA. Immunohistochemical evaluation of CD117 in mast cell of aggressive periodontitis. *J Indian Soc Periodontol.* 2020;24(3):216-220. PMID: 32773970. PMCID: PMC7307478. doi: 10.4103/jisp.jisp\_243\_19
15. Kalala-Kazadi E, Toma S, Lasserre JF, Nyimi-Bushabu F, Ntumba-Mulumba H, Brex MC. Clinical and Microbiological Profiles of Aggressive and Chronic Periodontitis in Congolese Patients: A Cross-sectional Study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2020;10(4):491-497. PMID: 33042892. PMCID: PMC7523938. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD\_501\_19
16. Brodzikowska A, Górski B. (2022). Polymorphisms in Genes Involved in Inflammation and Periodontitis: A Narrative Review. *Biomolecules.* 2022;12(4):552. PMID: 35454140. PMCID: PMC9030004. doi: 10.3390/biom12040552
17. Miller K, Treloar T, Guelmann M, Rody WJ Jr, Shaddox LM. Clinical Characteristics of Localized Aggressive Periodontitis in Primary Dentition. *J Clin Pediatr Dent.* 2018;42(2):95-102. PMID: 29087795. PMCID: PMC5906128. doi: 10.17796/1053-4628-42.2.3
18. Kluknavská J, Krajčiková K, Bolerázská B, Mašlanková J, Ohlasová J, Timková S, et al. Possible prognostic biomarkers of periodontitis in saliva. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2021;25(8):3154-3161.
19. Yilmaz M, Kasnak G, Polat NG, Topcuoglu NE, Külekcı G, Firatlı E. (Pathogen profile and MMP-3 levels in areas with varied attachment loss in generalized aggressive and chronic periodontitis. *Cent Eur J Immunol.* 2019;44(4):440-446. PMID: 32140057. PMCID: PMC7050060. doi: 10.5114/ceji.2019.92806
20. Bimstein E. Radiographic Description of the Distribution of Aggressive Periodontitis in Primary Teeth. *J Clin Pediatr Dent.* 2018;42(2):91-94. PMID: 29087797. doi: 10.17796/1053-4628-42.2.2
21. Munz M, Richter GM, Loos BG, Jepsen S, Divaris K, Offenbacher S, et al. Meta-analysis of genome-wide association studies of aggressive and chronic periodontitis identifies two novel risk loci. *Eur J Hum Genet.* 2019 Jan;27(1):102-113. PMID: 30218097. PMCID: PMC6303247. doi: 10.1038/s41431-018-0265-5
22. Ma C, Wu M, Gao J, Liu C, Xie Y, Lv Q, et al. Periodontitis and stroke: A Mendelian randomization study. *Brain Behav.* 2023 Jan 9:e2888. PMID: 36621868. doi: 10.1002/brb3.2888
23. Shaddox LM, Mullersman AF, Huang H, Wallet SM, Langaee T, Aukhil I. Epigenetic regulation of inflammation in localized aggressive periodontitis. *Clin Epigenetics.* 2017 Sep 2;9:94. PMID: 28883894. PMCID: PMC5581417. doi: 10.1186/s13148-017-0385-8
24. Zhu XL, Li WJ, Wang XE, Song WL, Xu L, Zhang L, et al. Beijing da xue xue bao. *Yi xue ban = J Peking Univer. Health Sci.* 2022;54(1):18-22.
25. da Silva MK, de Carvalho ACG, Alves EHP, da Silva FRP, Pessoa LDS, Vasconcelos DFP. Genetic Factors and the Risk of Periodontitis Development: Findings from a Systematic Review Composed of 13 Studies of Meta-Analysis with 71,531 Participants. *Int J Dent.* 2017;2017:1914073. PMID: 28529526. PMCID: PMC5424192. doi: 10.1155/2017/1914073
26. Górski B, Kaczyński T, Miskiewicz A, Górka R. Early postoperative healing following guided tissue regeneration in aggressive periodontitis patients. *Dent Med Probl.* 2018 Jul-Sep;55(3):289-297. PMID: 30328307. doi: 10.17219/dmp/94204
27. Al-Zahrani MS, Elfirt EY, Al-Ahmari MM, Yamany IA, Alabdulkarim MA, Zawawi KH. Comparison of Cone Beam Computed Tomography-Derived Alveolar Bone Density Between Subjects with and without Aggressive Periodontitis. *J Clin Diagn Res.* 2017 Jan;11(1):ZC118-ZC121. PMID: 28274060. PMCID: PMC5324485. doi: 10.7860/JCDR/2017/22767.9305
28. Talmac AC, Calisir M, Eroglu EG, Ertugrul AS. Effects of Er,Cr:YSGG and Diode Lasers on Clinical Parameters and Gingival Crevicular Fluid IL-1 $\beta$  and IL-37 Levels in Generalized Aggressive Periodontitis. *Mediators Inflamm.* 2019 Jun 12;2019:2780794. PMID: 31308830. PMCID: PMC6594306. doi: 10.1155/2019/2780794

UDC: 616-314.17-008.1-085.27

### **Epidemiology and Etiopathogenetic Factors of the Development of Aggressive Forms of Periodontitis**

**Bandrivska N. N., Lysokon Yu. Yu.**

**Abstract.** The purpose of the work was to study the etiology and main etiopathological factors of the development of aggressive forms of periodontitis based on the analysis of additional pathogenetic aspects of mineral metabolism disorders according to modern literature.

**Materials and methods.** The bibliosemantic method was used to clarify the state of the problem, study the analysis of the results of previous scientific research based on literature sources and electronic resources.

**Results.** Periodontitis is the most widespread disease among all periodontal pathologies (chronic generalized periodontitis occurs in 90% of cases). Until recently, aggressive forms of periodontitis were not given due attention, since according to epidemiological studies by S. Renvert and M. Wikstom (1996), in the general structure of periodontal diseases, aggressive forms of periodontitis occur with a frequency of 5–10%. To understand the mechanisms of the development of aggressive forms of periodontitis, attention is paid to their development in children and adolescents. Clinical and radiological examinations of children and adolescents showed different frequency of aggressive forms of periodontitis (localized juvenile periodontitis and generalized juvenile periodontitis): in the USA – 2.27%, in Denmark – 0.1%, in Finland – 0.1%, in Nigeria – 0.8%, in Brazil – 0.3%, in England – 0.17%, in Chile – 0.32%. Studies have shown that aggressive forms of periodontitis are equally common in children and adolescents, regardless of gender. At the same time, localized juvenile periodontitis is 3 times more common in boys, not the same for girls.

A new and rather promising vector of periodontology is the study of the role of juvenile changes in the bone skeleton on the development and course of periodontal diseases. The development of mineral metabolism disorders in aggressive forms of periodontitis in different age groups requires further study, while the data obtained by molecular geneticists become relevant for understanding the possible ways of research. Considering the fact that the jaw bones are a component of the skeleton, the strength of which can be affected by various exogenous and endogenous factors, in particular genetic ones, the main direction of searching for candidate sensitivity genes is conducted among the markers of bone metabolism disorders. Of many candidate genes that determine bone mineral density, the most well-known is the vitamin D receptor gene.

**Conclusion.** The analysis of the available literature showed that the study of the role of mineral and bone metabolism disorders in the emergence and development of aggressive forms of periodontitis has a wide scientific perspective, and obtaining new data on the state of systemic regulatory factors and their effects on the local mechanisms of periodontal tissue damage will allow not only to improve the diagnosis of various forms, but also to increase the effectiveness of the treatment of this pathology.

**Keywords:** aggressive forms of periodontitis, bone remodelling, genetic markers, bone mineral density.

#### ORCID and contributionship:

Nadia N. Bandrivska : 0000-0002-9435-5894 <sup>A,E,F</sup>

Yulia Yu. Lysokon : 0000-0002-1722-1825 <sup>B,D</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

##### Nadia N. Bandrivska

Danylo Halytsky Lviv National Medical University,  
Department of Therapeutic Dentistry, Periodontology and Dentistry of the FPGE  
69, Pekarska Str., Lviv 79010, Ukraine  
phone: +38(067) 9567464, e-mail: bandrivska.60@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 12.01.2023

Accepted 24.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.014

УДК 616.13/.14+616.16]-002-07 [616.153.96:577.112.386]-07

Виноградова О. М.<sup>1</sup>, Мінько Л. Ю.<sup>1</sup>, Слаба О. М.<sup>1</sup>,Дирик В. Т.<sup>1</sup>, Вухтюк Т. І.<sup>1</sup>, Батіг В. М.<sup>2</sup>

## ГОМОЦИСТЕЇН ЯК БІОМАРКЕР СУДИННОЇ ПАТОЛОГІЇ

<sup>1</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького,  
Львів, Україна

<sup>2</sup>Буковинський державний медичний університет,  
Чернівці, Україна

*Метою дослідження* став аналіз фахових джерел літератури, присвячених впливу гомоцистеїну на розвиток судинних розладів. Розглянуто роль гомоцистеїну як біомаркера судинної патології.

*Матеріали та методи дослідження.* У дослідженні використано бібліосемантичний та аналітичний методи. Здійснено аналіз фахової літератури (47 джерел) за допомогою інформації у науково-метричних базах MEDLINE/PubMed, Scopus та Google Scholar.

*Результати досліджень.* Гомоцистеїнемія – патологічний стан, що асоціюється з досить серйозними наслідками для організму; здебільшого страждає ендотелій судин: розвиваються системна ендотеліальна дисфункція (в т. ч. порушення синтезу й обміну ендотелійрелаксуючого фактору – оксиду азоту), оксидативний стрес, відбуваються активація агрегації тромбоцитів, гіперкоагуляція (внаслідок зниження активності гепарину, тромбомодуліну та підвищення активності тромбоксану А2). Поширеність гіпергомоцистеїнемії в Україні є досить високою і сягає 10 % серед здорових дорослих, 2 % серед юнаків та підлітків, від 13 % до 43 % – у пацієнтів з серцево-судинною патологією. Розповсюдженням серед населення України є і поліморфізм С677Т гену метилентетрагідрофолатредуктази – 40,7 %. Дослідники вважають, що гіпергомоцистеїнемія є незалежним і модифікованим фактором ризику судинної патології.

*Висновки.* Гомоцистеїн визнано одним з біомаркерів судинної патології. Основними механізмами ураження судин при гіпергомоцистеїнемії науковці вважають активацію оксидативного стресу, ушкодження ендотелію, стимуляцію проліферації гладком'язових клітин, прозапальні ефекти. Описані патологічні зміни супроводжуються порушенням регуляції судинного тонуусу здебільшого через зниження синтезу оксиду азоту. Незбалансований синтез оксиду азоту зумовлює і потенціює окислювальний стрес, процеси атеротромбогенезу. У фаховій літературі представлено достатньо наукових даних, які переконливо засвідчують роль гомоцистеїну у розвитку кардіоваскулярної та неврологічної патології. Проте зустрічається невелика кількість досліджень, присвячених взаємозв'язку гіпергомоцистеїнемії та захворювань пародонта,

а також не у повній мірі розкриті патогенетичні механізми впливу гіпергомоцистеїнемії на розвиток судинних розладів при коронавірусній хворобі.

**Ключові слова:** гомоцистеїн, біомаркер, судинна патологія.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дана робота є фрагментом комплексної науково-дослідної теми кафедри терапевтичної стоматології факультету післядипломної освіти Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького «Екологія та пародонт. Взаємозв'язок захворювань пародонта та загальносоматичної патології. Дисфункція скронево-нижньощелепового суглобу», № державної реєстрації 0114U000112.

**Вступ.** Протягом останніх років увагу науковців та практичних лікарів різних спеціальностей привернув прозапальний маркер гомоцистеїн з огляду на його вплив у розвитку коморбідної патології. Відомо, що високі рівні гомоцистеїну є цитотоксичними, особливо для ендотеліальних клітин [1]. Токсична дія гіпергомоцистеїнемії на клітини та тканини організму реалізується через різноманітні біохімічні та патофізіологічні механізми: оксидативний стрес, ендотеліальну дисфункцію, гіпометилування, гомоцистеїнування білків тощо. Дослідження останнього десятиріччя показали, що поширеність гіпергомоцистеїнемії в Україні є досить високою і сягає 10 % серед здорових дорослих, 2 % серед юнаків та підлітків, від 13 % до 43 % – у пацієнтів з серцево-судинною патологією. Розповсюдженням серед населення України є і поліморфізм С677Т гену метилентетрагідрофолатредуктази – 40,7 % [2, 3]. Дослідники вважають, що гіпергомоцистеїнемія є незалежним модифікованим фактором ризику судинної патології.

**Мета дослідження** – аналіз фахових джерел літератури, присвячених впливу гомоцистеїну на розвиток судинних розладів. Розглянуто роль гомоцистеїну як біомаркера судинної патології.

**Матеріали та методи дослідження.** У дослідженні використано бібліосемантичний та аналітичний методи. Здійснено аналіз фахової літератури (47 джерел) за допомогою інформації

у науково-метричних базах MEDLINE/PubMed, Scopus та Google Scholar.

**Результати дослідження.** Гомоцистеїн - сірковмісна амінокислота, основний проміжний продукт перетворення метіоніну (незамінної амінокислоти, джерелом якої є білки тваринного походження) на цистеїн. Гомоцистеїн є частиною фолатного та метіонінового метаболічних циклів. Ця амінокислота утворюється в результаті метаболізму метіоніну за участі ціанокобаламіну та фолієвої кислоти. Він не міститься в продуктах харчування, тому єдиним його джерелом в організмі людини є амінокислота метіонін. Метаболізм гомоцистеїну відбувається двома шляхами: реметилювання та транссульфування. На шляху транссульфування утилізуються основні кількості гомоцистеїну, при цьому він перетворюється на амінокислоту цистеїн за участі піридоксальфосфат-залежних ферментів – цистатіонін-γ-ліази та цистатіонін-β-синтази. Під час реметилювання гомоцистеїн перетворюється у метіонін за участі метіонінсинтази, де використовується 5-метилтетрагідрофолат як донор метильної групи. Останній утворюється в реакції відновлення 5, 10- метилтетрагідрофолату, каталізований метилтетрагідрофолатредуктазою. Альтернативний шлях утворення метіоніну полягає в транспорті метильної групи бетаїну на гомоцистеїн за участю ферменту бетаїногмоцистеїнметилтрансферази. Координація шляхів реметилювання та транссульфування гомоцистеїну здійснюється за участі S-аденозилметіоніну, який інгібує метилтетрагідрофолатредуктазу, бетаїногмоцистеїнметилтрансферазу та активує цистатіонін-β-синтазу. Незначна кількість реметилювання гомоцистеїну відбувається альтернативним шляхом, у якому донором метильних груп виступає бетаїн [4].

У плазмі гомоцистеїн знаходиться в декількох формах: вільний гомоцистеїн (швидко окислюється в умовах нормального рН; присутній в плазмі в кількості менше 0,3 нмоль/л); гомоцистеїн (дві молекули гомоцистеїну, з'єднані дисульфідним зв'язком, окиснена фракція представлена цистеїногмоцистеїном; складає близько 20-30% загального гомоцистеїну плазми); решта 70-80% гомоцистеїну знаходиться у зв'язаному з білками плазми стані [5].

Забір зразка для визначення гомоцистеїну у біологічних рідинах має певні особливості. Його рекомендовано проводити після голодування пацієнта протягом 8-12 годин. Плазму або сироватку слід відокремити протягом 1 години після забору, оскільки після венепункції гомоцистеїн продовжує виділятися із еритроцитів, його рівень зростає на 1 ммоль/л щогодини. Стабільність зразка зберігається протягом 1 години при кімнатній

температурі, 1 тиждень при зберіганні в холодильнику та 3 місяці – у замороженому стані. Рівень гомоцистеїну може бути підвищеним на 10% протягом 6-8 годин після споживання багатої на білок тваринного походження їжі. Референтні значення нормального вмісту гомоцистеїну у сироватці крові знаходяться у межах 4-14 ммоль/л (<15 ммоль/л). Рівень 15-30 ммоль/л вважається незначно підвищеним, 30-60 ммоль/л – помірно підвищеним, при >60 ммоль/л – значно підвищеним [6, 7].

Підвищення гомоцистеїну в плазмі та сечі характерне для гомоцистеїнурії – рідкісного вродженого аутосомно-рецесивного захворювання, яке виникає внаслідок дефіциту цистатіонін-β-синтази та дефектів реметилювання гомоцистеїну (порушення утворення метилкобаламіну, дефіцит метилентетрагідрофолатредуктази), а також генетичних дефектів коферментів (вітамінів B6, B12 та фолату) та їх нутритивного дефіциту. Гомоцистеїнурія виникає з частотою від 1:50.000 до 1:200.000. Хворі виділяють велику кількість гомоцистеїну з сечею та мають значно підвищений рівень цієї амінокислоти у плазмі крові (50-500 ммоль/л). Клінічними ознаками гомоцистеїнурії є дислокація кришталика, марфаноїдний зовнішній вигляд, розумова відсталість, судоми, скелетні аномалії (вальгусна деформація колінних суглобів, кілеподібна або воронкоподібна деформація грудної клітки), ранній розвиток атеросклерозу та артеріальні/венозні тромбози. Лікування гомоцистеїнурії складається з призначення B6, за відсутності ефекту у протокол лікування вводять фолієву кислоту та вітамін B12. У пацієнтів з нечутливою до піридоксину формою захворювання сапліментация бетаїном та дієта зі зниженим вмістом метіоніну допомагає знизити рівень гомоцистеїну [8, 9].

Гомоцистеїнемія – патологічний стан, що асоціюється з досить серйозними наслідками для організму; здебільшого страждає ендотелій судин: розвиваються системна ендотеліальна дисфункція (в т. ч. порушення синтезу й обміну ендотелійрелаксуючого фактору – оксиду азоту), оксидативний стрес, відбуваються активація агрегації тромбоцитів, гіперкоагуляція (внаслідок зниження активності гепарину, тромбомодуліну та підвищення активності тромбоксану A2) [10].

Існує низка причин, які зумовлюють розвиток гіпергомоцистеїнемії.

Одним з факторів підвищення гомоцистеїну у плазмі крові є дефіцит фолієвої кислоти. Фолієва кислота належить до вітамінів групи B (B9) і надходить до організму з їжею. Після всмоктування в кишківнику вона потрапляє до портального кровообігу та поглинається печінкою, яка є основним регулятором гомеостазу фолатів. У плазмі крові до 40% фолатів зв'язуються з білками-носіями:

альбуміном і трансфериним. У клітинах організму фолієва кислота за допомогою NADPH-H-залежних ферментів відновлюється у активну форму – 5-метилтетрагідрофолієву кислоту [11, 12].

Високі концентрації активної форми фолієвої кислоти (5-метилтетрагідрофолату) необхідні для забезпечення реакції реметилування надлишку гомоцистеїну в метіонін, яка каталізується ферментом метилтетрагідрофолатредуктазою (MTHFR) [13]. З метою перетворення гомоцистеїну в цистеїн шляхом транссульфування необхідний фермент цистатіонінбетасинтаза. Науковцями також простежені генетичні детермінанти розвитку гіпергомоцистеїнемії. Причиною може служити мутація гена MTHFR, блокуючого білок, який виступає в якості ферменту в процесі перетворення гомоцистеїну з метіоніну [14, 15, 16, 17].

Незалежно від походження гіпергомоцистеїнемії механізм її розвитку полягає, насамперед, у зниженні активності реакції реметилування, яка відновлює гомоцистеїн до метіоніну, забезпечуючи подальшу передачу метилової групи для здійснення численних реакцій обміну. За функціональної недостатності 5-метилтетрагідрофолату гомоцистеїн починає накопичуватися в клітині та виводитися в міжклітинний простір і плазму крові. Через низьку швидкість виведення гомоцистеїну нирками його концентрація в крові поступово наростає [18, 19]. Зазвичай, додаткове призначення добавок фолієвої кислоти дозволяє в нормувати цей стан [20].

Підвищення рівня гомоцистеїну у сироватці крові також може свідчити про нездоровий спосіб життя та нераціональне харчування пацієнта. Згідно результатів дослідження Guieu R. та співавт., особами з підвищеними рівнями гомоцистеїну у плазмі крові, частіше були чоловіки старшого віку, які мали високий систолічний артеріальний тиск, нижчу швидкість клубочкової фільтрації, цукровий діабет, підвищені рівні загального холестерину та ліпопротеїдів високої щільності, приймали антигіпертензивні та гіполіпідемічні препарати. Саме в них частіше діагностували кальцифікацію коронарних артерій, аортального клапану та кільця мітрального клапану [21].

Іншими причинами гіпергомоцистеїнемії є паління, вживання великої кількості кави, прийом деяких лікарських засобів (оральні контрацептиви, ізоніазид, метформін, метотрексат, циклосерин, азотистий окис, тіазидні діуретики, еуфілін). Також фактором ризику підвищеного рівня гомоцистеїну є супутня соматична патологія: цукровий діабет, метаболічний синдром, псоріаз, захворювання щитовидної залози, онкологічні захворювання, синдром мальабсорбції та порушення всмоктування вітамінів [22, 23, 24].

Основними механізмами ураження судин при гомоцистеїнемії науковці вважають активацію оксидативного стресу (внаслідок пригнічення активності ферментів-інгібіторів перекисного окислення ліпідів – супероксиддисмутази, каталази, глутатіонпероксидази), ушкодження ендотелію, стимуляцію проліферації гладком'язових клітин, прозапальні ефекти. Описані патологічні зміни супроводжуються порушенням регуляції судинного тонуусу здебільшого через зниження синтезу оксиду азоту. Незбалансований синтез оксиду азоту зумовлює і потенціює окислювальний стрес, процеси атеротромбогенезу. Також ендотеліальна дисфункція пов'язана з гіпертензією, ішемічно-реперфузійними ураженнями, цукровим діабетом і нейродегенеративними процесами [25, 26].

Перекисне окиснення спричиняє зменшення гідрофобності ліпідів, змінює їхню конформацію. Недостатність метилових груп супроводжується порушенням синтезу білкової компоненти ліпопротеїнів і може бути причиною превалювання в мембранах та міжклітинному просторі ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ), а також ліпопротеїдів дуже низької щільності, що також сприяє прогресуванню атеросклерозу [27].

Дані великої кількості фахових джерел засвідчують, що гомоцистеїн є незалежним фактором ризику та маркером серцево-судинної патології. Згідно даних Paganelli F. відомо, що навіть незначне підвищення концентрації гомоцистеїну в плазмі крові асоціюється зі зростанням частоти розвитку інфаркту міокарда незалежно від інших факторів ризику ішемічної хвороби серця [28]. Wu H. та співавт. проаналізували зв'язок між гомоцистеїнемією та гіпертонією у дорослого населення Китаю. Згідно їх досліджень, особи із підвищеним артеріальним тиском продемонстрували більшу поширеність гомоцистеїнемії порівняно з особами без діагностованих кардіоваскулярних захворювань [29]. З ними узгоджуються дані авторів Veeranki S. та ін. [30]. Клінічні дослідження свідчать про зв'язок між підвищенням рівня гомоцистеїну та ризиком ішемічного інсульту. Zhang T. та співавт. провели систематичний аналіз досліджень, у яких вивчався ризик ішемічного інсульту в дорослій популяції з визначеними рівнями гомоцистеїну. Очевидне збільшення ризику ішемічного інсульту спостерігалось у тих випадках, коли рівень гомоцистеїну перевищував референтне значення 15 мкмоль/л. Результати цього дослідження свідчать про очевидний зв'язок між рівнем гомоцистеїну та ішемічним інсультом [31]. Никоненко О.С. із співавт. у результаті морфологічних досліджень дійшли до висновку, що гіпергомоцистеїнемія та гіповітаміноз вітаміну D є незалежними предикторами розвитку захворювань серцево-судинної системи та

шкідливо впливають на стінку судин, створюючи умови для прогресування атеросклерозу. Дані їх роботи свідчать, що чим вищий рівень гомоцистеїну, тим більш виражена гіпертрофія всіх шарів судинної стінки незалежно від рівня вітаміну D; а пацієнти з вираженою гіпергомоцистеїнемією та дефіцитом вітаміну D мають більш виражену запальну реакцію стінки аорти [32].

Виникнення неврологічних захворювань, таких як хвороби Альцгеймера та Паркінсона, також пов'язують з гіпергомоцистеїнемією. Високі рівні гомоцистеїну можуть зумовлювати зростання ризику деменції, пов'язаної з хворобою Паркінсона, судинної деменції та зниження когнітивних функцій у пацієнтів із розсіяним склерозом [33, 34, 35].

Таким чином, можна стверджувати, що гіпергомоцистеїнемія є незалежною модифікованою детермінантою кардіоваскулярної патології та захворювань нервової системи. Навіть помірне зростання рівня гомоцистеїну в плазмі крові може суттєво збільшувати ймовірність зазначених станів.

Цікавою, проте досить обмеженою у фахових джерелах, є інформація про взаємозв'язок гомоцистеїну та COVID-19. Наприкінці 2019 року світ стикнувся із страшною епідемією - COVID-19, яка і наразі становить гостру наукову, медичну та соціальну проблему. Коронавірусна хвороба – це небезпечне для життя вірусне захворювання, яке характеризується тривалим тромботичним станом. Складність COVID-19, викликаного SARSCoV-2, полягає в непередбачуваному клінічному перебізі захворювання, яке може швидко прогресувати, викликаючи важкі та фатальні ускладнення. Дані Umakanthan S. та співавт. свідчать, що причиною ураження органів у важкохворих на COVID-19 є процеси запалення стінок судин, викликані активацією низки прозапальних реакцій, активацією системи комплементу та прозапальних цитокінів, так званим «цитокіновим штормом» [36]. Останні дослідження продемонстрували, що ураження, пов'язані з васкулітом, призводять до патологічного процесу у легенях та розвитку гострого респіраторного дистрес-синдрому, який відіграє провідну роль в подальшому ураженні серцево-судинної системи, головного мозку, важкість яких неможливо спрогнозувати за допомогою стандартних лабораторних досліджень [37, 38, 39]. Гомоцистеїн названий вченими одним з потенційно нових біомаркерів, які дозволяють визначити ризик розвитку важкого перебігу COVID-19 у пацієнтів. Його вважають специфічним показником прогнозування розвитку тяжких легеневих та серцево-судинних ускладнень [40, 41].

У науковій літературі останніх років зустрічаються праці, присвячені пошуку кореляційних зв'язків між гомоцистеїнемією та стоматологічними

захворюваннями [42, 43, 44]. Так, у дослідженні Stanisis D. та співавт. продемонстровано, що деструктивний процес у кортикальній альвеолярній кістці при генералізованому пародонтиті тісно пов'язаний з гомоцистеїнемією. Авторами було здійснено експериментальне дослідження: проведено гістологію та гістоморфометрію нижньої щелепи піддослідних щурів з аналізом експресії генів, також вивчався рівень проангіогенних білків та металопротеїназ. Висновки даної роботи продемонстрували прямий зв'язок між пародонтитом та підвищеним рівнем гомоцистеїну, тим самим припускаючи існування рушійних факторів захворювання підчас гіпергомоцистеїнемічного стану [45]. Метою роботи Keseli HG та співавт. була оцінка клінічних та біохімічних ефектів додаткового системного прийому фолієвої кислоти у комплексі із скейлінгом та поліруванням кореня за методикою SRP при лікуванні генералізованого пародонтиту. Допоміжний прийом вітаміну B9 призвів до зниження прозапальних біомаркерів – гомоцистеїну та C-реактивного білка у ротовій рідині, що позитивно відобразилось на покращенні клінічних пародонтальних показників [46]. Кутельмах О.І. у літературному огляді досліджував взаємозв'язок між гомоцистеїном, вітаміном D та розвитком стоматологічних захворювань. Згідно отриманих даних, недостатність вітаміну D і гіпергомоцистеїнемія викликають в організмі метаболічні відхилення, які є можливою причиною низки захворювань органів ротової порожнини. Вплив змін у статусі вітаміну D на стоматологічну патологію, на думку автора, пояснюється передусім порушенням фосфорно-кальцієвого обміну, зокрема генетичного походження, а також пригніченням процесів імунітету. Вплив гіпергомоцистеїнемії на патогенез захворювань органів ротової порожнини може бути пов'язаний із дисрегуляцією генетичних процесів, оксидативним стресом, остеопорозом та ендотеліальною дисфункцією, що характерні для цього стану [47].

**Висновки.** Гомоцистеїн визнано одним з біомаркерів судинної патології. Основними механізмами ураження судин при гіпергомоцистеїнемії науковці вважають активацію оксидативного стресу, ушкодження ендотелію, стимуляцію проліферації гладком'язових клітин, прозапальні ефекти. Описані патологічні зміни супроводжуються порушенням регуляції судинного тонуусу здебільшого через зниження синтезу оксиду азоту. Незбалансований синтез оксиду азоту зумовлює і потенціює окислювальний стрес, процеси атеротромбогенезу. Також ендотеліальна дисфункція пов'язана з гіпертензією, ішемічно-реперфузійними ураженнями, цукровим діабетом і нейродегенеративними процесами. У фаховій літературі представлено достатньо наукових даних, які переконливо засвідчують роль

гомоцистеїну у розвитку кардіоваскулярної та неврологічної патології. Проте зустрічається невелика кількість досліджень, присвячених взаємозв'язку гіпергомоцистеїнемії та захворювань пародонта, а також не у повній мірі розкриті патогенетичні механізми впливу гіпергомоцистеїнемії на розвиток судинних розладів при коронавірусній хворобі.

**Перспективи подальших досліджень.** Після аналізу фахової літератури щодо патогенетичних ланок впливу гомоцистеїну на розвиток судинної патології, у подальшому планується дослідження рівня гомоцистеїну у ротовій рідині та плазмі крові хворих із патологією пародонта.

## References

1. Perla-Kaján J, Twardowski T, Jakubowski H. Mechanisms of homocysteine toxicity in humans. *Amino Acids*. 2007;32(4):561-572. PMID: 17285228. doi: 10.1007/s00726-006-0432-9
2. Pentyuk NO, Kharchenko NV. Vplyv hiperhomotsysteyinemiya ta asotsiyovanykh z neyu metabolichnykh porushen na prohresuvannya fibrozu pechinky u khvorykh na khronichni hepatty [The influence of hyperhomocysteinemia and associated metabolic disorders on the progression of liver fibrosis in patients with chronic hepatitis]. *Suchasna gastroenterolohiya*. 2010;5:26-32. [Ukrainian]
3. Nykonenko OS, Chmul KO, Nykonenko AO, Osaulenko VV, Efimenko NF. Prognostic value of homocysteine and vitamin D for patients with ischemic heart disease and multifocal atherosclerosis. *Zaporozhye Med J*. 2018;20(1):31-5. doi: 10.14739/23101210.2018.1.121880
4. Shevchuk SV, Postovitenko KP, Iliuk IA, Bezsmertna HV, Bezsmertnyi YO, Kurylenko IV, et al. The relationship between homocysteine level and vitamins B12, B9 and B6 status in patients with chronic kidney disease. *Wiad Lek*. 2019;72(4):532-538. PMID: 31055527. doi: 10.36740/WLek201904105
5. Jakubowski H. Homocysteine Modification in Protein Structure/Function and Human Disease. *Physiol Rev*. 2019 Jan 1;99(1):555-604. PMID: 30427275. doi: 10.1152/physrev.00003.2018
6. Amores-Sánchez MI, Medina MA. Methods for the determination of plasma total homocysteine: a review. *Clin Chem Lab Med*. 2000 Mar;38(3):199-204. PMID: 10905754. doi: 10.1515/CCLM.2000.028
7. Ueland PM, Refsum H, Stabler SP, Malinow MR, Andersson A, Allen RH. Total homocysteine in plasma or serum: methods and clinical applications. *Clin Chem*. 1993 Sep;39(9):1764-79. PMID: 8375046. doi: 10.1093/clinchem/39.9.1764
8. Al-Sadeq DW, Nasrallah GK. The Spectrum of Mutations of Homocystinuria in the MENA Region. *Genes (Basel)*. 2020 Mar 20;11(3):330. PMID: 32245022. PMCID: PMC7140887. doi: 10.3390/genes11030330
9. Weber Hoss GR, Sperb-Ludwig F, Schwartz IVD, Blom HJ. Classical homocystinuria: A common inborn error of metabolism? An epidemiological study based on genetic databases. *Mol Genet Genomic Med*. 2020 Jun;8(6):e1214. PMID: 32232970. PMCID: PMC7284035. doi: 10.1002/mgg3.1214
10. Zaric BL, Obradovic M, Bajic V, Haidara MA, Jovanovic M, Isenovic ER. Homocysteine and Hyperhomocysteinemia. *Curr Med Chem*. 2019;26(16):2948-2961. PMID: 29532755. doi: 10.2174/0929867325666180313105949
11. Rahhal-Ortuño M, Fernández-Santodomingo AS, Marín-Payá E, Aguilar-González M, Villena-Alvarado CK, Ramos-González L. Hyperhomocysteinemia and low folate levels as the only risk factors in pseudo-Foster Kennedy syndrome. *J Fr Ophthalmol*. 2021 Jun;44(6):e353-e356. PMID: 33608175. doi: 10.1016/j.jfo.2020.09.014
12. Kaye AD, Jeha GM, Pham AD, Fuller MC, Lerner ZI, Sibley GT, et al. Folic Acid Supplementation in Patients with Elevated Homocysteine Levels. *Adv Ther*. 2020 Oct;37(10):4149-4164 PMID: 32845472. PMCID: PMC7497502. doi: 10.1007/s12325-020-01474-z
13. Capelli I, Cianciolo G, Gasperoni L, Zappulo F, Tondolo F, Cappuccilli M, et al. Folic Acid and Vitamin B12 Administration in CKD, Why Not? *Nutrients*. 2019 Feb 13;11(2):383. PMID: 30781775. PMCID: PMC6413093. doi: 10.3390/nu11020383
14. Antunes LA, Machado CM, Couto AC, Lopes LB, Sena FC, Abreu FV, et al. A polymorphism in the MTRR gene is associated with early childhood caries and underweight. *Caries Res*. 2017;51(2):102-8. PMID: 28118645. doi: 10.1159/000451037
15. Coppedè F, Stoccoro A, Tannorella P, Migliore L. Plasma Homocysteine and Polymorphisms of Genes Involved in Folate Metabolism Correlate with DNMT1 Gene Methylation Levels. *Metabolites*. 2019 Dec 7;9(12):298. PMID: 31817852. PMCID: PMC6950100. doi: 10.3390/metabo9120298
16. Hiraoka M, Kagawa Y. Genetic polymorphisms and folate status. *Congenit Anom (Kyoto)*. 2017 Sep;57(5):142-149. PMID: 28598562 PMCID: PMC5601299. doi: 10.1111/cga.12232
17. Huang X, Zhao Q, Li D, Ren B, Yue L, Shi F, et al. Association between gene promoter methylation of the one-carbon metabolism pathway and serum folate among patients with hyperhomocysteinemia. *Eur J Clin Nutr*. 2020 Dec;74(12):1677-1684. PMID: 32404901. doi: 10.1038/s41430-020-0657-9

18. Perla-Kaján J, Jakubowski H. Dysregulation of Epigenetic Mechanisms of Gene Expression in the Pathologies of Hyperhomocysteinemia. *Int J Mol Sci.* 2019 Jun 27;20(13):3140. PMID: 31252610. PMCID: PMC6651274. doi: 10.3390/ijms20133140
19. Onyemelukwe OU, Maiha BB. Hyperhomocysteinemia and folate levels in normal healthy Nigerians living in Zaria: Subanalysis of ABU homocysteine cross-sectional survey. *Ann Afr Med.* 2019 Jul-Sep;18(3):143-152. PMID: 31417015. PMCID: PMC6704811. doi: 10.4103/aam.aam\_53\_18
20. Jiang B, Yao G, Yao C, Zheng N. The effect of folate and VitB12 in the treatment of MCI patients with hyperhomocysteinemia. *J Clin Neurosci.* 2020 Nov;81:65-69. PMID: 33222971. doi: 10.1016/j.jocn.2020.09.043
21. Guieu R, Ruf J, Mottola G. Hyperhomocysteinemia and cardiovascular diseases. *Ann Biol Clin (Paris).* 2022 Feb 1;80(1):7-14. PMID: 35129442. doi: 10.1684/abc.2021.1694
22. Azdaki N, Zardast M, Anani-Sarab G, Abdorrazaghaejad H, Ghasemian MR, Saburi A. Comparison between homocysteine, fibrinogen, PT, PTT, INR and CRP in male smokers with/without addiction to opium. *Addict Health.* 2017 Jan;9(1):17-23. PMID: 29026499
23. Kawada T. Smoking, hyperhomocysteinemia, metabolic syndrome, and cardiovascular risk. *Nutrition.* 2021 Jan;81:111031. PMID: 33172685. doi: 10.1016/j.nut.2020.111031
24. Gökçen BB, Şanlıer N. Coffee consumption and disease correlations. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2019;59(2):336-348. PMID: 28853910. doi: 10.1080/10408398.2017.1369391
25. Kang SS, Rosenson RS. Analytic Approaches for the Treatment of Hyperhomocysteinemia and Its Impact on Vascular Disease. *Cardiovasc Drugs Ther.* 2018 Apr;32(2):233-240. PMID: 29679304. doi: 10.1007/s10557-018-6790-1
26. Salvio G, Ciarloni A, Cutini M, Balercia G. Hyperhomocysteinemia: Focus on Endothelial Damage as a Cause of Erectile Dysfunction. *Int J Mol Sci.* 2021 Jan 3;22(1):418. PMID: 33401548. PMCID: PMC7795368. doi: 10.3390/ijms22010418
27. Toda N, Okamura T. Hyperhomocysteinemia impairs regional blood flow: involvements of endothelial and neuronal nitric oxide. *Pflugers Arch.* 2016 Sep;468(9):1517-25. PMID: 27417104. doi: 10.1007/s00424-016-1849-y
28. Paganelli F, Mottola G, Fromonot J, Marlinge M, Deharo P, Guieu R, et al. Hyperhomocysteinemia and Cardiovascular Disease: Is the Adenosinergic System the Missing Link? *Int J Mol Sci.* 2021 Feb 8;22(4):1690. PMID: 33567540 PMCID: PMC7914561. doi: 10.3390/ijms22041690
29. Wu H, Wang B, Ban Q, Chen L, Yan D, Yu Y, et al. Association of total homocysteine with blood pressure in a general population of Chinese adults: a cross-sectional study in Jiangsu province, China. *BMJ Open.* 2018 Jun 19;8(6):e021103. PMID: 29921686. PMCID: PMC6009617. doi: 10.1136/bmjopen-2017-021103
30. Veeranki S, Gandhapudi SK, Tyagi SC. Interactions of hyperhomocysteinemia and T cell immunity in causation of hypertension. *Can J Physiol Pharmacol.* 2017 Mar;95(3):239-246. PMID: 27398734. PMCID: PMC5519337. doi: 10.1139/cjpp-2015-0568
31. Zhang T, Jiang Y, Zhang S, Tie T, Cheng Y, Su X, et al. The association between homocysteine and ischemic stroke subtypes in Chinese: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2020 Mar;99(12):e19467. PMID: 32195946. PMCID: PMC7220264. doi: 10.1097/MD.00000000000019467
32. Nykonenko OS, Nykonenko AO, Chmul AO, Osaulenko VV. Vychennya porushennya vplyvu metabolizmu homotsysteyinu ta vitaminu D na rozvytok destruktivnykh protsesiv sudynnoi stinky [Study of the influence of homocysteine and vitamin D metabolism disorders on the development of destructive processes of the vascular wall]. *Ukrainskyi zhurnal sertsevo-sudynnoi khirurgiyi.* 2020;3(40):22-7. [Ukrainian]
33. Smith AD, Refsum H. Homocysteine, B Vitamins, and Cognitive Impairment. *Annu Rev Nutr.* 2016 Jul 17;36:211-39. PMID: 27431367. doi: 10.1146/annurev-nutr-071715-050947
34. Nieraad H, Pannwitz N, Bruin N, Geisslinger G, Till U. Hyperhomocysteinemia: Metabolic Role and Animal Studies with a Focus on Cognitive Performance and Decline-A Review. *Biomolecules.* 2021 Oct 19;11(10):1546. PMID: 34680179. PMCID: PMC8533891. doi: 10.3390/biom11101546
35. Chen S, Honda T, Ohara T, Hata J, Hirakawa Y, Yoshida D, et al. Serum homocysteine and risk of dementia in Japan. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2020 May;91(5):540-546. PMID: 32234968. PMCID: PMC7231445. doi: 10.1136/jnnp-2019-322366
36. Umakanthan S, Sahu P, Ranade AV, Bukelo MM, Rao JS, Abrahao-Machado LF, et al. Origin, transmission, diagnosis and management of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Postgrad Med J.* 2020 Dec;96(1142):753-758. PMID: 32563999. doi: 10.1136/postgradmedj-2020-138234
37. Bansal M. Cardiovascular disease and COVID-19. *Diabetes Metab Syndr.* 2020 May-Jun;14(3):247-250. PMID: 32247212. PMCID: PMC7102662. doi: 10.1016/j.dsx.2020.03.013
38. Pina A, Castelletti S. COVID-19 and Cardiovascular Disease: a Global Perspective. *Curr Cardiol Rep.* 2021 Aug 19;23(10):135. PMID: 34410538. PMCID: PMC8374116. doi: 10.1007/s11886-021-01566-4
39. Khalil F, Oleszak F, Stys T, Stys A. COVID-19 and Cardiovascular Disease: A Comprehensive Review. *S D Med.* 2022 Feb;75(2):54-60. PMID: 35704865

40. Carpenè G, Negrini D, Henry BM, Montagnana M, Lippi G. Homocysteine in coronavirus disease (COVID-19): a systematic literature review. *Diagnosis (Berl)*. 2022 Jun 16;9(3):306-310. PMID: 35704707. doi: 10.1515/dx-2022-0042
41. Khyts A. COVID-19: vcheni vyznachaly novi biomarkery prohresuyuchoho perebihu zakhvoryuvannya [COVID-19: scientists identified new biomarkers of the progressive course of the disease]. *Ukrainskyi medychnyi chasopys*. 2021. Available from: <https://www.umj.com.ua/wp/wp-content/uploads/2021/03/COVID.pdf?upload=>
42. Bhardwaj S. Effect of non-surgical periodontal therapy on plasma homocysteine levels in Indian population with chronic periodontitis. *J Clin Periodontol*. 2015;42(3):221-227. PMID: 25644517. doi: 10.1111/jcpe.12374
43. Han DH, Shin HS, Kim MS, Paek D, Kim HD. Group of serum inflammatory markers and periodontitis-metabolic syndrome coexistence in Koreans. *J Periodontol*. 2012 May;83(5):612-20. PMID: 21870976. doi: 10.1902/jop.2011.110304
44. Botelho J, Machado V, Leira Y, Proença L, Mendes JJ. Periodontal Inflamed Surface Area Mediates the Link between Homocysteine and Blood Pressure. *Biomolecules*. 2021 Jun 12;11(6):875. PMID: 34204680. PMCID: PMC8231519. doi: 10.3390/biom11060875
45. Stanicic D, George AK, Smolenkova I, Singh M, Tyagi SC. Hyperhomocysteinemia: an instigating factor for periodontal disease. *Can J Physiol Pharmacol*. 2021 Jan;99(1):115-123. PMID: 32721223. doi: 10.1139/cjpp-2020-0224
46. Keceli HG, Ercan N, Karsiyaka Hendek M, Kisa U, Mesut B, et al. The effect of the systemic folic acid intake as an adjunct to scaling and root planing on clinical parameters and homocysteine and C-reactive protein levels in gingival crevicular fluid of periodontitis patients: A randomized placebo-controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2020 May;47(5):602-613. PMID: 32109317. doi: 10.1111/jcpe.13276
47. Kutelmakh OI. Vzayemozv'yazok vitaminu D, homotsysteyinu ta stomatolohichnykh zakhvoryuvan [Relationship between vitamin D, homocysteine and dental diseases]. *Aktualni pytannya farmatsevtichnoi i medychnoi nauky ta praktyky*. 2019;12(1)29):104-12. [Ukrainian]

UDC 616.13/.14+616.16]-002-07 [616.153.96:577.112.386]-07

### Homocysteine as a Biomarker of Vascular Pathology

*Vynogradova O. M., Minko L. Yu., Slaba O. M.,*

*Dyryk V. T., Vykhtyuk T. I., Batig V. M.*

**Abstract.** *The purpose of the study was to analyze professional literature sources devoted to the influence of homocysteine on the development of vascular disorders. The role of homocysteine as a biomarker of vascular pathology is considered.*

**Materials and methods.** *Bibliosemantic and analytical methods were used in the study. The analysis of the specialized literature (47 sources) was carried out using information in the scientific-metric databases MEDLINE/PubMed, Scopus and Google Scholar.*

**Results and discussion.** *Homocysteinemia is a pathological condition associated with quite serious consequences for the body; the endothelium of vessels suffers mostly: systemic endothelial dysfunction develops (including disruption of the synthesis and exchange of the endothelium-relaxing factor – nitric oxide), oxidative stress, activation of platelet aggregation, hypercoagulation occurs (due to a decrease in the activity of heparin, thrombomodulin and an increase in the activity of thromboxane A2). The prevalence of hyperhomocysteinemia in Ukraine is quite high and reaches 10% among healthy adults, 2% among young people and adolescents, from 13% to 43% in patients with cardiovascular pathology. The C677T polymorphism of the methylenetetrahydrofolate reductase gene is widespread among the population of Ukraine (40.7%). Researchers believe that hyperhomocysteinemia is an independent and modifiable risk factor for vascular pathology.*

**Conclusion.** *Homocysteine is recognized as one of the markers of vascular pathology. Scientists consider the activation of oxidative stress, damage to the endothelium, stimulation of the proliferation of smooth muscle cells, and pro-inflammatory effects to be the main mechanisms of vascular damage in hyperhomocysteinemia. The described pathological changes are accompanied by a violation of the regulation of vascular tone, mostly due to a decrease in the synthesis of nitric oxide. Unbalanced synthesis of nitric oxide causes and potentiates oxidative stress, the processes of atherothrombogenesis. The professional literature presents enough scientific data that convincingly prove the role of homocysteine in the development of cardiovascular and neurological pathology. However, there is a small number of studies devoted to the relationship between hyperhomocysteinemia and periodontal diseases, and the pathogenetic mechanisms of the influence of hyperhomocysteinemia on the development of vascular disorders in coronavirus disease are not fully disclosed.*

**Keywords:** *homocysteine, biomarker, vascular pathology.*

**ORCID and contributionship:**

Olena M. Vynogradova : 0000-0002-8673-7382 <sup>A,B,D,E,F</sup>

Lidiya Yu. Minko : 0000-0002-1631-478X <sup>A,B,D</sup>

Oksana M. Slaba : 0000-0003-4566-7178 <sup>A,B,D</sup>

Volodymyra T. Dyryk : 0000-0002-6383-8172 <sup>A,B,D</sup>

Taras I. Vykhtyuk : 0000-0001-5600-7760 <sup>A,B,D</sup>

Viktor M. Batig : 0000-0002-7381-7981 <sup>A,B,D</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR****Olena M. Vynogradova**

Lviv National Medical University,

Department of Therapeutical Dentistry

69, Pekarska Str., Lviv 79010, Ukraine

phone: +38068 928 3534, e-mail: olenka.vynogradova@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 05.12.2022

Accepted 08.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.022

УДК 616.381-002:599.323.4:612.08

Максименко О. С., Гринь В. Г.

## ВЕЛИКИЙ ЧЕПЕЦЬ БІЛИХ ЩУРІВ: СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЙОГО РОЛЬ ПРИ ПЕРИТОНІТІ

Полтавський державний медичний університет,  
Полтава, Україна

**Мета.** Вивчення особливостей будови великого чепця білих щурів та його ролі при перитоніті шляхом бібліографічного аналізу літератури.

**Матеріали та методи.** Цей бібліографічний аналіз базується на опублікованих статтях, книгах, навчальних посібниках, монографіях, авторефератах дисертацій.

**Результати.** Великий чепець натеper визнаний важливим органом у боротьбі з інтраабдомінальними інфекціями, тому його часто називають «поліцейським очеревинної порожнини». Великому чепцю належить найважливіша роль у здійсненні імунного нагляду за антигенним станом перитонеальної рідини та швидкого реагування на те чи інше ушкодження шлунково-кишкового тракту, яке нерідко ускладнюється запаленням очеревини – перитонітом.

Великий чепець щура та людини представлений двома окремими ділянками: напівпрозорими мембранними ділянками та ділянками, багатими на жирову тканину. За даними літератури, великий чепець білих щурів є, за головними морфологічними характеристиками (у мініатюрі), гомологічним людському. Основною функцією великого чепця, за думкою багатьох авторів, є імунна. Імунні структури великого чепця білих щурів представлені лімфоїдними вузликами, які в літературі відомі під назвою молочні плями, більша частина яких розташована поблизу артерії та вен. При патологічних станах великий чепець набуває абсолютно особливих властивостей, таких як: пластичність, здатність до зрощення з травмованою і запаленою поверхнею, здатність до гемостазу, здатність до проростання і реваскуляризації, здатність абсорбувати рідини і мікрочастки з очеревинної порожнини, здатність до фагоцитозу та імунологічного реагування.

**Висновок.** Великий чепець займає центральне місце в перитонеальних захисних механізмах, завдяки вродженій імунній функції, високій абсорбційній здатності та можливостям прикріплюватися до сусідніх структур, щоб закрити дефекти органів черевної порожнини й сприяти їхньому загоєнню, завдяки своїй вираженій ангіогенній активності.

**Ключові слова:** великий чепець, молочні плями, перитоніт, білі щури.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота є фрагментом НДР кафедри анатомії людини: «Морфо-функціональне вивчення внутрішніх органів людини та лабораторних тварин в різних аспектах експериментальної медицини», № державної реєстрації 0121U108258.

**Актуальність.** Великий чепець натеper визнаний важливим органом у боротьбі з інтраабдомінальними інфекціями, тому його часто називають «поліцейським очеревинної порожнини» [1]. Раніше його вважали інертною жировою тканиною, призначеною лише для ізоляції черевної порожнини, натеper він визнаний активним імунологічним органом зі складною структурою, унікально придатною для захисту від патогенів і травм [2-7]. Незважаючи на ці важливі особливості, участь великого чепця в імунологічних механізмах, залишається не до кінця зрозумілою.

Тому, базуючись на даних літератури про те, що у всіх ссавців, включаючи і людину, великий чепець є унікальним утвором, було поставлено першочергове завдання всебічно вивчити його будову. Це пояснюється тим, що, згідно з даними літератури, великому чепцю належить найважливіша роль у здійсненні імунного нагляду за антигенним станом перитонеальної рідини та швидкого реагування на те чи інше ушкодження шлунково-кишкового тракту, яке нерідко ускладнюється запаленням очеревини (перитонітом) [2, 5, 8-9]. Не зважаючи на прогрес та успіхи хірургії, перитоніт продовжує залишатися найчастішим і найнебезпечнішим ускладненням гострих хірургічних захворювань органів черевної порожнини і займає перше місце серед причин смертності від них [10-11].

Проблема експериментального моделювання – відтворення на лабораторних тваринах захворювань, що відповідають хворобам людини, давно привертає увагу дослідників. Лабораторні тварини є об'єктами для багатьох сучасних експериментальних та біомедичних досліджень, включаючи метаболічний та імунологічний напрямок, вивчення пухлин різного генезу, анатомічні, фізіологічні та біохімічні дослідження. Великий чепець

лабораторних тварин вивчався багатьма авторами [12-14], але деякі деталі залишаються не розкритими. Часто лабораторні ссавці також використовуються як тваринні моделі для ветеринарних дослідів і моделювання патологічних станів людини, адже знання анатомічних варіацій важливе для експериментального дослідження та хірургічної практики.

Правомірність експериментального моделювання того чи іншого патологічного процесу в лабораторних умовах досягається, як відомо, шляхом попереднього встановлення достатнього ступеня гомологічності між відповідними функціональними системами людини та дослідної тварини. Отже, завдання зводиться насамперед до вибору найбільш відповідного виду лабораторних тварин, причому вирішальним чинником є мінімальність витрат при утриманні даних тварин і проведенні над ними експериментальних досліджень. Згідно з даними літератури, з метою експериментального моделювання перитонітів найбільш прийнятними є білі щури, оскільки вони у порівнянні з людиною мають подібну анатомічну будову внутрішніх органів [14-20].

**Метою роботи** було вивчення особливостей будови великого чепця білих щурів та його ролі при перитоніті шляхом бібліографічного аналізу літератури.

**Матеріал та методи дослідження.** Цей бібліографічний аналіз базується на опублікованих статтях, книгах, навчальних посібниках, монографіях, авторефератах дисертацій. Для цілей даного систематичного огляду пошук літератури (що стосується вивчення морфологічної будови великого чепця білих щурів та його роль при перитоніті) здійснювався у всесвітній мережі «Інтернет», вітчизняних джерелах літератури, науковій та електронній бібліотеці Полтавського державного медичного університету за такими ключовими словами: «морфологія», «порівняльна анатомія», «великий чепець», «greater omentum of the rats», «імунна система», «білі щури», «лабораторні тварини», «анатомія щурів», «перитоніт». Пошуковий період проведений в межах із 2011 по 2022 роки, але до огляду включені деякі дані за більш довготривалі роки, оскільки ці літературні джерела мають вагому наукову цінність.

Автори використовували такі критерії включення та виключення:

- критерії включення: оригінальні статті, опубліковані в журналах та матеріалах конференцій, книги, навчальні посібники, монографії, автореферати дисертацій, рецензовані, мова публікації: українська, російська, англійська;
- критерії виключення: огляди, тематичні дослідження, редакційні статті, листи тощо, які не рецензовані на перегляд, мова публікації: інші.

### **Великий чепець білих щурів**

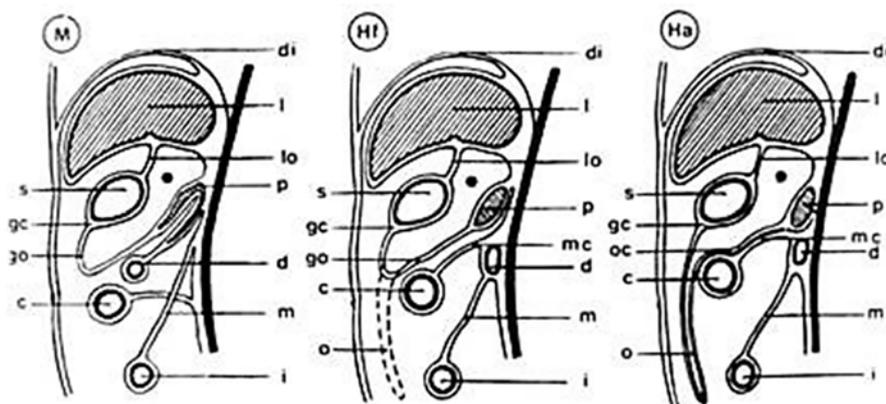
Протягом тривалого часу вивчення великого чепця, його функцій та унікальних властивостей, в літературі сформувалася вкрай суперечлива думка: з одного боку, існує значна кількість публікацій про великий чепець, а з іншого – відсутність у нього статусу органу, як такого, не дивлячись на широке клінічне використання в ангіо- та нейрохірургії, гінекології, онкології та в якості «дистантного ауторансплантата» завдяки його унікальним пластичним властивостям.

Зрозуміло, вивчення цих проблем клінічної медицини можливе лише у процесі експериментальних досліджень на лабораторних тваринах. Проводилися певні дослідження із залученням ряду лабораторних тварин, а саме білих щурів, кроликів, котів та собак. На підставі попереднього досвіду, вважаємо, що в цьому відношенні найдоцільнішими є білі щури [21-22].

За даними літератури, великий чепець білих щурів є, за головними морфологічними характеристиками (у мініатюрі), гомологічним людському. Він утворюється в результаті послідовного переходу дуплікатури очеревини, спочатку, з нижньої поверхні печінки (від ділянки воріт) на малу кривизну шлунку та дванадцятипалу кишку, формуючи малий чепець. Далі розщеплюється на два листки (що охоплюють з обох боків шлунок), які по його великій кривизні з'єднуються, будучи початком утворення великого чепця [23]. Отже, у білих щурів він утворюється внаслідок вільного відростання дуплікатури очеревини, що опускається з великої кривизни шлунку на певну глибину очеревинної порожнини. Крім того, великий чепець, як подвоєне утворення серозної оболонки (очеревини), що починається своєю основною частиною від великої кривизни шлунку, має додаткові утвори у вигляді зв'язок з підшлунковою залозою та селезінкою [24]. Необхідно зазначити, що таке загальне уявлення про великий чепець білих щурів потребує уточнення.

Великий чепець лабораторних мишей за своєю загальною будовою схожий на великий чепець плода людини (**рис. 1**). Великий чепець, як у лабораторних мишей, щурів, так і у людини, розвивається за рахунок розростання брижі шлунку (дорсального мезогастрія) і має форму тонкостінного мішка (чепцевий мішок або чепцева сумка). Ця подібність стає менш очевидною, коли чепець людини в процесі розвитку частково зростається з брижею ободової, дванадцятипалої кишки та з дорсальною стінкою черевної порожнини (**рис. 1**).

Отже, великі частини чепцевої сумки з віком стають менш вираженими [14, 24]. У дорослих людей розвивається мішкоподібна мембрана, підвішена між великою кривизною шлунку та



**Рис. 1** – Схема великого чепця миші (М), описана відповідно правилам, запропонованим Гертвігом (1907) для плода людини (Hf) і дорослої людини (Ha), процитовані Оппелем (1914) [24]

**Примітки:** di – діафрагма; l – печінка; lo – малий чепець; s – шлунок; gc – велика кривизна шлунка; go – великий чепець; mc – брижа товстої кишки; oc – частина великого чепця, яка зрослася з брижою товстої кишки у дорослих людей; p – підшлункова залоза; d – дванадцятипала кишка; c – товста кишка; m – брижа тонкої кишки; i – клубова кишка.

поперечною ободовою кишкою. Коли такий чепцевий мішок закритий, його зазвичай порівнюють із жировим фартухом, що покриває тонку і товсту кишку. Ця частина чепцевої сумки називається «великим чепцем». Великий чепець рясно васкуляризований шлунково-чепцевими кровеносними судинами, і вздовж цих судин розвивається різна кількість жирової тканини. [14, 24].

Але найважливішим для будови великого чепця є той комплекс тканинних структур, який розташований між двома серозними оболонками. Натепер уся інформація, що міститься в численній літературі з цього питання, зводиться в основному до опису даних структур, до яких відносяться кровеносні і лімфатичні судини, нервові волокна, прошарки жирової тканини, і асоційовані з нею молочні плями [14, 25-26].

Великий чепець щура та людини представлений двома окремими ділянками: напівпрозорими мембранними ділянками та ділянками, багатими на жирову тканину [27]. Ці тканинні структури мають міжвидові відмінності. Напівпрозора ділянка складається з двох протилежних шарів мезотеліальних клітин, які не розташовані на базальній мембрані та містять дифузні колагенові волокна і випадкові фібробластоподібні клітини. Найдивовижнішою особливістю є наявність чисельних випадково розташованих проміжків (вікон, фенестр), які створюють вигляд сітки. Перші фенестрації овальної або округлої форми з'являються у дуплікатах щурів 20-30 денного віку. У дорослих щурів великий чепець залишається пластинчастим утвором, має численні фенестрації різних розмірів: від 20,5 до 160,7 мкм. В одних випадках фенестри обмежують з усіх боків ділянку пластинчастого великого

чепця з розташованими на них лімфоїдними вузликами, в інших – самі фенестри обмежені від пластинчастих ділянок різними компонентами мікроциркуляторного русла. До 5-6 дня постнатального онтогенезу мікросудинне русло великого чепця білих щурів повністю сформоване. Модульний принцип організації мікроциркуляторного русла характерний і для великого чепця дорослих щурів, у вільних дуплікатах якого артеріоли та вени проходять ізольовано на відстані від 200 до 1200 мкм, анастомозуючи між собою. У великому чепці білих щурів судинні та позбавлені судин

ділянки розподілені нерівномірно [7, 28].

Навпаки, багата на жирову тканину ділянка переважно складається з адипоцитів, вбудованих у добре васкуляризовану сполучну тканину. Вона покрита шаром мезотеліальних клітин, розташованих на базальній мембрані, який переривається молочними плямами. Мезотеліальні клітини в обох ділянках мають типові характеристики, включаючи мікроворсинки, мітохондрії та численні везикули, що нагадують піноцитотичні транспортні везикули, що є загальною ознакою ендотеліальних та гладком'язових клітин [8]. Як і у людини великий чепець щурів має лімфатичні судини, однак вони нечисельні та проходять ізольовано від судинних магістралей.

Основною функцією великого чепця, за думкою багатьох авторів, є імунна [4-5, 29]. Імунні структури великого чепця білих щурів представлені лімфоїдними вузликами, які в літературі відомі під назвою молочні плями, більша частина яких розташована поблизу артерій та вен [5, 8, 30-31]. Судинні конструкції лімфоїдних вузликів складаються з артеріоли, вени та капілярного клубочка. Топографія артеріол і венул лімфоїдних вузликів різноманітна. Найчастіше артеріоли підходять до вузликів, а вени виходять із них з різних полюсів. Основу лімфоїдних вузликів становить ретикулярна тканина. У ній розташовані макрофаги, гістіоцити, малі та середні лімфоцити. По периферії вузликів постійно трапляються адипоцити. Плазмоцити виявляються лише у дорослих щурів віком 12 місяців. Капсул лімфоїдні вузлики не мають [32].

Але все ж таки функціональне значення великого чепця і натепер залишається предметом

сперечань багатьох вчених [2, 6]. Дослідження останніх років показує, що при патологічних станах великий чепець набуває абсолютно особливих властивостей, таких як: пластичність, здатність до зрощення з травмованою і запальною поверхнею, здатність до гемостазу, здатність до проростання і реваскуляризації, здатність абсорбувати рідини і мікрочастки з очеревинної порожнини, здатність до фагоцитозу та імунологічного реагування [24]. Запальні процеси великого чепця часто виникають внаслідок запалення очеревини (перитоніту), на якому зупинимося більш детально.

### **Роль великого чепця при перитоніті**

Проблема перитоніту на сьогодні вивчена досить широко [11, 33-35]. Перитоніт є ускладненням, а точніше – неминучим наслідком або етапом розвитку різних гострих хірургічних захворювань і травм органів черевної порожнини. Перитоніт – це запальне ураження очеревини, що має фазний перебіг, охоплює окремі ділянки або всю поверхню очеревини, супроводжується парезом кишечника, ендогенною інтоксикацією та порушеннями гемостазу, на фоні яких виникають порушення системного та регіонального кровопостачання, легеневого газообміну, функціонального стану печінки і нирок з виникненням провідних синдромів: системної запальної реакції, ендотеліальної дисфункції, ентеральної недостатності та інтраабдомінальної гіпертензії [34-36].

Неможливість макроорганізму локалізувати інфекційний процес в одному з відділів черевної порожнини, масивний викид медіаторів запалення і проникнення їх поряд з ендотоксинами в кров, запуск цитокінового каскаду в системному кровотоці й ураження ендотелію, формування синдрому системної запальної реакції та абдомінального сепсису, розвиток ентеральної недостатності та внутрішньочеревної гіпертензії є важливими ланками в патогенезі розповсюдженого перитоніту [35].

Однією з основних умов моделювання експериментального перитоніту вважаються відтворюваність і однотипність розвитку захворювання, що, безсумнівно, впливає на результати проведеного експериментального дослідження. Експериментальні дослідження, присвячені вивченню механізмів патогенезу гострого перитоніту, розробці та випробуванню нових методів медикаментозного та хірургічного лікування даної патології в сучасних умовах набувають все більшої актуальності. Для отримання достовірних результатів важливе значення має відтворюваність моделі перитоніту.

Натепер запропоновано безліч способів моделювання перитоніту, які відповідно до особливостей відтворення гнійно-запального процесу в черевній порожнині можна розділити на кілька груп: перша група – введення в черевну порожнину

чужорідних тіл або хімічних речовин; друга група – бактеріальне забруднення черевної порожнини різними культурами патогенних мікроорганізмів або каловою суспензією через прокол або розріз черевної стінки, шляхом перфорації будь-якого відділу шлунково-кишкового тракту; третя група – комбіновані методи моделювання гострого експериментального перитоніту, що включають елементи вищезазначених методик у різних поєднаннях [37-41].

Великий чепець виконує низку функцій під час епізодів перитоніту. Першою з них є швидке всмоктування та видалення бактерій і сторонніх тіл із порожнини очеревини. Великий чепець – єдине місце, крім стомат діафрагми, здатне абсорбувати чужорідні частки з очеревинної порожнини, що документально підтверджено [26, 42]. Але на відміну від стомат, великий чепець містить потужні локальні ефекторні механізми, які опосередковані особливо макрофагами (і, ймовірно, В-лімфоцитами), що містяться в молочних плямах. Ці макрофаги, мабуть, є основним місцем фагоцитозу часточок та бактерій із очеревинної порожнини [43-44].

Другою функцією великого чепця є транспорт лейкоцитів в очеревинну порожнину. У експериментальних тварин з перитонітом великий чепець, вірогідно, є основним місцем, через яке спочатку макрофаги, а потім нейтрофіли мігрують в очеревинну порожнину [2, 26]. Макрофаги походять з молочних плям, які забезпечують правильне мікросередовище та фактори росту для проліферації та дозрівання макрофагів. Структура молочних плям та пов'язаних з ними капілярних структур сприяє цьому процесу. Оскільки мезотелій відсутній над молочними плямами, а базальна мембрана уривчаста, резидентні макрофаги піддаються швидкому впливу внутрішньочеревних стимуляторів, що сприяє їх активації [8, 45-46]. Великий чепець також забезпечує міграцію нейтрофілів із кровотоку. Через особливості будови молочних плям відбувається пряма дія на посткапілярні венули запальних стимулів із очеревинної порожнини. Потім нейтрофіли рекрутуються з кровообігу і екстравазують через посткапілярні венули в пучках клубочків у молочні плями, а далі через мезотеліальні стомати в очеревинну порожнину. В одному з експериментальних досліджень на мишах з перитонітом посткапілярні венули в молочних плямах великого чепця були єдиними виявленими ділянками очеревинної порожнини, де відбувалася екстравазація плазми, а чепцеві плями були основним шляхом, яким лейкоцити мігрували в очеревинну порожнину [47-49]. З іншого боку, чепець був єдиним органом черевної порожнини, у якому спостерігалася збільшення кровотоку при перитоніті [50].

Третя функція великого чепця полягає в адгезії та ізоляції ділянок ушкодження шляхом швидко утворення фібринового шару. Протягом кількох днів фібрин починає формуватися з розвитком нових кровоносних судин та фібробластів. У довготривалій перспективі, якщо господар виживе, ушкоджена ділянка буде оточена щільним колагеновим шаром, що призведе до утворення злукового процесу [3, 51].

Одним із основних факторів, який визначає перебіг післяопераційного періоду при гострій хірургічній патології органів черевної порожнини, є участь великого чепця у формуванні інтраперитонеального запального вогнища. Великий чепець відмежовує інтраперитонеальне вогнище запалення, формуючи інфільтративно-злукові процеси, що може перешкоджати швидкому поширенню інфекції до інших відділів черевної порожнини [6]. Великий чепець є бар'єром для бактеріальної інвазії і, внаслідок цього, може перетворювати джерело можливого розвитку перитоніту в локальний абсцес [4, 41]. Було виявлено, що структури великого чепця здатні інкапсулювати сторонні тіла [24].

**Заключення.** Згідно даним літератури, великий чепець білих щурів є мініатюрною подібністю великого чепця людини. Однак, на відміну від останнього, він складається тільки з однієї дуплікатури вісцеральної очеревини, між листками якої містяться кровоносні судини з відкладеннями жирової тканини та молочні плями. Таким чином, великий чепець білих щурів є цілком прийнятним об'єктом експериментальних досліджень з наступною правомірною екстраполяцією їх результатів на людину.

В даний час у літературі накопичені переконливі дані, згідно з якими великий чепець людини та білих щурів є поліфункціональним органом,

який загалом виправдовує, дану йому образну назву «поліцейського очеревинної порожнини». Насамперед, до фізіологічних властивостей великого чепця відноситься його здатність до зміни своєї форми та переміщення в межах очеревинної порожнини, що деякими авторами називається міграцією. При цьому вважається, що його пластичність залежить від сторонніх чинників, таких як зміна положення тіла і перистальтичні рухи шлунково-кишкового тракту. Звісно, будучи пластичним утвором, який знаходиться у тісному просторі очеревинної порожнини, великий чепець не може не піддаватися механічному впливу з боку навколишніх органів. Але цим не можна пояснити властиву йому здатність цілеспрямовано реагувати на ушкодження того чи іншого органу черевної порожнини.

З решти фізіологічних властивостей великого чепця цікавою є його здатність притягувати до себе різні сторонні тіла, що опинилися в очеревинній порожнині внаслідок проведення експериментальних досліджень чи оперативних втручань, і адсорбувати їх на своїй зовнішній поверхні завдяки адгезивним властивостям мезотелію. З викладеного матеріалу зрозуміло, що великий чепець займає центральне місце в перитонеальних захисних механізмах. Це досягається завдяки його вродженій імунній функції, високій абсорбційній здатності та його можливостям прикріплюватися до сусідніх структур, щоб закрити дефекти органів черевної порожнини й сприяти їхньому загоєнню, завдяки своїй вираженій ангіогенній активності.

**Перспективи подальших досліджень.** Продовжити досліджувати структурно-функціональні особливості великого чепця білих щурів в нормі та при експериментальному моделюванні перитоніту.

**Конфлікт інтересів:** автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

## References

1. Westenfelder C. Does the greater omentum ("policeman of the abdomen") possess therapeutic utility in CKD? *J Am Soc Nephrol.* 2014;25(6):1133-5. PMID: 24627351. PMCID: PMC4033388. doi: 10.1681/asn.2014010127
2. Meza-Perez S, Randall TD. Immunological Functions of the Omentum. *Trends Immunol.* 2017;38(7):526-36 PMID: 28579319. PMCID: PMC5812451. doi: 10.1016/j.it.2017.03.002
3. Iizuka T, Ono M, Yamazaki R, Kagami K, Mitani Y, Sakai S, et al. Wavy Floating Greater Omentum Findings Are Useful for Differentiating the Etiology of Fetal Ascites. *Diagnostics.* 2021;11(2):326. PMID: 33671226 PMCID: PMC7922392. doi: 10.3390/diagnostics11020326
4. Di Nicola V. Omentum a powerful biological source in regenerative surgery. *Regen Ther.* 2019;11:182-91. PMID: 31453273. PMCID: PMC6700267. doi: 10.1016/j.reth.2019.07.008
5. Liu J, Geng X, Li Y. Milky spots: omental functional units and hotbeds for peritoneal cancer metastasis. *Tumor Biol.* 2016;37(5):5715-26. PMID: 26831659. PMCID: PMC4875158. doi: 10.1007/s13277-016-4887-3
6. Wang AW, Prieto JM, Cauvi DM, Bickler SW, De Maio A. The Greater Omentum-A Vibrant and Enigmatic Immunologic Organ Involved in Injury and Infection Resolution. *Shock.* 2020;53(4):384-90. PMID: 31389904. PMCID: PMC7000303. doi: 10.1097/SHK.0000000000001428
7. Ignjatović M. [Morphology and vascularization of the greater omentum]. *Vojnosanit pregl.* 1997;54(4):311-20. [Serbian]. PMID: 9441499

8. Cleypool CGJ, Schurink B, van der Horst DEM, Bleys R. Sympathetic nerve tissue in milky spots of the human greater omentum. *J Aaf.* 2020;236(1):156-64. PMID: 31498441. PMCID: PMC6904595. doi: 10.1111/joa.13077
9. Luo X, Li L, Ou S, Zeng Z, Chen Z. Risk Factors for Mortality in Abdominal Infection Patients in ICU: A Retrospective Study From 2011 to 2018. *Front Med (Lausanne).* 2022 Feb 25;9:839284. PMID: 35280866. PMCID: PMC8916228. doi: 10.3389/fmed.2022.839284
10. Ouf T, Jumuah WA, Mahmoud MA, Abdelbaset RI. Mortality rate in patients with Secondary Peritonitis in Ain Shams University Hospitals as regard Mannheim Peritonitis Index (MPI) score. *QJM: An Int J Med.* 2020;113(1):i111. doi: 10.1093/qjmed/hcaa050.073
11. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA.* 2016;315(8):801-10. PMID: 26903338. PMCID: PMC4968574. doi: 10.1001/jama.2016.0287
12. Bilgiç T, İnce Ü, Narter F. Autologous omentum transposition for regeneration of a renal injury model in rats. *Mil Med Res.* 2022;9(1):1. PMID: 34983664 PMCID: PMC8725455. doi: 10.1186/s40779-021-00361-0
13. Silva PC, Jamel N, Refinetti RA, Manso EF, Schanaider A. [Development of blood vessels of the greater omentum in the hepatic lobe after vascular ligation. An experimental model in the rats]. *Acta Cirurgica Brasil.* 2006;21(6):416-21. PMID: 17160255. doi: 10.1590/S0102-86502006000600011
14. Wilkosz S, Ireland G, Khwaja N, Walker M, Butt R, de Giorgio-Miller A, et al. A comparative study of the structure of human and murine greater omentum. *Anat Embryol.* 2005;209(3):251-61. PMID: 15662530. doi: 10.1007/s00429-004-0446-6
15. Hryn VH, Kostylenko YP, Bilash VP, Tarasenko YA. Features of angioarchitecture of the albino rats stomach and small intestine. *Wiad Lek.* 2019;72(3):311-7. doi: 10.36740/WLek201903101
16. Hryn VH, Kostylenko YP, Bilash VP, Ryabushko OB. Microscopic structure of albino rats' small intestine. *Wiad Lek.* 2019;72(5 cz 1):733-8. PMID: 31175762. doi: 10.36740/WLek201905101
17. Hryn V, Kostylenko Y, Yachmin A. Features of white rats stomach anatomical structure. *World Med Biol.* 2019;15(67):133-7. doi: 10.26724/2079-8334-2019-1-67-133
18. Hryn V. [Features of the histological structure of the albino rat cecum]. *Zh Med.* 2019;17(3):296-302. doi: 10.25298/2221-8785-2019-17-3-296-302
19. Hryn V. Macro-microscopic features of the relief of the mucous membrane of the gastrointestinal tract of white rats. *World Med Biol.* 2019;15(70):188-93. doi: 10.26724/2079-8334-2019-4-70-188-193
20. Hryn V. Zahal'na anatomichna kharakterystyka tonkoyi kyshky bilykh shchuriv [General anatomical characteristics of small intestine in white rats]. *APMM.* 2018;18(4):88-93. [Ukrainian]. doi: 10.31718/2077-1096.18.4.88
21. Hryn VH, Kostylenko YP, Yushchenko YP, Ryabushko MM, Lavrenko DO. Comparative histological structure of the gastrointestinal mucosa in human and white rat: a bibliographic analysis. *Wiad Lek.* 2018;71(7):1398-403.
22. Hryn VH, Kostylenko YP, Yushchenko YP, Lavrenko AV, Ryabushko OB. General comparative anatomy of human and white rat digestive systems: a bibliographic analysis. *Wiad Lek.* 2018;71(8):1599-602.
23. Suzuki D, Kim JH, Shibata S, Murakami G, Rodríguez-Vázquez JF. Topographical anatomy of the greater omentum and transverse mesocolon: a study using human fetuses. *Anat Cell Biol.* 2019;52(4):443-54. PMID: 31949984 PMCID: PMC6952700. doi: 10.5115/acb.19.112
24. Liebermann-Meffert D. The greater omentum. Anatomy, embryology, and surgical applications. *Surg Clinics North Am.* 2000;80(1):275-93. PMID: 10685153. doi: 10.1016/S0039-6109(05)70406-0
25. Liu JY, Yuan JP, Geng XF, Qu AP, Li Y. Morphological study and comprehensive cellular constituents of milky spots in the human omentum. *Int J Clin Exp Pathol.* 2015;8(10):12877-84.
26. Rangel-Moreno J, Moyron-Quiroz JE, Carragher DM, Kusser K, Hartson L, Moquin A, et al. Omental milky spots develop in the absence of lymphoid tissue-inducer cells and support B and T cell responses to peritoneal antigens. *Immunity.* 2009;30(5):731-43. PMID: 19427241. PMCID: PMC2754314. doi: 10.1016/j.immuni.2009.03.014
27. Maksymenko O, Hryn V, Kostylenko Y. Zahal'nyy plan budovy ta pryntsyipy morfometrychnoho analizu velykoho cheptsya bilykh shchuriv [General plan of the structure and principles of morphometric analysis of the greater omentum of white rats]. *APMM.* 2022;22(1):105-10. [Ukrainian]. doi: 10.31718/2077-1096.22.1.105
28. Vdoviaková K, Petrovová E, Maloveská M, Krešáková L, Teleky J, Elias MZ, et al. Surgical Anatomy of the Gastrointestinal Tract and Its Vasculature in the Laboratory Rat. *Gastroenterol Res Pract.* 2016;2016:2632368. PMID: 26819602. PMCID: PMC4706906. doi: 10.1155/2016/2632368
29. Liu M, Silva-Sanchez A, Randall TD, Meza-Perez S. Specialized immune responses in the peritoneal cavity and omentum. *J Leukocyte Biol.* 2021;109(4):717-29. PMID: 32881077. PMCID: PMC7921210. doi: 10.1002/JLB.5MIR0720-271RR
30. Schurink B, Cleypool CGJ, Bleys RLAW. A rapid and simple method for visualizing milky spots in large fixed tissue samples of the human greater omentum. *Biotechn Histochem.* 2019;94(6):429-34. PMID: 30896309. doi: 10.1080/10520295.2019.1583375

31. Maksymenko O. Strukturna orhanizatsiya sudynnozhyrovkyh arkad velykoho cheptsya bilykh shchuriv [Structural organization of the vascular-fatty arcades of the greater omentum of white rats]. *Morphologia*. 2022;16(3):61-8. [Ukrainian]. doi: 10.26641/1997-9665.2022.3.61-68
32. Pinho Mde F, Hurtado SP, El-Cheikh MC, Rossi MI, Dutra HS, Borojevic R. Myelopoiesis in the omentum of normal mice and during abdominal inflammatory processes. *Cell Tiss Res*. 2002;308(1):87-96. PMID: 12012208. doi: 10.1007/s00441-002-0550-y
33. Hryn VH, Drabovskiy VS, Sytnik DA, Ryabuschko RM, Riabuschko MM, Bilash SM, et al. Peculiarities Of Morphoetiopathogenesis Of Acute Appendicitis And Consequences After Appendectomy. *Wiad Lek*. 2022;75(6):1492-9. PMID: 35907222. doi: 10.36740/WLek202206112
34. Clements TW, Tolonen M, Ball CG, Kirkpatrick AW. Secondary Peritonitis and Intra-Abdominal Sepsis: An Increasingly Global Disease in Search of Better Systemic Therapies. *Scand J Surg*. 2021;110(2):139-49. PMID: 33406974. doi: 10.1177/1457496920984078
35. Droniak MM. Changes of non-specific resistance in patients with postoperative peritonitis with abdominal sepsis. *J Educ Health Sport*. 2021;11(3):231-8. doi: 10.12775/JEHS.2021.11.03.022
36. Svintsitskaya N, Hryn V, Katsenko A. *Anatomy of the Urinary and Reproductive Systems. Structural Features in Childhood. Abnormalities*. Vinnytsa: Nova Knyha; 2021.
37. Fang H, Gong C, Fu J, Liu X, Bi H, Cheng Y, et al. Evaluation of 2 Rat Models for Sepsis Developed by Improved Cecal Ligation/Puncture or Feces Intraperitoneal-Injection. *Med Sci Monitor*. 2020;26:e919054. doi: 10.12659/MSM.919054
38. Lee MJ, Kim K, Jo YH, Lee JH, Hwang JE. Dose-dependent mortality and organ injury in a cecal slurry peritonitis model. *J Surg Res*. 2016;206(2):427-34. PMID: 27884339. doi: 10.1016/j.jss.2016.08.054
39. Liu X, Wang N, Wei G, Fan S, Lu Y, Zhu Y, et al. Consistency and pathophysiological characterization of a rat polymicrobial sepsis model via the improved cecal ligation and puncture surgery. *Int Immunopharmacol*. 2016;32:66-75. PMID: 26802602. doi: 10.1016/j.intimp.2015.12.041
40. Utiger JM, Glas M, Levis A, Prazak J, Haenggi M. Description of a rat model of polymicrobial abdominal sepsis mimicking human colon perforation. *BMC Res Notes*. 2021;14(1):14. PMID: 33413600. PMCID: PMC7790355. doi: 10.1186/s13104-020-05438-y
41. Liu Y, Hu J-n, Luo N, Zhao J, Liu S-c, Ma T, et al. The Essential Involvement of the Omentum in the Peritoneal Defensive Mechanisms During Intra-Abdominal Sepsis. *Front Immunol*. 2021 Mar 18;12:631609. PMID: 33815381. PMCID: PMC8012523. doi: 10.3389/fimmu.2021.631609
42. Wang ZB, Li M, Li JC. Recent advances in the research of lymphatic stomata. *Anatom Record (Hoboken, NJ : 2007)*. 2010;293(5):754-61. PMID: 20186966. doi: 10.1002/ar.21101
43. Fedorko ME, Hirsch JG. Studies on transport of macromolecules and small particles across mesothelial cells of the mouse omentum. Morphologic aspects. *Exp Cell Res*. 1971;69(1):113-27. PMID: 4330918. doi: 10.1016/0014-4827(71)90317-X
44. Kawanishi K. Diverse properties of the mesothelial cells in health and disease. *Pleura Peritoneum*. 2016;1(2):79-89. PMID: 30911611. PMCID: PMC6386382. doi: 10.1515/pp-2016-0009
45. Sacchi G, Di Paolo N, Venezia F, Rossi A, Nicolai GA, Garosi G. Possible role of milky spots in mesothelial transplantation. *Int J Artif Organs*. 2007;30(6):520-6. PMID: 17628853. doi: 10.1177/039139880703000610
46. Wijffels JF, Hendrickx RJ, Steenberg JJ, Eestermans IL, Beelen RH. Milky spots in the mouse omentum may play an important role in the origin of peritoneal macrophages. *Res Immunol*. 1992;143(4):401-9 PMID: 1518954. doi: 10.1016/S0923-2494(05)80072-0
47. Ren Y, Hua L, Meng X, Xiao Y, Hao X, Guo S, et al. Correlation of Surface Toll-Like Receptor 9 Expression with IL-17 Production in Neutrophils during Septic Peritonitis in Mice Induced by E. coli. *Mediators Inflamm*. 2016;2016:3296307. PMID: 27057095. PMCID: PMC4785266. doi: 10.1155/2016/3296307
48. Frydrych LM, Bian G, Fattahi F, Morris SB, O'Rourke RW, Lumeng CN, et al. GM-CSF Administration Improves Defects in Innate Immunity and Sepsis Survival in Obese Diabetic Mice. *J Immunol*. 2019;202(3):931-42. PMID: 30578307. doi: 10.4049/jimmunol.1800713
49. Li Y, Karlin A, Loike JD, Silverstein SC. A critical concentration of neutrophils is required for effective bacterial killing in suspension. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2002;99(12):8289-94. PMID: 12060772. PMCID: PMC123060. doi: 10.1073/pnas.122244799
50. Doherty NS, Griffiths RJ, Hakkinen JP, Scampoli DN, Milici AJ. Post-capillary venules in the "milky spots" of the greater omentum are the major site of plasma protein and leukocyte extravasation in rodent models of peritonitis. *Inflamm Res*. 1995;44(4):169-77. PMID: 7545527. doi: 10.1007/BF01782815
51. Platell C, Cooper D, Papadimitriou JM, Hall JC. The omentum. *World J Gastroenterol*. 2000;6(2):169-76. doi: 10.3748/wjg.v6.i2.169

UDC 616.381-002:599.323.4:612.08

**The Greater Omentum of White Rats: Structural and Functional Characteristics and its Role in Peritonitis****Maksymenko O. S., Hryn V. H.**

**Abstract.** The greater omentum is now recognized as an important organ in the fight against intra-abdominal infections, so it is often called the “policeman of the peritoneal cavity”. The greater omentum plays the most important role in the implementation of immune supervision of the antigenic condition of the peritoneal fluid and rapid response of damage to the gastrointestinal tract, which is often complicated by inflammation of the peritoneum – peritonitis.

*The purpose of the work* was to study the peculiarities of the structure of the greater omentum of white rats and its role in peritonitis by means of a bibliographic analysis of the literature.

*Materials and methods.* This bibliographic analysis is based on published articles, books, textbooks, monographs and dissertation abstracts. For the purposes of this systematic review, a literature search was carried out in the worldwide Internet, domestic sources of literature, scientific and electronic library of Poltava State Medical University using the following key words: “morphology”, “comparative anatomy”, “greater omentum”, “greater omentum of the rats”, “immune system”, “white rats”, “laboratory animals”, “rat anatomy”, “peritonitis”.

*Results and discussion.* The greater omentum of white rats and humans are represented by two different structures: translucent membranous regions and regions rich in adipose tissue. According to the literature, the greater omentum of white rats is the main morphological characteristic (in miniature), homologous to the human one.

The main function of the greater omentum, according to the opinion of many authors and ours too, is immunity. Immune structures of the greater omentum of white rats are represented by lymphoid nodules, known in the literature as milky spots, most of which are located near arteries and veins. In pathological conditions, the greater omentum acquires absolutely special properties, such as plasticity, the ability to fuse with a traumatic and inflamed surface, the ability to hemostasis and phagocytosis, the ability to germinate and revascularize, to absorb fluids and microparticles from the peritoneal cavity, and the ability to the immunological response.

*Conclusion.* According to the literature, the greater omentum of white rats is a miniature likeness of the greater omentum of a person. However, unlike the latter, it consists of only one duplication of the visceral peritoneum, between the leaves of which there are blood vessels with deposits of adipose tissue and milk spots. Thus, the greater omentum of white rats is a perfectly acceptable object of experimental research with the subsequent legitimate extrapolation of their results to humans.

The greater omentum occupies a central place in the peritoneal defense mechanisms due to its innate immune function, high absorbing capacity, and ability to attach to neighboring structures to close defects of abdominal organs and promote their healing, due to its expressive angiogenic activity.

**Keywords:** greater omentum, milky spots, peritonitis, white rats.

**ORCID and contributionship:**Oleksandr S. Maksymenko : 0000-0003-1502-1464 <sup>B-D</sup>Volodymyr H. Hryn : 0000-0001-5894-4416 <sup>A,E,F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR****Oleksandr S. Maksymenko**

Poltava State Medical University

Department of Human Anatomy

23, Shevchenko Str., Poltava 36011, Ukraine

phone: +380951290969, e-mail: dr.aleksmaksymenko@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 17.10.2022

Accepted 18.11.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.030

УДК 312.6: 614.39: 616.31-053.2-02

Мочалов Ю. О.

## СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ЗДОРОВ'Я У ДІТЕЙ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,  
Ужгород, Україна

*Мета* – вивчення фахових джерел інформації щодо соціально-економічних детермінант стоматологічного здоров'я у дітей.

*Матеріали та методи.* Проведено інформаційний пошук онлайн в базах даних «PubMed», «SciELO», «Medcare» та «Наука України: доступ до знань».

*Результати.* На глобальному рівні стоматологічні захворювання призводять до серйозних медичних та економічних наслідків, що проявляють себе у вигляді суттєвого зниження якості життя. Соціально-економічні детермінанти стоматологічного здоров'я у дітей, підлітків та дорослих в загальносвітовому масштабі досліджені нерівномірно. Переважно доступні результати досліджень, проведених в розвинених країнах світу. Надання переваги при розробці профілактичних програм в галузі охорони здоров'я лише заходам індивідуального та колективного навчання та комунальною профілактики не дозволяє нейтралізувати негативний вплив соціально-економічних умов, і навіть більше – поглиблює нерівність у стоматологічному здоров'ї в популяції, що визнано проблемою на рівні ВООЗ. Стосовно України, то наявність воєнного стану та продовження боїв в окремих частинах країни спричинили цілий ряд демографічних та соціально-економічних процесів, виміряти та оцінити стане можливо оцінити лише згодом. Але, однозначно, наявна економічна криза, зниження рівня доходів населення, негативні демографічні процеси, ускладнення роботи в системі охорони здоров'я та інші фактори, які можна визначити як детермінанти стоматологічного здоров'я дітей, продовжують діяти. Тому, очікувано, варто бути готовими до погіршення показників стоматологічного здоров'я на загальнонаціональному рівні та до роботи з усунення негативних наслідків цього.

*Висновки.* Соціально-економічними детермінантами стоматологічного здоров'я дітей є: рівень економічного розвитку країни, доступність до медичної та стоматологічної допомоги, рівень заможності родини, вік та освіта батьків, їх працевлаштування, кількість дітей в родині, міграційний статус родини, локальні особливості культури догляду за порожниною рота та харчування, доступність та рівень охоплення освітніми та санітарно-просвітницькими заходами, локальні рівні розвитку

системи закладів охорони здоров'я, ефективність взаємодії між закладами охорони здоров'я, освіти та органами управління охороною здоров'я й соціального захисту.

**Ключові слова:** діти та підлітки, стоматологічне здоров'я, карієс, соціально-економічні детермінанти, профілактика.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження є фрагментом планової науково-дослідної теми «Вдосконалення та клінічна оцінка методик діагностики, лікування та профілактики стоматологічних захворювань у дорослих та дітей», № держ. реєстрації 0123U100414.

**Вступ.** Відповідно до сучасних джерел наукової літератури з напрямку громадського здоров'я на глобальному рівні стоматологічні захворювання призводять до серйозних медичних та економічних наслідків, що проявляють себе у вигляді суттєвого зниження якості життя. Захворювання порожнини рота, такі як карієс, флюороз, адентія, пародонтит, травми твердих тканини зубів, рак порожнини рота, аномалії прикусу та окремих зубів, вроджені вади розвитку, черепно-щелепно-лицеві дизостози та багато інших нозологічних форм чинять негативні впливи на самопочуття та добробут індивіда. Проведені ряд досліджень, які вказують на залежність зазначених показників від рівня стоматологічного здоров'я загалом в популяції. Оскільки стоматологічне здоров'я є невіддільним компонентом загальної якості життя людини, тому можна говорити про його функцію як предиктора загального здоров'я та добробуту. Такі явища, як низький дохід, невиконання вимог індивідуального догляду за порожниною рота, втрати зубів, – переважно асоціюються зі зниженням рівня якості життя [1-5].

Так вже склалося, що основи рівня стоматологічного здоров'я людини закладаються ще в дитинстві та укріплюються в підлітковому віці, то саме ці вікові групи населення є основною «цільовою аудиторією» для проведення заходів профілактики захворювань, валеологічних досліджень, санітарно-просвітницької роботи та формування відповідних звичок з підтримки високого рівня індивідуального здоров'я, в тому числі й стоматологічного. Тому, в процесі проєктування профілактичних

програм, направлених на зміцнення стоматологічного здоров'я, та здоров'я загалом, важливим є вивчення всіх умов та факторів забезпечення «життєздатності» таких продуктів. Пропаганда знань про догляд за порожниною рота та формування відповідних звичок і безпечного харчування є необхідною із раннього віку для формування відповідних звичок у дорослому віці. Для подолання негативного впливу низького рівня стоматологічного здоров'я у дитячого населення наявна актуальна потреба в дослідженні та розумінні детермінант, які призводять до нерівності такого здоров'я [6-10].

**Метою дослідження** стало вивчення фахових джерел літератури щодо соціально-економічних детермінант стоматологічного здоров'я у дітей.

**Матеріал та методи дослідження:** було проведено інформаційний пошук в мережі інтернет в онлайн базах даних «PubMed», «SciELO», «Medcare» та «Наука України: доступ до знань» за ключовими словами «дитячий карієс», «стоматологічне здоров'я», «діти та підлітки», «соціальні та економічні детермінанти здоров'я», відповідно в перекладі: «pediatric caries», «oral health», «children and adolescents», «social and economic determinants of health», «caries pediátrica», «salud oral», «niños y adolescentes», «determinantes sociales y económicos de la salud».

#### **Результати дослідження та їх обговорення.**

Стосовно отриманих результатів при виконанні інформаційного пошуку, то варто відзначити переваження публікацій щодо досліджень, виконаних в країнах з високим рівнем економічного розвитку, що може свідчити про неповноту дослідження та відображення проблеми в загальносвітових масштабах. Але все ж окремі виявлені тенденції є загальними для всіх систем охорони здоров'я на поточний момент розвитку.

#### ***Карієс зубів як загальносвітова проблема охорони здоров'я. Ранній дитячий карієс – окремі аспекти***

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, на сьогодні карієс зубів є найпоширенішим захворюванням у населення багатьох країн, і Україна, на жаль, не становить виключення в такому розрізі. Карієс зубів вражає близько 30,0% дорослого населення світу. В доповіді ВООЗ щодо встановлення цілей на 2030 рік було висловлено занепокоєння щодо наявної нерівності в стані здоров'я ротової порожнини, яка не зменшилася за останні роки, а через пандемію COVID 19 може ще більше посилитися. У профілактиці стоматологічних захворювань відомо цілий ряд методик контролю карієсу зубів та захворювань пародонту. Вони є універсальними, але реалізація їх на 100,0% у всіх випадках не виглядає можливою [11].

Про це свідчать дані огляду щодо реалізації профілактичних стоматологічних заходів у дітей з обмеженими можливостями (Skeie та Klock, 2018). Дані A. Shen, (2021) взагалі вказують на неоднозначний вплив інтервенційних досліджень на нерівність у стані стоматологічного здоров'я на основі аналізу, звітності та інтерпретації окремих досліджень. Але на сьогодні наявні дуже обмежені дані щодо ефективності профілактики стоматологічних захворювань у різних групах населення за соціально-економічним статусом. І це викликає деяке занепокоєння у фахівців з громадського здоров'я, оскільки з результатів досліджень поза стоматологічною допомогою відомо, що ефективні профілактичні заходи можуть збільшити нерівність у рівні здоров'я, оскільки діти, які належать до заможних соціальних груп (наприклад, з високим соціально-економічним статусом або збігаються з етнічним походженням більшості населення країни), охоплюються краще та отримують більше користі від профілактичних заходів, ніж соціально вразливі групи населення [12-14].

Тому є потреба в проведенні масштабних досліджень для отримання повної картини причин диференційованого впливу при виконанні систематичних заходів профілактики стоматологічних захворювань. Розуміння характеристик та впливу заходів профілактики стоматологічних захворювань, втручань, які можуть зменшити або спровокувати нерівність у рівнях стоматологічного здоров'я, може допомогти майбутнім дослідникам і політикам у розробці й проектуванні програм підвищення рівня стоматологічного здоров'я. Подібну проблему візуалізують також ряд проведених інтервенційних досліджень в США, Австралії, Бразилії та країнах з низьким рівнем доходу [15].

Нелікований карієс тимчасових зубів перебуває на 10-му місці у структурі загальної захворюваності населення і, на думку ряду авторів, сьогодні можна говорити про 620–650 млн дітей у всьому світі, які на нього страждають, особливо він поширений у родинах із низьким рівнем доходу. Такій неприємній статистиці сприяє ціла низка факторів ризику розвитку раннього дитячого карієсу – як то високе поширення в популяції кислотопродукуючих лактобактерій, які здатні викликати тривалу демінералізацію емалі зубів, часте споживання харчових продуктів, які містять легкі вуглеводи, порушення слиновиділення та захисних властивостей ротової рідини, дефіцит фторидів, незадовільний рівень гігієни порожнини рота, особливі демографічні процеси в окремих країнах та низький соціально-економічний статус окремих верств населення. Ранній карієс зубів (порожнинні та непорожнинні ураження, видалені та пломбовані тимчасові зуби) у дітей є загальносвітовою

проблемою для населення віком до 6 років. За даними ВООЗ його поширеність досягає 48,0% у світі. За період 2008–2018 рр. спостерігалось виражене прогресування раннього карієсу від 17,0% у віці одного року до 36,0% у віці 2 років [11, 16].

Одним із факторів, що впливають на поширеність та інтенсивність карієсу у дитячого населення, є вік першого візиту до стоматолога. Незважаючи на поширені рекомендації щодо виконання такого візиту на момент прорізування першого тимчасового зуба, вони не виконуються, тому за даними досліджень значного числа країн можна встановити, що переважно дитину вперше приводять до лікаря-стоматолога у віці від 1 до 6 років. Виконання таких візитів не підтримується в системах охорони здоров'я в багатьох країнах, хоча затрати на подібні заходи є набагато меншими, ніж організація невідкладної медичної допомоги на госпітальному етапі для пацієнтів з ускладненнями карієсу зубів. Незважаючи на всі докладені в багатьох країнах зусилля в плані профілактики, карієс зубів є одним із найпоширеніших неінфекційних захворювань у дитячого населення у всьому світі. Таке захворювання піддається профілактичним впливам і фактично є контрольованим і профілактика його має позитивні довгострокові наслідки з точки зору добробуту та економічної ефективності, тому формування належних звичок по догляду за порожниною рота в ранньому віці особливо важливо для підтримки належної поведінки щодо здоров'я порожнини рота в дорослому віці [17-19].

В умовах реформи охорони здоров'я, кризи, зумовленої пандемією COVID 19, та воєнного стану в Україні фінансування стоматологічної допомоги для населення було різко скорочене. Станом на перший квартал 2023 року перспектива є його продовження виглядає доволі сумнівною, на перший погляд і не тільки, може здатися, що для розв'язання проблеми раннього дитячого карієсу в Україні достатньо лише збільшити фінансування стоматологічної медичної допомоги, але світовий досвід не свідчить на користь такого твердження. Варто визнати, що значна частина населення покинула країну, в тому числі й дитячого населення та підлітків, і на сьогодні перебуває в статусі біженців, мігрантів в різних країнах Центральної та Західної Європи. Поряд із тим, значна частина населення країни є внутрішньо переміщеними особами, що вплинуло на ряд соціально-демографічних та економічних показників регіонів, віддалених від театру бойових дій. Проведення профілактики стоматологічних захворювань у такого контингенту населення не стоїть ні серед першочергових, ні серед другорядних завдань державної та регіональної політики, і ефект від такої ситуації в показниках стоматологічного здоров'я населення буде оцінено

згодом. Такі соціально-демографічні та економічні процеси звичайно що впливають на медичне забезпечення переміщеного населення, що, поряд із незавершеним станом реформи охорони здоров'я, створює потребу в перегляді підходів та методик проектування програм профілактики стоматологічних захворювань, саме в плані врахування соціально-економічних детермінант стоматологічного здоров'я [20].

### ***Тенденції розвитку та розв'язання проблеми в Західній та Центральній Європі***

Стосовно країн Західної та Центральної Європи, то протягом двох останніх десятиліть спостерігалось зниження захворюваності на карієс зубів серед дітей, хоча є тенденції до стагнації та зростання до його поширеності. Проведені дослідження показали зростання нерівномірності в показниках стоматологічного здоров'я в населення багатьох європейських країн. Діти з родин із низьким соціально-економічним статусом та з етнічних меншин, в соціально-незахищених верствах населення, частіше страждають від порушення здоров'я порожнини рота, особливо на карієс. Якщо говорити про Західну та Центральну Європу, то стан здоров'я порожнини рота мешканців європейських країн є відносно добрим порівняно з іншими континентами, водночас нерівність за цим показником існує в усіх європейських країнах (Forster et al., 2018). Аналіз державної політики у сфері охорони здоров'я вказує, що переважна більшість європейських країн приділяють обмежену увагу нерівності в стоматологічному здоров'ї населення і відповідно потреба в дослідженні зміцнення здоров'я порожнини рота для розробки комплексних стратегій є визначеною [21-23].

Результати аналізу ефективності кроків в системах охорони здоров'я виявили окремі негативні тенденції, які зводять нанівець зусилля програм профілактики карієсу у населення. Проведені дослідження в Королівстві Нідерланди показали, що карієс зубів непропорційно вражає неблагополучні групи населення і може бути визначений як хвороба соціально-економічної нерівності та нерівності у здоров'ї. Діти дошкільного віку, які проживали в соціально неблагополучних районах, мали вищий ризик розвитку карієсу зубів. В тій же країні встановлено, що поширеність карієсу у 5-річних дітей, які походять з родин з низьким рівнем заможності, була 29,0%, тоді як поширеність карієсу у 5-річних дітей, які походили із заможних родин, становила 19,0%. Походження таких пацієнтів також відіграло неабияке значення – у п'ятирічних дітей, народжених від матерів-іммігранток, поширеність карієсу зубів становила 74,0%, а від матерів, народжених в Нідерландах, – 22,0%. Варто зазначити, що інтенсивність карієсу в дитинстві визначає

такий показник згодом у змінному та постійному прикусі, та з високою ймовірністю може впливати на загальний стан здоров'я індивіда та його якість життя. За даними проведених досліджень у 2020 році 29,0% дітей в країні жодного разу не відвідали лікаря-стоматолога, особливо в такій групі переважали діти 4-річного віку. Тому в Нідерландах схиляються до родинно-центричного підходу в плані організації профілактики стоматологічних захворювань у дитячого населення [24].

Значна кількість попередніх епідеміологічних та медико-соціальних досліджень були орієнтовані на детермінанти здоров'я на індивідуальному рівні, які дозволяли сформулювати стратегії індивідуальної поведінки пацієнта – як то гігієна порожнини рота та контроль рівня цукрів у харчових продуктах. Однак, такі підходи не спрацьовували у випадках дітей, що походили із соціально неблагополучних прошарків населення. Тому сьогодні все більше дослідників визнають потребу врахування соціальних детермінант стоматологічного здоров'я у дітей – таких як сімейний дохід, рівень освіти, статус зайнятості, житло, соціальна підтримка та стан здоров'я батьків і самої дитини. Тому розробка цієї проблеми призвела до інтенсифікації заходів комунальної профілактики стоматологічних захворювань (подібні підходи розвивалися в Україні ще в радянський період). Проведення заходів з навчання гігієни порожнини рота та застосування сполук фтору в закладах освіти для дітей спочатку виглядали максимально перспективним, але аналіз їх результатів не показує зменшення нерівності в стоматологічному здоров'ї в обраних груп населення. Qadri та співавт. (2018) у своїй роботі показали, що освітні заходи присвячені здоров'ю ротової порожнини були ефективними лише у дітей із вищим соціально-економічним статусом. Попередні дослідження також показали, що лише освітні програми, направлені на зміцнення здоров'я ротової порожнини, призводять до несуттєвих впливів на диспропорції стоматологічної захворюваності в досліджуваних громадах. Більш того, було висунуто припущення, що застосування лише освітніх заходів сприяє консервації проблеми в громаді. Тому обов'язковим є комплексування та локалізація програми профілактики стоматологічних захворювань у дітей для конкретної громади із врахуванням точок зору, потреб та можливостей зацікавлених сторін у розробці та запровадженні заходів з підвищення рівня стоматологічного здоров'я. Саме такий підхід може являти значну цінність для розуміння причин непропорційного впливу запроваджених заходів на здоров'я громади, і чому такі заходи є ефективними лише в окремих груп дітей, які проживають в такій громаді [25].

Успішним прикладом програм удосконалення підходів у громадському здоров'ї можна вважати програму «Childsmile», яка була запроваджена в Шотландії. В рамках зазначеної програми визначено співпрацю широкого кола зацікавлених учасників і передбачено впровадження програмних дій в роботу освітніх та закладів охорони здоров'я, громадських установ та організацій. І такий підхід дозволив ефективно залучити до профілактичних заходів і дітей із соціально неблагополучних родин та домогосподарств з низьким соціально-економічним рівнем. Така програма передбачає взаємодію педагогічного персоналу, вихователів дошкільних закладів, середнього медичного персоналу, лікарів-стоматологів та соціальних працівників [26].

### ***Нерівномірна ефективність профілактичних заходів – нерівність в стані стоматологічного здоров'я населення***

Якщо оцінити результати соціологічних досліджень, проведених серед фахівців, залучених до профілактичних програм у галузі стоматологічного здоров'я, то можна встановити, що більшість опитаних повідомляли, що у дітей із незадовільним рівнем стоматологічного здоров'я виникнення захворювань порожнини рота в першу чергу пов'язано із нездоровим харчуванням, недотриманням правил догляду за порожниною рота (перш за все – чищення зубів) та відсутністю у батьків дітей відповідних навичок аби з такою проблемою впоратися, низькою грамотністю батьків з питань догляду за порожниною рота й наявністю щоденних та побутових проблем в родині. Окрім того, фахівці вважали додатковими факторами ризику недостатню увагу до профілактичної діяльності зі сторони стоматологічних закладів охорони здоров'я, місцевих органів управління охороною здоров'я та соціального захисту. Саме батьки дитини найбільш відповідальні за стан здоров'я порожнини рота дітей, але в більшості досліджень вказано, що різні несприятливі життєві обставини у вразливих сім'ях та відсутність належної соціальної підтримки є суттєвими перешкодами для досягнення контролю за стоматологічними захворюваннями. Навіть за наявності розуміння своєї ролі в налагодженні ефективного впливу на локальну стоматологічну захворюваність населення зі сторони лікарів-стоматологів, закладів охорони здоров'я, педагогів та вихователів дошкільних закладів освіти реалізація профілактичних програм може наштовхнутися на перешкоди, пов'язані з налагодженням співпраці з цільовими групами населення, мотивацією сімей, інтеграцією дитячого здоров'я порожнини рота в нестоматологічний сектор охорони здоров'я та недостатнім рівнем знань та мотивацією соціальних служб у плані забезпечення профілактики стоматологічних захворювань [27, 28].

Варто також відзначити, що в багатьох дослідженнях соціально незахищені верстви населення відображаються як «нездорові» та «проблемні», з притаманними «девіантними» рисами особистості та «несприятливою» культурою. За наявності підтверджених наукових фактів щодо вищих рівнів стоматологічної захворюваності у дітей з соціально вразливих сімей несправедливо припускати, що такі родини просто нездатні дотримуватися заходів профілактики карієсу та уражень пародонту. В деяких випадках саме середовище проживання не сприяє підтримці здорового способу життя. Тому, при описі та аналізі такої проблеми варто бути доволі обережними аби ненавмисно не стигматизувати об'єкти дослідження як «проблематичних», «нездорових» або «важкодоступних». В будь-якому випадку доцільно розглядати індивідуальні потреби, які стосуються стоматологічного здоров'я, в контексті побуту та проблем, з якими стикаються такі родини. Тому саме врахування навколишніх соціальних і контекстуальних факторів дозволяє реально визначити складні умови для впровадження та реалізації профілактичних заходів [29].

До певного часу переважна більшість фахівців, залучених до реалізації профілактичних програм стоматологічного профілю, вважали освітню комунікаційну стратегію, орієнтовану на сім'ю, багатонадійною, оскільки побутувала думка, що соціально вразливі сім'ї повинні змінити свою поведінку щодо здоров'я порожнини рота. Такі, так звані «стратегії звинувачення жертви» припускають, що знання та навички автоматично призводять до зміни поведінки, та на жаль такого не стається [24].

P.E. Petersen та S. Kwan (2010) вважали, що індивідуальні стратегії навчання по впливу на стоматологічне здоров'я можуть мати обмежений вплив на сім'ї, які живуть у несприятливих умовах, оскільки не враховуються ширші соціальні детермінанти незадовільного здоров'я порожнини рота у дітей дошкільного віку. Діти, які ростуть у більш заможних домогосподарствах, можуть отримати більше користі від інформаційних підходів у профілактиці стоматологічних захворювань, ніж діти з соціально незахищених груп населення [30]. J. Albino та T. Tiwari (2016) критикували такі інформаційні освітні заходи за їх виключне зосередження на наданні інформації про забезпечення належного рівня стоматологічного здоров'я батькам дітей із цільової групи, без урахування їхніх сімейних обставин [31]. Тому можна прийти до висновку, що популярні програми профілактики стоматологічних захворювань у дітей, які акцентовані тільки на санітарній освіті та знаннях про запобігання карієсу та захворювань пародонту, не призведуть до стійких змін у поведінці дітей та їх родин. Згідно з

роботою Y. Wagner та R. Heinrich-Weltzien (2017), налагодження міждисциплінарного співробітництва є ефективним підходом до профілактики карієсу у дітей п'ятирічного віку [32].

На прикладі Нідерландів при реалізації проєктів «Healthy Toddler Mouths» і «Giga Whole» можна помітити, що впровадження комплексного підходу на підвищення рівня стоматологічного здоров'я у немовлят (9–12 міс) потребує посилення співпраці соціальних служб, патронажних медсестер та стоматологічних закладів охорони здоров'я. Урядом Нідерландів така форма співпраці визнана одною із найбільш прогресивних багатооб'єктивних ініціатив, спрямованих на посилення міждисциплінарного підходу до покращення догляду за порожниною рота малих дітей в країні [33, 34].

G. Campus зі співавт. (2022) на основі проведених досліджень в Італії виявлену різницю в рівнях поширеності та інтенсивності карієсу зубів у дітей із різних соціально-економічних груп в ряді країн схильні пояснювати через наявність різниці в доступності до громадської стоматологічної допомоги, що поєднується із проблемами поведінки – прийом цукрів та інших легких вуглеводів, застосування сполук фтору та звичок по догляду за порожниною рота. Встановлено, що діти з домогосподарств з низьким доходом мають вищі показники захворюваності на карієс зубів, тоді як діти з домогосподарств з високими доходами – нижчі. Водночас, соціально-економічний статус пацієнтів та їх родин може бути вимірний за рядом показників – найважливішими є сукупний місячний дохід, працевлаштування та рівень освіти батьків. В цьому випадку показники захворюваності на карієс часто перебувають у зворотній залежності від рівня соціально-економічного статусу, є ознаки залежності також показників загальносоматичного здоров'я від соціальних градієнтів. Не можна говорити про лінійні залежності таких показників, але наявні відомості про кумулятивний ефект соціально-економічних, соціально-демографічних та «поведінкових» факторів [35-37].

Статус іммігранта також відіграє свою роль, незалежно від економічного розвитку країни та країни походження родини, особливо в розвитку карієсу тимчасових зубів. В родинях італійських іммігрантів відзначається зниження частоти чищення зубів у дітей на день, вищі обсяги споживання цукрів та низька частота відвідування стоматологічних закладів охорони здоров'я, в тому числі для профілактичних оглядів. Провідним фактором реалізації такого впливу вважають відсутність державного фінансування стоматологічної допомоги для населення та низьке охоплення таких соціальних груп добровільним медичним страхуванням. На фоні зниження негативних тенденцій

в макроекономічних показниках країни, що вплинуло на систему охорони здоров'я загалом, стоматологічна допомога дітям продовжує надаватися приватними практиками та оплачується безпосередньо з кишені батьків дитини. Тому дохід домогосподарств безпосередньо впливає на доступність стоматологічної медичної допомоги для дітей [11, 38].

Стосовно інших соціально-демографічних факторів, то автохтонні родини відрізняються від іммігрантів меншою кількістю дітей, також батьки таких дітей є старшими, до появи дитини вони вже здобули певну освіту та реалізували професійну кар'єру, тому умови для дітей в таких родинах є кращими, уваги до дітей та турботи про їх здоров'я безумовно є більше. Контроль за формуванням належних навичок та звичок по догляду за порожниною рота у таких дітей також є більш вираженим [39, 40].

S. M. Eirey, в ході дослідження проблеми дитячого карієсу в системі охорони здоров'я Іспанії, встановила, що стосовно зазначеної системи, то в її межах для пацієнтів віком від 0 до 16 років передбачено надання безоплатної стоматологічної медичної допомоги тільки в невідкладних випадках. Інші види стоматологічної допомоги, в тому числі й профілактика, фінансуються коштом батьків дітей і надаються вони в приватному секторі охорони здоров'я. Тривалі періоди економічної нестабільності в країні призводили до зростання безробіття, зниження доходів населення, зменшення бюджетних асигнувань та відповідно негативно впливали на доступність медичної допомоги для населення. Тому негативні макроекономічні показники в Іспанії достатньо негативно відображалися на статусі малозабезпечених верств населення. На прикладі світової економічної кризи 2008-го року тенденція зниження задоволеністю роботою системи охорони здоров'я спостерігалася в багатьох країнах ЄС – Німеччина, Великобританія, Ірландія, Греція та Іспанія. Водночас в зазначених країнах навіть спостерігалася зростання частоти суїцидів. В Іспанії серед вразливих верств населення загалом спостерігалася зростання уражень пародонту та зменшення випадків виконання профілактичних оглядів стоматолога, що є безпосереднім механізмом профілактичних впливів і на карієс зубів також. Зростала потреба у виконанні реставрацій окремих зубів та протезуванні зубних рядів [41].

Дослідження соціально-економічних аспектів стоматологічного здоров'я поза Західною Європою

В інших країнах світу увага соціально-економічним детермінантам стоматологічного здоров'я також приділяється, але не настільки масштабно. Так, за даними системи охорони здоров'я Китаю протягом останніх десяти років поширеність

карієсу у дітей 5-річного віку зросла із 66,0% до 70,9%. Умови для розвитку карієсу зубів та його профілактики в країні істотно відрізняються, оскільки Китай має велике населення, що складається із 56 етнічних груп, 55 національних меншин та панівної Ханьської групи. В різних регіонах країни наявні істотні відмінності в харчуванні та культурні особливості, які впливають на стоматологічне здоров'я дітей. Поряд зі швидким економічним розвитком в країні, що спостерігався до пандемії COVID 19, зростала й нерівномірність в рівні здоров'я у дітей. Навіть на сьогодні картина щодо стоматологічної захворюваності у дітей в сільській місцевості є неповною. Стосовно економічно нерозвинених регіонів країни (південно-західні райони Китаю), то отримані дані про вищі рівні поширення раннього карієсу у дітей у них, що пов'язують із демографічними проблемами, низьким рівнем заможності родини, особливостей вигодовування та харчування, рівнем розвитку навичок по догляду за порожниною рота, рівнем знань батьків про дотримання стоматологічного здоров'я та з умовами надання стоматологічної медичної допомоги [42, 43].

Стосовно етнічних меншин в КНР, то в них спостерігаються такі несприятливі фактори як дегруалізація ранньої стоматологічної медичної допомоги, нижчий рівень доходів домогосподарств, недостатнє розуміння важливості організації профілактики та своєчасного лікування карієсу у дітей зі сторони батьків, менші можливості по організації мультидисциплінарного підходу, нижча доступність до стоматологічної медичної допомоги.

Дитячий карієс зубів в Китаї залишається невирішеною та нерівномірною проблемою. Загальна статистика вказує на поширеність 50,8% в 3-річному віці, 63,6% в 4-річному та 71,9% у 5-річних дітей. Поширеність нелікованого карієсу в дітей значно відрізняється в різних регіонах – від 16,2% до 81,3%. І таку ситуацію дослідники теж схильні пояснювати наявним диспаритетом економічного розвитку регіонів, різною густиною населення та відповідно різним доступом до стоматологічної медичної допомоги та до профілактичних програм у сфері збереження здоров'я. Тому застосування лише усталених освітніх та комунальних заходів профілактики стоматологічних захворювань є недостатнім для подолання проблеми раннього й дитячого карієсу в Китаї [1, 43].

Згідно з проведеними дослідженнями, в сучасній Індії розвиток карієсу у молодшого дитячого та дошкільного віку модулюється в тому числі й соціальними факторами – таких, як рівень доходів родини, взаємовідносини із навколишньою громадою, міграційний статус, рівень освіченості матерів, статус родини, проведення навчання гігієни

порожнини рота, рівень спеціальних знань у батьків та їхнє віросповідання. Описано вірогідну кореляцію між раннім карієсом у дітей та віком самих дітей, тривалістю грудного вигодовування, частотою перекусів у респондентів, частотою чищення зубів та рівнем освіти батька та матері [1, 44].

За даними С. Okolo (2022) в Нігерії виявлена певна специфіка соціально-економічних детермінант стоматологічного здоров'я. В цій країні інша група населення – підлітки чоловічої статі, – є високо вразливими до карієсу зубів. Такий стан речей пов'язують із тим, що вони частіше перебувають не вдома, у них більше перекусів між основними прийомами їжі, тому вищий рівень вживання легких вуглеводів. Особливо така ситуація характерна для учнів ісламських шкіл, де діти мають тривалі перерви між заняттями і часто перебувають на вулиці, без нагляду дорослих та педагогів [45].

Дослідження, проведені в Еквадорі (ця південноамериканська країна є доволі «строкатою» в плані культури, національного складу та рівня доходів населення) показують, що країна має проблеми з недоїданням окремих верств населення, нездоровою культурою споживання легких вуглеводів, зростанням кількості випадків аліментарного ожиріння та раннього карієсу у дітей (близько 80,0% дітей віком 6 років мають каріозні ураження). Переважно, зниження рівня стоматологічного здоров'я відзначають в сільській місцевості та серед корінного населення країни – до 95,0% таких 6-річних дітей зазначених вражені карієсом зубів. Тому ряд публікацій вказують на вплив соціальних та економічних факторів та умов на розвиток карієсу зубів у дітей та акцентують увагу на важливості мультидисциплінарного та локалізованого до рівня громад принципу побудови програм стоматологічної профілактики, оскільки взаємодія лише з дітьми та матерями (освітні та санітарно-просвітницькі заходи) не призводять до суттєвого ефекту [46-49].

**Висновки.** Отже, на сьогодні соціально-економічні детермінанти стоматологічного здоров'я у дітей, підлітків та дорослих в загальноосвітньому масштабі досліджені нерівномірно та недостатньо глибоко. Переважно ми маємо можливість оперувати даними досліджень, проведених в розвинених країнах світу, економічних гігантів, і переважно зі «старого світу». Така ситуація створює потребу в градації визначення проблем для систем охорони здоров'я конкретних країн, та в розробці доволі широкого методологічного апарату для дослідження масштабів проблеми, розробки заходів впливу

на стоматологічне здоров'я дітей та підлітків та високої індивідуалізації й адаптації соціальних програмних продуктів в охороні здоров'я.

Практика обмеження профілактичних програм в галузі охорони здоров'я лише заходами індивідуального та колективного навчання та комунальною профілактикою не дозволяє нейтралізувати негативний вплив соціально-економічних умов, і навіть більше – поглиблює нерівність у стоматологічному здоров'ї в популяції, що визнано проблемою на рівні ВООЗ.

Основними соціально-економічними детермінантами стоматологічного здоров'я дітей можна вважати наступні: рівень економічного розвитку країни, доступність до медичної та стоматологічної допомоги (захист стоматологічного здоров'я на рівні законодавства, робота та рівень компенсацій зі сторони програм загальнообов'язкового та добровільного медичного страхування), рівень заможності родини, вік батьків, рівень освіти батьків, їх працевлаштування, кількість дітей в родині, міграційний статус родини та окремо – батьків, локальні особливості культури (що стосуються догляду за порожниною рота та харчування), доступність та рівень охоплення аудиторії освітніх та санітарно-просвітницьких заходів, локальні рівні розвитку системи закладів охорони здоров'я, наявність взаємодії між закладами охорони здоров'я, дошкільної та шкільної освіти та органами управління охороною здоров'я та соціальним захистом на рівні громад та ін.

Стосовно України, то наявність воєнного стану та продовження боїв в окремих частинах країнах спричинили цілий ряд демографічних та соціально-економічних процесів, виміряти та оцінити які можна буде лише через деякий час. Але, однозначно, наявна економічна криза, зниження рівня доходів населення, негативні демографічні процеси, ускладнення роботи в системі охорони здоров'я та інші фактори, які можна визначити як детермінанти стоматологічного здоров'я дітей, продовжують діяти. Тому очікувано, варто бути готовими до погіршення показників стоматологічного здоров'я на загальнонаціональному рівні та до роботи з подолання негативних наслідків цього.

**Перспективи подальших досліджень.** Соціально-економічні детермінанти стоматологічного здоров'я є малодослідженим напрямком у вітчизняній медицині, а з врахуванням різких змін в країні актуальність подібних досліджень в майбутньому зростатиме.

## References

1. An R, Li S, Li Q, Luo Y, Wu Z, Liu M, et al. Oral Health Behaviors and Oral Health-Related Quality of Life Among Dental Patients in China: A Cross-Sectional Study. *Patient Prefer Adherence*. 2022 Nov 7;16:3045-3058. PMID: 36387048. PMCID: PMC9651070. doi: 10.2147/PPA.S385386

2. Novak B, Matajcs M, Sangalli AE, Pruts H, Korpasova A, Leptos N, et al. Evaluation of Mobile and Community Dental Service Use among People Experiencing Homelessness. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(1):845. PMID: 36613167. PMCID: PMC9819721. doi: 10.3390/ijerph20010845
3. Fiorillo L. Oral Health: The First Step to Well-Being. *Medicina (Kaunas)*. 2019;55(10):676. PMID: 31591341. PMCID: PMC6843908. doi: 10.3390/medicina55100676
4. Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, et al. Oral diseases: a global public health challenge. *Lancet*. 2019;394(10194):249-260. PMID: 31327369. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31146-8
5. Amilani U, Jayasekara P, Carter HE, Senanayake S, Kularatna S. Key factors associated with oral health-related quality of life in Sri Lankan adolescents: a cross sectional study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):218. PMID: 33926434. PMCID: PMC8082852. doi: 10.1186/s12903-021-01569-1
6. Lam PPY, Chua H, Ekambaram M, Lo ECM, Yiu CKY. Does Early Childhood Caries Increase Caries Development among School Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(20):13459. PMID: 36294037. PMCID: PMC9603429. doi: 10.3390/ijerph192013459
7. Boyland E, McGale L, Maden M, Hounsborne J, Boland A, Angus K, et al. Association of Food and Nonalcoholic Beverage Marketing With Children and Adolescents' Eating Behaviors and Health: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr*. 2022;176(7):e221037. PMID: 35499839. PMCID: PMC9062773. doi: 10.1001/jamapediatrics.2022.1037
8. Hajek A, König HH. Oral health-related quality of life, probable depression and probable anxiety: evidence from a representative survey in Germany. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):9. PMID: 35034663. PMCID: PMC8761375. doi: 10.1186/s12903-022-02047-y
9. Aarabi G, Walther C, Kretzler B, Zwar L, König HH, Hajek A. Association between migration and oral health-related quality of life: results from a nationally representative online survey. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):309. PMID: 35883079. PMCID: PMC9321273. doi: 10.1186/s12903-022-02337-5
10. Uguru N, Onwujekwe O, Uguru C, Ogu U, Okwuosa C, Okeke C. Oral health-seeking behavior among different population groups in Enugu Nigeria. *PLoS One*. 2021;16(2):e0246164. PMID: 33524044. PMCID: PMC7850484. doi: 10.1371/journal.pone.0246164
11. WHO. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484>
12. Van Meijeren-van Lunteren AW, You Y, Raat H, Wolvius EB, Kragt L. Caries Preventive Interventions and Oral Health Inequalities: A Scoping Review. *JDR Clin Trans Res*. 2022;23800844221109116. PMID: 35912710. doi: 10.1177/23800844221109116
13. Skeie MS, Klock KS. Dental caries prevention strategies among children and adolescents with immigrant - or low socioeconomic backgrounds- do they work? A systematic review. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):20. PMID: 29415706. PMCID: PMC5803902. doi: 10.1186/s12903-018-0478-6
14. Shen A, Bernabé E, Sabbah W. Systematic Review of Intervention Studies Aiming at Reducing Inequality in Dental Caries among Children. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3):1300. PMID: 33535581. PMCID: PMC7908536. doi: 10.3390/ijerph18031300
15. Yousaf M, Aslam T, Saeed S, Sarfraz A, Sarfraz Z, Cherrez-Ojeda I. Individual, Family, and Socioeconomic Contributors to Dental Caries in Children from Low- and Middle-Income Countries. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(12):7114. PMID: 35742362. PMCID: PMC9222700. doi: 10.3390/ijerph19127114
16. Sabbagh HJ, Albeladi NH, Altabsh NZ, Bamashmous NO. Risk Factors Associated with Children Receiving Treatment at Emergency Dental Clinics: A Case-Control Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(2):1188. PMID: 36673944. PMCID: PMC9858666. doi: 10.3390/ijerph20021188
17. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W. Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression. *J Dent Res*. 2015;94(5):650-8. PMID: 25740856. doi: 10.1177/0022034515573272
18. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet*. 2007;369(9555):51-9. PMID: 17208642. doi: 10.1016/S0140-6736(07)60031-2
19. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, Tagami J, Twetman S, Tsakos G, Ismail A. Dental caries. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17030. PMID: 28540937. doi: 10.1038/nrdp.2017.30
20. Kanyura O, Bidenko N, Kolenko Yu, Filonenko V, Khrol N, Shpak D. Dosvid nadannya stomatologichnoyi dopomogy [Experience of providing dental care in the conditions of the military state]. *Actual Dentistry (Suchasna stomatologiya)*. 2022;3-4:38-44. [Ukrainian]. doi: 10.33295/1992-576X-2022-3-38
21. Schuller AA, Vermaire JH, van Kempen CPF, van Dommelen O, Verrips GHW. Een onderzoek naar mondgezondheid en preventief tandheelkundig gedrag van jeugdigen hoofdmeting 2017, een vervolg op de reeks tijz-onderzoeken. Leiden: TNO. 2018. No. 978-90-5986-489-4. 83 p. Available from: <https://research.rug.nl/en/publications/kies-voor-tanden-2017-een-onderzoek-naar-mondgezondheid-en-preven>

22. Forster T, Kentikelenis A, Bambra C. *Health inequalities in Europe: setting the stage for progressive policy action. Technical report*. Dublin: Foundation for European Progressive Studies and the Think Tank for Action on Social Change (TASC) 2018. 91 p. doi: 10.13140/RG.2.2.20665.21608
23. Lorenc T, Petticrew M, Welch V, Tugwell P. What types of interventions generate inequalities? Evidence from systematic reviews. *J Epidemiol Community Health*. 2013;67(2):190-3. PMID: 22875078. doi: 10.1136/jech-2012-201257
24. Balasooriyan A, Dedding C, Bonifácio CC, van der Veen MH. Professionals' perspectives on how to address persistent oral health inequality among young children: an exploratory multi-stakeholder analysis in a disadvantaged neighbourhood of Amsterdam, the Netherlands. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):488. PMID: 36376910. PMCID: PMC9664661. doi: 10.1186/s12903-022-02510-w
25. Qadri G, Alkilzy M, Franze M, Hoffmann W, Splieth C. School-based oral health education increases caries inequalities. *Community Dent Health*. 2018;35(3):153-159. PMID: 30106523. doi: 10.1922/CDH\_4145Qadri07
26. Childsmile Core Toothbrushing Programme. NHS Health Scotland. Available from: <https://www.child-smile.org.uk/>
27. Lems E. Engaging adolescents from disadvantaged neighbourhoods as knowledgeable social actors in health promotion. PhD thesis. Vrije Universiteit Amsterdam. 2020. 229 p. Available from: <https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/119841480/330334.pdf>
28. Blomma C, Krevers B. Important aspects of conducting an interdisciplinary public preventive oral health project for children in areas with low socioeconomic status: staff perspective. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):362. PMID: 33334322. PMCID: PMC7745486. doi: 10.1186/s12903-020-01352-8
29. Dijkstra I, Horstman K. "Known to be unhealthy": Exploring how social epidemiological research constructs the category of low socioeconomic status. *Soc Sci Med*. 2021;285:114263. PMID: 34411967. doi: 10.1016/j.socscimed.2021.114263
30. Petersen PE, Kwan S. Equity, social determinants and public health programmes--the case of oral health. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2011;39(6):481-7. PMID: 21623864. doi: 10.1111/j.1600-0528.2011.00623.x
31. Albino J, Tiwari T. Preventing Childhood Caries: A Review of Recent Behavioral Research. *J Dent Res*. 2016;95(1):35-42. PMID: 26438210. PMCID: PMC4700662. doi: 10.1177/0022034515609034
32. Wagner Y, Heinrich-Weltzien R. Evaluation of a regional German interdisciplinary oral health programme for children from birth to 5 years of age. *Clin Oral Investig*. 2017;21(1):225-235. PMID: 26979442. doi: 10.1007/s00784-016-1781-8
33. Schuller A, Verlinden A. Interventies ter bevordering van de mondgezondheid jeugd; stand van zaken GigaGaaf! Rapport in opdracht van het ministerie van VWS. R11201 ed. Leiden: TNO; 2017. 37 p. Available from: <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3A5af94622-5d41-44de-9d51-c8ca62c78438>
34. Bhatti A, Wray F, Eskyté I, Gray-Burrows KA, Owen J, Giles E, et al. HABIT (Health visitors delivering Advice in Britain on Infant Toothbrushing): a qualitative exploration of the acceptability of a complex oral health intervention. *BMC Prim Care*. 2022;23(1):55. PMID: 35346054. PMCID: PMC8962587. doi: 10.1186/s12875-022-01659-1
35. Campus G, Cocco F, Strohmer L, Wolf TG, Balian A, Arghittu A, et al. Inequalities in caries among pre-school Italian children with different background. *BMC Pediatr*. 2022;22(1):443. PMID: 35869462. PMCID: PMC9308358. doi: 10.1186/s12887-022-03470-4
36. Bencze Z, Mahrouseh N, Andrade CAS, Kovács N, Varga O. The Burden of Early Childhood Caries in Children under 5 Years Old in the European Union and Associated Risk Factors: An Ecological Study. *Nutrients*. 2021;13(2):455. PMID: 33573027. PMCID: PMC7911369. doi: 10.3390/nu13020455
37. Campus G, Cocco F, Strohmer L, Cagetti MG. Caries severity and socioeconomic inequalities in a nationwide setting: data from the Italian National pathfinder in 12-years children. *Sci Rep*. 2020;10(1):15622. PMID: 32973175. PMCID: PMC7515882. doi: 10.1038/s41598-020-72403-x
38. Julihn A, Cunha Soares F, Hjern A, Dahllöf G. Development level of the country of parental origin on dental caries in children of immigrant parents in Sweden. *Acta Paediatr*. 2021;8:2405-2414. PMID: 33876448. doi: 10.1111/apa.15882
39. Vega-López S, Armenta K, Eckert G, Maupomé G. Cross-Sectional Association between Behaviors Related to Sugar-Containing Foods and Dental Outcomes among Hispanic Immigrants. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(14):5095. PMID: 32679717. PMCID: PMC7400676. doi: 10.3390/ijerph17145095
40. Hämmig O, Gutzwiller F, Kawachi I. The contribution of lifestyle and work factors to social inequalities in self-rated health among the employed population in Switzerland. *Soc Sci Med*. 2014;121:74-84. PMID: 25310888. doi: 10.1016/j.socscimed.2014.09.041
41. Eirey SM, San-Roman-Montero J, Gil de Miguel A, Rojo R, López Sánchez AF. Effect of the 2008 economic crisis on oral health in Spain: analysis of serial cross-sectional, population-based health surveys. *BMJ Open*. 2022;12(12):e061947. PMID: 36517101. PMCID: PMC9756153. doi: 10.1136/bmjopen-2022-061947

42. Liu M, Song Q, Xu X, Lai G. Early childhood caries prevalence and associated factors among preschoolers aged 3-5 years in Xiangyun, China: A cross-sectional study. *Front Public Health*. 2022;10:959125. PMID: 36052000. PMCID: PMC9424677. doi: 10.3389/fpubh.2022.959125
43. Qu X, Houser SH, Tian M, Zhang Q, Pan J, Zhang W. Effects of early preventive dental visits and its associations with dental caries experience: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):150. PMID: 35488264. PMCID: PMC9052678. doi: 10.1186/s12903-022-02190-6
44. Chhabra C, Sogi HPS, Chhabra KG, Rana S, Gupta S, Sharma P. Social and behavioral determinants of early childhood caries: A cross-sectional study within region of Ambala, Haryana. *J Educ Health Promot*. 2022;11:168. PMID: 35847138; PMCID: PMC9277766. doi: 10.4103/jehp.jehp\_1060\_21
45. Okolo CC, Oredugba FA, Denloye OO, Adeyemo YI. Dental Caries Prevalence, Severity, and Pattern Among Male Adolescents in Kano, Nigeria. *J West Afr Coll Surg*. 2022;12(4):88-93. PMID: 36590770. PMCID: PMC9802605. doi: 10.4103/jwas.jwas\_101\_22
46. Chinnakotla B, Susarla SM, Mohan DC, Turton B, Husby HM, Morales CP, et al. Associations between Maternal Education and Child Nutrition and Oral Health in an Indigenous Population in Ecuador. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20(1):473. PMID: 36612796. PMCID: PMC9819843. doi: 10.3390/ijerph20010473
47. Rai NK, Tiwari T. Parental Factors Influencing the Development of Early Childhood Caries in Developing Nations: A Systematic Review. *Front Public Health*. 2018;6:64. PMID: 29616206. PMCID: PMC5865069. doi: 10.3389/fpubh.2018.00064
48. Folayan MO, El Tantawi M, Aly NM, Al-Batayneh OB, Schroth RJ, Castillo JL, et al. Association between early childhood caries and poverty in low and middle income countries. *BMC Oral Health*. 2020;20:8. PMID: 31906944. PMCID: PMC6945445. doi: 10.1186/s12903-019-0997-9
49. Paiva SM, Abreu-Placeres N, Camacho MEI, Frias AC, Tello G, Perazzo MF, Pucca-Júnior GA. Dental caries experience and its impact on quality of life in Latin American and Caribbean countries. *Braz Oral Res*. 2021;35(suppl 01):e052. PMID: 34076076. doi: 10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0052

UDC 312.6: 614.39: 616.31-053.2-02

### **Socio-Economic Determinants of Children`s Dental Health. Literature Review**

**Mochalov Iu. O.**

**Abstract.** *The purpose of the work was to study the world literature on the socio-economic determinants of dental health among children.*

**Materials and methods.** *An online information search was performed in the databases “PubMed”, “SciELO”, “Medcape” and “Science of Ukraine: access to knowledge” using the keywords “children caries”, “dental (oral) health”, “children and adolescents”, “social and economic determinants of health” with appropriate translations in foreign languages.*

**Results and discussion.** *At the global level, dental diseases lead to serious medical and economic consequences which manifest themselves in the form of a significant decrease in the quality of life. The foundations of the dental health level are laid in childhood and are strengthened in adolescence, so these age groups of the population are the main “target audience” for disease prevention measures, valeological research, sanitary and educational work and the formation of appropriate habits. Socio-economic determinants of dental health in children, adolescents and adults on a global scale have been studied unevenly. Mostly, the results of research performed in the developed countries of the world are available. Such a situation creates a need for rethinking approaches and methods for assessing the problem of health care systems in separate countries and changing the methods for developing measures to influence the dental health of children and adolescents with high individualization and adaptation of socially oriented program products in health care. Giving a priority in the development of preventive programs in the field of health care to only individual and collective training measures and communal prevention does not allow to neutralize the negative impact of socio-economic conditions, and even more – it deepens inequality in dental health in the population, which is recognized as a problem by the World Health Organization. With regard to Ukraine, the presence of martial law and the continuation of fighting in certain countries have caused a number of demographic and socio-economic processes, which will be measured and evaluated after some time. But, unequivocally, the existing economic crisis, a decrease in the level of income of the population, negative demographic processes, complications of work in the health care system and other factors that can be defined as determinants of children`s dental health continue to operate. Therefore, it is expected that we should be prepared for the deterioration of dental health indicators at the national level and the negative consequences of this.*

**Conclusion.** *The main socio-economic determinants of children`s dental health are recognized as: the level of economic development of the country, access to medical and dental care, the level of family wealth, the age and level of education of parents, their employment, the number of children in the family, the migration*

status of the family and separately – parents, local peculiarities of the culture of oral cavity care and nutrition, availability and level of coverage of educational and sanitary-educational measures, local levels of development of the system of health care institutions, effectiveness of interaction between health care institutions, education and social protection management bodies.

**Keywords:** children and adolescents, dental (oral) health, caries, socio-economic determinants, prevention.

**ORCID and contributionship:**

Iurii O. Mochalov : 0000-0002-5654-1725 <sup>A-F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Iurii O. Mochalov**

Uzhhorod National University,  
Department of Surgical Dentistry and Clinical Subjects  
16-A, Universitetsjka Str., Uzhhorod 880015, Ukraine  
phone: +380679943773, e-mail: yuriy.mochalov@uzhnu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 02.01.2023

Accepted 12.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.041

УДК 616.858-036.82:615.8

Нажар Салєх С. Х., Селезньова С. В.,  
Козинський О. В.,  
Мамедалієва Севиндж Алі-Кизи,  
Хіра Харпріт Сінгх

## ОСОБЛИВОСТІ VR-РЕАБІЛІТАЦІЇ У ПАЦІЄНТІВ З ХВОРОБОЮ ПАРКІНСОНА

Донецький національний медичний університет,  
Кропивницький, Україна

*Мета дослідження:* за даними літературних джерел визначити можливості й ефективність проведення VR-реабілітації у хворих із хворобою Паркінсона порівняно зі звичайним реабілітаційним втручанням.

*Матеріали і методи:* дослідження проведено за результатами вивчення та аналізу існуючих світових наукових досліджень із встановленням можливостей і ефективності проведення VR-реабілітації у хворих із хворобою Паркінсона порівняно зі звичайним реабілітаційним втручанням. Пошук інформації виконувався з використанням вітчизняних та закордонних інтернет-ресурсів мережі Google Scholar, PubMed, Medscape, баз даних Scopus і Web of Science, тощо.

*Результати та висновки.* Лікування при хворобі Паркінсона спрямовується на відновлення моторних і немоторних проявів, що корегується відповідними фармакологічними та хірургічними засобами, які без доповнення адекватним реабілітаційним втручанням є не повністю ефективними. Медикаментозна терапія є ефективною лише на перших етапах захворювання (деякі розлади й взагалі зовсім не реагують на фармакологічні засоби); а глибока стимуляція порушеної області мозку шляхом імплантування електродів при неправильному інтраопераційному їх розташуванні або невірних параметрах стимуляції може спровокувати додатково рухові та сенсорні розлади та інші побічні реакції. Фізична реабілітація при хворобі Паркінсона є ефективним доповненням до медикаментозної терапії та хірургічного втручання, а тривале реабілітаційне втручання ефективно покращує рухові здібності та когнітивні можливості при даному захворюванні. При хворобі Паркінсона реабілітаційні заходи, спрямовані на моторно-когнітивні взаємодії більш корисні на ранніх стадіях, що дає змогу покращити моторику та загальну повсякденну діяльність хворого в реальному житті. Однак, із прогресуванням хвороби Паркінсона моторно-когнітивні порушення значно обмежують здатність до навчання, тому воно спрямовується на змінені підкіркові та кортикальні механізми пластичності, що робить хворих особливо залежними від зовнішніх джерел зворотного зв'язку;

проблема чого досить добре нівелюється застосуванням VR реабілітаційних механізмів. Ефективність реабілітаційної VR-методики при хворобі Паркінсона визначається необхідністю обов'язкового врахування виниклих сенсорно-моторних і когнітивних порушень, точної оцінки ефективності реабілітаційних заходів, оптимізованої адаптації та безпеки для самого хворого.

При визначенні можливостей VR-реабілітаційних технологій у хворих із хворобою Паркінсона порівняно зі звичайним реабілітаційним втручанням було визначено, що дані технології є найбільш багатообіцяючими методами лікування та реабілітаційного втручання та ефективним інструментом для ревіталізації порушень та мають цілу низку переваг у реабілітації порушень ходи та рівноваги, когнітивних зрушень, покращенні якості життя та повсякденної діяльності хворих, нівелюванні нейропсихічної симптоматики, покращуючи пластичність рухових нервів і контроль над м'язами.

**Ключові слова:** хвороба Паркінсона, VR-реабілітація, реабілітаційне втручання, порушення ходи, порушення рівноваги, когнітивні функції.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами:** робота виконана згідно плану науково-дослідних робіт кафедри реабілітаційної та спортивної медицини Донецького національного медичного університету МОЗ України «Дослідження медико-соціальних моделей управлінської діяльності у лікувальних закладах в умовах реформування системи охорони здоров'я», № держ. реєстрації 0222U002853.

**Вступ.** Хвороба Паркінсона (ХП) є значно складним і поширеним прогресуючим мультисистемним нейродегенеративним захворюванням [1], що виникає через дегенеративні зміни у нервовій системі хворого [2] та провокує рухові та немоторні порушення, які охоплюють моторну, сенсомоторну та сенсорну сфери людини [3] через дисфункцію базальних гангліїв мозку [4]. Визначають, що ХП викликає порушення ініціації та виконання довільних рухів через дегенерацію чорної субстанції та смугастого шляху, що призводить до значних

труднощів повсякденної діяльності та погіршення якості життя хворих.

ХП є значно поширеним захворюванням, яке вражає більш ніж 6 млн людей у всьому світі, кількість яких постійно стрімко зростає [5]. Так, наприклад, за проведеними дослідженнями кількість хворих на ХП у Великій Британії з 145 тис. у 2018 році за прогнозами до 2025 року зростає до 168 тис. [6]. Визначається, що ХП уражує від однієї до двох осіб на 1000 населення, а її поширеність значно зростає з віком [7]. Так, захворюваність на ХП у осіб до 60 років складає від 0,13 % до 1,6 %, а у віці від 80 до 84 років – сягає 9,0 % [8].

Численні дослідження вказують, що основними порушеннями при ХП є рухові, які на перших етапах захворювання включають брадикінезію, ригідність, тремор і постуральну нестабільність; до яких з часом доєднуються й інші складні рухові розлади (наприклад, завмирання ходи). Визначається, що ХП порушує автоматизм рухів, ходу та рівновагу, що провокує зміну повсякденної мобільності навіть на ранніх стадіях захворювання [9, 10], через що при ХП досить часто відзначаються часті падіння хворих (в два-три рази частіше на відміну від здорових літніх людей) [11], що разом із зниженнями когнітивних функцій та іншими немоторними розладами (втома, апатія, тривога та депресія) створює досить значні проблеми для участі самих хворих в реабілітаційному процесі [12–14]. Дані проблеми при ХП спровоковані зниженнями можливостей моторного навчання через порушення функціонування смугастого тіла хворого, яке координує цілу низку когнітивних функцій, серед яких першочерговими є рухи та їх координація, можливість прийняття рішень, мотивація, тощо [15], для компенсації чого хворі з ХП застосовують альтернативні нейронні ланцюги, які залучають додаткову увагу, сенсорне та зорове стимулювання [16].

Таким чином, не дивлячись на те, що клінічний діагноз ХП базується на наявності брадикінезії та інших рухових розладів, дане захворювання є більш ніж простим руховим розладом [17], клінічні ознаки якого варіюють від моторних до сенсорних, а основними клінічними проявами є моторні (брадикінезія, дистонія, тремор і порушення постуральної рівноваги) та немоторні (зниження когнітивних функцій і депресія) [18].

З огляду на основні порушення, що виникають при ХП, її лікування спрямовується на відновлення моторних і немоторних проявів, що корегується відповідними фармакологічними та хірургічними засобами, які без доповнення адекватним реабілітаційним втручанням є не повністю ефективними [19]. Визначається, що медикаментозна терапія є ефективною лише протягом перших років після

розвитку ХП (деякі розлади й взагалі зовсім не реагують на фармакологічні засоби); а глибока стимуляція порушеної області мозку шляхом імплантування електродів в мозок при неправильному інтраопераційному розташуванні електрода або параметрів стимуляції може провокувати додатково рухові та сенсорні розлади та інші побічні реакції [20].

Тому, багатьма дослідженнями визначається, що фізична реабілітація при ХП є ефективним доповненням до медикаментозної терапії та хірургічного втручання, а тривале реабілітаційне втручання ефективно покращує рухові здібності та когнітивні можливості при ХП [21], задля чого останнім часом все більш частіше додатково застосовується методика віртуальної реальності (VR) [22]. Вчені вказують, що реабілітація хворих при ХП потребує обов'язкового врахування виниклих сенсорно-моторних і когнітивних порушень, точної оцінки ефективності реабілітаційних заходів, оптимізованої адаптації та (саме основне) безпеки для самого хворого [23].

Для реабілітації використовуються різні механізми, які включають індивідуальні чи групові вправи, ходьбу на землі та/або на біговій доріжці, тренування компенсаторних рухів, вправи на рівновагу, силові вправи, багатозадачні тренування, тощо [24, 25]. Дані багатьох досліджень визначають, що ці вправи значно покращують ходу та рівновагу хворих [26, 27], але, є значна варіабельність у ефективності даних заходів для окремих людей із ХП [28], наприклад, деякі втручання зменшують кількість падінь у хворих із легким перебігом захворювання, при цьому збільшуючи їх кількість при тяжкому перебігу [29].

**Мета дослідження:** за даними літературних джерел визначити можливості й ефективність проведення VR-реабілітації у хворих із хворобою Паркінсона порівняно зі звичайним реабілітаційним втручанням.

**Матеріал та методи:** дослідження проведено за результатами вивчення та аналізу існуючих світових наукових досліджень із встановленням можливостей і ефективності проведення VR-реабілітації у хворих із хворобою Паркінсона порівняно зі звичайним реабілітаційним втручанням. Пошук інформації виконувався з використанням вітчизняних та закордонних інтернет-ресурсів мережі Google Scholar, PubMed, Medscape, баз даних Scopus і Web of Science, тощо.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Ґрунтуючись на проведених дослідженнях було підтверджено, що при ХП реабілітаційні заходи, спрямовані на моторно-когнітивні взаємодії більш корисні на ранніх стадіях [31], що дає змогу покращити моторику та загальну повсякденну діяльність

хворого в реальному житті. Однак, із прогресуванням ХП моторно-когнітивні порушення значно обмежують здатність до навчання, тому навчання спрямовується на змінені підкіркові та кортикальні механізми пластичності, що робить хворих особливо залежними від зовнішніх джерел зворотного зв'язку; проблема чого досить добре нівелюється застосуванням VR реабілітаційних механізмів.

Ефективність використання VR реабілітації обумовлюється ще й тим, що існуючі звичайні підходи до реабілітаційного втручання на сьогодні ще дещо обмежені у повноцінному забезпеченні оптимального навчання при ХП, а поточний підхід до реабілітаційного втручання повністю не спроможний забезпечити оптимальні та ефективні результати [32, 33].

Численні дослідження довели, що штучний інтелект дає змогу отримати об'єктивні дані при виконанні завдань при ХП [34], через що технологія VR останнім часом стала однією з найбільш багатообіцяючих методів лікування та реабілітаційного втручання при ХП та ефективним інструментом для дослідження ревіталізації порушень, що може забезпечити зорові, слухові та соматосенсорні стимули. Вказується, що VR спроможне забезпечити хворих із ХП більшою сенсорною стимуляцією зі зворотним зв'язком у реальному часі під час конкретних завдань.

Основним завданням VR-реабілітації є виклик та/або тренування мозкових та поведінкових реакцій в контрольованій обстановці, що є повним замісником реального світу. Основною перевагою VR-реабілітації є повне «занурення» (повна інтеграція) хворого у віртуальне середовище [35], хоча, ступінь та механізми застосування VR-реабілітації ще й на сьогодні є джерелом багатьох дискусій та досліджень [36, 37]. В світовій літературі визначається, що VR має на увазі «застосування візуальних симуляцій, створених за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення, які імітують реальний світ або мислимі середовища, об'єкти та події в режимі реального часу та вимагають інтерактивності через поточні поведінкові реакції користувача».

Технологія VR як терапевтичний інструмент останніми роками постає темою багатьох досліджень в нейрореабілітації [2, 34, 38], які в основному стосуються відновлення порушень ходи та рівноваги [39–43]. Ця технологія є середовищем, що створено комп'ютером, у якому хворий сприймає, відчуває й взаємодіє як в реальному середовищі завдяки поєднанню стимуляції декількох сенсорних каналів (зір, звук і дотик) [44, 45]. Окрім цього, технологія VR визначає функціональний стан хворого до та після реабілітаційного втручання та

забезпечує постійний миттєвий зворотний зв'язок через доповнену реальність, яку вона забезпечує.

Проте VR є досить новою технологією, яка ще й на сьогодні в повній мірі не застосовується в клінічній практиці, а технологічні платформи та схеми лікування на основі VR-технології також знаходяться в стадії досліджень [46–49].

Так, Canning C. G. et al. [50] визначили, що VR-технологія є багатообіцяючим інструментом для вивчення та реабілітації порушень ходи та рівноваги при ХП і сформулювали основні моменти застосування VR при ХП:

- VR покращує розуміння поведінкових і нейронних механізмів відновлення ходи та рівноваги.
- Технологією VR можна маніпулювати таким чином, який неможливий та безпечний в реальному світі.
- VR-реабілітація значно покращує ходу та рівновагу при ХП.
- Застосування VR повинно бути адаптовано для надання персоналізованих втручань із залученням не тільки лікарів, а й технологічних експертів та самих хворих, що дозволить пацієнтам відчувати віртуальне середовище із зануренням або без нього [51].

Окрім цього, проведені дослідження підтвердили активну роль VR-технології при ХП та інсультній патології [52], когнітивних розладах і погіршенні якості життя у похилому віці [53], покращуючи функцію рівноваги та повсякденну діяльність [54] і стимулюючи покращення автобіографічної пам'яті [55]. При цьому, порівняно з традиційною реабілітацією VR має перевагу через можливість надання більшої індивідуальності реабілітаційного навчання.

Таким чином, на основі численних проведених досліджень були сформовані основні переваги [56–61] та недоліки [62] реабілітаційної роботи з хворими на ХП із використанням VR.

Так, серед основних клінічних переваг застосування VR при ХП визначаються:

- Сприяння нейропластичності та моторному навчанню.
- Індивідуальність моторно-когнітивних або лімбічних завдань, які спрямовані на зорову, слухову або тактильну стимуляцію, що є передумовою більш ефективних результатів.
- Сприяння індивідуалізації втручання.
- Практична реалізація виконання складних завдань у безпечному середовищі.
- Можливість безпечного маніпулювання сенсоромоторною стратегією тренування із застосуванням методики імерсійної VR (технології повного або часткового «занурення» у віртуальний світ).
- Вбудованість різноманітних варіацій завдань.

- Забезпеченість мультисенсорного зворотного зв'язку в реальному часі.
- Переваги практичного застосування:
- Портативність, широка доступність і певною мірою простота використання.
- Зменшення витрат і потреб в сторонньому догляді зі сприянням можливостей реабілітаційних втручань вдома.
- Значна мотиваційність, задоволеність та прийнятність.

Основними клінічними недоліками VR при ХП

є:

- Можливість провокування надмірної втоми.
- Підвищений ризик падінь або травм (за відсутності нагляду) в домашніх умовах.
- Можливість короточасного погіршення ходи при застосуванні імерсійної VR.
- Зорове перенапруження, короточасне запаморочення та втрата координації.
- Можливість посилення невідповідності стратегій рухової активності.
- Надмірність і залежність від зворотнього зв'язку, що провокує розвиток невпевненості спрямування уваги.
- Труднощі з навчанням користування системою VR.
- Недоліки практичного застосування:
- Неможливість налаштування рекреаційної системи відповідно до рівня здібностей хворого та її значна когнітивна та/або моторна складність.
- Технічні труднощі.
- Значна вартість і важкодоступність складних VR реабілітаційних систем.
- Труднощі з пошуком фізичного простору для VR реабілітаційних систем вдома.

#### Обговорення результатів дослідження.

Отримані результати щодо ефективності та доцільності VR-технологій при реабілітаційній роботі з хворими на ХП цілковито співпадають з іншими проведеними світовими дослідженнями. Так, Ying W. et al. [63] відзначили деяку відмінність в ефективності VR-втручання при ХП через різну амплітуду та ритмічність тремору на різних клінічних стадіях (шкала Hoehn-Yahr), а систематичний огляд [64, проведений Lei C. et al. визначив, що реабілітаційне навчання із застосуванням VR-технологій є більш ефективним (порівняно зі звичайним навчанням) у відновленні рухової функції, рівноваги, довжини кроку та швидкості руху, якості життя та нейропсихічної симптоматиці.

Інший метааналіз [65] визначив, що застосування VR-технологій в реабілітаційному втручанні порівняно зі звичайною реабілітацією призводить до більш значного покращення довжини кроку (стандартизована середня різниця (SMD) = 1,27 (95,0 % довірчі інтервали (ДІ) 0,38–2,16),  $p = 0,005$ ),

швидкості ходи (SMD = 1,43 (95,0 % ДІ = 0,51–2,34),  $p = 0,002$ ), рівноваги (SMD = 1,02 (95,0 % ДІ 0,38–1,65),  $p = 0,002$ ) та повсякденної діяльності (SMD = 0,96 (95,0 % ДІ 0,02–1,89),  $p < 0,05$ ) з вірогідним ( $p < 0,05$ ) покращенням рухових функцій, координації, когнітивних функцій та психічного здоров'я й якості життя.

Shen X. et al. [66] констатували, що VR-технологія генерує миттєвий зворотний зв'язок щодо аудіовізуальних почуттів і пропріоцепції хворого, що покращує відповідність та ефективність реабілітаційного втручання, а Rose T. et al. [34] зафіксували, що активне виконання VR-завдань підвищує пластичність рухових нервів і покращує контроль над м'язами.

Вищевказане було підтверджено й численними іншими дослідженнями щодо ефективності застосування VR-технології при реабілітації хворих із ХП. Так, Sampson P. et al. [67] констатували покращення рухової активності рук, а Mahajan H. P. et al. [68] та Yelshyna Darya et al. [69] виявили ефективність покращення здатності хворих сприймати свою просторову позицію.

Ефективність VR-реаблітації підтверджується й проведеними дослідженнями при інсультній патології та хворобі Альцгеймера [70], що вказує на ефективність даної реабілітації у напрямку покращення функції рівноваги та інших порушених функцій.

Інше дослідження [2] продемонструвало покращення ходи та рівноваги хворих із ХП за оцінкою шкали рівноваги Берга (BBS), шкали оцінювання часу підйому і ходьби (TUG) та шкали дослідження моторики (UPDRS3) і FGA шкали при використанні VR-тренувань і визначило позитивний вплив на покращення здатності до самообслуговування.

Дослідження Pazzaglia C. et al. [71] в свою чергу підтвердили, що VR-методика при ХП порівняно зі звичайною реабілітацією призводить до збільшення показника BBS до 45,6 (стандартне відхилення (SD) = 7,9) проти 49,2 (SD = 8,1) із середньою різницею 3,6 і 95,0 % ДІ 1,3–5,9;  $p = 0,003$ , показнику індексу динамічної ходи (DGI) до 18,7 (SD = 4,7) проти 20,2 (SD = 4,2), середня різниця 1,6 і 95,0 % ДІ 0,6–2,5;  $p = 0,003$  і розумового стану шкали оцінки якості життя SF-36 до 37,7 (SD = 11,4) проти 43,5 (SD = 9,2), середня різниця 5,8 і 95,0 % ДІ 0,4–11,3;  $p = 0,037$  та зниження оцінки функціональних обмежень руки, плеча та кисті (DASH) до 29,6 (SD = 17,5) проти 21,6 (SD = 15,1), середня різниця 7,9 і 95,0 % ДІ 13,7–2,2;  $p = 0,009$ .

**Висновки.** Таким чином, при визначенні можливостей VR-реабілітаційних технологій у хворих із ХП порівняно зі звичайним реабілітаційним втручанням було визначено, що дані технології є

найбільш багатообіцяючими методами лікування та реабілітаційного втручання та ефективним інструментом для ревіталізації порушень та мають цілу низку переваг у реабілітації порушень ходи та рівноваги, когнітивних зрушень, покращенні якості життя та повсякденної діяльності хворих,

нівелюванні нейропсихічної симптоматики, покращуючи пластичність рухових нервів і контроль над м'язами.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у визначенні інших перспективних механізмів реабілітаційного втручання при ХП.

## References

1. Canning CG, Paul SS, Alice N. Prevention of falls in Parkinson's disease: a review of fall risk factors and the role of physical interventions. *Neurodegener Dis Manag*. 2014;3:203-221. PMID: 25095816. doi: 10.2217/nmt.14.22
2. Silva KG, De Freitas TB, Doná F, Ganança FF, Ferraz HB, Torriani-Pasin C, et al. Effects of virtual rehabilitation versus conventional physical therapy on postural control, gait, and cognition of patients with Parkinson's disease: study protocol for a randomized controlled feasibility trial. *Pilot Feasibility Stud*. 2017 Dec 6;3:68. PMID: 29225912. PMCID: PMC5719545. doi: 10.1186/s40814-017-0210-3
3. Abraham A, Duncan RP, Earhart GM. The Role of Mental Imagery in Parkinson's Disease Rehabilitation. *Brain Sciences*. 2021;11(2):185. PMID: 33540883. PMCID: PMC7913152. doi: 10.3390/brainsci11020185
4. Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease. *Lancet*. 2015;386:896-912. PMID: 25904081. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61393-3
5. GBD 2016 Parkinson's Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol*. 2018 Nov;17(11):939-953. PMID: 30287051. doi: 10.1016/S1474-4422(18)30295-3
6. Parkinson's U. K. The incidence and prevalence of Parkinson's in the UK. Results from the Clinical Practice Research Datalink Summary report. Available from: <https://www.parkinsons.org.uk/sites/default/files/2018-01/CS2960%20Incidence%20and%20prevalence%20report%20branding%20summary%20report.pdf>
7. Tysnes OB, Storstein A. Epidemiology of Parkinson's disease. *J Neural Transm (Vienna)*. 2017;124:901-905. PMID: 28150045. doi: 10.1007/s00702-017-1686-y
8. Nerius M, Fink A, Doblhammer G. Parkinson's disease in Germany: prevalence and incidence based on health claims data. *Acta Neurol Scand*. 2017;5:386-392. PMID: 27726128. PMCID: PMC5655709. doi: 10.1111/ane.12694
9. Del Din S, Godfrey A, Galna B, Lord S, Rochester L. Free-living gait characteristics in ageing and Parkinson's disease: impact of environment and ambulatory bout length. *J Neuroeng Rehabil*. 2016 May 12;13(1):46. PMID: 27175731. PMCID: PMC4866360. doi: 10.1186/s12984-016-0154-5
10. Ball N, Teo WP, Chandra S, Chapman J. Parkinson's disease and the environment. *Front Neurol*. 2019;19:218.
11. Fasano A, Canning CG, Hausdorff JM, Lord S, Rochester L. Falls in Parkinson's disease: a complex and evolving picture. *Mov Disord*. 2017 Nov;32(11):1524-1536. PMID: 29067726. doi: 10.1002/mds.27195
12. Lo Monaco MR, Petracca M, Weintraub D, Fusco D, Liperoti R, Zuccalà G, et al. Prevalence of impulsive-compulsive symptoms in elderly Parkinson's disease patients: a case-control study. *J Clin Psychiatry*. 2018 May/ Jun;79(3):17m11612. PMID: 29702754. doi: 10.4088/JCP.17m11612
13. Seppi K, Ray Chaudhuri K, Coelho M, Fox SH, Katzenschlager R, Perez Lloret S, et al; the collaborators of the Parkinson's Disease Update on Non-Motor Symptoms Study Group on behalf of the Movement Disorders Society Evidence-Based Medicine Committee. Update on treatments for nonmotor symptoms of Parkinson's disease - an evidence-based medicine review. *Mov Disord*. 2019 Feb;34(2):180-198. PMID: 30653247. PMCID: PMC6916382. doi: 10.1002/mds.27602
14. Strouwen C, Molenaar EALM, Münks L, Broeder S, Ginis P, Bloem BR, et al. Determinants of dual-task training effect size in Parkinson disease: who will benefit most? *J Neurol Phys Ther*. 2019 Jan;43(1):3-11. PMID: 30531381. doi: 10.1097/NPT.0000000000000247
15. Marinelli L, Trompetto C, Canneva S, Mori L, Nobili F, Fattapposta F, et al. Learning «How to Learn»: super declarative motor learning is impaired in Parkinson's disease. *Neural Plast*. 2017;2017:3162087. PMID: 28828186. PMCID: PMC5554559. doi: 10.1155/2017/3162087
16. Stuart S, Lord S, Hill E, Rochester L. Gait in Parkinson's disease: a visuo-cognitive challenge. *Neurosci Biobehav Rev*. 2016 Mar;62:76-88. PMID: 26773722. doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.01.002
17. Poewe W, Seppi K, Tanner CM, Halliday GM, Brundin P, Volkman J, et al. Parkinson disease. *Nat Rev Dis Primers*. 2017 Mar 23;3:17013. PMID: 28332488. doi: 10.1038/nrdp.2017.13
18. Rizos A, Martinez-Martin P, Odin P, Antonini A, Kessel B, Kozul TK, et al.; EUROPAR and the IPDMDS non-Motor PD Study Group. Characterizing motor and non-motor aspects of early-morning off periods in Parkinson's disease: An international multicenter study. *Parkinsonism Relat Disord*. 2014 Nov;20(11):1231-5. PMID: 25269446. doi: 10.1016/j.parkreldis.2014.09.013

19. Armstrong MJ, Okun MS. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. *JAMA*. 2020 Feb 11;323(6):548-560. PMID: 32044947. doi: 10.1001/jama.2019.22360
20. Baizabal-Carvallo JF, Jankovic J. Movement disorders induced by deep brain stimulation. *Parkinsonism Relat Disord*. 2016 Apr;25:1-9. PMID: 26806438. doi: 10.1016/j.parkreldis.2016.01.014
21. David FJ, Robichaud JA, Leurgans SE, Poon C, Kohrt WM, Goldman JG, et al. Exercise improves cognition in Parkinson's disease: The PRET-PD randomized, clinical trial. *Mov Disord*. 2015 Oct;30(12):1657-63. PMID: 26148003. PMCID: PMC4609235. doi: 10.1002/mds.26291
22. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. [Virtual reality for therapeutic purposes in stroke: A systematic review]. *Neurología (English Edition)*. 2016 May;31(4):255-77. [Spanish]. PMID: 26321468. doi: 10.1016/j.nrl.2015.06.012
23. Mak MK, Wong-Yu IS, Shen X, Chung CL. Long-term effects of exercise and physical therapy in people with Parkinson disease. *Nat Rev Neurol*. 2017 Nov;13(11):689-703. PMID: 29027544. doi: 10.1038/nrneuro.2017.128
24. de Natale ER, Paulus KS, Aiello E, Sanna B, Manca A, Sotgiu G, et al. Dance therapy improves motor and cognitive functions in patients with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*. 2017;40(1):141-144. PMID: 27814308. doi: 10.3233/NRE-161399
25. Nonnekes J, Nieuwboer A. Towards personalized rehabilitation for gait impairments in Parkinson's disease. *J Parkinsons Dis*. 2018;8(s1):S101-S106. PMID: 30584154. PMCID: PMC6311370. doi: 10.3233/JPD-181464
26. Shen X, Wong-Yu IS, Mak MK. Effects of exercise on falls, balance, and gait ability in Parkinson's disease: a meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2016 Jul;30(6):512-27. PMID: 26493731. doi: 10.1177/1545968315613447
27. Strouwen C, Molenaar EALM, Münks L, Keus SHJ, Zijlmans JCM, Vandenberghe W, et al. Training dual tasks together or apart in Parkinson's disease: results from the DUALITY trial. *Mov Disord*. 2017 Aug;32(8):1201-1210. PMID: 28440888. doi: 10.1002/mds.27014
28. Löfgren N, Conradsson D, Joseph C, Leavy B, Hagströmer M, Franzén E. Factors associated with responsiveness to gait and balance training in people with Parkinson disease. *J Neurol Phys Ther*. 2019 Jan;43(1):42-49. PMID: 30531385. doi: 10.1097/NPT.0000000000000246
29. Chivers Seymour K, Pickering R, Rochester L, Roberts HC, Ballinger C, Hulbert S, et al. Multicentre, randomised controlled trial of PDSAFE, a physiotherapist-delivered fall prevention programme for people with Parkinson's / K. Chivers Seymour et al. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*. 2019 Jul;90(7):774-782. PMID: 30944149. PMCID: PMC6585265. doi: 10.1136/jnnp-2018-319448
30. Krakauer JW, Hadjiosif AM, Xu J, Wong AL, Haith AM. Motor learning. *Compr Physiol*. 2019 Mar 14;9(2):613-663. PMID: 30873583. doi: 10.1002/cphy.c170043
31. Ellis T, Rochester L. Mobilizing Parkinson's disease: the future of exercise. *J Parkinsons Dis*. 2018;8(s1):S95-S100. PMID: 30584167. PMCID: PMC6311359. doi: 10.3233/JPD-181489
32. Ellis TD, Dibble LE, Peterson DS. Moving beyond effectiveness. *J Neurol Phys Ther*. 2019 Jan;43(1):1-2. PMID: 30531380. doi: 10.1097/NPT.0000000000000248
33. Conradsson D, Nero H, Löfgren N, Hagströmer M, Franzén E. Monitoring training activity during gait-related balance exercise in individuals with Parkinson's disease: a proof-of-concept-study. *BMC Neurol*. 2017 Jan 31;17(1):19. PMID: 28143463. PMCID: PMC5282864. doi: 10.1186/s12883-017-0804-7
34. Rose T, Chang SN, Chen KB. Immersion of virtual reality for rehabilitation-Review. *Appl Ergon*. 2018 May;69:153-161. PMID: 29477323. doi: 10.1016/j.apergo.2018.01.009
35. Perez-Marcos D. Virtual reality experiences, embodiment, videogames and their dimensions in neurorehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*. 2018 Nov 26;15(1):113. PMID: 30477527. PMCID: PMC6258149. doi: 10.1186/s12984-018-0461-0
36. Tieri G, Morone G, Paolucci S, Iosa M. Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: facts, fiction and fallacies. *Expert Rev Med Devices*. 2018 Feb;15(2):107-117. PMID: 29313388. doi: 10.1080/17434440.2018.1425613
37. Beibei L, Qinneng D, Wusheng Z. Research progress on the role of virtual reality technology in rehabilitation of nervous system diseases. *Chin J Contemp Neurol Neurosurg*. 2018;03:222-225.
38. Bluett B, Bayram E, Litvan I. The virtual reality of Parkinson's disease freezing of gait: a systematic review. *Parkinsonism Relat Disord*. 2019 Apr;61:26-33. PMID: 30470656. PMCID: PMC6773254. doi: 10.1016/j.parkreldis.2018.11.013
39. Dockx K, Bekkers EM, Van den Bergh V, Ginis P, Rochester L, Hausdorff JM, et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Dec 21;12(12):CD010760. PMID: 28000926. PMCID: PMC6463967. doi: 10.1002/14651858.CD010760.pub2
40. Garcia-Agundez A, Folkerts AK, Konrad R, Caserman P, Tregel T, Goosses M, et al. Recent advances in rehabilitation for Parkinson's disease with exergames: a systematic review. *J Neuroeng Rehabil*. 2019 Jan 29;16(1):17. PMID: 30696453. PMCID: PMC6352377. doi: 10.1186/s12984-019-0492-1

41. Santos P, Scaldaferrri G, Santos L, Ribeiro N, Neto M, Melo A. Effects of the Nintendo Wii training on balance rehabilitation and quality of life of patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*. 2019;44(4):569-577. PMID: 31256088. doi: 10.3233/NRE-192700
42. Wang B, Shen M, Wang YX, He ZW, Chi SQ, Yang ZH. Effect of virtual reality on balance and gait ability in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2019 Jul;33(7):1130-1138. PMID: 31016994. doi: 10.1177/0269215519843174
43. Parsons TD, Gaggioli A, Riva G. Virtual Reality for Research in Social Neuroscience. *Brain Sci*. 2017 Apr 16;7(4):42. PMID: 28420150. PMCID: PMC5406699. doi: 10.3390/brainsci7040042
44. Pan X, Hamilton A. Why and how to use virtual reality to study human social interaction: The challenges of exploring a new research landscape. *Br J Psychol*. 2018 Aug;109(3):395-417. PMID: 29504117. PMCID: PMC6055846. doi: 10.1111/bjop.12290
45. Maidan I, Rosenberg-Katz K, Jacob Y, Giladi N, Hausdorff JM, Mirelman A. Disparate effects of training on brain activation in Parkinson disease. *Neurology*. 2017 Oct 24;89(17):1804-1810. PMID: 28954877. doi: 10.1212/WNL.0000000000004576
46. Baetzner AS, Wespi R, Hill Y, Gyllencreutz L, Sauter TC, Saveman BI, et al. Preparing medical first responders for crises: a systematic literature review of disaster training programs and their effectiveness. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2022 Dec 24;30(1):76. PMID: 36566227. doi: 10.1186/s13049-022-01056-8
47. Feng Z. Immersive Virtual Reality Serious Games for Evacuation Training and Research: A Systematic Literature Review. *Comput Educ*. 2018. P. 252-266. doi: 10.1016/j.compedu.2018.09.002
48. Freeman D, Haselton P, Freeman J, Spanlang B, Kishore S, Albery E, et al. Automated psychological therapy using immersive virtual reality for treatment of fear of heights: a single-blind, parallel-group, randomised controlled trial. *Lancet Psychiatry*. 2018 Aug;5(8):625-632. PMID: 30007519. doi: 10.1016/S2215-0366(18)30226-8
49. Reger GM, Smolenski D, Norr A, Katz A, Buck B, Rothbaum BO. Does Virtual Reality Increase Emotional Engagement During Exposure for PTSD? Subjective Distress During Prolonged and Virtual Reality Exposure Therapy. *J Anxiety Disord*. 2019 Jan;61:75-81. PMID: 29935999. doi: 10.1016/j.janxdis.2018.06.001
50. Canning CG, Allen NE, Nackaerts E, Paul SS, Nieuwboer A, Gilat M. Virtual reality in research and rehabilitation of gait and balance in Parkinson disease. *Nat Rev Neurol*. 2020 Aug;16(8):409-425. PMID: 32591756. doi: 10.1038/s41582-020-0370-2
51. Gallagher R, Damodaran H, Werner WG, Powell W, Deutsch JE. Auditory and visual cueing modulate cycling speed of older adults and persons with Parkinson's disease in a Virtual Cycling (V-Cycle) system. *J NeuroEngineering Rehabil*. 2016 Aug 19;13(1):77. PMID: 27543195. PMCID: PMC4992269. doi: 10.1186/s12984-016-0184-z
52. Iruthayarajah J, McIntyre A, Cotoi A, Macaluso S, Teasell R. The use of virtual reality for balance among individuals with chronic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil*. 2017 Jan;24(1):68-79. PMID: 27309680. doi: 10.1080/10749357.2016.1192361
53. Donath L, Rössler R, Faude O. Effects of Virtual Reality Training (Exergaming) Compared to Alternative Exercise Training and Passive Control on Standing Balance and Functional Mobility in Healthy Community-Dwelling Seniors: A Meta-Analytical Review. *Sports Med*. 2016 Sep;46(9):1293-309. PMID: 26886474. doi: 10.1007/s40279-016-0485-1
54. Xiaoxiao W, HongWei D, Hang L, AiHong W. Effects of Virtual Reality on Balance and Activities of Daily Living in Patients with Parkinson's Disease: A Meta-Analysis. *Chin J Rehabil Theory Pract*. 2017;12:1443-1449.
55. Benoit M, Guerchouche R, Petit PD, Chapoulie E, Manera V, Chaurasia G, et al. Is it possible to use highly realistic virtual reality in the elderly? A feasibility study with image-based rendering. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2015 Mar 3;11:557-63. PMID: 25834437. PMCID: PMC4357614. doi: 10.2147/NDT.S73179
56. Cano Porras D, Siemonsma P, Inzelberg R, Zeilig G, Plotnik M. Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: systematic review. *Neurology*. 2018 May 29;90(22):1017-1025. PMID: 29720544. doi: 10.1212/WNL.0000000000005603
57. De Keersmaecker E, Lefeber N, Geys M, Jaspers E, Kerckhofs E, Swinnen E. Virtual reality during gait training: does it improve gait function in persons with central nervous system movement disorders? A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*. 2019;44(1):43-66. PMID: 30814368. doi: 10.3233/NRE-182551
58. Hamilton C, Lovarini M, McCluskey A, Folly de Campos T, Hassett L. Experiences of therapists using feedback-based technology to improve physical function in rehabilitation settings: a qualitative systematic review. *Disabil Rehabil*. 2019 Jul;41(15):1739-1750. PMID: 29513052. doi: 10.1080/09638288.2018.1446187
59. Hassett L, van den Berg M, Allen N. *Everyday Technologies in Healthcare*. Florida US; 2019. p. 141-174.
60. Peterson SM, Rios E, Ferris DP. Transient visual perturbations boost short-term balance learning in virtual reality by modulating electrocortical activity. *J Neurophysiol*. 2018 Oct 1;120(4):1998-2010. PMID: 30044183. PMCID: PMC7054635. doi: 10.1152/jn.00292.2018

61. Weech S, Kenny S, Barnett-Cowan M. Presence and cybersickness in virtual reality are negatively related: a review. *Front Psychol*. 2019 Feb 4;10:158. PMID: 30778320. PMCID: PMC6369189. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00158
62. Wingham J, Adie K, Turner D, Schofield C, Pritchard C. Participant and caregiver experience of the Nintendo Wii Sports™ after stroke: qualitative study of the trial of Wii™ in stroke (TWIST). *Clin Rehabil*. 2015 Mar;29(3):295-305. PMID: 25125442. doi: 10.1177/0269215514542638
63. Ying W, Hua P, Fan J, Na C, Lei Z, Shuo Y. Analysis of tremor characteristics in patients with Parkinson's disease in different stages. *Chin J Neuroimmunol Neurol*. 2017;1:25-28. doi: 10.1016/j.jneuroim.2014.04.012
64. Lei C, Sunzi K, Dai F, Liu X, Wang Y, Zhang B, et al. Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. *PLoS One*. 2019 Nov 7;14(11):e0224819. PMID: 31697777. PMCID: PMC6837756. doi: 10.1371/journal.pone.0224819
65. Triegaardt J, Han TS, Sada C, Sharma S, Sharma P. The role of virtual reality on outcomes in rehabilitation of Parkinson's disease: meta-analysis and systematic review in 1031 participants. *Neurol Sci*. 2020 Mar;41(3):529-536. PMID: 31808000. PMCID: PMC7040061. doi: 10.1007/s10072-019-04144-3
66. Shen X, Mak MK. Balance and Gait Training With Augmented Feedback Improves Balance Confidence in People With Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2014 Jul;28(6):524-35. PMID: 24407915. doi: 10.1177/1545968313517752
67. Sampson P, Freeman C, Coote S, Demain S, Feys P, Meadmore K, et al. Using Functional Electrical Stimulation Mediated by Iterative Learning Control and Robotics to Improve Arm Movement for People With Multiple Sclerosis. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2016 Feb;24(2):235-48. PMID: 25823038. doi: 10.1109/TN-SRE.2015.2413906
68. Mahajan HP, Spaeth DM, Dicianno BE, Brown K, Cooper RA. Preliminary evaluation of variable compliance joystick for people with multiple sclerosis. *J Rehabil Res Dev*. 2014;51(6):951-62. PMID: 25356558. doi: 10.1682/jrrd.2013.01.0023
69. Yelshyna D, Gago MF, Bicho E, Fernandes V, Gago NF, Costa L, et al. Compensatory postural adjustments in Parkinson's disease assessed via a virtual reality environment. *Behav Brain Res*. 2016 Jan 1;296:384-392. PMID: 26304718. doi: 10.1016/j.bbr.2015.08.017
70. Zhen L, Xiuguo H, Jing S, Shaojun M. Virtual reality for improving balance in patients after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2016 May;30(5):432-40. PMID: 26141808. doi: 10.1177/02692155155936
71. Pazzaglia C, Imbimbo I, Tranchita E, Minganti C, Ricciardi D, Lo Monaco R, et al. Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial. *Physiotherapy*. 2020 Mar;106:36-42. PMID: 32026844. doi: 10.1016/j.physio.2019.12.007

**UDC 616.858-036.82:615.8**

### **Features of VR Rehabilitation in Patients with Parkinson's Disease**

**Nazhar Saleh S. Kh., Seleznyova S. V., Kozynskyi O. V.,  
Mamedalieva Sevinj Ali-Kyzy, Hira Harpreet Singh**

**Abstract.** *The purpose of the study was to determine the possibilities and effectiveness of VR rehabilitation in patients with Parkinson's disease compared to conventional rehabilitation intervention according to literature sources.*

**Materials and methods.** *The study was carried out based on the results of the research and analysis of existing global scientific studies with the establishment of the possibilities and effectiveness of VR rehabilitation in patients with Parkinson's disease compared to the usual rehabilitation intervention. The search for information was performed using domestic and foreign Internet resources such as Google Scholar, PubMed, Medscape, Scopus, Web of Science databases, etc.*

**Results and discussion.** *Treatment for Parkinson's disease is aimed at restoring motor and non-motor manifestations, which is corrected by appropriate pharmacological and surgical means, which are not fully effective without the addition of adequate rehabilitation interventions. Drug therapy is effective only in the first stages of the disease (some disorders do not respond to pharmacological agents at all); and deep stimulation of the affected area of the brain by implanting electrodes with their incorrect intraoperative location or incorrect stimulation parameters can provoke additional motor and sensory disorders and other adverse reactions. Physical rehabilitation in Parkinson's disease is an effective addition to drug therapy and surgery, and a long-term rehabilitation intervention effectively improves motor skills and cognitive abilities in this disease. In Parkinson's disease, rehabilitative measures aimed at motor-cognitive interactions are more useful in the early stages, which makes it possible to improve motor skills and general daily activities of the patient in real life. However, with the progression of Parkinson's disease, motor-cognitive impairments significantly limit the ability to learn, so it is directed at altered subcortical and cortical mechanisms of plasticity, which makes patients especially*

dependent on external sources of feedback. This problem is quite well leveled by the use of VR rehabilitation mechanisms. The effectiveness of rehabilitation with VR methodology in Parkinson's disease is determined by the need to take into account the arising sensory-motor and cognitive disorders, accurate assessment of the effectiveness of rehabilitation measures, optimized adaptation and safety for the patient himself.

**Conclusion.** When determining the possibilities of VR rehabilitation technologies in patients with Parkinson's disease compared to conventional rehabilitation intervention, it was determined that these technologies are the most promising methods of treatment and rehabilitation intervention and an effective tool for the revitalization of disorders, have a number of advantages in the rehabilitation of gait and balance disorders, cognitive shifts, improving the quality of life and daily activities of patients, leveling neuropsychic symptoms, improving the plasticity of motor nerves and muscle control.

**Keywords:** Parkinson's disease, VR rehabilitation, rehabilitation intervention, gait disorder, balance disorder, cognitive functions.

#### **Contributionship:**

S. Kh. Nazhar Saleh : A,B,D,E,F

Sofia V. Seleznyova : A,D,F

Olexander V. Kozynskyi : A,D

Sevinj Ali-Kyzy Mamedalieva : A,D

Hira Harpreet Singh : A,D

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### **CORRESPONDING AUTHOR**

##### **S. Kh. Nazhar Saleh**

Donetsk National Medical University,  
Department of Rehabilitation and Sports Medicine  
58, Korolenka Str., Kropyvnytskyi 25000, Ukraine  
phone: +380980279103, e-mail: dr.salehnazjar@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 15.12.2022

Accepted 03.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.050

UDC 615.8;628.5

Traverse Galina<sup>1</sup>, Horoshko Viktoriia<sup>1</sup>,Danylchenko Svitlana<sup>2</sup>

## The Effect of Physical Activity on the Secretory Function of Muscles and Bone Tissue in Humans

<sup>1</sup>National University Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic<sup>2</sup>Kherson State University, Kherson, Ukraine

*The purpose of the study* was to summarize new literature data on the effect of physical activity on the secretory function of skeletal muscles and their relationship with organs.

*Materials and methods.* Analytical methods were used in the study. The search for scientific information was carried out in databases of search systems.

*Results.* Muscles secrete proteins called myokines, which are involved in a variety of processes by interacting with tissues. Current research has shown that exercise, by stimulating the skeletal muscle system in vivo, leads to the release of myokines and causes several effects that explain the positive effect of exercise in the treatment of several diseases of the musculoskeletal system.

Skeletal muscles synthesize and secrete a wide range of myokines that contribute to various functions in organs, including the brain. Recent publications have focused much attention on one such myokine, the recently discovered protein irisin, which is secreted into the bloodstream from skeletal muscle during exercise from the membrane-bound precursor fibronectin type III. Irisin promotes metabolic processes such as glucose homeostasis and the darkening of white adipose tissue. Irisin also crosses the blood-brain barrier and initiates a neuroprotective genetic program in the hippocampus, which culminates in increased expression of brain-derived neurotrophic factors. Most studies report that irisin concentration is closely related to health status. For example, irisin levels are significantly lower in patients with obesity, osteoporosis/fracture, muscular atrophy, Alzheimer's disease, and cardiovascular disease.

Over the past decade, several myokines have been discovered, expanding our understanding of how muscles interact with other organs. In recent publications, a lot of attention is paid to the recently discovered protein irisin, which contributes to metabolic processes. A series of studies on irisin have provided new insights into the mechanisms of exercise to improve bone density, counteract cartilage degeneration, and maintain overall joint environmental homeostasis. These studies further contribute to the understanding of the role of exercise in the fight against osteoarthritis and may provide important

assistance in advancing the prevention and treatment of this common disease.

Research on the exercise-induced muscle factor irisin will help to better understand and explain the beneficial effects of exercise on maintaining physical health, especially in the fight against aging and age-related degenerative changes.

*Conclusion.* Thus, exercise-induced stimulation of bioactive cytokines increases muscle anabolism, bone formation, mitochondrial biogenesis, glucose utilization, and fatty acid oxidation, and reduces chronic inflammation.

**Keywords:** skeletal muscles, myokines, protein irisin, bone density, environmental homeostasis, age-related degenerative changes.

**Introduction.** The skeletal muscle is the largest organ of the body. Skeletal muscles are primarily characterized by their mechanical activity required for posture, movement, and respiration, which depend on the contractions of the muscle fibers. However, skeletal muscle is not just a component of the musculoskeletal system. During the last decade, skeletal muscle has been identified as a secretory organ. Muscles have been shown to secrete proteins called myokines that are involved in a variety of processes by interacting with other tissues. Current research has shown that exercises can stimulate the skeletal muscle system in vivo, inducing the release of myokines, and generating new insights to explain the beneficial effects of exercise in the treatment of several musculoskeletal disorders.

Exercise is known to have a beneficial effect on improving metabolic disorders, and a combined therapeutic regimen of regular exercise and drug treatment is often recommended. The biology of exercise is complex and involves various metabolic and molecular changes that lead to changes in substrate utilization, enzyme activation, and conversely, improved physical performance. Over the past few decades, several myokines have been discovered, such as interleukin-6, irisin, myostatin, interleukin-15, brain-derived neurotrophic factor,  $\beta$ -aminoisobutyric acid, leukemia-inhibiting meteorin-like factor, and secreted protein. acidic and rich in cysteine, according to secretome analysis. The existence of myokines has

expanded the understanding of how muscles interact with other organs, such as bones and brain, adipose tissue, and the liver, to exert the beneficial effects of exercise at a whole-body level [1].

As an endocrine organ, skeletal muscle synthesizes and secretes a wide range of myokines that contribute to various functions in various organs, including the brain. Much attention has been paid in recent publications to myosin, the recently discovered protein irisin, which is secreted into the bloodstream from skeletal muscle during exercise from its membrane-bound precursor type III fibronectin [2]. Irisin promotes metabolic processes such as glucose homeostasis and white adipose tissue darkening. Irisin also crosses the blood-brain barrier and initiates a neuroprotective genetic program in the hippocampus, which culminates in increased expression of brain-derived neurotrophic factors. Most studies report that irisin concentration is closely related to health status. For example, irisin levels are significantly lower in patients with obesity, osteoporosis/fractures, muscle atrophy, Alzheimer's disease, and cardiovascular disease [3].

Many authors provide a significant role in the effect of irisin on bone metabolism, namely, the role of irisin in the regulation of bone mineral density, and bone metabolism, as well as its role in homeostasis and metabolism of chondrocytes is considered. A series of studies on irisin have provided new insights into the mechanisms of exercise to improve bone density, counteract cartilage degeneration, and maintain overall joint environmental homeostasis. These studies further contribute to understanding the role of exercise in the fight against osteoarthritis and may provide important assistance in advancing the prevention and treatment of such a common disease as osteoarthritis [4, 5].

**The purpose of the study** was to summarize new literature data on the effect of physical activity on the secretory function of skeletal muscles and their relationship with other organs.

**Materials and methods.** Analytical and bibliosemantic methods were used in the study. The search for scientific information was carried out in databases of electronic search systems.

**Research results and discussion.** It is known that skeletal muscles and bones are related anatomically and physiologically and play a crucial role in human locomotion and metabolism. Historically, the relationship between muscle and bone has been viewed in light of mechanotransduction, which dictates that mechanical forces applied to muscle are transferred to the skeleton to initiate bone formation. However, these organs also interact through an endocrine system driven by a family of cytokines, namely myokines (derived from myocytes) and osteokines

(derived from bone cells). A third player in this biochemical crosstalk is adipose tissue and the secretion of adipokines (derived from adipocytes) [6].

Myokines, osteokines, and adipokines have local autocrine/paracrine effects, as well as through the endocrine system, regulating muscle, bone, and fat metabolism. Decreased physical activity and increased energy intake associated with aging lead to adipocyte hypertrophy and the involvement of immunological cells (macrophages). In turn, a decrease in physical activity releases pro-inflammatory adipokines, which cause chronic mild inflammation, a key link in the pathology of several diseases [7].

One of the chronic degenerative diseases of the musculoskeletal system is osteoarthritis (OA), which is characterized by pathological changes in articular structures, the frequency of this pathology increases with age. According to incomplete statistics, OA affects about 240 million people worldwide, which is about 3.8% of the total world population. The prevalence of OA is significantly higher among the elderly, and this prevalence among adults over 65 years of age is more than 1/3 of the general population [8, 9]. Its prevalence is expected to continue to rise significantly in the future, along with an aging population. OA has become a global public health problem.

Exercise is considered a key factor in the treatment of OA and is central to non-drug management. Physical activity is based on skeletal muscle activity, so exercise therapy may be effective in reducing pain associated with OA, improving physical function, and significantly reducing the risk of disability in OA. Remarkably, age does not seem to affect the benefits of exercise, and the improvement in joint function after exercise is similar in older and younger adults. In addition, exercise has been shown to delay skeletal sarcopenia and osteopenia and reduce the risk of diseases such as mechanical arthritis of the knee and hip that accompanies muscle loss [10]. Thus, exercise deserves further attention as a relatively safe treatment modality [11], but the mechanisms that modulate OA with exercise are still unclear.

Most studies have concluded that moderate-intensity resistance exercise significantly increases irisin levels [12]. However, different types of exercise showed very different effects on irisin induction. In a recent study, a resistance training experiment was designed for rats on a high-fat diet. After 12 weeks of training, in training rats, serum levels of total cholesterol and triglycerides decreased, and serum irisin concentrations increased. The authors suggested that the increased level of irisin in the blood serum of rats is associated with muscle contraction during exercise [13]. In a 2019 mouse experiment, exercise-induced irisin had an antioxidant stress effect and reduced smoking-induced emphysema [14].

It has recently been demonstrated that various types of exercise, including aerobic exercise, resistance and vibration exercise, and skeletal muscle electrical stimulation, increased irisin expression in the mouse myocardium. This resulted in the stimulation of mitochondrial phagocytosis, increased antioxidant function, and thus improved cardiac function with a more significant effect from resistance exercise. Resistance exercise plays an important role in increasing the serum concentration of irisin [15]. In addition, the study compared serum irisin levels at different stages of exercise in subjects with different levels of fitness in two different forms of exercise, cycling and sprinting, in detail. The researchers found that irisin expression was independent of the type of intense exercise and training status of the subjects, but that running caused a more sustained increase in irisin compared to cycling. The difference in the duration of irisin activation may be related to the higher rate of fat oxidation during running compared to cycling at the same relative intensity. A recent study reported that 35 minutes of high-intensity interval training during aerobic exercise induced a higher peak response to serum irisin in healthy adolescents compared to moderate, continuous-intensity exercise. High-intensity exercise induced a higher peak serum irisin response in healthy adolescents compared to moderate continuous exercise, while irisin induction was not evident with exercise in obese or overweight adolescents. Differences in the rate of fat oxidation provide a possible explanation for differences in irisin expression in different forms of exercise [16].

However, not all results of irisin modulation during exercise are consistent. Some studies have shown that chronic resistance training significantly reduced blood concentrations of irisin in a randomized controlled trial and that irisin also tended to decrease with endurance exercise. In the published literature, exercises that cause a decrease in serum irisin levels have included high-intensity circuit training, mixed physical training, intermittent sprint training, indoor aerobic training, and high-altitude mountaineering [17]. In addition, even in studies that report an increase in irisin levels after training, the timing of the increase in irisin levels is different. Additional research indicates that irisin activation occurs immediately after exercise. It has also been reported that the increase in irisin levels induced by short-term exercise in subcutaneous and visceral adipose tissue could persist for 1 week after exercise was stopped, and gradually returned to normal levels only 3 weeks after exercise was stopped.

Other authors have shown that cold environments can induce muscle tremors, which produce an irisin-raising effect similar to exercise. The study examined changes in serum irisin concentration after

swimming in cold water. Interestingly, when cold was combined with exercise, winter swimmers unexpectedly experienced a significant decrease in serum levels of irisin [18], possibly due to different tissue sources and the metabolic environment of irisin. In addition, physical exercise does not always play a positive role in the metabolic processes of the body and may cause increased expression of some inflammatory factors. Excessive exercise has been shown to cause the activation of inflammatory factors [19].

However, despite some controversy, the positive role of irisin in the regulation of exercise-induced metabolism is generally recognized. Interesting data were presented by several authors on the relationship between irisin and aging. It has been shown that exercise-induced expression of irisin is associated with resistance to aging. A rat study compared the effects of age and exercise on irisin levels in rat heart, liver, and plasma samples. The results showed that aging reduces the level of irisin in the above tissues. Regular exercise increased irisin expression in all analyzed tissues compared to a sedentary lifestyle [19]. Recent studies have also shown that irisin is associated with improved neurocognitive function in the elderly and plays a key role in the stimulatory effects of exercise on learning and memory [20].

Thus, irisin has been proven to play a role in several diseases associated with aging. Aging can cause a decrease in the ability of articular cartilage cells to repair, destabilize the cartilage extracellular matrix, and stimulate its degradation. At the same time, irisin causes bone remodeling in the subchondral bone, causing changes in the mechanical stress of the joint, while stopping the progression of osteoarthritis.

Another study showed that irisin enhances the action of the antioxidant enzyme superoxide dismutase. Exogenous irisin suppresses the expression of apoptotic proteins in the postischemic myocardium and inhibits inflammation markers in it. Irisin also supported exercise-induced selective autophagy, and irisin expression correlated with the expression of markers of mitochondrial division and mitochondrial phagocytosis in myotubes [21]. Molecular experiments have shown that irisin also regulates telomerase activity by inhibiting phosphorylation and increasing telomerase activity in senescent hepatocytes, activating autophagy and improving mitochondrial function [22]. A similar association has been demonstrated in articular chondrocytes. In chondrocytes cultured in three dimensions *in vitro*, treatment with p-irisin significantly reduced phosphorylation levels while significantly reducing inflammatory markers by inhibiting chondrocyte catabolism via extracellular mechanisms [23]. Therefore, irisin promotes a protective effect on chondrocyte mitochondria, increasing chondrocyte

survival in an inflammatory environment and promoting anabolism.

**Conclusion.** Exercise-induced stimulation of bioactive cytokines increases muscle anabolism, bone formation, mitochondrial biogenesis, glucose utilization, and fatty acid oxidation, and reduces chronic inflammation.

**Perspectives of further research.** Research on the exercise-induced muscle factor irisin will help to better understand and explain the beneficial effects of exercise on maintaining physical health, especially in the fight against aging and age-related degenerative changes.

## References

1. Babaei P, Azari HB. Exercise training improves memory performance in older adults: a narrative review of evidence and possible mechanisms. *Front Hum Neurosci.* 2021;15:771553. PMID: 35153701. PMCID: PMC8829997. doi: 10.3389/fnhum.2021.771553
2. Bains BS. Sarcopenia and locomotive disorders in the sedentary city lifestyle. *Int J Aging Health Mov.* 2020;1:8-12.
3. Belviranlı M, Okudan N. Exercise training increases cardiac, hepatic and circulating levels of brain-derived neurotrophic factor and irisin in young and aged rats. *Horm Mol Biol Clin Investig.* 2018 Oct 26;36(3). PMID: 30367793. doi: 10.1515/hmbci-2018-0053
4. Bi J, Yang L, Wang T, Zhang J, Li T, Ren Y, et al. Irisin improves the autophagy of aged hepatocytes via increasing telomerase activity in liver injury. *Oxid Med Cell Longev.* 2020 Jan 2;2020:6946037. PMID: 31976032. PMCID: PMC6959141. doi: 10.1155/2020/6946037
5. Bricca A, Harris LK, Jäger M, Smith SM, Juhl CB, Skou ST. Benefits and harms of exercise therapy in people with multimorbidity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Ageing Res Rev.* 2020 Nov;63:101166. PMID: 32896665. PMCID: PMC7116122. doi: 10.1016/j.arr.2020.101166
6. Colpitts BH, Rioux BV, Eadie AL, Brunt KR, Sénéchal M. Irisin response to acute moderate intensity exercise and high intensity interval training in youth of different obesity statuses: a randomized crossover trial. *Physiol Rep.* 2022 Feb;10(4):e15198. PMID: 35224871. PMCID: PMC8883234. doi: 10.14814/phy2.15198
7. Cosio PL, Crespo-Posadas M, Velarde-Sotres Á, Pelaez M. Effect of chronic resistance training on circulating irisin: systematic review and Meta-Analysis of randomized controlled trials. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Mar 3;18(5):2476. PMID: 33802329. PMCID: PMC7967601. doi: 10.3390/ijerph18052476
8. Hain BA, Waning DL. Bone-Muscle Crosstalk: Musculoskeletal Complications of Chemotherapy. *Curr Osteoporos Rep.* 2022 Dec;20(6):433-441. PMID: 36087213. doi: 10.1007/s11914-022-00749-4
9. Hawker GA. Osteoarthritis is a serious disease. *Clin Exp Rheumatol.* 2019;37(Suppl 120):3-6.
10. He Z, Li H, Han X, Zhou F, Du J, Yang Y, et al. Irisin inhibits osteocyte apoptosis by activating the Erk signaling pathway in vitro and attenuates ALCT-induced osteoarthritis in mice. *Bone.* 2020 Dec;141:115573. PMID: 32768686. doi: 10.1016/j.bone.2020.115573
11. He W, Wang P, Chen Q, Li C. Exercise enhances mitochondrial fission and mitophagy to improve myopathy following critical limb ischemia in elderly mice via the PGC1a/FNDC5/irisin pathway. *Skelet Muscle.* 2020 Sep 15;10(1):25. PMID: 32933582. PMCID: PMC7490877. doi: 10.1186/s13395-020-00245-2
12. Huh JY. The role of exercise-induced myokines in regulating metabolism. *Arch Pharm Res.* 2018 Jan;41(1):14-29. PMID: 29177585. doi: 10.1007/s12272-017-0994-y
13. Jandova T, Buendia-Romero A, Polanska H, Hola V, Rihova M, Vetrovsky T, et al. Long-Term effect of exercise on irisin blood Levels-Systematic review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel).* 2021 Oct 25;9(11):1438. PMID: 34828485. PMCID: PMC8618299. doi: 10.3390/healthcare9111438
14. Jodeiri Farshbaf M, Alviña K. Multiple Roles in Neuroprotection for the Exercise Derived Myokine Irisin. *Front Aging Neurosci.* 2021 Apr 16;13:649929. doi: 10.3389/fnagi.2021.649929. PMID: 33935687. PMCID: PMC8086837. doi: 10.3389/fnagi.2021.649929
15. Kirk B, Feehan J, Lombardi G, Duque G. Muscle, Bone, and Fat Crosstalk: the Biological Role of Myokines, Osteokines, and Adipokines. *Curr Osteoporos Rep.* 2020 Aug;18(4):388-400. PMID: 32529456. doi: 10.1007/s11914-020-00599-y
16. Kubo H, Asai K, Kojima K, Sugitani A, Kyomoto Y, Okamoto A, et al. Exercise ameliorates emphysema of cigarette Smoke-Induced COPD in mice through the Exercise-Irisin-Nrf2 axis. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2019 Nov 14;14:2507-2516. PMID: 31814716. PMCID: PMC6862806. doi: 10.2147/COPD.S226623
17. Liu L, Guo J, Chen X, Tong X, Xu J, Zou J. The role of irisin in Exercise-Mediated bone health. *Front Cell Dev Biol.* 2021;9:668759. PMID: 34017836. PMCID: PMC8129548. doi: 10.3389/fcell.2021.668759
18. Mu S, Ding D, Ji C, Wu Q, Xia Y, Zhou L, et al. Relationships between circulating irisin response to ice swimming and body composition in people with regular exercise experience. *Front Physiol.* 2021 Jan 13;11:596896. PMID: 33519505. PMCID: PMC7838676. doi: 10.3389/fphys.2020.596896

19. Ning K, Wang Z, Zhang XA. Exercise-induced modulation of myokine irisin in bone and cartilage tissue-Positive effects on osteoarthritis: A narrative review. *Front Aging Neurosci.* 2022 Aug 19;14:934406. PMID: 36062149. PMCID: PMC9439853. doi: 10.3389/fnagi.2022.934406
20. Qi JY, Yang LK, Wang XS, Wang M, Li XB, Feng B, et al. Mechanism of CNS regulation by irisin, a multifunctional protein. *Brain Res Bull.* 2022 Oct 1;188:11-20. PMID: 35850187. doi: 10.1016/j.brainresbull.2022.07.007
21. Sun LN, Li XL, Wang F, Zhang J, Wang DD, Yuan L, et al. High-intensity treadmill running impairs cognitive behavior and hippocampal synaptic plasticity of rats via activation of inflammatory response. *J Neurosci Res.* 2017;95:1611-1620. PMID: 27918079. doi: 10.1002/jnr.23996
22. Tavassoli H, Heidarianpour A, Hedayati M. The effects of resistance exercise training followed by de-training on irisin and some metabolic parameters in type 2 diabetic rat model. *Arch Physiol Biochem.* 2022;128:240-247. PMID: 31588806. doi: 10.1080/13813455.2019.1673432
23. Vadala G, Di Giacomo G, Ambrosio L, Cannata F, Cicione C, Papalia R, et al. Irisin recovers osteoarthritic chondrocytes in vitro. *Cells.* 2020 Jun 17;9(6):1478. PMID: 32560375. PMCID: PMC7348865. doi: 10.3390/cells9061478

УДК 615.8;628.5

### ВПЛИВ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА СЕКРЕТОРНУ ФУНКЦІЮ М'ЯЗІВ І КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ЛЮДИНИ

*Траверсе Г. М., Горошко В. І., Данильченко С. І.*

**Резюме.** Метою дослідження було узагальнення нових літературних даних про вплив фізичної активності на секреторну функцію скелетних м'язів та її зв'язок з іншими органами.

**Матеріали і методи.** У дослідженні використано аналітичний та бібліосемантичний методи. Пошук наукової інформації здійснювався в базах даних електронних пошукових систем.

**Результати.** Сучасні дослідження показують, що фізичні вправи стимулюють скелетну мускулатуру *in vivo*, що призводить до вивільнення міокінів та спричиняє низку ефектів, які пояснюють позитивні ефекти фізичних вправ у лікуванні багатьох захворювань опорно-рухового апарату. Скелетні м'язи синтезують і виділяють різні міокіни, які сприяють різним функціям органів, включаючи мозок. Іризин, який був синтезований порівняно нещодавно, виділяється зі скелетних м'язів під час фізичних вправ. Іризин сприяє таким метаболічним процесам, як гомеостаз глюкози і потемніння білої жирової тканини. Іризин також долає гематоенцефалічний бар'єр і ініціює програму нейропротекторного гена в гіпокампі. Це збільшує експресію нейротрофічного фактора мозку. Більшість досліджень показали, що рівень іризину тісно пов'язаний зі станом здоров'я. Останні публікації приділили багато уваги нещодавно відкритому білку іризину, який сприяє метаболічним процесам. Серія досліджень щодо іризину дозволила по-новому зрозуміти механізми впливу на покращення щільності кісткової тканини, протидії дегенерації хряща та підтримки загального екологічного гомеостазу суглобів. Ці дослідження можуть додатково сприяти розумінню ролі фізичних вправ у боротьбі з остеоартритом і надати важливу підтримку в проєктуванні профілактики та його лікування.

**Висновок.** Індукована фізичними вправами стимуляція біоактивних цитокінів збільшує анаболізм м'язів, формування кісток, мітохондріальний біогенез, утилізацію глюкози та окиснення жирних кислот, а також зменшує хронічне запалення. У перспективі розвитку дослідження іризину можуть краще пояснити сприятливий вплив фізичних вправ на підтримку фізичного здоров'я, особливо в боротьбі зі старінням і пов'язаними з віком дегенеративними змінами.

**Ключові слова:** скелетні м'язи, міокіни, іризин, щільність кісткової тканини, екологічний гомеостаз, вікові дегенеративні зміни.

#### ORCID and contributions:

Galina Traverse : 0000-0002-0905-7260 <sup>E,F</sup>

Viktoriiia Horoshko : 0000-0002-5244-5648 <sup>A,B,D,E,F</sup>

Svitlana I. Danylchenko : 0000-0001-5312-0231 <sup>D,F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Viktorii Horoshko**

National University Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic,  
Department of physical therapy, occupational therapy  
24, Pershotravneva Ave., Poltava 36011, Ukraine  
phone: +380508009184, e-mail: talgardat@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and the interrelations of coauthors of the article.*

Received 25.12.2022

Accepted 07.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

## СУЧАСНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ ПНЕВМОСКЛЕРОЗУ

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, Київ, Україна

*Мета* – аналіз літературних джерел з вивченням сучасних поглядів щодо відомостей про патогенетичні механізми формування пневмосклерозу.

*Матеріали та методи.* У дослідженні використано аналітичний та бібліосемантичний методи. Під час проведення наукового пошуку було проведено огляд та проаналізовано 39 джерел сучасної вітчизняної та зарубіжної літератури.

*Результати.* Пневмосклероз – це гетерогенна група хронічних, прогресуючих і невиліковних інтерстиціальних захворювань легенів, що характеризуються утворенням рубця та незворотнім руйнуванням легеневої паренхіми і супроводжується порушеннями еластичності та газообміну в патологічно змінених ділянках.

Механізм розвитку пневмосклерозу визначається його першопричинами. Існує 3 відмінних патологічних моделі легеневого фіброзу: звичайна інтерстиціальна пневмонія, фіброзна неспецифічна інтерстиціальна пневмонія та фіброз дихальних шляхів. Їх морфологічні відмінності базуються на розподілі фіброзу (дифузний або плямистий) та анатомічному розташуванні.

Розвиток легеневого фіброзу в більшості випадків є наслідком попереднього гострого запалення легенів, викликаного різними етіологічними чинниками, що при невчасно розпочатому або неправильно підбраному лікуванні викликає розростання фіброзної тканини в легенях.

Вважають, що появу і подальше прогресування легеневого фіброзу можна віднести до репаративних процесів після повторних ушкоджень альвеолярних епітеліальних клітин (АЕК) у відповідь на різні подразники, в тому числі на ушкодження. Втрата функції або зменшення кількості альвеолярних епітеліальних клітин може призвести до неправильного відновлення легеневої паренхіми, що може призвести до фіброзу. При пошкодженні АЕК можуть виділяти різні цитокіни, такі як трансформуючий фактор росту- $\beta 1$  (TGF- $\beta 1$ ), фактор некрозу пухлин- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) і тромбоцитарний фактор росту (PDGF). Ці цитокіни можуть сприяти проліферації фіброblastів.

На додаток до цитокінової відповіді, реакція легень на пошкодження включає стимулювання міофіброblastів, які при активації слугують первинною клітиною, що продукує колаген. Це призводить до масового відкладання колагену і в подальшому впливає на нормальну структуру та функцію легеневої тканини.

*Заклучення.* Пневмосклероз – прогресуюче захворювання легень, що призводить до морфофункціональної перебудови легеневої тканини. В ході роботи проаналізовано наявність трьох моделей розвитку фіброзу легеневої тканини. Незважаючи на тривалу історію вивчення та добре висвітлення проблеми у науковій літературі, в даний час механізми формування пневмосклерозу залишаються недостатньо вивченими.

**Ключові слова:** пневмофіброз, пневмосклероз, пневмонія, механізми.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота є фрагментом НДР «Молекулярно-генетичні механізми впливу гіпоксії на перебіг запалення та метаболічних розладів», № держ. реєстрації 0119U103909.

**Вступ.** Пневмосклероз – це гетерогенна група хронічних, прогресуючих і невиліковних інтерстиціальних захворювань легенів, що характеризуються утворенням рубця та незворотнім руйнуванням легеневої паренхіми [1-3] і супроводжується порушеннями еластичності та газообміну в патологічно змінених ділянках. Заміщення і розростання сполучної тканини викликає деформацію бронхіального дерева та ущільнення тканини. При розповсюджених процесах легені зменшуються в об'ємі, а обсяг повітря в них знижується. У медичній літературі, як синонім слова «пневмосклероз», можна зустріти іншу назву цієї патології – «пневмофіброз».

Пневмосклероз відноситься до групи хронічних, незворотних і часто смертельних інтерстиціальних захворювань легень, які виникають переважно у людей середнього та похилого віку [4] за відсутності або при недостатній фармакологічній корекції запальних процесів у легенях. Зрештою це призводить до небезпечних для життя структурних та функціональних змін у легеневій тканині [5].

На жаль, патогенез легеневого фіброзу ще недостатньо вивчений і відсутні ефективні терапевтичні засоби його лікування [6], тому важливо з'ясувати патогенез пневмосклерозу та визначити шляхи медикаментозної корекції.

Хоча сучасні методи лікування фіброзних захворювань, зазвичай, націлені на запальну реакцію, оскільки провідною причиною фіброзу є саме запалення [7], накопичуються докази того, що механізми, які керують фіброгенезом, відрізняються від механізмів, які регулюють запалення.

**Мета дослідження.** Аналіз літературних джерел з вивченням сучасних поглядів щодо відомостей про патогенетичні механізми формування пневмосклерозу.

**Матеріали та методи дослідження.** У дослідженні використано аналітичний та бібліосемантичний методи. Під час проведення наукового пошуку було проведено огляд та проаналізовано 39 джерел сучасної вітчизняної та зарубіжної літератури.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Механізми, що лежать в основі виникнення фіброзу до кінця не з'ясовані. Вважають, що появу і подальше прогресування легеневого фіброзу можна віднести до репаративних процесів після повторних ушкоджень АЕК у відповідь на різні подразники, в тому числі на ушкодження [1, 8]. Ці клітини є важливою групою клітин у паренхімі легень, які відповідають за багато аспектів регуляції запалення. Вони мають два підтипи: АЕК типу I (АЕК I) і АЕК типу II (АЕК II), що виконують різні функції. АЕК I утворюють простий плоский шар, який зазвичай оточує альвеолярний повітряний простір і бере участь у процесі газообміну. В той же час роль АЕК II більш складна. Вони можуть виробляти сурфактант – білково-ліпідний секрет, який знижує сили поверхневого натягу, що діють на альвеоли. Клітини АЕК II також слугують епітеліальними клітинами-попередниками, які здатні диференціюватися в клітини АЕК I. Втрата функції або зменшення кількості альвеолярних епітеліальних клітин може призвести до неправильного відновлення легеневої паренхіми, що може призвести до фіброзу [9].

При пошкодженні АЕК можуть виділяти різні цитокіни, такі як трансформуючий фактор росту- $\beta$ 1 (TGF- $\beta$ 1), фактор некрозу пухлин- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) і тромбоцитарний фактор росту (PDGF) [10, 11, 12]. Ці цитокіни можуть сприяти накопиченню фіброblastів кількома шляхами, наприклад, легенева епітеліально-мезенхімальна трансформація (EMT), проліферація мезенхімальних клітин та рекрутування циклічних фіброblastів. Останні дослідження показали тісний взаємозв'язок між EMT та розвитком і прогресуванням легеневого фіброзу [13]. У відповідь на різні подразники АЕК можуть перетворюватися на легеневі фіброblastи. При збільшенні кількості легневих фіброblastів, ступінь легеневого фіброзу також посилюється [14]. Попередні дослідження показують, що TGF- $\beta$ 1 є ключовим цитокіном в індукції EMT.

На додаток до цитокінової відповіді, реакція легень на пошкодження включає стимулювання міофіброblastів, які при активації слугують первинною клітиною, що продукує колаген. Це призводить до масового відкладення колагену і в подальшому впливає на нормальну структуру та функцію легеневої тканини [15].

Регуляція активації та проліферації міофіброblastів є складною процедурою, яка зараз досліджується. Відомо, що існує багато факторів, що сприяють їх диференціюванню, зокрема TGF- $\beta$ 1 через мікроРНК-133a [16] або через кіназу сімейства Src [17].

З'являються дані, що зміни у мітохондріях є критично важливим фактором при багатьох захворюваннях легень, що здатні викликати фіброз. Мітохондрії утворюють взаємозв'язані мережі, які швидко та безперервно змінюють свій розмір, щоб задовольняти потреби клітинного метаболізму. Зміни у мітохондріях можуть приводити до мітохондріальної дисфункції, збільшенню продукції активних форм кисню (АФК), зниженню продукції АТФ та часто викликають внутрішній апоптоз.

Загальноновизнано, що при легеневому фіброзі у фіброblastах підвищується аеробний гліколіз [18]. Також спостерігаються зміни, особливо в макрофагах легень, в окисненні жирних кислот [19]. Це сприяє профібротичній поляризації.

Хоча більша кількість досліджень була проведена на трьох основних типах клітин (АЕК, макрофагах легень та фіброblastах) у розвиток фіброзу можливий вклад інших клітин, таких як ендотеліальні клітини судин, гладком'язові клітини та фіброцити [20].

Захист АЕК, інгібування EMT, послаблення диференціювання міофіброblastів і обмеження відкладення колагену мають вирішальне значення для уповільнення прогресування легеневого фіброзу [21, 22, 23].

Окиснювальний стрес також є однією з причин, що може грати важливу роль у формуванні та прогресуванні легеневого фіброзу. Окиснювальний стрес – це напружений стан через дисбаланс між окиснювальною та антиокиснювальною системами [24]. Коли в організмі надлишкова кількість АФК або недостатня кількість антиоксидантів, це може викликати окиснювальний стрес, який приводить до ушкоджень тканин або клітин [25]. Окиснювальний стрес сприяє некрозу АЕК, індукуючи апоптоз епітеліальних клітин, регулюючи експресію цитокінів та беручи участь в EMT [26, 27, 28]. Більш того, специфічне окисне ушкодження фіброblastів легень може затримувати прогресування пневмофіброзу [29].

Для оцінки підозрюваного легеневого фіброзу проводиться біопсія легеневої тканини з її подальшим гістологічним дослідженням. Механізм розвитку пневмосклерозу визначається його першопричинами. Існує 3 відмінних патологічних моделі легеневого фіброзу: звичайна інтерстиціальна пневмонія, фіброзна неспецифічна інтерстиціальна пневмонія та фіброз дихальних шляхів. Їх морфологічні відмінності базуються на розподілі фіброзу (дифузний або плямистий) та анатомічно-морфологічній розташованні.

Модель звичайної інтерстиціальної пневмонії є особливою, оскільки ділянки фіброзу (субплевральні та парасептальні) чергуються з безпосередньо абсолютно нормальними ділянками (фіброз розташовується у вигляді вогнищ фібробластів на межі розділу щільного фіброзу та нормальної легеневої тканини). Будь-яка правдоподібна гіпотеза повинна мати можливість пояснити ці спостереження. Були запропоновані різноманітні патогенні механізми розвитку картини фіброзу звичайної інтерстиціальної пневмонії, причинами якої можуть бути інфекції, аутоімунні захворювання, інгаляційні ураження (в т.ч. куріння та аспірація), запалення, оксидантний стрес і аномальний каскад цитокінів та хемокінів. К.О. Леслі висунув інтригуючу гіпотезу про те, що ця модель фіброзу спричинена рецидивуючими тракційними ушкодженнями периферичних альвеол при старінні легеневої тканини [30].

Модель фіброзної неспецифічної інтерстиціальної пневмонії є відповіддю на процес системного захворювання та тісно пов'язана з кровотоком, на відміну від інгаляційного впливу або анатомічних структур. Це патологічний процес захворювання охоплює кожен квадратний сантиметр легеневої паренхіми. Той факт, що захворювання сполучної тканини є найпоширенішою етіологією (хронічний гіперчутливий пневмоніт, інфекційні хвороби легень, імунодефіцитні захворювання, лікована гостра травма легень, інтерстиціальний фіброз, пов'язаний з палінням, ідіопатична фіброзна неспецифічна інтерстиціальна пневмонія), з якою співвідноситься ця патологічна картина, підтверджує цю гіпотезу.

Група дослідників вважає, що ідіопатична неспецифічна інтерстиціальна пневмонія насправді представляє собою ще не повністю з'ясовану форму аутоімунного захворювання [31]. Це призвело до пропозиції терміну інтерстиціальна пневмонія з аутоімунними особливостями (IPAF), який був запропонований як складова для подальших досліджень пацієнтів з інтерстиціальною пневмонією та іншими аутоімунними захворюваннями, які наразі не відповідають визначеним критеріям для конкретного захворювання сполучної тканини [32].

Якщо причину не встановлено, пацієнтам ставиться діагноз ідіопатичної інтерстиціальної пневмонії (ІІП) з переважним фенотипом інтерстиціального фіброзу. Найбільш поширеним типом ІІП є ідіопатичний легеневий фіброз (ІЛФ) [6].

Третя модель патологічного фіброзу – це фіброз дихальних шляхів. Причинні фактори цієї моделі *дотепер* є предметом дискусій. Такий вид фіброзу викликають хронічний гіперчутливий пневмоніт, хронічні аспірації, захворювання сполучної тканини, куріння та інші види вдихання патогенних або шкідливих речовин [33]. Гістологічно він характеризується фіброзом дихальних шляхів, локалізованим перибронхіолярним

інтерстиціальним легеневим фіброзом і помірним лімфоцитарним альвеолітом у бронхоальвеолярному лаважі (БАЛ). Досі ведуться сперечання про те, чи є такий фіброз справжнім окремим підтипом ідіопатичної інтерстиціальної пневмонії або атипичним проявом інших форм інтерстиціальної пневмонії [34].

Для пояснення походження фіброзу кардинальне значення має вивчення тих факторів, які сприяють переходу гострого процесу в хронічний. Ці питання складають сутність патогенезу хронізації процесу. При цьому необхідно виділяти фактори, що передують або виникають під час гострого запального процесу. До таких патогенетичних факторів відносяться наступні: анатомічні та функціональні зміни бронхо-легеневого апарату та патологія верхніх дихальних шляхів, зниження місцевих захисних факторів, зниження системних механізмів неспецифічного та імунологічного захисту, розвиток аутоімунних процесів.

В патогенезі хронізації запального процесу приймають участь й інші фактори: токсемія та гіпоксемія, порушення мікроциркуляції в зоні запалення, зниження глюкокортикоїдної та підвищення мінералокортикоїдної функції кори надниркових залоз [35, 36].

Актуальними залишаються питання ролі молекулярних посередників імунних реакцій – сурфактантної системи, інтерлейкінів та локального бронхо-альвеолярного захисту у формуванні сприятливих умов для зтяжнього розсмоктування пневмонічного інфільтрату. Деякими дослідженнями було доведено, що зтяжний перебіг негоспітальної пневмонії, порівняно зі звичайним, супроводжується змінами імунної відповіді. Це проявляється зниженням рівнів Т-лімфоцитів хелперів, активованих Т- і В-лімфоцитів, збільшенням Т-супресорів; зменшенням рівнів ІЛ-2, ІЛ-4, ІFN- $\gamma$ , при збільшенні показників ІЛ-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$  та ІЛ-6 в сироватці крові. Формування та подальше прогресування зтяжнього перебігу негоспітальної пневмонії характеризується зниженням поверхнево-активної фракції системи сурфактанта легень, різким збільшенням рівнів ІЛ-6 у бронхо-альвеолярному вмісті та кількості CD95+. Первинними ознаками пролонгації перебігу негоспітальної пневмонії є достовірний дефіцит секреторного імуноглобуліну А та лізоциму в бронхо-альвеолярному вмісті, що підтверджує розлади локального захисного бар'єру слизових оболонок дихальних шляхів [37, 38].

Перелічені вище зміни створюють передумови до функціональних та незворотніх морфологічних механізмів розвитку зтяжнього перебігу пневмонії, що проявляються прогресуючим розростанням сполучної тканини легень, поглибленням блоку гемомікроциркуляторного русла, глибоким артераторним порушенням стінки альвеол із розвитком дистрофії та некрозу, різкою проліферацією

макрофагів та інфільтрацією ними стінки альвеол, інтерстицію та сполучної тканини, на відміну від звичайного перебігу патології [39].

**Заключення.** Пневмосклероз – прогресуюче захворювання легень, яке неухильно приводить до порушення структури легеневої тканини та дихальної недостатності. Незважаючи на тривалу історію вивчення та добре висвітлення проблеми у науковій літературі, в даний час механізми формування пневмосклерозу залишаються недостатньо

вивченими. Виявлення та уточнення особливостей розвитку структурних змін при пневмосклерозі має сприяти підвищенню ефективності шляхів корекції порушень морфо-функціонального стану легень і тим самим усуненню ускладнень після перенесеної пневмонії.

**Перспективи подальших досліджень** пов'язані з поглибленим вивченням питання попередження прогресування захворювання та пошук нових шляхів лікування.

## References

1. Richeldi L, Collard HR, Jones MG. Idiopathic pulmonary fibrosis. *Lancet*. 2017;389:1941-1952. PMID: 28365056. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30866-8
2. Martinez F, Collard H, Pardo A, Raghu G, Richeldi L, Selman M, et al. Idiopathic pulmonary fibrosis. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:170-174. PMID: 29052582. doi: 10.1038/nrdp.2017.74
3. Wolters PJ, Blackwell TS, Eickelberg O, Loyd JE, Kaminski N, Jenkins G, et al. Time for a change: Is idiopathic pulmonary fibrosis still idiopathic and only fibrotic? *Lancet Respir Med*. 2018;6:154-160. PMID: 29413083. doi: 10.1016/S2213-2600(18)30007-9
4. Sharif R. Overview of idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) and evidence-based guidelines. *Am J Manag Care*. 2017;23(11 Suppl):176-182. PMID: 28978212
5. Krauss E, Gehrken G, Drakopanagiotakis F, Tello S, Ruth CD, Maurer O, et al. Clinical characteristics of patients with familial idiopathic pulmonary fibrosis (f-IPF). *BMC Pulmon Med*. 2019;19(1):130. PMID: 31319833. PMCID: PMC6637501. doi: 10.1186/s12890-019-0895-6
6. Lederer DJ, Martinez FG. Idiopathic pulmonary fibrosis. *New Eng J Med*. 2018;378(19):1811-1823. PMID: 29742380. doi: 10.1056/NEJMra1705751
7. Distler JHW, Gyorfi AH, Ramanujam M, Whitfield ML, Konigshoff M, Lafyatis R. Shared and distinct mechanisms of fibrosis. *Nat Rev Rheumatol*. 2019;15:705-30. PMID: 31712723. doi: 10.1038/s41584-019-0322-7
8. Shi J, Zhou L, Wang X, Du J, Jiang M, Song Z, et al. KLF2 attenuates bleomycin-induced pulmonary fibrosis and inflammation with regulation of AP-1. *Biochem Biophys Res Commun*. 2018;495(1):20-26. PMID: 29079188. doi: 10.1016/j.bbrc.2017.10.114
9. Parimon T, Yao C, Stripp BR, Noble PW, Chen P. Alveolar epithelial type II cells as drivers of lung fibrosis in idiopathic pulmonary fibrosis. *Int J Mol Sci*. 2020;21:2269. PMID: 32218238. PMCID: PMC7177323. doi: 10.3390/ijms21072269
10. Lee CM, He CH, Park JW, Lee JH, Kamle S, Ma B, et al. Chitinase 1 regulates pulmonary fibrosis by modulating TGF- $\beta$ /SMAD7 pathway via TGFBRAP1 and FOXO3. *Life Sci Alliance*. 2019;2(3):e201900350. PMID: 31085559. PMCID: PMC6516052. doi: 10.26508/lsa.201900350
11. Hou J, Ma T, Cao H, Chen Y, Wang C, Chen X, et al. TNF- $\alpha$ -induced NF- $\kappa$ B activation promotes myofibroblast differentiation of LR-MSCs and exacerbates bleomycin-induced pulmonary fibrosis. *J Cell Physiol*. 2018 Mar;233(3):2409-2419. PMID: 28731277. doi: 10.1002/jcp.26112
12. Kishi M, Aono Y, Sato S, Koyama K, Azuma M, Abe S, et al. Blockade of platelet-derived growth factor receptor- $\beta$ , not receptor- $\alpha$  ameliorates bleomycin-induced pulmonary fibrosis in mice. *PLoS One*. 2018;13(12):e0209786. PMID: 30596712. PMCID: PMC6312310. doi: 10.1371/journal.pone.0209786
13. Saito A, Horie M, Nagase T. TGF- $\beta$  signaling in lung health and disease. *Int J Mol Sci*. 2018;19(8):2460. PMID: 30127261. PMCID: PMC6121238. doi: 10.3390/ijms19082460
14. Muthuramalingam K, Cho M, Kim Y. Cellular senescence and EMT crosstalk in bleomycin-induced pathogenesis of pulmonary fibrosis-an in vitro analysis. *Cell Biol Int*. 2019;44(2):477-487. PMID: 31631444. doi: 10.1002/cbin.11248
15. Zhang HX, Li YN, Wang XL, Ye CL, Zhu XY, Li HP, et al. Probucol ameliorates EMT and lung fibrosis through restoration of SIRT3 expression. *Pulmon Pharmacol Ther*. 2019;57:101803. PMID: 31085231. doi: 10.1016/j.pupt.2019.101803
16. Wei P, Xie Y, Abel PW, Huang Y, Ma Q, Li L, et al. Transforming growth factor (TGF)- $\beta$ 1-induced miR-133a inhibits myofibroblast differentiation and pulmonary fibrosis. *Cell Death Dis*. 2019;10:670. PMID: 31511493. PMCID: PMC6739313. doi: 10.1038/s41419-019-1873-x
17. Li H, Zhao C, Tian Y, Lu J, Zhang G, Liang S, et al. Src family kinases and pulmonary fibrosis: A review. *Biomed Pharmacother*. 2020;127:110183. PMID: 32388241. doi: 10.1016/j.biopha.2020.110183

18. Xie N, Tan Z, Banerjee S, Cui H, Ge J, Liu RM, et al. Glycolytic reprogramming in myofibroblast differentiation and lung fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015 Dec 15;192(12):1462-74. PMID: 26284610. PMCID: PMC4731722. doi: 10.1164/rccm.201504-0780OC
19. Gu L, Larson-Casey JL, Andrabi SA, Lee JH, Meza-Perez S, Randall TD, et al. Mitochondrial calcium uniporter regulates PGC-1 $\alpha$  expression to mediate metabolic reprogramming in pulmonary fibrosis. *Redox Biol*. 2019;26:101307. PMID: 31473487. PMCID: PMC6831865. doi: 10.1016/j.redox.2019.101307
20. Carraway MS, Suliman HB, Kliment C, Welty-Wolf KE, Oury TD, Piantadosi CA. Mitochondrial biogenesis in the pulmonary vasculature during inhalational lung injury and fibrosis. *Antioxidants Redox Signal*. 2008;10:269-275. PMID: 17999632. PMCID: PMC2268979. doi: 10.1089/ars.2007.1910
21. Lehmann M, Buhl L, Alsafadi HN, Klee S, Hermann S, Mutze K, et al. Differential effects of Nintedanib and Pirfenidone on lung alveolar epithelial cell function in ex vivo murine and human lung tissue cultures of pulmonary fibrosis. *Respir Res*. 2018;19(1):175. PMID: 30219058. PMCID: PMC6138909. doi: 10.1186/s12931-018-0876-y
22. Zhang Y, Guan L, Zheng Y, Mao L, Li S, Zhao J. Extracellular histones promote pulmonary fibrosis in patients with coal workers' pneumoconiosis. *J Occup Environ Med*. 2019;61(2):89-95. PMID: 30308624. doi: 10.1097/JOM.0000000000001473
23. Li Y, Gao Q, Xu K, Peng X, Yuan X, Jiang W, et al. Interleukin-37 attenuates bleomycin-induced pulmonary inflammation and fibrosis in mice. *Inflammation*. 2018 Oct;41(5):1772-1779. PMID: 29956068. doi: 10.1007/s10753-018-0820-9
24. Chainy GBN, Sahoo DK. Hormones and oxidative stress: an overview. *Free Radic Res*. 2020 Jan;54(1):1-26. PMID: 31868060. doi: 10.1080/10715762.2019.1702656
25. Yang S, Lian G. ROS and diseases: role in metabolism and energy supply. *Mol Cell Biochem*. 2020 Apr;467(1-2):1-12. PMID: 31813106. PMCID: PMC7089381. doi: 10.1007/s11010-019-03667-9
26. Hosseinzadeh A, Javad-Moosavi SA, Reiter RJ, Yarahmadi R, Ghaznavi H, Mehrzadi S. Oxidative/nitrosative stress, autophagy and apoptosis as therapeutic targets of melatonin in idiopathic pulmonary fibrosis. *Expert Opin Ther Targets*. 2018 Dec;22(12):1049-1061. PMID: 30445883. doi: 10.1080/14728222.2018.1541318
27. Mirzaee S, Mansouri E, Shirani M, Zeinvand-Lorestani M, Khodayar MJ. Diosmin ameliorative effects on oxidative stress and fibrosis in paraquat-induced lung injury in mice. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019 Dec;26(36):36468-36477. PMID: 31732951. doi: 10.1007/s11356-019-06572-2
28. Anathy V, Lahue KG, Chapman DG, Chia SB, Casey DT, Aboushousha R, et al. Reducing protein oxidation reverses lung fibrosis. *Nat Med*. 2018 Aug;24(8):1128-1135. PMID: 29988126. PMCID: PMC6204256. doi: 10.1038/s41591-018-0090-y
29. Yan B, Ma Z, Shi S, Hu Y, Ma T, Rong G, et al. Sulforaphane prevents bleomycin induced pulmonary fibrosis in mice by inhibiting oxidative stress via nuclear factor erythroid 2-related factor-2 activation. *Mol Med Rep*. 2017 Jun;15(6):4005-4014. PMID: 28487960. PMCID: PMC5436151. doi: 10.3892/mmr.2017.6546
30. Leslie KO. Idiopathic pulmonary fibrosis may be a disease of recurrent, tractional injury to the periphery of the aging lung: a unifying hypothesis regarding etiology and pathogenesis. *Arch Pathol Lab Med*. 2012;136(6):591-600. PMID: 22136526. doi: 10.5858/arpa.2011-0511-OA
31. Poletti V, Romagnoli M, Piciocchi S, Chilosi M. Current status of idiopathic nonspecific interstitial pneumonia. *Semin Respir Crit Care Med*. 2012;33(5):440-449. PMID: 23001799. doi: 10.1055/s-0032-1325155
32. Fischer A, Antoniou KM, Brown KK, Cadranel J, Corte TJ, Bois RM, et al. ERS/ATS Task Force on Undifferentiated Forms of CTD-ILD. An Official European Respiratory Society/American Thoracic Society research statement: interstitial pneumonia with autoimmune features. *Eur Respir J*. 2015;46(4):976-987. PMID: 26160873. doi: 10.1183/13993003.00150-2015
33. Kuranishi LT, Leslie KO, Ferreira RG, Coletta EAN, Storrer KM, Soares MR, et al. Airway-centered interstitial fibrosis: etiology, clinical findings and prognosis. *Respir Res*. 2015;16:55. PMID: 25956471. PMCID: PMC4429710. doi: 10.1186/s12931-015-0213-7
34. Valeyre D, Duchemann B, Nunes H, Uzunhan Y, Annesi-Maesano I. Interstitial lung diseases. In: *Respiratory Epidemiology*. Eds by Welte T, Annesi-Maesano I, Viegi G, Lundback B. 2014. Vol 65 of ERS Monograph, Chapter 6: ERS. doi: 10.1183/2312508X.10012913
35. Strachunski AS, Bilousov YuB, Kozlov SM, Eds. *Antibacterial therapy*. 2000. 190 p.
36. Tsarkova LM. Chronic pneumonia. In: *Diseases of the respiratory organs*. 2000. p. 441-449.
37. Ostrovs'ky MM. Rol' system surfaktantu lehen' ta interleykiniv u protsesi formuvannya zatyazhnoho perebihu pnevmoniy [The role of lung surfactant systems and interleukins in the formation of a protracted course of pneumonia]. *Pulmon J*. 2004;2:23-25. [Ukrainian]
38. Neyko YeM, Ostrovs'ky MM. Deyaki imunolohichni kryteriyi zvychnyoho ta zatyazhnoho perebihu pnevmoniy [Some immunological criteria of normal and prolonged course of pneumonia]. *Ukr Pulmon J*. 2002;2:32-34. [Ukrainian]

39. Del'tsova OI, Ostrovs'kyi MM. Morfolohichna kharakterystyka lehen' u khvorykh na nehospital'nu pnevmoniyu iz zvychnym ta zatyazhnym perebihom riznykh form tyazhkosti [Morphological characteristics of the lungs in patients with community-acquired pneumonia with the usual and protracted course of various forms of severity]. *Halytskyi Likars'kyi Visnyk*. 2004;1:45-48. [Ukrainian]

UDC 616.24-002

### Modern Knowledge of the Pathogenetic Mechanisms of Pulmonary Fibrosis Formation

Shapovalova A. S.

**Abstract.** *The purpose of the study was to analyze literary sources on the study of modern views on information about the pathogenetic mechanisms of the formation of pulmonary fibrosis.*

*Materials and methods.* Analytical and bibliosemantic methods were used in the research. During the scientific search, 39 sources of modern domestic and foreign literature were reviewed and analyzed.

*Results and discussion.* Pulmonary fibrosis is a heterogeneous group of chronic, progressive and incurable interstitial lung diseases characterized by scar formation and irreversible destruction of the lung parenchyma and is accompanied by disorders of elasticity and gas exchange in pathologically altered areas.

The mechanism of development of pulmonary fibrosis is determined by its root causes. There are three distinct pathologic patterns of pulmonary fibrosis: usual interstitial pneumonia, fibrotic nonspecific interstitial pneumonia, and airway fibrosis. Their morphological differences are based on the distribution of fibrosis (diffuse or spotty) and anatomical location.

The development of pulmonary fibrosis in most cases is a consequence of a previous acute inflammation of the lungs caused by various etiological factors, which in the case of untimely started or incorrectly selected treatment causes the deposition of fibrous tissue in the lungs.

It is believed that the appearance and subsequent progression of pulmonary fibrosis can be attributed to reparative processes after repeated injuries of alveolar epithelial cells in response to various stimuli, including injuries.

Loss of function or reduction in the number of alveolar epithelial cells can lead to improper repair of the lung parenchyma, which can lead to fibrosis. Various cytokines such as transforming growth factor- $\beta$ 1, tumor necrosis factor- $\alpha$ , and platelet-derived growth factor can be released when alveolar epithelial cells are damaged. These cytokines can promote the accumulation of fibroblasts.

In addition to the cytokine response, the lung's response to injury includes the stimulation of myofibroblasts, which when activated serve as the primary collagen-producing cell. This leads to massive deposition of collagen and subsequently affects the normal structure and function of lung tissue.

**Conclusion.** Pulmonary fibrosis is a progressive lung disease that leads to morpho-functional restructuring of lung tissue. In the course of the work, the presence of three models of the development of pulmonary fibrosis were analyzed. Despite the long history of study and good coverage of the problem in the scientific literature, currently the mechanisms of formation of pulmonary fibrosis remain insufficiently studied.

**Keywords:** pulmonary fibrosis, pneumonia, mechanisms.

#### ORCID and contributionship:

Anna Shapovalova : 0000-0003-4703-0090 <sup>A-F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,

C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,

E – Critical review, F – Final approval of the

#### CORRESPONDING AUTHOR

Anna Shapovalova

Bogomoletz Institute of Physiology, NAS of Ukraine,

Department of Hypoxia

4, Bogomoletz Str., Kyiv 01024, Ukraine

phone: +380990980470, e-mail: shapovalova.anna.sergeevna@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 19.12.2022

Accepted 10.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.062

UDC 611.81:613.98

*Bondarenko S. V.<sup>1</sup>, Dubina S. O.<sup>1</sup>,  
Serbin S. I.<sup>1</sup>, Khapchenkova D. S.<sup>1</sup>,  
Fedorova I. O.<sup>1</sup>, Koptev M. M.<sup>2</sup>,  
Danylchenko S. I.<sup>3</sup>*

## **Craniotopographic Characteristics of Sinuous-Liquor Relationships in Mature People**

<sup>1</sup>Donetsk National Medical University, Lyman, Ukraine

<sup>2</sup>Poltava State Medical University, Poltava, Ukraine

<sup>3</sup>Kherson State University, Kherson, Ukraine

*The purpose of the study* was to determine the craniotopographic (craniometric) indicators of sinuous-liquor relationships in the horizontal plane in people of the first and second periods of mature age, based on the maximum permissible depth of its introduction.

*Materials and methods.* The object of the study was the dura mater of the brain with its sinuses, the ventricles of the brain and the vault of the skull of mature people.

The study was performed on 100 corpses of people of different ages and gender with the manufacturing of native preparations of the brain with membranes and liquor structures. Of the indicated number of morphological objects, 70 preparations of veins and sinuses of the dura mater of the brain and 30 preparations of the cerebrospinal fluid system of the brain of mature people were made.

The study used such research methods as: macro- and micropreparation of anatomical objects of the brain; cranio- and morphometry of veins, sinuses of the dura mater of the brain and liquor structures of the brain; manufacturing of corrosive (acrylic) casts – preparations of veins, sinuses of the dura mater of the brain and liquor formations of the brain; injection technique; variational-statistical analysis of morphometric data; computer-graphic analysis.

*Results and discussion.* As a result of the study, it was found that the puncture of the central part of the lateral ventricle is better to be performed at the level of the bregma point, or between this point and the vertex (v). The puncture needle penetrates to a depth of 6.0–7.0 cm through the milling hole, which is displaced by 3.0–4.0 cm from the arrow line at an angle of 70–75°.

The obtained data make it possible to determine the most optimal craniometric puncture points of the cerebrospinal fluid system of the brain. To penetrate into the cavity of the anterior horn of the lateral ventricle, the metopion point is proposed, which is located at the intersection of the median plane of the head with the line connecting the most convex areas of the frontal humps.

The upper puncture of the lateral ventricle is better to be performed by puncturing at the bregma point (the point of connection of the sagittal and coronal sutures) 2.0 cm from the midline (sagittal plane); the needle is directed down and backwards and at a depth of 5–6 cm (taking into account that it is enlarged and stretched) it enters the ventricular cavity.

The suboccipital puncture or a puncture of the cerebellar-cerebral cistern must be performed between the opisthocranium and lambda points. The puncture needle is inserted to a depth of 6.0–7.5 cm, and the end of the needle is gradually lowered to the base of the skull.

*Conclusion.* The most optimal puncture points of the constituent parts of the cerebrospinal fluid system of the brain – the cavity of the anterior horn and the central part of the lateral ventricle, the cavity of the cerebellar-cerebral cistern – were determined using craniometric analysis.

**Keywords:** craniotopographic method, dura mater of the brain, venous sinuses, ventricles of the brain, shape of the structure of the head (skull).

**Introduction.** The clinical anatomy of the sinuous-liquor relationships of the brain is the most difficult and important section of modern neurosurgery. It is aimed at developing rational and effective methods for treatment of various defects of the head, skull, vascular and nervous formations [1–3].

First of all, this concerns abnormal shapes and sizes of the head, skull, hydrocephalus and other pathological conditions, when radical surgical treatment is needed. In these cases, it is necessary to normalize the outflow of cerebrospinal fluid or drain the cerebrospinal fluid system and, thus, reduce intracerebral pressure [4, 5].

Neuromorphology with clinical craniology are important directions of modern medicine, requiring new objects to study craniotopographic and craniometric features of the relationship between the structures of the brain and its vascular system [6].

The brain and its formations are the object of study from the standpoint of individual anatomical variability and the establishment of gender-age and typical features [7].

Based on this, it can be concluded that the issues of craniotopographic features of venous-liquor relationships in different parts of the brain, primarily in the context of the structural shape of the head (skull), are relevant for modern neuromorphology and clinical medicine.

**The purpose of the study** was to determine the craniotopographic (craniometric) indicators of the sinuous-liquor relationships in people of the first and second periods of mature age in the horizontal plane, which can be used in the future to justify the insertion of a puncture needle into the cavities of the lateral ventricles (their parts) and the cerebellar-cerebral cistern, based on the maximum permissible depth of its introduction.

**Materials and methods.** The material of this study was the dura mater of the brain (DMB) with its sinuses, the ventricles of the brain and the vault of the skull in people of the first and second periods of mature age.

This study was performed on 100 corpses of people of different ages and genders with the manufacturing of native preparations of the brain with membranes and liquor structures (**Table 1**).

This study was carried out on 100 corpses of people of different ages and genders with the manufacturing of native preparations of the brain with membranes and liquor structures in the conditions of the patho-anatomical departments of the Donetsk region (oblast) of the Department of Health of the Donetsk Regional State Administration and the Department of Human Anatomy of the Donetsk National Medical University (Lyman) for the time period of 2015–2017 (obtaining material), and 2017–2020 – data processing and summarizing.

The work was carried out in accordance with the requirements of the «Instructions on the forensic medical examination» (Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 6 of 01/17/1995), in accordance with the requirements and norms, a typical provision on

ethics of the Ministry of Health of Ukraine No. 690 of 09/23/2009, «The procedure for the removal of biological objects from the dead, whose bodies are subject to forensic examination and pathological examination, for scientific purposes» (2018).

The following methods were used in the study: macro- and micropreparation of anatomical objects of the brain; crani- and morphometry of veins, sinuses of the DMB and liquor structures of the brain; manufacturing of corrosive (acrylic) casts-preparations of veins, sinuses of the DMB and liquor formations of the brain; injection technique; variational-statistical analysis of morphometric data; computer-graphic analysis [7–18].

**Results and discussion.** Of the specified number of morphological objects, 70 preparations of veins and sinuses of the DMB and 30 preparations of the cerebrospinal fluid system of the brain of adults were made (**Table 1**).

**Table 1** – Gender-age and quantitative composition of the research objects

Periods	Gender	
	Male	Female
First mature	15	8
Second mature	45	32
Total	60	40

For each preparation, the head (cranial) index was calculated according to the formula:

$$\text{Ind} = \frac{\text{transverse dimension (width) of the skull (in cm)}}{\text{longitudinal dimension (length) of the skull (in cm)}} \times 100.$$

According to the teachings of V. M. Shevkunenko and his students, individual anatomical variability is a set of differences in the anatomical structure of the position of human organs, systems, and tissues [7].

On the basis of this teaching, according to his method (1935), at first the longitudinal size was determined using the craniocaliper from the glabella to the top of the external occipital protrusion – the inion, and the transverse size – between the distant points of the parietal humps (euryon). Thus, the head (cranial) index was obtained – that is, dolichocephals (dolichocephals), mesocephals (mesocranes), and brachycephals were determined.

Within the vault of the head (skull) there are transverse sinuses, which emerge from the drain of the sinuses and have a horizontal projection. Between the latitudinal parameters of these venous collectors and the lateral ventricles, there are appropriate ratios that have appropriate values for the rational puncture of their posterior horns (**Table 2**).

**Table 2** – Craniometric characteristics of venous-liquor formations of the brain in mature people in the horizontal plane (cm)

Research parameters	Head shape		Dolichocephals		Mesocephals		Brachycephals	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Width of the upper wall of the transverse sinus	0.7-0.8	0.6-0.7	0.7-0.9	0.7-0.8	0.8-1.0	0.8-0.9		
Width of half of the tent of the cerebellum	4.0-4.8	3.9-4.6	4.1-4.4	4.0-4.4	5.0-5.6	4.9-5.4		
Width of the parietal lobe to the corpus callosum	3.2-3.6	3.0-3.3	3.3-3.7	3.2-3.5	3.7-4.2	3.6-4.1		
Width of the posterior horn of the lateral ventricle	0.8-1.0	0.8-0.9	0.9-1.1	0.9-1.0	1.1-1.25	1.1-1.2		

It was established that the width of the upper wall of the transverse sinus ranges from 0.7 to 1.0 cm in men and 0.6 to 0.9 cm in women. A change in one half of the tent of the cerebellum from 4.0 to 5.6 cm leads to the variability of the parietal lobe to the corpus callosum of 3.0–4.1 cm with a variation in the width of the posterior horn of the lateral ventricles from 0.8 to 1.2 cm.

It should be noted that the largest transverse parameters of the above-mentioned formations are typical for dolichocephals, and the smallest – for brachycephals (**Table 2**). This is explained by the predominance of the width of the head (skull), cranial cavity and brain structures in people with a brachymorphic physique, regardless of gender.

In parallel with this, the limits of variability of the distance between the left and right transverse sinuses and the posterior horn of the lateral ventricles were established (**Table 3**).

It was established that the distance between the anterior edge of the upper wall of the left and right transverse sinuses and the posterior horns of the lateral ventricles varies depending on the type of head structure. So, at the level of the craniological inion (**i**) point, in mature men with a dolichocephalic shape, this distance ranges from 3.3 to 3.8 cm, in women – from 3.4 to 3.7 cm. In representatives with a mesocephalic head shape it varies from 3.0 to 3.3 cm (men and women); with a brachycephalic head shape – from 2.8 to 3.2 cm (men) and from 2.7 to 3.1 (women).

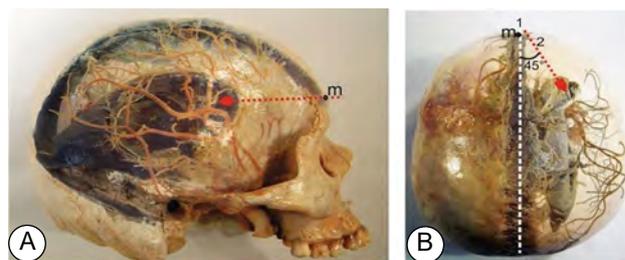
At the level of the opiston (**op**) point, the posterior horn of the lateral ventricle is located at a distance of 2.5–2.8 cm in dolichocephalic males and 2.3–2.6 cm in females; respectively, in mesocephals – 2.3–2.5

**Table 3** – Individual variability of the distance between the transverse sinus and the posterior horn of the lateral ventricle in mature people

Research parameters	Head shape		Dolichocephals		Mesocephals		Brachycephals	
	Male	Fem.	Male	Fem.	Male	Fem.	Male	Fem.
At the level of the inion point	3.3-3.8	3.4-3.7	3.0-3.3	3.1-3.3	2.8-3.2	2.7-3.1		
At the level of the opiston point	2.5-2.8	2.3-2.6	2.3-2.5	2.3-2.5	2.2-2.4	2.1-2.3		

cm, regardless of gender; in brachycephals – 2.2–2.4 (men) and 2.1–2.3 cm (women).

The obtained data make it possible to determine the most optimal craniometric puncture points of the cerebrospinal fluid system of the brain. To penetrate the cavity of the anterior horn of the lateral ventricle, the metopion point is proposed, which is located at the intersection of the median plane of the head with the line connecting the most convex parts of the frontal humps [1, 2]. In this case, the puncture needle passes at an angle of 45° to a depth of 6.5 to 8.0 cm, on average 7.0–7.5 cm, penetrating into the anterior necessary section of this ventricle (**Fig. 1**).



**Fig. 1** – Puncture of the anterior horn of the lateral ventricle:

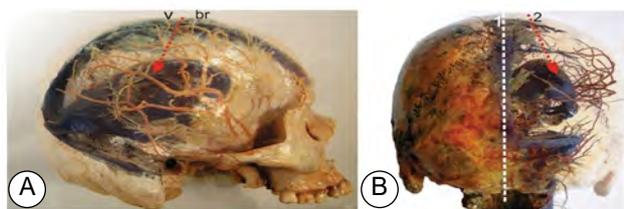
A – in the sagittal plane; B – in the horizontal plane; 1 – arrow line; 2 – the direction of the puncture needle

It is necessary to move from the arrow line to the right or left by a distance of 1.0–2.0 cm in order not to damage the upper arrow sinus.

In this place, it is better to impose a trepanation hole, taking into account the projection anatomy of the anterior horn of the lateral ventricle.

It is better to puncture the central part of the lateral ventricle at the level of the bregma point or between this point and the vertex (**v**). The puncture needle penetrates to a depth of 6.0–7.0 cm through the milling hole, which is displaced by 3.0–4.0 cm from the arrow line at an angle of 70–75° (**Fig. 2**).

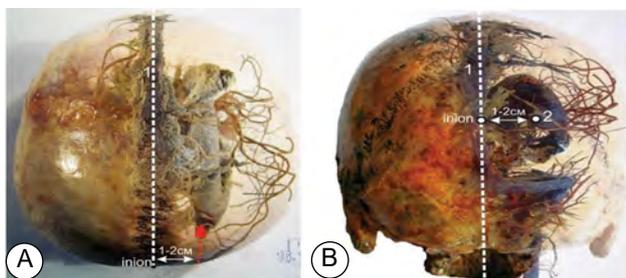
Given the variability of the location and size of the central part of the lateral ventricle, such a puncture is much more difficult to perform [3]. Taking into account



**Fig. 2** – Puncture of the central part of the lateral ventricle:

A – lateral projection; B – rear projection; 1 – arrow line; 2 – the direction of the puncture needle

the established parameters of this part, it is necessary to perform a puncture at theinion point with moving a puncture needle to a depth of 3.0 to 5.0 cm. The milling hole is performed 1.0–2.0 cm from the midline (left and right), moreover, the needle is directed almost parallel to the arrow line.



**Fig. 3** – Puncture of the posterior horn of the lateral ventricle:

A – side view; B – rear projection; 1 – arrow line; 2 – puncture site; red arrow of the direction of the puncture needle

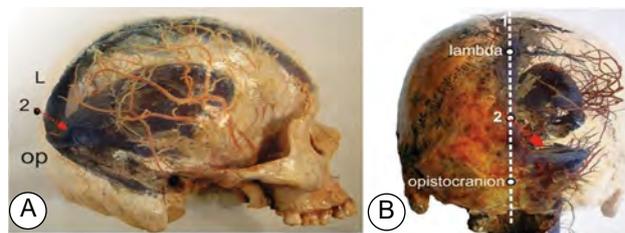
Kocher recommended to puncture the lateral ventricles with a puncture both from the side (lateral puncture) and from above (upper puncture).

A puncture can be made 3.0 cm above and 3.0 cm back from the external auditory meatus, with the needle directed obliquely upwards to the upper end of the auricle of the opposite side. If the puncture is performed above the temporal line (linea temporalis), we prevent damage to the transverse sinus, and usually at a depth of 4.0 cm we reach the lower horn of the lateral ventricle (**Fig. 3**).

The upper puncture of the lateral ventricle is performed by a puncture at the bregma point (the point of connection of the sagittal and coronal sutures) 2.0 cm from the midline (the sagittal plane); the needle is directed downwards and backwards and enters the ventricular cavity at a depth of 5.0–6.0 cm, given that it is enlarged and stretched [1].

A suboccipital puncture or a puncture of the cerebellar-cerebral cistern must be performed between the opisthion point and the lambda point (**Fig. 4**). The puncture needle is inserted to a depth of 6.0–7.5 cm, with the gradual lowering of the end part of the needle to the base of the skull.

The milling hole is applied along the middle line of the skull, taking into account the above.



**Fig. 4** – Puncture of the cerebellar-cerebral cistern: A – lateral projection; B – rear projection; 1 – arrow line; 2 – puncture site; red arrow – the direction of the puncture needle

**Conclusion.** The most optimal craniometric puncture points of the constituent parts of the cerebrospinal fluid system of the brain were determined: the cavities of the anterior horn and the central part of the lateral ventricle, the cavities of the cerebellar-cerebral cistern.

**Perspectives of further research.** The obtained results confirm the expediency of conducting further experimental and morphological studies on the use of the craniotopographic method to determine the peculiarities of the structure of the components of the cerebrospinal fluid system in the context of the application of the obtained data in clinical medicine, in particular in neurosurgery.

## References

1. Romodanov AP, Mosiychuk IM, Zozulya YuA, Chushkan GS. *Atlas operatsiy na golovnom mozge* [Atlas of operations on the brain]. M: Meditsina; 1986. 384 p. [Russian].
2. Linninger AA, Xenos M, Zhu DC, Somayaji MR, Kondapalli S, Penn RD. Cerebrospinal fluid flow in the normal and hydrocephalic human brain. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2007 Feb;54(2):291–302. PMID: 17278586. doi: 10.1109/TBME.2006.886853
3. Bhargava D, Alalade A, Ellamushi H, Yeh J, Hunter R. Mitigating effects of external ventricular drain usage in the management of severe head injury. *Acta Neurochir (Wien).* 2013 Nov;155(11):2129–32. PMID: 23728500. doi: 10.1007/s00701-013-1735-8
4. Madsen JR, Egnor M, Zou R. Cerebrospinal fluid pulsatility and hydrocephalus: the fourth circulation. *Clin Neurosurg.* 2006;53:48–52. PMID: 17380738

5. Toma AK, Camp S, Watkins LD, Grieve J, Kitchen ND. External ventricular drain insertion accuracy: Is there a need for change in practice? *Neurosurgery*. 2009 Dec;65(6):1197–200; discussion 1200–1. PMID: 19934980. doi: 10.1227/01.NEU.0000356973.39913.0B
6. Vovk YuM, Vovk OYu, Bondarenko SV. Craniotographic variability of sinuses-liquor circular relationship and their practical significance. *Polish J Sci*. 2020; 27(1):24–7.
7. Vovk YuM, Bondarenko SV, Vovk OYu. Indyvidual'na anatomichna minlyvist' bichnykh shlunochkiv holovnoho mozku ta yikh viddiliv u lyudyny zriloho viku. *Klinichna anatomiya ta operatyvna khirurgiya*. 2020;1(71):84–8 [Ukrainian]. doi: 10.24061/1727-0847.19.1.2020.14
8. Antonyuk OP. *Sposib vyhotovlennya plivchatoho preparatu tverdoyi mozkovoyi obolony plodiv ta novonarodzhennykh* [The method of production of membranous preparation of the dura mater of fetuses and newborns]. *Vynakh ta rats v Buk derzh med akademiyi 2000–2002*. Chernivtsi; 2002. S. 8 [Ukrainian]
9. Antonyuk OP. *Prystryi dlya avtomatychnoho promyvannya preparativ plodiv ta novonarodzhennykh* [Device for automatic washing of drugs for fetuses and newborns]. *Vynakh ta rats v Buk derzh med akademiyi 2000–2002*. Chernivtsi; 2002. S. 9 [Ukrainian]
10. Antonyuk OP. *Sposib inyektsiyi sudyn holovnoho mozku ta pazukh tverdoyi mozkovoyi obolony u plodakh ta novonarodzhennykh* [The method of injection of vessels of the brain and sinuses of the dura mater in fetuses and newborns]. *Vynakh ta rats v Buk derzh med akademiyi 2000–2002*. Chernivtsi; 2002. S. 6 [Ukrainian]
11. Antonyuk OP. *Sposib koroziyi pazukh tverdoyi mozkovoyi obolony plodiv ta novonarodzhennykh* [The method of sinus corrosion of the dura mater of fetuses and newborns]. *Vynakh ta rats v Buk derzh med akademiyi 2000–2002*. Chernivtsi; 2002. S. 6 [Ukrainian]
12. Vovk YuN, Fominikh TA, D'yachenko AP. Metodiki izgotovleniya korrozionnykh preparatov sosudistogo rusla golovnoho mozga. *Morfologiya*. 2002;122(6):68–70 [Russian].
13. *Patent 72259 Ukraine, MPK A61 V5/00*. Sposib modelyuvannya kistkovo- likvornykh vzayemovidnoshen holovnoho mozku [The method of modeling bone-cerebral relations of the brain] / Vovk YuM, Vovk OYu, Chernov VS, Bohuslavs'kyy YuV. (UA); zayavnyk ta vlasnyk patentu Vovk YuM, Vovk OYu, Chernov VS, Bohuslavs'kyy YuV (UA). № u201201544; zayavl. 13.02.12; opubl. 10.08.2012, Byul. № 15/2020. [Ukrainian]
14. *Patent 71381 Ukraine, MPK A61 V17/00*. Pidnimach dlya mozkovykh sudyn [Lift for cerebral vessels] / Vovk OYu, Bohuslavs'kyy YuV, Redyakina OV, Vovk VYu. (UA); zayavnyk ta vlasnyk patentu Vovk OYu, Bohuslavs'kyy YuV, Redyakina OV, Vovk VYu (UA). № u20120092; zayavl. 03.01.12; opubl. 10.07.2012, Byul. № 13/2012. [Ukrainian]
15. *Patent 74160 Ukraine, MPK A61 V5/00*. Prystryi dlya kraniometrychnoho vykonannya frezevykh otvoriv sklepinnya cherepa / Vovk YuM, Vovk OYu, Chernov VS., Bohuslavs'kyy YuV (UA); zayavnyk ta vlasnyk patent Vovk YuM, Vovk OYu, Chernov VS, Bohuslavs'kyy YuV. (UA). № u201201541; zayavl. 13.02.2012; opubl. 25.10.2012, Byul. № 20/2012. [Ukrainian]
16. *Patent 74161 Ukraine, MPK A61 V5/00*. Sposib vyhotovlennya polimernykh preparativ bichnykh shlunochkiv holovnoho mozku [The method of manufacturing polymeric preparations of the lateral ventricles of the brain] / Vovk YuM, Vovk OYu, Bohuslavs'kyy YuV .(UA); zayavnyk ta vlasnyk patentu Vovk YuM, Vovk OYu, Bohuslavs'kyy YuV. (UA). № u201201546; zayavl. 13.02.2012; opubl. 25.10.2012, Byul. № 20/2012. [Ukrainian]
17. Avtandilov GG. *Medical morphometry*. 1990. 384 s.
18. Tanavalee C, Luksanapruksa P, Singhatanadgige W. Limitations of Using Microsoft Excel Version 2016 (MS Excel 2016) for Statistical Analysis for Medical Research. *Clin Spine Surg*. 2016;29(5):203–4. PMID: 27135620. doi: 10.1097/BSD.0000000000000382

UDC 611.81:613.98

**КРАНІОТОПОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЗУШНО-ЛІКВОРНИХ  
ВЗАЄМВІДНОШЕНЬ У ЛЮДЕЙ ЗРІЛОГО ВІКУ**

**Бондаренко С. В., Дубина С. О., Сербін С. І., Хапченкова Д. С.,  
Федорова І. О., Коптев М. М., Данильченко С. І.**

**Резюме.** Метою дослідження було визначення у людей першого і другого періодів зрілого віку краніотопографічних (краніометричних) показників пазушно-лікворних взаємовідношень у горизонтальній площині.

**Матеріал та методи.** Об'єктом дослідження були тверда оболонка головного мозку з її пазухами, шлуночки головного мозку та склепіння черепа людей зрілого віку.

У дослідженні застосовані методи макро- та мікропрепарування анатомічних об'єктів головного мозку; краніо- та морфометрія вен, пазух твердої оболони головного мозку та лікворних структур головного мозку; виготовлення корозійних (акрилових) зліпків – препаратів вен, пазух твердої оболони головного мозку та лікворних утворень головного мозку; ін'єкційна методика; варіаційно-статистичний аналіз морфометричних даних; комп'ютерно-графічний аналіз.

*Результати дослідження.* У результаті дослідження встановлено, що пункцію центральної частини бічного шлуночка краще проводити на рівні точки брегма, чи між цією точкою та вертексом (**v**). Пункційна голка проникає на глибину 6,0–7,0 см через фрезований отвір, який зміщений на 3,0–4,0 см від стрілової лінії під кутом 70–75°.

Верхню пункцію бічного шлуночка краще здійснювати проколом у точці брегма (точка з'єднання стрілового та вінцевого швів) на 2,0 см від серединної лінії (стрілової площини); голку спрямовують до низу та дозад і на глибині 5–6 см потрапляють у порожнину шлуночка (враховуючи, що вона збільшена та розтягнута).

Субокципітальну пункцію або пункцію мозочково-мозкової цистерни необхідно проводити між точками опістокраніон та точкою ламбда. Пункційна голка проводиться на глибину 6,0–7,5 см, причому, з поступовим опусканням кінцевої частини голки до основи черепа.

*Висновок.* Визначені за допомогою краніометричного аналізу найбільш оптимальні точки пункції складових частин лікворної системи головного мозку – порожнини переднього рогу і центральної частини бічного шлуночка, порожнини мозочково-мозкової цистерни.

**Ключові слова:** краніотопографічний метод, тверда оболонка головного мозку, венозні пазухи, шлуночки головного мозку, форма будови голови (черепа).

#### ORCID and contributionship:

Stanislav V. Bondarenko : 0000-0002-6554-0724 <sup>A,B,E,F</sup>

Serhiy O. Dubyna : 0000-0003-0721-0855 <sup>A,C,E</sup>

Serhiy I. Serbin : 0000-0003-4162-9377 <sup>D,F,E</sup>

Dar'ya S. Khapchenkova : 0000-0002-5965-9905 <sup>B,C</sup>

Inna O. Fedorova : 0000-0001-9180-8846 <sup>B,C</sup>

Mykhaylo M. Koptev : 0000-0002-3726-8911 <sup>D,F</sup>

Svitlana I. Danylchenko : 0000-0001-5312-0231 <sup>B,D</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

##### Serhiy I. Serbin

Donetsk National Medical University,  
Department of Human Anatomy  
27, Pryvokzalna Str., Lyman 84404, Ukraine  
phone: +380508572012, e-mail: tachserg@i.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 05.12.2022

Accepted 22.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.068

УДК 616.71–003.93–089.843:611.018.54:611.018–08

Воронцов П. М., Туляков В. О.,

Гуліда Т. І.

## **ЗМІНИ РОЗРАХУНКОВИХ ІНДЕКСІВ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ ПІСЛЯ ЗАПОВНЕННЯ ДЕФЕКТУ В МЕТАФІЗИ СТЕГНОВОЇ КІСТКИ АЛОГЕННИМИ КІСТКОВИМИ ІМПЛАНТАТАМИ, НАСИЧЕНИМИ МЕЗЕНХІМАЛЬНИМИ СТОВБУРОВИМИ КЛІТИНАМИ**

Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів  
ім. проф. М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України»,  
Харків, Україна

*Мета:* на основі аналізу розрахункових біохімічних показників мінералізації в сироватці крові лабораторних щурів оцінити перебіг метаболічних процесів у кістковій тканині після заповнення дефекту критичного розміру в метафізі стегнової кістки алогенними кістковими імплантатами, насиченими мезенхімальними стовбуровими клітинами.

*Матеріал та методи.* Досліджено показники мінералізації кісткової тканини у сироватці крові білих щурів: вміст загального білку, кальцію, активності лужної та кислої фосфатази, проведено розрахунок показників співвідношення активності лужної до активності кислої фосфатази, а також ступеня мінералізації.

*Результати.* У 3-місячних щурів із алоімплантатами без МСК на 90-у добу спостерігалось зниження ступеня мінералізації, який відображує завершальні стадії перебудови кісткової тканини у 1,13 разів відносно рівня такого у тварин аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 14-у добу ( $p = 0,008$ ) та у 1,12 разів відносно даних на 28-у добу досліді ( $p = 0,008$ ). Протягом експерименту спостерігалось прогресивне достовірне зниження співвідношення активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові, яке характеризує перебіг початкових стадій ремоделювання кісткової тканини.

В 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, визначено зниження ступеня мінералізації на 90-у добу порівняно з таким у експериментальних щурів аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 14-у добу в 1,13 разів ( $p = 0,008$ ), а порівняно із даними аналогічної групи на 28-у добу – у 1,14 разів ( $p = 0,008$ ), що відображає затримку перебігу повноцінної стадійності ремоделювання кісткової тканини внаслідок використання МСК.

У 12-місячних щурів без використання МСК на 90-у добу мало місце зниження ступеня мінералізації у 1,10 разів відповідно до рівня такого у групи щурів аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 14-у добу ( $p = 0,008$ ) та у 1,09 разів

порівняно із таким на 28-у добу ( $p = 0,008$ ), з чого можна зробити висновок про прогресивне зниження активності завершальних стадій ремоделювання кісткової тканини.

У 12-місячних щурів із використанням МСК ступінь мінералізації був нижчим, ніж такий у 3-місячних щурів в 1,05 разів ( $p = 0,016$ ) на 14-у добу, в 1,20 разів на 28-у добу ( $p = 0,008$ ), що відповідно може вказувати на меншу активність прикінцевих перетворень ремоделювання кісткової тканини, а на 90-у добу, навпаки, був більшим у 1,06 разів порівняно з таким у 3-місячних щурів із МСК ( $p = 0,008$ ), що свідчить про активацію відповідних процесів у 12-місячних тварин на 90-у добу.

*Висновки.* Лікування експериментальних щурів із дефектом критичного розміру у метафізі стегнової кістки алоімплантатами, насиченими мезенхімальними стовбуровими клітинами, особливо на ранніх стадіях, призводить до уповільнення процесів ремоделювання кісткової тканини.

**Ключові слова:** алоімплантат, дефект, моделювання, біохімія, мінералізація, розрахункові показники.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження є частиною науково-дослідної роботи відділення трансплантології та відділу лабораторної діагностики та імунології ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України», «Вивчити механізми оптимізації регенерації кістки залежно від віку реципієнта в разі використання алогенних кісткових імплантатів у комбінації з мезенхімальними стромальними клітинами і біологічно активними факторами плазми крові», № держ. реєстрації 0119U102341. У рамках зазначеної теми авторами проведено визначення динаміки рівнів біомаркерів та розрахункових показників мінералізації у експериментальних білих щурів із транскортикальним дефектом стегнової кістки критичного розміру в умовах встановлення алоімплантатів кісткової тканини.

**Вступ.** Травматичні рани з сегментарними дефектами кістки є серйозними реконструктивними проблемами. Досягнення регенеративних методів з використанням мезенхімальних стовбурових клітин (МСК) з кісткового мозку та жирової тканини створили можливість для покращення відновлення кісткової тканини. [1].

МСК мають самовідновлюваний і мультидиференціальний потенціал. Остеогенне диференціювання МСК є сферою уваги в області регенерації кістки. Виявлення чинників, що у остеогенної диференціювання МСК, важливо задля кращого розуміння механізму остеогенної диференціювання. За даними літератури для стимуляції остеогенезу МСК використовуються різні методи, у тому числі загальноприйняті остеогенні середовища, фактори росту, гормони, гіпоксія, механічні та хімічні подразники, генетична модифікація та нанотехнології [2].

Стовбурові або стромальні клітини жирового походження (МСКЖ) демонструють високий остеогенний потенціал, остеоіндуктивну здатність та імунomodulatory властивості. Крім того, їх можна отримувати за допомогою неінвазивного процесу у великих кількостях. МСКЖ може бути індуковані до остеогенної диференціації за допомогою біоактивних молекул, тобто. факторів росту та цитокінів [3].

При порівнянні здатності до проліферації та остеогенного диференціювання людських МСКЖ, ізольованих з підшкірної жирової тканини з різних місць (черевної стінки, кульшова зона, стегно, коліно та кінцівка), МСКЖ з кінцівки та коліна показали сильну здатність до проліферації, незважаючи на присутність остеогенних стимулів, що призвело до обмежених остеогенних характеристик. Менш проліферативні МСКЖ із кульшової зони та стегна показали найвищу активність лужної фосфатази та мінералізацію матриксу. МСКЖ з черевної стінки показали хорошу проліферацію та остеогенні характеристики [4].

МСК мають внутрішню здатність до регенерації у відповідь на пошкодження навколишніх тканин. МСК кісткового мозку людини (МСККМ) мають більш сильний остеогенний і нижчий потенціал адипогенного диференціювання порівняно з МСК жирової тканини (МСКЖ), оскільки епігенетична пам'ять, отримана або з кісткового мозку, або з жирової тканини, сприяє диференціювання МСК відповідно за остеобластною або адіпоцитарною лініями [5].

Велика кількість транскрипційних факторів та ектоцитарних або внутрішньотканинних сигнальних шляхів регулюють адипогенне або остеогенне диференціювання МСК. Існує і зворотний зв'язок, тому сигнальні шляхи індукують адипогенез за рахунок остеогенезу і навпаки [6].

Зазначено, що МСКЖ сприяє остеогенезу, регулюючи остеогенні сигнальні шляхи та генну трансдукцію [7].

Останні дослідження в галузі інженерингу кісткової тканини з використанням МСКЖ продемонстрували, що такі клітини можуть відігравати вирішальну роль у лікуванні кісткових дефектів, враховуючи їхню сильну відданість остеогенному фенотипу. Більш глибоке знання молекулярних механізмів, що лежать у основі використання МСКЖ, має вирішальне значення для правильного розуміння можливостей терапії на основі МСКЖ [8].

МСКЖ можуть бути джерелом клітин при інженерії кісткової тканини з кращою ефективністю остеогенного диференціювання для майбутнього клінічного застосування [9].

**Мета дослідження:** на основі аналізу розрахункових біохімічних показників мінералізації в сироватці крові лабораторних щурів оцінити перебіг метаболічних процесів у кістковій тканині після заповнення дефекту критичного розміру в метафізі стегнової кістки алогенними кістковими імплантатами, насиченими мезенхімальними стовбуровими клітинами.

**Матеріал і методи дослідження.** Експериментальні дослідження проведено з дотриманням вимог гуманного ставлення до піддослідних тварин [10, 11, 12] після ухвалення плану Комітетом із біоетики (протокол № 191 від 22.04.2019) при Державній установи «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (Ліцензія МОЗ України на медичну практику від 16 серпня 2012 р. № 02012214).

Експеримент проведений на базі експериментально-біологічної клініки атестованих відділів трансплантології та експериментального моделювання з експериментально-біологічною клінікою (Свідоцтво про відповідність системі вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 № 01–0020/2019 від 8 лютого 2019 р., чинно до 8 лютого 2021 р.).

В експерименті було використано 60 білих щурів. З них 30 – 3-місячного віку і 30 – 9-місячного віку, яких випадково розподілили на чотири групи:

- I – 15 щурів 3-місячного віку, виконання дефекту в метафізі стегнової кістки;
- II – 15 щурів 3-місячного віку, виконання дефекту в метафізі стегнової кістки та заповнення його кістковим алоімплантатом;
- III – 15 щурів 12-місячного віку, виконання дефекту в метафізі стегнової кістки;
- IV – 15 щурів 12-місячного віку, виконання дефекту в метафізі стегнової кістки та заповнення його кістковим алоімплантатом.

Через 14, 28 і 90 діб після операції відповідно виводили з експерименту по 5 тварин кожної групи.

*Хірургічні втручання* виконані в умовах асептики й антисептики під загальним знеболюванням (кетамін, 50 мг/кг живої маси, внутрішньом'язово). Після вистригання шерсті на лівому коліні й оброблення ділянки антисептиком Бетадин® передньолатеральним доступом відкривали ділянку дистального метафізу стегнової кістки та за допомогою стоматологічного бора моделювали дірчастий дефект критичного розміру – мінімальний дефект, який не загоюється самостійно протягом життя тварини чи впродовж експерименту [13]. Для дистального метафізу стегнової кістки щурів мінімальний розмір критичного дефекту названий діаметром і глибиною 2,5 мм [14]. Циліндричні кісткові алоімпланти діаметром 3 мм, довжиною 3 мм розміщували в ділянці дефекту щурів III та VI груп. Після місцевої обробки антибіотиком пошарово ушивали м'язи та шкірну рану, ділянку хірургічного втручання обробляли антисептиком.

*Підготовка кісткових алотрансплантатів* Донорами алотрансплантатів були 6-місячні щури (n=13), стегнові кістки яких видаляли після введення летальної дози анестетика (тіопентал натрію, 90 мг/кг внутрішньом'язово). Щоб видалити залишки крові та зберегти алогенну кістку донора стерильною, її зберігали в 10 % розчині перекису водню протягом двох годин. Для видалення жирів кістку витримували в розчині 96 % етилового спирту та 100 % діетилового ефіру (1:1) протягом двох годин. Для зниження його антигенних властивостей, отриманих від залишкового неколагенового білка, кістки зберігали в розчині солей (0,45 М хлориду натрію, 0,1 М динатрію гідрофосфату) при -40°C протягом ночі. Потім стегнові кістки виймали і сушили за допомогою конвекційного нагрівача протягом 4–5 днів. Алотрансплантати (діаметр 3 мм, висота 3 мм) виготовляли з дистального метафізу стегнової кістки та стерилізували дозами опромінення від 15 до 25 кГр за допомогою лінійного прискорювача ЛУ-10 (10 МеВ; 10 кВт) [15]. Після стерилізації чотири зразки з кожної партії імплантатів перевіряли на стерильність з використанням рідкого тіогліколатного середовища для бактеріального культивування. Алотрансплантати вважалися стерильними, якщо в живильному середовищі не було проростання колоній мікроорганізмів.

*Методика отримання алогенних МСК.* Жирову тканину отримували зі сальника щурів, переносили зі стерильної пробірки типу Falcon 15 мл із середовищем DMEM (Biowest, Lo102-500, Франція) у співвідношенні об'єму тканини та ферментів 1:5. Переносили в стерильну чашку Петрі, де подрібнювали жирову тканину за допомогою ножиць на

шматочки діаметром близько 2 мм. Фрагменти надавали дезагрегації в суміші ферменту колагенази I типу (Worthington, 49P19751, США) у концентрації 0,075 мг/мл і розбавленого до необхідної концентрації буферного розчину Dulbecco's без кальцію та магнію (Biowest, LO615-500, Франція) (співвідношення об'єму тканини та ферментів 1:10) та інкубували в термостаті (ТС–1/80 СПУ: ТУ 9452-002 – 00141798-97) за 37°C упродовж 60 хвилин. Після ферментативної обробки фрагменти жирової тканини центрифугували (центрифуга Nuve NF800R, Туреччина, кат. № 04-0891) за 1200 г 5 хвилин. Центрифугування первинної суспензії призводить до поділу на дві фракції. У верхньому світлому шарі розташовуються адипоцити, а в осаді – клітини стромальної васкулярної фракції з домішкою гемопоетичних.

Надосадову рідину відбирали за допомогою стерильної серологічної піпетки, а осад ресуспендували у 20 мл середовища DMEM (Biowest Lo102-500, Франція). Після цього отриману клітини по 3,0 × 10<sup>5</sup> розсіяли в культуральні флакони 25 см<sub>2</sub> (TPP, 20200482, Швейцарія) із додаванням 10 % фетальної бичачої сироватки (Biowest, SOOCT100R, Франція), фільтровану два рази крізь фільтри шприцеві 0,22 мкм (Millex, SLGP033RB), та 0,01 % гентаміцину сульфату. Культуральні флакон із клітинами розміщали в CO<sub>2</sub>-інкубаторі EC 160 (Туреччина) за температури 37 °C, вмісту CO<sub>2</sub> 5 % у повітрі та 95 % вологості.

Через 24 год після виділення клітин культуральне середовище із неприкріпленими клітинами злили та промили флакон із прикріпленими клітинами середовищем DMEM. Після чого додали свіже середовище DMEM із 10 % фетальної бичачої сироватки і 0,01 % гентаміцину сульфату. Середовище змінювали кожні 3 доби, культивування проводили впродовж 9 діб.

Після утворення моношару клітин на 9-ту добу їх знімали з дна флакону шляхом інкубації упродовж 5 хв у підігрійтій до 37°C суміші 0,25 % розчину трипсину (Boiwest, X0915-100, Франція) з 0,02 % розчином Версену (Vetline) у співвідношенні 1:9, ресуспендували і культуральному середовищі й осаджували центрифугуванням за 1000 об./хв. упродовж 10 хвилин. Оцінили концентрацію клітин строми жирової тканини в камері Горяєва за допомогою мікроскопа MC–100X MICROS і знову розсіяли по 3,0 × 10<sup>5</sup> клітин у кожен культуральний флакон.

Через 7–9 діб культивування клітини знімали та переносили в стерильні мікропробірки у кількості 1,0 × 10<sup>6</sup> клітин на 0,5 мл культурального середовища (середовище DMEM із додаванням 10 % фетальної бичачої сироватки) для введення в дефекти щурів.

Життєздатність клітин оцінювали на кожному етапі після зняття з культурального флакону за допомогою фарбування трипановим синім (Roth, С.І. 23850, Німеччина).

*Лабораторні дослідження* виконані у атестованому відділі лабораторної діагностики та імунології ДУ «ІПХС ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», свідоцтво про відповідність засобів вимірювання № 01-0018/2019 від «08» лютого 2019 р., дійсне до 08 лютого 2022 р., акредитаційний сертифікат Головної акредитаційної комісії при МОЗ України вищої категорії № 468 від 13.03.2018 р., дійсний до 12.03.2021 р., сертифікат на систему управління якістю ДП «Харківстандартметрологія» № UA 80072.02012214.1-2019 від 26.02.2019 р., дійсний до 25.02.2022 р.

Зібрану кров після природного зсідання звільнювали від формених елементів 15 хвилин центрифугуванням при 3000 об./хв. Надосадкову рідину відокремлювали і в ній вимірювали досліджувані показники.

Відбір параметрів біохімічного аналізу проводили таким чином, щоб дослідити показники мінерального обміну кісткової тканини.

- активність лужної та кислої фосфатази за реакцією з діетаноламіном кінетичними методами згідно з інструкцією «Лужна фосфатаза – кін Сп.Л» та «Кисла фосфатаза – кін Сп.Л»;
- вміст кальцію потенціометричним методом з використанням аналізатора електролітів АСК-01;
- вміст загального білку біуретовим методом [16].

При виконанні біохімічних досліджень використовували напівавтоматичні біохімічні аналізатори «GBG STAT FAX 1904 plus» та Stardust FC. Проведено розрахунок показників співвідношення активності лужної до активності кислої фосфатази, а також ступеня мінералізації (відношення вмісту кальцію (для цього перераховано одиниці вимірювання ммоль/л в г/л) до вмісту білку).

Аналіз даних був виконаний з використанням програмних пакетів Microsoft Excel XP та Statsoft Statistica 10.0 (№ ліцензії 00218-04981-27336-AA152). Результати вимірювань представлені як медіана та квартилі (25 %, 75 %) Для порівняння двох груп використовували аналіз Манна-Уїтні. Різницю вважали статистично значущою за умови якщо  $p < 0,05$  [17].

**Результати дослідження та їх обговорення.**

*14-а доба. 3-місячні тварини* На 14-у добу у 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, не було зафіксовано статистично достовірних розбіжностей із таким у групи експериментальних тварин із алоімплантатами без МСК за ступенем мінералізації. Відношення активності лужної

до кислої фосфатази сироватки крові у 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, на 14-у добу експерименту було нижчим в 1,32 рази порівняно із даними групи аналогічного віку із алоімплантатами без МСК ( $p = 0,008$ ) (табл.).

*14-а доба. 12-місячні тварини.* У 12-місячних щурів без використання МСК спостерігалися значення ступеня мінералізації, аналогічні таким у 3-місячних експериментальних тварин, що відповідно призводило до відсутності достовірних відмінностей від даних у 3-місячних щурів аналогічного терміну експерименту та умов заповнення дефекту.

За значенням співвідношення лужної та кислої фосфатази також не було зафіксовано відмінностей із таким у 3-місячних щурів із алоімплантатами без МСК.

У 12-місячних щурів із використанням МСК на 14-у добу експерименту ступінь мінералізації був визначений нижчим, ніж такий у 3-місячних щурів в 1,05 разів ( $p = 0,016$ ), ( $p = 0,008$ ), що може вказувати на відповідно меншу активність прикінцевих перетворень ремоделювання кісткової тканини.

Відношення активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові, за яким можна судити про активність початкових стадій ремоделювання кісткової тканини, у 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, на 14-у добу у 1,19 разів достовірно переважало таке у 3-місячних тварин із використанням МСК ( $p = 0,008$ ).

У 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, порівняно з даними групи 12-місячних тварин без використання МСК, ступінь мінералізації на 14-у добу був нижчим в 1,05 разів ( $p = 0,016$ ), що свідчить про вплив використання МСК в напрямку уповільнення протікання пізніх стадій кальцифікації кісткової тканини.

При порівнянні співвідношення активності лужної та кислої фосфатази у сироватці крові 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК іх такою у 12-місячних тварин без використання МСК виявлено менші у 1,09 разів значення (табл.).

*28-а доба. 3-місячні тварини.* На 28-у добу у 3-місячних щурів із алоімплантатами без МСК величина ступеня мінералізації достовірно не змінювалася порівняно із такою у аналогічних щурів на 14-у добу.

На 28-у добу у 3-місячних щурів із алоімплантатами без МСК величина співвідношення активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові, яке характеризує перебіг початкових стадій ремоделювання кісткової тканини, було меншим у 1,09 рази, ніж таке у групи щурів аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 14-у добу ( $p = 0,008$ ),

**Таблиця** – Співвідношення активності лужної до активності кислої фосфатази, а також ступінь мінералізації у щурів різного віку після моделювання дефекту в метафізі стегнової кістки з використанням алогенних кісткових імплантатів, насичених мезенхімальними стовбуровими клітинами та без насичення (Me, (25 %; 75 %)) (n = 5)

Термін після втручання	Показники	Групи тварин			
		алоімплантат		алоімплантат+мезенхімальні стовбурові клітини	
		3 місячні щури (n = 5)	12-місячні щури (n = 5)	3-місячні щури (n = 5)	12-місячні щури (n = 5)
14 доба	ступінь мінералізації	1,43 (1,40; 1,46) · 10 <sup>-3</sup>	1,41 (1,39; 1,42) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>1</sub> = 1,000	1,40 (1,38; 1,41) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>2</sub> = 0,032	1,34 (1,25; 1,36) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>1</sub> = 0,016 p <sub>2</sub> = 0,008
	активність лужної фосфатази / активність кислої фосфатази	10,55 (10,28; 11,09)	10,39 (10,05; 10,93) p <sub>1</sub> = 0,256	8,02 (7,86; 8,39) p <sub>2</sub> = 0,310	9,52 (9,08; 10,02) p <sub>1</sub> = 0,031 p <sub>2</sub> = 0,046
28 доба	ступінь мінералізації	1,42 (1,35; 1,43) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>3</sub> = 0,960	1,39 (1,35; 1,42) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>1</sub> = 1,000 p <sub>3</sub> = 0,960	1,41 (1,21; 1,42) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>2</sub> = 0,421 p <sub>3</sub> = 0,690	1,18 (1,18; 1,20) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>1</sub> = 0,008 p <sub>2</sub> = 0,008 p <sub>3</sub> = 0,008
	активність лужної фосфатази / активність кислої фосфатази	9,64 (9,18; 11,05) p <sub>3</sub> = 0,008	9,24 (8,70; 9,76) p <sub>1</sub> = 0,116 p <sub>3</sub> = 0,016	9,01 (8,52; 9,66) p <sub>2</sub> = 0,256 p <sub>3</sub> = 0,008	7,52 (7,05; 8,13) p <sub>1</sub> = 0,008 p <sub>2</sub> = 0,008 p <sub>3</sub> = 0,008
90 доба	ступінь мінералізації	1,27 (0,98; 1,36) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>3</sub> = 0,008 p <sub>4</sub> = 0,008	1,28 (1,08; 1,37) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>1</sub> = 1,000 p <sub>3</sub> = 0,008 p <sub>4</sub> = 0,008	1,24 (1,21; 1,33) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>2</sub> = 1,000 p <sub>3</sub> = 0,008 p <sub>4</sub> = 0,222	1,31 (1,27; 1,39) · 10 <sup>-3</sup> p <sub>1</sub> = 0,016 p <sub>2</sub> = 0,421 p <sub>3</sub> = 0,841 p <sub>4</sub> = 0,008
90 доба	активність лужної фосфатази / активність кислої фосфатази	7,62 (7,29; 8,05) p <sub>3</sub> = 0,008 p <sub>4</sub> = 0,008	6,80 (6,32; 7,22) p <sub>1</sub> = 0,008 p <sub>3</sub> = 0,008 p <sub>4</sub> = 0,008	6,63 (7,19; 7,15) p <sub>2</sub> = 0,008 p <sub>3</sub> = 0,008 p <sub>4</sub> = 0,008	7,88 (7,34; 8,25) p <sub>1</sub> = 0,008 p <sub>2</sub> = 0,016 p <sub>3</sub> = 0,008 p <sub>4</sub> = 0,116

**Примітки:** p<sub>1</sub> – порівняння показників у щурів різного віку з однаковим типом заповнення дефекту на однаковий термін після втручання; p<sub>2</sub> – порівняння показників групи з алоімплантатами та мезенхімальними стовбуровими клітинами з групою з алоімплантатами у щурів однакового віку на однаковий термін після втручання; p<sub>3</sub> – порівняння показників у тварин одного віку та типу заповнення дефекту з показниками щурів на 14-у добу після операції; p<sub>4</sub> – порівняння показників у щурів однакового віку та типу заповнення дефекту на 90-у добу після операції з показниками групи щурів на 28-у добу після втручання.

На 28-у добу у 3-місячних щурів із алоімплантатами з МСК величина ступеня мінералізації та співвідношення активності лужної та кислої фосфатази у сироватці крові достовірно не відрізнялася від такого у 3-місячних щурів без з МСК аналогічного віку та терміну експерименту.

У порівнянні із даними 3-місячних щурів із МСК на 14-у добу в даній групі експериментальних щурів спостерігалось у 1,12 разів більш високе значення співвідношення активності лужної та кислої фосфатази (p = 0,008). За ступенем мінералізації подібних розбіжностей між зазначеними групами порівняння зафіксовано не було.

**28-а доба. 12-місячні тварини.** У 12-місячних щурів із алоімплантатами без МСК на 28-у добу ступінь мінералізації та співвідношення активності лужної та кислої фосфатази достовірно не відрізнялися від таких показників у 3-місячних щурів без МСК на той же термін експерименту.

При порівнянні розрахункових показників мінералізації у 12-місячних щурів із алоімплантатами без МСК на 28-у добу не виявлено достовірної різниці із аналогічними щурами на 14-у добу експерименту за ступенем мінералізації. В той же час, величина співвідношення активності лужної та кислої фосфатази на цей термін експерименту достовірно знижувалася у 1,12 разів (p = 0,016).

Впродовж експерименту у 12-місячних щурів із МСК ступень мінералізації, і, вірогідно, пов'язані із ним активність початкових стадій перебудови кісткової тканини, спочатку знижувався у 1,14 разів на 28-у добу досліду порівняно із таким у щурів аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 14-у добу ( $p = 0,008$ ), що вказує на затримку в умовах використання алоімплантатів без МСК саме пізніх стадій ремоделювання кісткової тканини.

У 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, порівняно з даними групи 3-місячних тварин з використанням МСК, на 28-у добу спостерігалися достовірно нижчі значення за обома досліджуваними показниками. В обох випадках було зафіксовано різницю у 1,20 разів ( $p = 0,008$ ,  $p = 0,008$ ).

У 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, порівняно з даними групи 12-місячних тварин без використання МСК ступінь мінералізації був нижчим в 1,18 разів ( $p = 0,008$ ) на 28-у добу, що свідчить про вплив використання МСК в напрямку уповільнення протікання пізніх стадій кальцифікації кісткової тканини (табл.).

Відповідно і співвідношення активності лужної та кислої фосфатаз у 12-місячних із алоімплантатами, насиченими МСК, на 28-у добу експерименту поступалося такому у 12-місячних щурів із алоімплантатами без МСК у 1,23 рази ( $p = 0,008$ ).

Порівняння обох розрахункових показників мінералізації у 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, на 28-у добу із даними аналогічних тварин на 14-у добу виявили достовірно менші значення. Так за ступенем мінералізації було зафіксовано різницю у 1,14 разів ( $p = 0,008$ ), а за співвідношенням активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові – у 1,27 разів ( $p = 0,008$ ) (табл.). Зазначене вказує на очевидне суттєве зниження активності перебігу як початкових, так і прикінцевих стадій мінералізації у щурів в умовах використання алоімплантатів, насичених МСК на даний термін.

*90-а доба. 3-місячні тварини.* У 3-місячних щурів із алоімплантатами без МСК на 90-у добу спостерігалось зниження ступеня мінералізації, який відображає завершальні стадії перебудови кісткової тканини у 1,13 разів відносно рівня такого у тварин аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 14-у добу ( $p = 0,008$ ) та у 1,12 разів відносно даних у аналогічної групи експериментальних щурів на 28-у добу досліду ( $p = 0,008$ ) (табл.).

У 3-місячних щурів із алоімплантатами без МСК на протязі експерименту спостерігалось достовірне прогресивне зниження співвідношення активності лужної та кислої фосфатаз сироватки крові, яке характеризує перебіг початкових стадій ремоделювання кісткової тканини, зокрема на 90-

добу величина даного показника була меншою у 1,39 разів у порівнянні із таким на 14-у добу експерименту ( $p = 0,008$ ) і у 1,27 рази, ніж така у групи щурів аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 28-у добу експерименту ( $p = 0,008$ ).

В 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, на 90-у добу визначено зниження ступеня мінералізації порівняно з таким у експериментальних щурів аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 14-у добу в 1,13 разів ( $p = 0,008$ ), а порівняно із даними аналогічної групи на 28-у добу – у 1,14 разів ( $p = 0,008$ ), що відображає затримку перебігу повноцінної стадійності ремоделювання кісткової тканини внаслідок використання МСК.

Відношення активності лужної до кислої фосфатаз сироватки крові у 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, було нижчим на 90-у добу в 1,21 рази, ніж таке на 14-у добу ( $p = 0,008$ ) та у 1,36 разів у порівнянні із даними на 28-у добу експерименту ( $p = 0,008$ ), що вказує на пригнічення процесів початкового ремоделювання кісткової тканини на пізні терміни досліду.

За ступенем мінералізації 3-місячні щурі із алоімплантатами, насиченими МСК на 90-у добу достовірно не відрізнялися від відповідних показників у 3-місячних щурів без МСК.

В той же час співвідношення активності лужної до кислої фосфатаз сироватки крові у 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, на 90-у добу експерименту було достовірно меншим у 1,15 разів по відношенню до відповідного показника аналогічних тварин без МСК, що вказує на негативний вплив МСК на процеси ремоделювання кісткової тканини навіть на пізніх термінах експерименту ( $p = 0,008$ ).

При розгляді динаміки змін розрахункових показників мінералізації кісткової тканини у 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, виявлено, що на 90-у добу досліду спостерігається зменшення даного показника у 1,13 разів у порівнянні із даними групи аналогічного віку та терміну експерименту із алоімплантатами без МСК ( $p = 0,008$ ), та у 1,14 разів порівняно із даними у тварин на 28-у добу експерименту ( $p = 0,008$ ), що також свідчить про затримку розвитку пізніх стадій мінералізації кісткової тканини внаслідок використання МСК.

Аналогічно цьому, співвідношення лужної та кислої фосфатаз у 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, на 90-у добу експерименту було у 1,21 рази меншим, ніж у аналогічних щурів на 14-у добу досліду ( $p = 0,008$ ) та у 1,36 рази нижчим за таке у щурів на 28-у добу досліду ( $p = 0,008$ ), що дає підстави вважати про затримку

і ранніх стадій мінералізації кісткової тканини внаслідок впливу на нього МСК.

*90-а доба. 12-місячні тварини.* При аналізі розрахункових індексів мінералізації кісткової тканини у 12-місячних щурів із алоімплантатами без МСК визначено, що на 90-у добу вони не мали достовірних розбіжностей із таким за ступенем мінералізації у 3-місячних щурів із алоімплантатами без МСК. В той же час, за величиною співвідношення активності лужної та кислої фосфатази щури зазначеної групи достовірно поступалися такому у групи порівнянні у 1,12 разів ( $p = 0,008$ ), що свідчить про меншу активність початкових стадій мінералізації кісткової тканини на пізніх термінах загоєння дефекту.

У 12-місячних щурів без використання МСК на 90-у добу мало місце зниження ступеня мінералізації у 1,10 разів відповідно до рівня такого у групи щурів аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 14-у добу ( $p = 0,008$ ) та у 1,09 разів порівняно із таким у аналогічної групи на 28-у добу ( $p = 0,008$ ), з чого можна зробити висновок про прогресивне зниження активності завершальних стадій ремоделювання кісткової тканини.

Співвідношення активності лужної та кислої фосфатази у 12-місячних щурів із алоімплантатами без МСК прогресивно знижувалося на протязі всього терміну експерименту. Так, на 90-у добу воно було меншим у 1,53 рази відповідно до даних на 14-у добу ( $p = 0,008$ ) та у 1,36 разів порівняно із таким у аналогічних експериментальних щурів на 28-у добу досліду ( $p = 0,008$ ) (табл.).

У 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, на 90-у добу величина ступеня мінералізації була більшою у 1,06 разів ніж така у 3-місячних тварин відповідного терміну експерименту та умов заповнення дефекту алоімплантатами із МСК ( $p = 0,008$ ), що свідчить про більшу активацію прикінцевих перетворень ремоделювання кісткової тканини у 12-місячних тварин на 90-у добу.

За співвідношенням активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові зазначена група також переважала таке у 3-місячних тварин із МСК у 1,19 разів ( $p = 0,008$ ).

На 90-у добу 12 місячні щури із використанням МСК не мали за ступенем мінералізації достовірних розбіжностей з таким у групи 12-місячних щурів без МСК (табл.).

В той же час за величиною співвідношення активності лужної та кислої фосфатази у 12 місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, спостерігалось більше у 1,19 разів значення, ніж таке у аналогічних щурів із алоімплантатами без МСК ( $p = 0,008$ ).

Впродовж експерименту у 12-місячних щурів із МСК ступень мінералізації, і, вірогідно, пов'язані

із ним активність початкових стадій перебудови кісткової тканини на 90-у добу підвищувався майже до початкових значень на 14-у добу, а саме, у 1,11 разів порівняно із таким у щурів аналогічного віку та умов заповнення дефекту на 28-у добу ( $p = 0,008$ ) при відсутності достовірної різниці із показником на 14-у добу експерименту.

Відношення активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові, за яким можна судити про активність початкових стадій ремоделювання кісткової тканини, у 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, порівняно з даними у аналогічних щурів на 14-у добу був достовірно більшим у 1,27 разів ( $p = 0,008$ ) та не відрізнявся від показника на 28-у добу (табл.).

Як відомо з літератури, розрахункові показники співвідношення активності лужної до активності кислої фосфатази, а також ступінь мінералізації (співвідношення вмісту кальцію та білка) можуть бути використані для оцінювання якості процесу ремоделювання [18].

Таким чином, на підставі результатів біохімічного дослідження сироватки крові експериментальних щурів 3-х і 12-місячного віку із дефектом критичного розміру у метафізі стегнової кістки в умовах заповнення дефекту кістковими алоімплантатами, насиченими МСК та без використання МСК визначено, що у 3-місячних щурів без МСК на протязі експерименту спостерігалось прогресивне зниження співвідношення активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові, що вказує на поступове затихання перебігу початкових стадій мінералізації нової кісткової тканини. На 90-у добу зафіксовано зниження ступеня мінералізації, який відповідає темпу насичення кісткової тканини кальцієм на більш пізніх стадіях процесу відносно такого у тварин на 14-у та на 28-у добу.

У 12-місячних тварин із алоімплантатами без МСК темпи проходження початкових стадій мінералізації кісткової тканини прогресивно знижувалося на протязі всього терміну експерименту, про що свідчить динаміка співвідношень активності лужної та кислої фосфатази у сироватці крові. У 12-місячних щурів із алоімплантатами без використання МСК на 90-у добу мало місце достовірне зниження темпу пізніх стадій кальцифікації кісткової тканини відповідно до рівня такого на 14-у та на 28-у добу, що відображено у динаміці значень ступеня мінералізації.

У 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, спершу мало місце прискорення початкових стадій мінералізації кісткової тканини, а потім на 90-у добу темп даного процесу, вочевидь, знов знижувався до початкового рівня, про що свідчить динаміка змін відношення активності лужної до кислої фосфатази сироватки крові. На 14-у та

на 90-у доби, виходячи із значень даного співвідношення, і порівняно із даними групи з алоімплантатами без використання МСК, темп початкових стадій мінералізації у групи щурів, які отримували алоімплантати з МСК, був менш активним, ніж у випадку використання алоімплантатів без МСК.

Використання алоімплантатів, насичених МСК, для заповнення дефектів у 12-місячних щурів призводило до зменшення темпів початкових стадій мінералізації кісткової тканини на 28-у добу із подальшим підвищенням на 90-у добу, що підтверджується динамікою змін відношення активності лужної до кислої фосфатази сироватки крові. У 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, швидкість плинущи кальцифікації кісткової тканини на 14-у та 28-у добу була нижчою, ніж в умовах встановлення алоімплантатів без МСК, причому на 28-у добу вона ще знижувалася, порівняно із такою на 14-у добу, а потім, на 90-у добу знов підвищувалася майже до початкових значень, судячи по змінам значень ступеня мінералізації.

У 12-місячних щурів із алоімплантатами без МСК темпи початкових стадій мінералізації кісткової тканини тільки на 90-у добу достовірно поступалися таким у відповідних 3-місячних тварин, виходячи із значень співвідношення активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові.

Швидкість перебігу пізніх стадій кальцифікації кісткової тканини у 12-місячних щурів без використання МСК протікали із темпами аналогічними таким у відповідних 3-місячних експериментальних тварин, що знаходило відображення у співставних значеннях розрахункового ступеня мінералізації.

У 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, темп перебігу початкових стадій мінералізації кісткової тканини на 14-у добу достовірно переважав такий у відповідних 3-місячних тварин, на 28-у добу, поступався такому, та на 90-у добу експерименту знов доганяв та переганяв рівень у 3-місячних тварин з МСК, про що можна зробити висновки за змінами відношення активності лужної до кислої фосфатази сироватки крові.

У 12-місячних щурів із використанням МСК швидкість плинущи завершальних стадій кальцифікації кісткової тканини була нижчою, ніж така у 3-місячних щурів із використанням МСК на 14-у та 28-у доби експерименту, про що свідчать менші величини ступеню мінералізації у аналізованій групі.

#### Висновки

1. На підставі результатів біохімічного дослідження сироватки крові експериментальних щурів 3- і 12-місячного віку із дефектом критичного розміру у метафізі стегнової кістки із заповненням дефекту кістковими алоімплантатами, насиченими мезенхімальнимистовбуровимиклітинами,

та без такого насичення визначено, що у 3-місячних щурів без мезенхімальних стовбурових клітин на протязі експерименту спостерігалось прогресивне затихання початкових стадій мінералізації кісткової тканини, про що можна судити за зменшенням співвідношення активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові. На 90-у добу зафіксовано зниження активності насичення кісткової тканини кальцієм на більш пізніх стадіях мінералізації, чому відповідає динаміка змін ступеня мінералізації.

2. У 3-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими мезенхімальними стовбуровими клітинами, спершу мало місце прискорення початкових стадій мінералізації кісткової тканини, а на 90-у добу темп даного процесу знов знижувався до початкового рівня, про що свідчить динаміка змін відношення активності лужної до кислої фосфатази сироватки крові.
3. У 12-місячних тварин із алоімплантатами без мезенхімальних стовбурових клітин темпи проходження початкових стадій мінералізації кісткової тканини прогресивно знижувалися на протязі всього терміну експерименту, про що свідчить динаміка співвідношень активності лужної та кислої фосфатази у сироватці крові. У даній групі тварин на 90-у добу мало місце достовірно зниження темпу пізніх стадій мінералізації кісткової тканини відповідно до рівня такого на 14-у та 28-у доби, що відображено у динаміці значень ступеня мінералізації.
4. Введення мезенхімальних стовбурових клітин до алоімплантатів при заповненні зони дефекту метафізу стегнової кістки у 3-місячних щурів призводило до зниження темпу початкових стадій мінералізації кісткової тканини на 14-у та на 90-у доби, порівняно із даними групи щурів з алоімплантатами без використання мезенхімальних стовбурових клітин, про що свідчать їх менші значення відношення активності лужної до кислої фосфатази сироватки крові.
5. У 12-місячних щурів використання алоімплантатів, насичених мезенхімальними стовбуровими клітинами, для заповнення дефектів критичного розміру стегнової кістки призводило до зменшення темпів початкових стадій мінералізації кісткової тканини на 14-у та на 28-у доби із подальшим підвищенням на 90-у добу, що підтверджується динамікою змін відношення

активності лужної до кислої фосфатаз сироватки крові. Використання алоімплантатів, насичених мезенхімальними стовбуровими клітинами, у 12-місячних щурів призводило до зниження швидкості мінералізації кісткової тканини в рамках пізніх стадій її ремоделювання на 14-у та 28-у добу, причому на 28-у добу даний процес ще більше уповільнювався, порівняно із таким на 14-у добу, а потім, на 90-у добу знов прискорювався майже до початкових темпів, судячи по змінам величини ступеня мінералізації.

6. При порівнянні показників, що характеризують мінералізацію кісткової тканини як у 3-місячних так і у 12-місячних щурів без використання мезенхімальних стовбурових клітин виявлено, що у 12-місячних щурів темпи початкових стадій мінералізації кісткової тканини тільки на 90-у добу достовірно поступалися таким у відповідних 3-місячних тварин, виходячи із значень співвідношення активності лужної та кислої фосфатази сироватки крові. Швидкість перебігу пізніх стадій мінералізації кісткової тканини у 3-місячних та 12-місячних щурів без використання мезенхімальних стовбурових клітин протікали із подібними темпами, що знаходило відображення у співставних значеннях розрахункового ступеня мінералізації.
7. У 12-місячних щурів із алоімплантатами, насиченими МСК, темп перебігу початкових стадій мінералізації кісткової тканини на 14-у добу достовірно переважав такий у відповідних 3-місячних тварин, на 28-у добу, поступався такому, та на 90-

добу експерименту знов доганяв та переганяв зазначений показник, про що можна зробити висновки за змінами відношення активності лужної до кислої фосфатаз сироватки крові. У 12-місячних щурів із використанням мезенхімальних стовбурових клітин темпи завершальних стадій мінералізації кісткової тканини був нижчим, ніж такий у 3-місячних щурів із використанням мезенхімальних стовбурових клітин на 14-у та 28-у доби експерименту, про що свідчать менші величини ступеню мінералізації у старших тварин.

8. Лікування експериментальних щурів із дефектом критичного розміру у метафізі стегнової кістки алоімплантатами, насиченими мезенхімальними стовбуровими клітинами, особливо на ранніх стадіях, призводить до уповільнення процесів ремоделювання кісткової тканини.

**Перспективи подальшого дослідження.**

Проблема заповнення дефектів кісткової тканини при її бракуванні внаслідок травм, пухлин, інших причин вельми актуальна в усьому світі.

У всьому світі значна кількість хворих потребують ортопедичних втручань з використанням кісткових трансплантатів. Для підвищення їх остеоіндуктивних й остеоіндуктивних якостей уявляється важливим подальше та більш поглиблене вивчення впливу факторів, стимулюючих регенерацію кісткової тканини на різних стадіях процесу.

Розробка оптимального протоколу використання алоімплантатів та найбільш активних стимулюючих факторів у зазначеній категорії пацієнтів потребує продовження подальшого наукового пошуку.

**References**

1. Hodges WM, O'Brien F, Fulzele S, Hamrick MW. Function of microRNAs in the Osteogenic Differentiation and Therapeutic Application of Adipose-Derived Stem Cells (ASCs). *Int J Mol Sci.* 2017;18(12):2597. PMID: 29207475. PMCID: PMC5751200. doi: 10.3390/ijms18122597
2. Shafaei H, Kalarestaghi H. Adipose-derived stem cells: An appropriate selection for osteogenic differentiation. *J Cell Physiol.* 2020 Nov;235(11):8371-8386. PMID: 32239731. doi: 10.1002/jcp.29681
3. Mende W, Götzl R, Kubo Y, Pufe T, Ruhl T, Beier JP. The Role of Adipose Stem Cells in Bone Regeneration and Bone Tissue Engineering. *Cells.* 2021 Apr 21;10(5):975. PMID: 33919377. PMCID: PMC8143357. doi: 10.3390/cells10050975
4. Reumann MK, Linnemann C, Aspera-Werz RH, Arnold S, Held M, Seeliger C, et al. Donor Site Location Is Critical for Proliferation, Stem Cell Capacity, and Osteogenic Differentiation of Adipose Mesenchymal Stem/Stromal Cells: Implications for Bone Tissue Engineering *Int J Mol Sci.* 2018 Jun 26;19(7):1868. PMID: 29949865. PMCID: PMC6073876. doi: 10.3390/ijms19071868
5. Xu L, Liu Y, Sun Y, Wang B, Xiong Y, Lin W, et al. Tissue source determines the differentiation potentials of mesenchymal stem cells: a comparative study of human mesenchymal stem cells from bone marrow and adipose tissue. *Stem Cell Res Ther.* 2017;8(1):275. PMID: 29208029. PMCID: PMC5718061. doi: 10.1186/s13287-017-0716-x

6. Z Y, Li Q, Luo S, Liu Z, Luo D, Zhang B, et al. PPAR $\gamma$  and Wnt Signaling in Adipogenic and Osteogenic Differentiation of Mesenchymal Stem Cells. *Curr Stem Cell Res Ther.* 2016;11(3):216-25. PMID: 25986621. doi: 10.2174/1574888x10666150519093429
7. Zhang Z, Yang X, Cao X, Qin A, Zhao J. Current applications of adipose-derived mesenchymal stem cells in bone repair and regeneration: A review of cell experiments, animal models, and clinical trials. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022;10:942128. PMID: 36159705. PMCID: PMC9490047. doi: 10.3389/fbioe.2022.942128
8. Paduano F, Marrelli M, Amantea M, Rengo C, Rengo S, Goldberg M, et al. Adipose Tissue as a Strategic Source of Mesenchymal Stem Cells in Bone Regeneration: A Topical Review on the Most Promising Craniomaxillo-facial Applications. *Int J Mol Sci.* 2017;18(10):2140. PMID: 29027958. PMCID: PMC5666822. doi: 10.3390/ijms18102140
9. Mao S-H, Chen C-H, Chen C-T. Osteogenic potential of induced pluripotent stem cells from human adipose-derived stem cells. *Stem Cell Res Ther.* 2019;10(1):303. PMID: 31623672. PMCID: PMC6798413. doi: 10.1186/s13287-019-1402-y
10. Verkhovna Rada of Ukraine, Zakon Ukrainy vid 21 lyutoho 2006r. Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennya [On the protection of animals from brutal treatment]. Revision: February 13, 2020, accessed: January 20, 2021 [Ukrainian]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/en/3447-15/ed20200213#Text>
11. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes Strasbourg, 18.III.1986:11 p. Available from: <https://rm.coe.int/168007a67b>
12. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union, 2010, 20.10:276/33-276/79. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:en:PDF>
13. Poser L, Matthys R, Schawalder P, Pearce S, Alini M, Zeiter S. A standardized critical size defect model in normal and osteoporotic rats to evaluate bone tissue engineered constructs. *Biomed Res Int.* 2014;2014:348635. PMID: 24738053. doi: 10.1155/2014/348635
14. Tao ZS, Wu XJ, Zhou WS, Wu XJ, Liao W, Yang M, et al. Local administration of aspirin with  $\beta$ -tricalcium phosphate/poly-lactic-co-glycolic acid ( $\beta$ -TCP/PLGA) could enhance osteoporotic bone regeneration. *J Bone Miner Metab.* 2019;37:1026–35. PMID: 31076895. doi: 10.1007/s00774-019-01008-w
15. Patent 119699 Ukraine, MPK A61K 35/32 (2015.01), A61F 2/28 (2006.01), A61P 19/00. Sposib vyhotovlennya implantatsiy noho dehidratovanoho kistkovoho biomaterialu alohennoho pokhodzhennya [Method of manufacturing implantation dehydrated bone biomaterial of allogeneic origin]. Korzh MO, Vorontsov PM, Slota OM, Husak VS, Vorontsova MP. (UA); zayavnyky i vlasnyky patentu Korzh MO, Vorontsov PM, Slota OM, Husak VS, Vorontsova MP. (UA). № a201709455 ; zayavl 27.09.2017 ; opubl 25.07.2019. Byul № 14. [Ukrainian]
16. Kamyshnikov VS. *Methods of clinical laboratory research.* 2018. 736 p. ISBN: 978-5-00030-511-9
17. Lang TA, Sesik MM. *How to describe statistics in medicine. An annotated guide for authors, editors, and reviewers.* 2011. 480 p. ISBN: 978-5-98811-173-3
18. Talashova IA, Gasanova AG, Tkachuk EA. Demonstration of phosphatase activity and electrolyte exchange under the conditions of implantation of calcium phosphate materials. *Genius of Orthopedics.* 2010;4:94–98.

UDC 616.71–003.93–089.843:611.018.54:611.018–08

**Changes in Calculated Indices of Blood Serum Biochemical Indicators of Rats of Different Age after Filling of the Defect in the Metaphysis of the Femur Bone with Allogeneic Bone Implants Saturated with Mesenchymal Stem Cells**

**Vorontsov P. M., Tulyakov V. O., Gulida T. I.**

**Abstract.** The purpose of the study was based on the analysis of calculated biochemical parameters of mineralization in the blood serum of laboratory rats to evaluate the course of metabolic processes in bone tissue after filling a defect of critical size in the metaphysis of the femur with allogeneic bone implants saturated with mesenchymal stem cells.

**Materials and methods.** Indicators of mineralization of bone tissue in the blood serum of white rats were studied (the content of total protein, calcium, alkaline and acid phosphatase activity), the ratio of alkaline to acid phosphatase activity, as well as the degree of mineralization, were calculated.

**Results and discussion.** In 3-month-old rats with alloimplants without mesenchymal stem cells on the 90<sup>th</sup> day, a decrease in the degree of mineralization was observed, which reflects the final stages of bone tissue remodeling by 1.13 times compared to the level of this in animals of a similar age and conditions of filling the defect on the 14<sup>th</sup> day ( $p = 0.008$ ) and 1.12 times compared to the data on the 28<sup>th</sup> day of the experiment ( $p = 0.008$ ).

In 3-month-old rats with alloimplants saturated with mesenchymal stem cells, a decrease in the degree of mineralization on the 90<sup>th</sup> day was determined compared to that in experimental rats of a similar age and defect filling conditions on the 14<sup>th</sup> day by 1.13 times ( $p = 0.008$ ), and compared with the data of the similar group on the 28<sup>th</sup> day – 1.14 times ( $p = 0.008$ ), which reflects the delay in the course of the full stage of bone tissue remodeling due to the use of mesenchymal stem cells.

The ratio of serum alkaline to acid phosphatase activity in 3-month-old rats with alloimplants saturated with mesenchymal stem cells was 1.32 times lower on the 14<sup>th</sup> day compared to the data of a group of the same age with alloimplants without mesenchymal stem cells ( $p = 0.008$ ), and on the 90<sup>th</sup> day – by 1.12 times ( $p = 0.008$ ), which also indicates a delay in the early stages of bone tissue mineralization due to the use of mesenchymal stem cells as part of alloimplants.

In 12-month-old rats without the use of mesenchymal stem cells, on the 90<sup>th</sup> day, there was a decrease in the degree of mineralization by 1.10 times, in accordance with the level of this in a group of rats of a similar age and conditions of defect filling on the 14<sup>th</sup> day ( $p = 0.008$ ) and by 1.09 times compared to that on the 28<sup>th</sup> day ( $p = 0.008$ ), from which we can conclude about a progressive decrease in the activity of the final stages of bone tissue remodeling.

The ratio of the activity of alkaline and acid phosphatase in 12-month-old rats with alloimplants without mesenchymal stem cells on the 90<sup>th</sup> day was significantly inferior to that in the corresponding 3-month-old animals by 1.12 times ( $p = 0.008$ ), which indicates a lower activity of the initial stages of bone tissue mineralization in the late stages of defect healing. This indicator progressively decreased during the experiment. Thus, on the 28<sup>th</sup> day, it was 1.12 times smaller than on the 14<sup>th</sup> day, and on the 90<sup>th</sup> day – by 1.53 times less, in accordance with the data on the 14<sup>th</sup> day ( $p = 0.008$ ) and by 1.36 times compared to that on the 28<sup>th</sup> day ( $p = 0.008$ ).

**Conclusion.** Treatment of experimental rats with a critical size defect in the femoral metaphysis with alloimplants saturated with mesenchymal stem cells, especially in the early stages, leads to a slowing down of bone tissue remodeling processes.

**Keywords:** alloimplant, defect, modeling, biochemistry, mineralization, calculated indicators.

#### ORCID and contributionship:

Petro Vorontsov : 0000 0002-5758-7223 <sup>A,B</sup>

Vladislav Tuljakov : 0000-0002-3187-1592 <sup>D,F,E</sup>

Tejtjana Gulida : 0000 0001 5239 4732 <sup>B,C</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

##### Petro Vorontsov

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology Ukrainian National Academy of Medical Sciences,  
Department of Transplantology  
80, Pushkinska Str., Kharkiv 64002, Ukraine  
phone: +380577251430, e-mail: vorontsov63@ukr.net

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 18.12.2022

Accepted 11.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.079  
УДК 616.71-007.234:616-0889.843  
Даценко М.А.

## АКТИВНІСТЬ МАРКЕРІВ КІСТКОВОГО МЕТАБОЛІЗМУ У ТВАРИН ЗІ ЗМОДЕЛЬОВАНИМ ОСТЕОПОРОЗОМ ПІСЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДЕНТАЛЬНОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ

Буковинський державний медичний університет,  
Чернівці, Україна

*Метою* дослідження було оцінити стан кісткового метаболізму шляхом визначення активності лужної фосфатази та тартрат-резистентної кислій фосфатази у крові піддослідних тварин, зі змодельованим остеопорозом, після проведення дентальної імплантації за впливу корегуючої остеотропної терапії.

*Об'єкт і методи.* Експериментальна частина дослідження виконана на 78 кролях (породи Шиншила): 15 тварин – контрольна група та 63 тварин дослідна група (31 самка та 32 самці). У крові експериментальних тварин визначали активність лужної фосфатази – уніфікованим колориметричним методом та активність тартрат-резистентної кислій фосфатази – імуноферментним методом за допомогою набору “Bone TRAP Assay” фірми Assay Pro (США).

*Результати.* На 12 місяць дослідження у тварин підгрупи А (I) активність ЛФ у крові була значно менше порівняно з даними у інтактних тварин,  $p < 0,01$  та на 64,71% нижче, стосовно вихідних даних,  $p_1 < 0,01$ . Тоді як, у тварин підгрупи В (I) активність ЛФ у крові дорівнювала даним у інтактних тварин,  $p > 0,05$ , та була на 72,06% нижче вихідних значень,  $p_1 < 0,01$ .

Через 12 місяців досліджень у тварин підгруп, де не проводилася корекція симульованого остеопорозу, спостерігалось інтенсивне підвищення активності тартрат-резистентної кислій фосфатази в крові. У підгрупах А (I) та В (I), де проводилось медикаментозне купірування остеопоротичних явищ, простежувалась тенденція до зниження активності TRACP у крові, дані якої через 12 місяців спостережень дорівнювали значенням у інтактних тварин,  $p > 0,05$ , та були вірогідно нижче вихідних значень: у підгрупі А (I) – на 29,90%, та у підгрупі В (I) – на 32,70%,  $p_1 < 0,01$ . Зниження тартрат-резистентної кислій фосфатази в крові тварин із симуляцією остеопорозу, які отримували антирезорбтивну терапію, можна інтерпретувати як зниження резорбції кісткової тканини.

*Висновки.* Підсумовуючи результати досліджень, і звертаючи увагу на результати активності лужної фосфатази та TRACP у крові тварин зі змодельованим остеопорозом, можна припустити, що у тварин, котрі отримували медикаментозну

терапію, скеровану на корекцію остеопоротичних явищ, процеси синтезу кісткового матеріалу преваюють над процесами резорбції.

**Ключові слова:** дентальна імплантація, остеопороз, лужна фосфатаза, тартрат-резистентна кислота фосфатаза.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота являє собою фрагмент науково-дослідної роботи кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Буковинського державного медичного університету «Багатопротипільний підхід до діагностики, лікування та профілактики основних стоматологічних захворювань, з збереження регенеративних властивостей тканин та відновлення захисних властивостей анатомічних структур у жителів Північної Буковини», № держ. реєстрації 0116U002929.

**Вступ.** Епідеміологічні дослідження показали, що немає жодної раси, жодної національності та країни, котрі б не страждали від остеопорозу [1]. За останніми даними остеопороз зареєстрований у 75 мільйонів людей у США, країнах Європи та Японії разом узятих – це кожна третя жінка у постменопаузальному періоді та майже половина всіх чоловіків та жінок віком 50 років [2]. Остеопороз – системне захворювання скелета, що характеризується зниженням маси кістки в одиниці об'єму та порушенням мікроархітекtonіки кісткової тканини, що призводять до збільшення крихкості кісток та ризику їх переломів від мінімальної травми або навіть без такої [3]. Остеопороз (ОП), за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, посідає четверте місце серед інших захворювань, поширених на Землі, поступаючись лише хворобам серцево-судинної системи, онкологічним та ендокринним [4]. Кісткова тканина щелеп за будовою та хімічним складом мало чим відрізняється від інших кісток скелета [1, 4]. Однак в альвеолярній кістці процеси внутрішньої перебудови протікають активніше, ніж у інших кістках скелета [3]. У нормі висота альвеолярного гребня підтримується фізіологічною рівновагою між формуванням і резорбцією кістки, які регулюються не тільки системними, а й місцевими факторами [5]. В останні роки значна увага приділялася уточненню взаємозв'язку між

метаболическими захворюваннями кісткової тканини та змінами в кістковій тканині щелеп. Здавалося би, системні процеси, що відбуваються в організмі, не можуть не впливати на стан тканин зубощелепної системи. Проте взаємозв'язок між остеопорозом та станом порожнини рота залишається дискусійним питанням.

Досягнення останніх років у вивченні молекулярних патогенетичних аспектів остеопорозу сприяли пошуку найбільш специфічних та інформативних маркерів, котрі відображають інтенсивність процесів ремоделювання. Хоча ці показники поділяються на маркери синтезу та резорбції кістки, слід враховувати, що в патологічних умовах, коли процеси перебудови кісткової тканини пов'язані та змінені в одному напрямку, будь-який із зазначених маркерів відобразить сумарну швидкість метаболізму кістки [6]. В даний час використовуються три біохімічні маркери формування кістки, що здійснюється остеобластами: лужна фосфатаза, остеокальцин, карбокси- та амінотермінальні пропептиди проколагену I типу [7]. До специфічних маркерів резорбції кісткової тканини відносяться: піридинолін, деоксипіридинолін, оксипролін, тартрат-резистентна кислота фосфатаза [8].

Визначення обміну кісткової тканини за допомогою біохімічних маркерів є перспективним методом діагностики, особливо для оцінки ефективності лікування, оскільки біохімічні показники змінюються швидше, ніж щільність кісткової тканини. Більшість біохімічних методів дослідження відрізняється високою інформативністю, проте трудомісткість дослідження, що поєднується з дорогим обладнанням, роблять їх доступними лише для невеликої кількості лабораторій.

**Мета дослідження.** Метою даного дослідження було оцінити стан кісткового метаболізму шляхом визначення активності лужної фосфатази та тартрат-резистентної кислоти фосфатази у крові піддослідних тварин, зі змодельованим остеопорозом, після проведення дентальної імплантації за впливу корегуючої остеотропної терапії.

**Об'єкт і методи дослідження.** Експериментальна частина дослідження виконана на 78 кролях (породи Шиншила): 15 тварин – контрольна група та 63 тварин дослідна група (31 самка та 32 самці). Усі експериментальні тварини утримувались у стандартних умовах віварію при вільному доступі до їжі і води. Піддослідним тваринам, за для моделювання експериментального остеопорозу, під тіопенталовим наркозом, проводили оваріоектомію у самиць та орхієктомію – у самців [9].

Експериментальні дослідження проводили з дотриманням етичних норм (Directive 86/609/ЕЕС) положень Європейської конвенції про захист безхребетних тварин, які використовуються для

експериментів та наукових цілей (2005) та «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (2013).

Через 2 місяці після операції тварини дослідної групи були поділені на підгрупи: підгрупа А – 15 самиць з експериментально підтвердженим остеопорозом після оваріоектомії, що не отримували корегуючу терапію; підгрупа В – 15 самців з експериментальним остеопорозом після орхієктомії, що не отримували корегуючу терапію; підгрупа А(І) – 16 самиць з експериментальним остеопорозом після оваріоектомії, що отримували корегуючу терапію; підгрупа В(І) – 17 самців з експериментальним остеопорозом після оваріоектомії, що отримували корегуючу терапію. Після поділу на підгрупи тваринам, під тіопенталовим наркозом, у кістку нижньої щелепи вводили імпланти.

Для коригуючої терапії остеопорозу використовували препарат Бівалос (Servier, Франція), який збільшує утворення кісткової тканини, за рахунок остеобластів і синтезу колагену; знижує резорбцію кісткової тканини шляхом зниження диференціації остеокластів і їх резорбційної активності. Препарат (1/3 саше) розводили 1:100 мл води і давали тваринам щоденно впродовж 1 місяця [10]. Також, до харчового раціону тварин додавали препарат OSTEOPRO (в-к Др. Густав Кляйн ГмбХ & Ко. КГ, Німеччина). Препарат містить спеціальну сполуку – мікрокристалічний гідроксиапатитний комплекс МСНА™ (МСН-Сal™), що є активним регулятором кальцієво-фосфорного обміну [11]. Препарат у подрібненому вигляді додавали до харчового раціону експериментальних тварин: по 1 таблетці на добу протягом 1 місяця.

У крові експериментальних тварин, через 1, 3, 6 та 12 місяців, після постановки імплантів, визначали активність лужної фосфатази – уніфікованим колориметричним методом [12] та активність TRACP (тартрат-резистентної кислоти фосфатази – імуноферментним методом за допомогою набору “Bone TRAP Assay” фірми Assay Pro (США) [13].

Статистичне обчислення отриманих результатів проводили з використанням прикладних програм „Statistica 8.0” (StatSoft, USA) та пакетом статистичних функцій програми „Microsoft Excel 2021” [14].

**Результати дослідження та їх обговорення.** У результаті проведення експериментальних досліджень встановлено (табл. 1), що у інтактних тварин контрольної групи активність лужної фосфатази у крові складала  $1,40 \pm 0,19$  мккат/л. Водночас, у тварин усіх піддослідних груп активність ЛФ у крові зростала, у середньому до  $6,69 \pm 0,31$  мккат/л,  $p < 0,01$ , через 2 місяці після проведення операцій оваріоектомії і орхієктомії.

**Таблиця 1** – Активність лужної фосфатази у крові піддослідних тварин з експериментальним остеопорозом у різні терміни спостереження

Групи дослідження	Терміни дослідження				
	до лікування	через 30 діб	через 3 місяця	через 6 місяців	через 12 місяців
Контрольна група, n=15	1,40±0,19	–	–	–	–
Підгрупа А, n=10	6,86±0,33*	7,00±0,35*	7,65±0,37*	8,00±0,40**,**	8,86±0,45*,*
Підгрупа В, n=10	6,53±0,30*	6,88±0,32*	7,43±0,35*	7,48±0,35**,**	7,54±0,36**,**
Підгрупа А(І), n=15	6,80±0,31*	4,25±0,27*,*	3,26±0,24*,*	2,88±0,20*,*	2,40±0,15*,*
Підгрупа В(І), n=15	6,55±0,30*	4,20±0,26*,*	2,99±0,20*,*	2,10±0,17**,*	1,83±0,14*

Примітки: \* $p < 0,01$ ; \*\* $p < 0,05$  – достовірна різниця значень стосовно даних контрольної групи; \* $p_1 < 0,01$ ; \*\* $p_1 < 0,05$  – достовірна різниця значень стосовно даних до лікування у підгрупах.

На 30 день експерименту, у тварин підгруп А і В, яким не проводилась медикаментозна корекція змодельованого остеопорозу, спостерігали подальше зростання активності ЛФ у крові: на 2,04% – у підгрупі А і на 5,35% – у підгрупі В,  $p < 0,01$ ,  $p_1 > 0,05$ , стосовно вихідних даних. У той же час, у підгрупах, де проводилась медикаментозна корекція змодельованих остеопоротичних явищ, активність ЛФ у крові знижувалась: на 37,50% – у підгрупі А (І) та на 35,88 – у підгрупі В (І),  $p_1 < 0,01$ , стосовно вихідних даних.

На 3 місяць спостережень спостерігалась тенденція до зростання активності ЛФ у крові прооперованих тварин, яким не проводилась медикаментозна корекція змодельованого остеопорозу, і зменшення її активності у крові експериментальних кролів, яким явища остеопорозу купірувались згідно розпрацьованої методики. Так, у підгрупах А і В активність ферменту у крові зростала на 11,52% і на 13,78%,  $p < 0,01$ ,  $p_1 > 0,05$ , відповідно, при зменшенні його активності у крові у підгрупах А (І) і В (І) на 52,06% та на 54,36%,  $p, p_1 < 0,01$ , відповідно, стосовно вихідних значень.

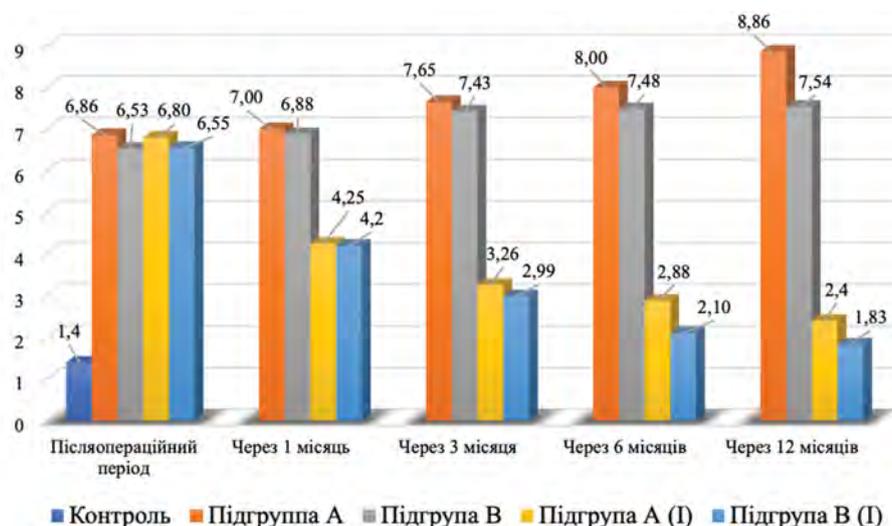
У віддалені терміни експериментального дослідження (6–12) місяців у групах А і В спостерігали подальше зростання активності лужної фосфатази у крові (рис. 1), яке через 12 місяців досліджень було вище даних інтактних тварин,  $p < 0,01$ , та перевищувало вихідні значення на 29,15%,  $p_1 < 0,01$  і на 15,46%,  $p_1 < 0,05$ , відповідно.

У той же час, у піддослідних тварин підгрупи А (І), через 12 місяців спостережень активність ЛФ у крові була значно менше порівняно з даними у інтактних тварин,  $p < 0,01$  та на 64,71% нижче, стосовно вихідних даних,  $p_1 < 0,01$ . Звертало увагу, що через

12 місяців спостережень у тварин підгрупи (І) активність ЛФ у крові дорівнювала даним у інтактних тварин,  $p > 0,05$ , та була на 72,06% нижче вихідних значень,  $p_1 < 0,01$ .

Отримані результати свідчать, що у піддослідних тварин зі змодельованим остеопорозом, які не отримували коригуючої терапії, відбувається підвищення активності лужної фосфатази, що ймовірно, пов'язано з гіперфункцією остеобластів. У той же час, у групах експериментальних тварин яким проводилось купірування остеопоротичних явищ за запропонованою методикою, спостерігалось зниження активності вищезгаданого ферменту. Виходячи з цього, можна припустити, що запропонована терапія, що знижує активність ЛФ у крові, не інгібує функцію остеобластів, а може бути наслідком зменшення резорбції кістки. Щоб перевірити дане припущення, була вивчена активність тарtrat-резистентної кислоти фосфатази у крові піддослідних тварин (табл. 2).

У результаті проведених досліджень було встановлено, що активність TRACP у крові інтактних тварин становила  $19,60 \pm 0,73$  нмоль/(с·л). У піддослідних тварин усіх підгруп дослідження через 2 місяці після операційного періоду, активність



**Рис. 1** – Зміни активності лужної фосфатази фосфору у крові піддослідних тварин з модельованим остеопорозом у різні терміни спостереження

**Таблиця 2** – Активність тартрат-резистентної кислій фосфатази у крові піддослідних тварин з експериментальним остеопорозом у різні терміни спостереження

Групи дослідження	Терміни дослідження				
	до лікування	через 30 діб	через 3 місяця	через 6 місяців	через 12 місяців
Контрольна група, n=15	19,60±0,73	–	–	–	–
Підгрупа А, n=10	29,70±0,88•	39,80±0,90•,*	42,83±0,93•,*	47,90±1,06•,*	48,24±0,98•,*
Підгрупа В, n=10	28,65±0,82•	39,76±0,90•,*	42,06±0,92•,*	47,56±1,04•,*	47,90±0,92•,*
Підгрупа А(І), n=15	29,73±0,88•	28,62±0,86•	26,40±0,80•,**	21,40±0,75*	20,84±0,73*
Підгрупа В(І), n=15	28,60±0,82•	26,25±0,80•,**	24,00±0,78•,*	19,28±0,72	19,25±0,70*

**Примітки:** • $p < 0,01$ ; •• $p < 0,05$  – достовірна різниця значень стосовно даних контрольної групи; \* $p < 0,01$ ; \*\* $p < 0,05$  – достовірна різниця значень стосовно даних до лікування у підгрупах.

TRACP у крові підвищувалась та була на 48,83% вище, у середньому, ніж у інтактних тварин контрольної групи,  $p < 0,01$ .

На 30 добу спостережень, у підгрупах А і В, у яких не проводилась медикаментозна корекція остеопоротичних явищ, активність TRACP у крові продовжувала зростати, та була на 103,0% вище, стосовно даних у контролі,  $p < 0,01$ , та перевищувала вихідні значення на 36,36%,  $p_1 < 0,01$ , у середньому. У той же час, у підгрупах А (І) і В (І), у яких проводилась медикаментозна корекція змодельованого остеопорозу, спостерігали незначне зниження активності даного ферменту у крові стосовно даних у інтактних кролів,  $p < 0,01$ . Привертало увагу, що активність TRACP у крові вірогідно не відрізнялась від вихідних значень у експериментальних тварин групи А (І),  $p_1 > 0,05$  та була на 8,22% нижче вихідних значень у тварин підгрупи В (І),  $p_1 < 0,05$ .

Через 3 місяці досліджень та у віддалені терміни спостереження (6 – 12 місяців) у тварин підгруп, де не проводилось медикаментозна корекція змодельованого остеопорозу спостерігали інтенсивне підвищення активності TRACP у крові: у підгрупі А – 42,83±0,93 нмоль/с•л через 3 місяці,  $p_1 < 0,01$  до 48,24±0,98 нмоль/с•л через 12 місяців експерименту,  $p_1 < 0,01$ ; у підгрупі В – від 42,06±0,92 нмоль/с•л через 3 місяці,  $p_1 < 0,01$ , до 47,90±0,92 нмоль/с•л через 12 місяців експерименту.

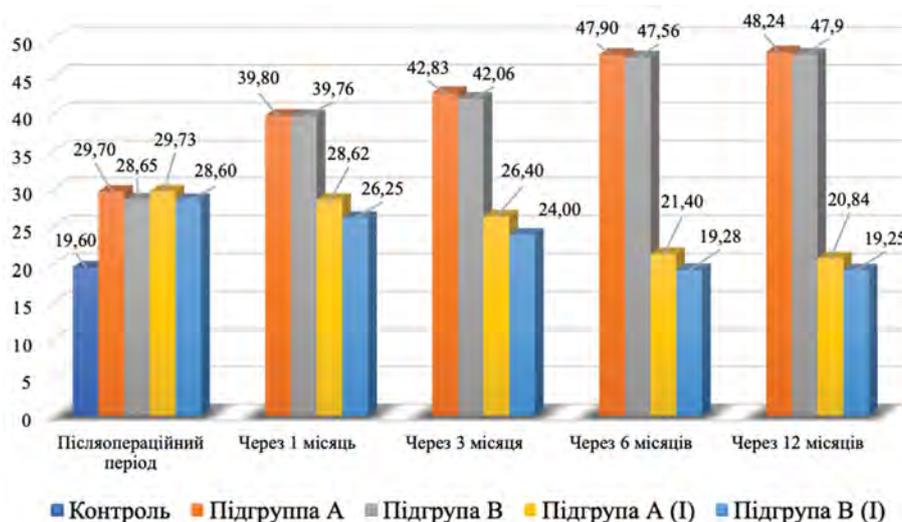
Водночас, у підгрупах, де проводилось медикаментозне купірування остеопоротичних явищ, простежувалась тенденція до зниження активності TRACP у крові, дані якої через 12 місяців спостережень дорівнювали значенням у інтактних тварин,  $p > 0,05$ , та

були вірогідно нижчими вихідних значень: у підгрупі А (І) – на 29,90%, та у підгрупі В (І) – на 32,70%,  $p_1 < 0,01$  (рис. 2).

Таким чином, зниження TRACP у крові тварин з змодельованим остеопорозом, що отримували анти-резорбційну терапію можливо інтерпретувати, як зменшення резорбції кісткової тканини.

Якісна та кількісна оцінка кісткової тканини щелеп необхідна у всіх розділах стоматології – від пародонтології до ендодонтії та протезування, але особливо важлива у дентальній імплантології. Аналіз літератури з питань протезування з використанням різних систем імплантатів показує, що стан кісткової тканини істотно впливає на термін користування зубними протезами [14].

Низкою авторів наводяться дані про хороше приживлення імплантатів у щурів із дефіцитом кальцію [15] та у кроликів зі стероїдним остеопорозом [16]. Результати експериментального дослідження Mori H. та ін., також підтверджують можливість успішної остеоінтеграції імплантатів, проте автори зазначають, що процес формування кістки навколо імплантату у кроликів з остеопорозом був більш тривалим, ніж у контрольній групі [17].



**Рис. 2** – Зміни TRACP у крові піддослідних тварин з модельованим остеопорозом у різні терміни спостереження

Дослідження J. Hatakeyama та G. Giro свідчать про те, що в умовах дефіциту кальцію та при стероїдному остеопорозі маса та мінеральна щільність кістки, що оточує імплантат, значно знижені порівняно з такими у здорових тварин. У щурів, які зазнали оваріектомії, формування кісткової тканини навколо імплантату та контакт кістки з імплантатом також були значно гіршими, ніж у контрольній групі [18, 19].

Клінічні дослідження, присвячені вивченню остеоінтеграції імплантатів у пацієнтів із метаболічними захворюваннями кісткової тканини, також суперечливі. Науковці, які вивчили літературу з остеопорозу та його вплив на втрату кісткової маси щелеп, вважають, що для двоетапного використання ендосальних імплантатів у пацієнтів з остеопорозом немає жодних протипоказань [7, 16, 20]. Аналогічної думки дотримуються M. Nagasawa та співавтори, які вважають, що остеопороз не знижує якість остеоінтеграції зубних імплантатів [21]. Хоча процес остеоінтеграції частково залежить від стану кісткового ложа, рівень сформованої навколо імплантатів кісткової маси у пацієнтів з остеопорозом не відрізняється від групи здорових осіб, а відсоток відторгнень імплантатів не корелює ні з

віком, ні зі статтю пацієнтів. Проте, вони ж зазначають, що у жінок з постменопаузальним остеопорозом, які не одержують замісну терапію гормональними препаратами, зростає відсоток відторгнення імплантатів на верхній щелепі [21]. Дослідження A. Ortiz-Vigón, & M. Sanz, показали, що на верхній щелепі остеоінтеграція імплантатів взагалі гірша, ніж на нижній щелепі [22]. Головною причиною є стан кісткової тканини – зменшена кількість кістки в поєднанні з тонким кортикальним шаром та низькою щільністю кістки [23].

**Висновки.** Отже, підсумовуючи результати даних досліджень і звертаючи увагу на результати активності лужної фосфатази та TRACP у крові тварин зі змодельованим остеопорозом, можна припустити, що у тварин, які отримували медикamentозну терапію, скеровану на корекцію остеопоротичних явищ, процеси синтезу кісткового матеріалу превалюють над резорбцією.

**Перспективи подальших досліджень.** Планується провести ще ряд молекулярних, гістологічних, досліджень, щоб остаточно довести доцільність використання запропонованої остеотропної терапії за для стабілізації імплантів у хворих з остеопорозом.

## References

1. Pinheiro MB, Oliveira J, Bauman A, Fairhall N, Kwok W, Sherrington C. Evidence on physical activity and osteoporosis prevention for people aged 65+ years: a systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2020 Nov 26;17(1):150. PMID: 33239014. PMCID: PMC7690138. doi: 10.1186/s12966-020-01040-4
2. Rozenberg S, Bruyère O, Bergmann P, Cavalier E, Gielen E, Goemaere S, et al. How to manage osteoporosis before the age of 50. *Maturitas.* 2020 Aug;138:14-25. PMID: 32631584. doi: 10.1016/j.maturitas.2020.05.004
3. Pisulkar SG, Mistry RA, Nimonkar S, Dahihandekar C, Pisulkar G, Belkhode V. The Correlation of Mineral Density of Jaws With Skeletal Bone and Its Effect on Implant Stability in Osteoporotic Patients: A Review of Patient-Based Studies. *Cureus.* 2022 Jul 30;14(7):e27481. PMID: 36060331. PMCID: PMC9422923. doi: 10.7759/cureus.27481
4. Chen X, Moriyama Y, Takemura Y, Rokuta M, Ayukawa Y. Influence of osteoporosis and mechanical loading on bone around osseointegrated dental implants: A rodent study. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2021 Nov;123:104771. PMID: 34438251. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104771
5. Wang B, Kim K, Srirangapatanam S, Ustriyana P, Wheelis SE, Fakra SC, et al. Data on biomechanics and elemental maps of dental implant-bone complexes in rats. *Data Brief.* 2020 Jul 7;31:105969. PMID: 32728601. PMCID: PMC7381497. doi: 10.1016/j.dib.2020.105969
6. Ma X, Diao X, Li Z, Xin H, Suo T, Hou B, et al. Simulation analysis of impact damage to the bone tissue surrounding a dental implant. *Sci Rep.* 2020 Apr 24;10(1):6927. PMID: 32332927. PMCID: PMC7181623. doi: 10.1038/s41598-020-63666-5
7. Gupta R, Gupta N, Weber DDS KK. *Dental Implants.* In: StatPearls. StatPearls Publishing; 2021. PMID: 29262027
8. Ganbold B, Kim SK, Heo SJ, Koak JY, Lee ZH, Cho J. Osteoclastogenesis Behavior of Zirconia for Dental Implant. *Materials (Basel).* 2019 Mar 4;12(5):732. PMID: 30836587 PMCID: PMC6427278. doi: 10.3390/ma12050732
9. Kim YG, Kim WT, Jung BH, Yoo KY, Um HS, et al. Effects of ibuprofen-loaded TiO<sub>2</sub> nanotube dental implants in alloxan-induced diabetic rabbits. *J Periodontal Implant Sci.* 2021 Oct;51(5):352-363. PMID: 34713996. PMCID: PMC8558002. doi: 10.5051/jpis.2007520376
10. Oki Y, Doi K, Makihara Y, Kobatake R, Kubo T, Tsuga K. Effects of continual intermittent administration of parathyroid hormone on implant stability in the presence of osteoporosis: an in vivo study using resonance frequency analysis in a rabbit model. *J Appl Oral Sci.* 2017 Sep-Oct;25(5):498-505. PMID: 29069147. PMCID: PMC5804386. doi: 10.1590/1678-7757-2016-0561

11. Chandra P, Roy S, Kumari A, Agarwal R, Singh A, Sharan S. Role of Selective Serotonin Reuptake Inhibitors in Prognosis Dental Implants: A Retrospective Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2021 Jun;13(Suppl 1):S92-S96. PMID: 34447051. PMCID: PMC8375817. doi: 10.4103/jpbs.JPBS\_569\_20
12. Kemuriyama S, Aita H, Maida T, Kawamura N, Nezu T, Iijima M, et al. Effect of photofunctionalization on titanium bone-implant integration in ovariectomized rats. *Dent Mater J.* 2022 Sep 17. PMID: 36123044. doi: 10.4012/dmj.2022-081
13. Jacobsen C, Metzler P, Rössle M, Obwegeser J, Zemmann W, Grätz KW. Osteopathology induced by bisphosphonates and dental implants: clinical observations. *Clin Oral Investig.* 2013 Jan;17(1):167-75. PMID: 22415216. doi: 10.1007/s00784-012-0708-2
14. Ashrafi M, Ghalichi F, Mirzakouchaki B, Doblare M. On the effect of antiresorptive drugs on the bone remodeling of the mandible after dental implantation: a mathematical model. *Sci Rep.* 2021 Feb 2;11(1):2792. PMID: 33531628. PMCID: PMC7854758. doi: 10.1038/s41598-021-82502-y
15. Wang X, Wan C, Feng X, Zhao F, Wang H. In Vivo and In Vitro Analyses of Titanium-Hydroxyapatite Functionally Graded Material for Dental Implants. *Biomed Res Int.* 2021 Apr 30;2021:8859945. PMID: 34036104. PMCID: PMC8121567. doi: 10.1155/2021/8859945
16. Pivodova V, Frankova J, Ulrichova J. Osteoblast and gingival fibroblast markers in dental implant studies. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2011 Jun;155(2):109-16. PMID: 21804619. doi: 10.5507/bp.2011.021
17. Zeng Y, Komasa S, Nishida H, Agariguchi A, Sekino T, Okazaki J. Enhanced Osseointegration and Bio-Decontamination of Nanostructured Titanium Based on Non-Thermal Atmospheric Pressure Plasma. *Int J Mol Sci.* 2020 May 16;21(10):3533. PMID: 32429471. PMCID: PMC7278937. doi: 10.3390/ijms21103533
18. Hatakeyama J, Anan H, Hatakeyama Y, Matsumoto N, Takayama F, Wu Z, et al. Induction of bone repair in rat calvarial defects using a combination of hydroxyapatite with phosphatidylserine liposomes. *J Oral Sci.* 2019;61(1):111-118. PMID: 30918207. doi: 10.2334/josnusd.17-0488
19. Giro G, Coelho PG, Sales-Pessoa R, Pereira RM, Kawai T, Orrico SR. Influence of estrogen deficiency on bone around osseointegrated dental implants: an experimental study in the rat jaw model. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Jul;69(7):1911-8. PMID: 21530046. PMCID: PMC3118974. doi: 10.1016/j.joms.2011.01.028
20. Córdoba A, Manzanaro-Moreno N, Colom C, Rønold HJ, Lyngstadaas SP, Monjo M, et al. Quercitrin Nanocoated Implant Surfaces Reduce Osteoclast Activity In Vitro and In Vivo. *Int J Mol Sci.* 2018 Oct 25;19(11):3319. PMID: 30366383. PMCID: PMC6274788. doi: 10.3390/ijms19113319
21. Nagasawa M, Cooper LF, Ogino Y, Mendonca D, Liang R, Yang S, et al. Topography Influences Adherent Cell Regulation of Osteoclastogenesis. *J Dent Res.* 2016 Mar;95(3):319-26. PMID: 26553885 PMCID: PMC6728692. doi: 10.1177/0022034515616760
22. Ortiz-Vigón A, Martínez-Villa S, Suarez I, Vignoletti F, Sanz M. Histomorphometric and immunohistochemical evaluation of collagen containing xenogeneic bone blocks used for lateral bone augmentation in staged implant placement. *Int J Implant Dent.* 2017 Dec;3(1):24. PMID: 28634845. PMCID: PMC5478548. doi: 10.1186/s40729-017-0087-1
23. Vu AA, Bose S. Natural Antibiotic Oregano in Hydroxyapatite-Coated Titanium Reduces Osteoclastic Bone Resorption for Orthopedic and Dental Applications. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2020 Nov 25;12(47):52383-52392. PMID: 33181015 PMCID: PMC8009490. doi: 10.1021/acsami.0c14993

UDC 616.71-007.234:616-0889.843

**Activity of Markers of Bone Metabolism in Animals with Simulated Osteoporosis after Dental Implantation**  
**Datsenko M. A.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to evaluate the state of bone metabolism by determining the activity of alkaline phosphatase and tartrate-resistant acid phosphatase in the blood of experimental animals with simulated osteoporosis after dental implantation under the influence of corrective osteotropic therapy.*

**Materials and methods.** *The experimental part of the study was performed on 78 rabbits (Chinchilla breed): 15 animals – the control group and 63 animals – the experimental group (31 females and 32 males). After placement of implants, in the blood of the experimental animals, after 1, 3, 6 and 12 months, the activity of alkaline phosphatase was determined by a unified colorimetric method and the activity of tartrate-resistant acid phosphatase – by an immunoenzymatic method using the “Bone TRACP Assay” kit by Assay Pro (USA).*

**Results and discussion.** *On the 12<sup>th</sup> month of the experimental research in the experimental animals of subgroup A (I), the activity of alkaline phosphatase in the blood was significantly lower compared to the data of intact animals,  $p < 0.01$  and 64.71% lower, compared to the initial data,  $p_1 < 0.01$ . It was noted that after 12 months of observation in animals of subgroup B (I), the activity of alkaline phosphatase in the blood was equal to the data of intact animals,  $p > 0.05$ , and was 72.06% lower than the initial values,  $p_1 < 0.01$ .*

After 12 months of research, the animals of the subgroups, where no correction of simulated osteoporosis was performed, observed an intense increase in the activity of tartrate-resistant acid phosphatase in the blood. At the same time, in the subgroups where the medicinal treatment of osteoporotic phenomena was carried out, there was a tendency to decrease the activity of tartrate-resistant acid phosphatase in the blood, the data of which after 12 months of observation were equal to the values in intact animals,  $p > 0.05$ , and were probably lower than the initial values. Thus, a decrease in tartrate-resistant acid phosphatase in the blood of animals with simulated osteoporosis treated with antiresorptive therapy can be interpreted as a decrease in bone tissue resorption.

**Conclusion.** Summarizing the results of these studies and paying attention to the results of the activity of alkaline phosphatase and tartrate-resistant acid phosphatase in the blood of animals with simulated osteoporosis, it can be assumed that in animals that received drug therapy aimed at the correction of osteoporotic phenomena, the processes of bone material synthesis prevail over resorption.

**Keywords:** dental implantation, osteoporosis, alkaline phosphatase, tartrate resistant acid phosphatase.

#### **ORCID and contributionship:**

Maksym A. Datsenko: 0000-0001-8792-4381 <sup>A-F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### **CORRESPONDING AUTHOR**

##### **Maksym A. Datsenko**

Bukovinian State Medical University,  
Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery  
137, Golovna Str., Chernivtsi 58001, Ukraine  
phone: +38(0372) 553122, e-mail: identist83@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 10.12.2022

Accepted 03.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.086

УДК 616.36-001.31-074-091.8-097-092.9:577.112

Козлов С. В., Корзаченко М. А.

## ОЦІНКА РІВНЯ ЕКСПРЕСІЇ HIF1A ТА ПАРЕНХІМАТОЗНО-СТРОМАЛЬНИХ ВІДНОШЕНЬ ПІСЛЯ ТРАВМАТИЧНОГО ВПЛИВУ ПОВІТРЯНОЇ УДАРНОЇ ХВИЛІ НА ПЕЧІНКУ

Дніпровський державний медичний університет,  
Дніпро, Україна

*Мета* – дослідження, аналіз, оцінка рівня експресії HIF1A та паренхіматозно-стромальних відношень після травматичного впливу повітряної ударної хвилі на печінку.

*Матеріал та методи.* В представленому дослідженні були досліджені, проаналізовані та оцінені рівень експресії HIF1A та паренхіматозно-стромальні відношення після травматичного впливу повітряної ударної хвилі на печінку. Матеріалом для дослідження стали печінки 30 щурів самців, вагою  $177,5 \pm 15,8$  г. Всіх тварин рандомним шляхом розділили на три групи: 1 групу склали інтактні щури (n-6), 2 – контрольні (галотановий наркоз з фіксацією) (n-12), 3 (n-12) – експериментальні тварини (галотановий наркоз з фіксацією, травматична однократна дія повітряної ударної хвилі з надлишковим тиском  $31,6 \pm 4,8$ , яку було згенеровано в розробленому авторами пристрої. З метою вивчення реактивних змін в печінці після впливу повітряної ударної хвилі застосовували імуногістохімічний метод з вивченням експресії маркера гіпоксії HIF1A та морфометричний аналіз паренхіматозно-стромальних відносин на 7 та 30 добу експерименту.

*Результати та висновки.* Після однократного впливу повітряної ударної хвилі на передню черевну стінку шляхом імуногістохімічного методу при дослідженні експресії HIF1A в печінці експериментальних щурів, як маркера ішемічного стану тканини, на 7-му та 30-ту доби посттравматичного періоду виявили хронологічні відмінності щодо наявності, вираженості, просторового розподілу відповіді клітин печінки на дифузну травму низької інтенсивності.

Морфометричний аналіз паренхіматозно-стромальних відношень печінки після однократного впливу повітряної ударної хвилі показав достовірне зменшення площі гепатоцитів на 8% та достовірне збільшення площі сполучної тканини майже в 2,4 рази на 30-ту добу посттравматичного періоду у порівнянні з контрольною групою тварин. Оцінка рівня експресії фактору транскрипції HIF1A в печінці на етапах посттравматичного періоду показала, що помірна експресія була характерна для підкапсульної ділянки печінки в ранньому

посттравматичному періоді. На 30-ту добу посттравматичного періоду накопичення маркера HIF1A в печінці експериментальної групи тварин не мало статистичної значущості у порівнянні з контрольною групою.

**Ключові слова:** печінка щура, травма, повітряна ударна хвиля, HIF1A, морфометричний аналіз.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Виконана робота є складовою НДР «Морфофункціональний стан органів та тканин під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників», номер держреєстрації 0120U105219, терміни виконання 01.2020-12.2024.

**Вступ.** Закрита травма печінки займає важливе місце в структурі травматичних причин смерті та захворюваності серед людей різних вікових груп [1, 2]. Обставинами травми, при яких ушкоджується печінка, можуть бути дорожньо-транспортні пригоди, падіння з висоти, удари в ділянку живота, струси тіла при мінно-вибухових травмах [2-7].

Складна будова печінкових часточок, а саме регіональні особливості кровозабезпечення клітин, є основою для формування неоднорідних за функцією гепатоцитів [8]. Основою для сегментації клітин печінкових часточок є активність та регуляція транскрипції різних печінкових генів в нормі та в умовах патології [9]. Існує думка, що клітини печінки мають різний поріг чутливості до рівня кисню. Так, доведено, що перипортальні ділянки печінкових часточок відносяться до нормоксичних, а перичентральні (портальні) – до гіпоксичних. Це пов'язано, як було вже відмічене, з особливостями кровопостачання клітин печінкових часточок.

Руйнування структурних компонентів печінки після впливу травматичного фактору супроводжується розвитком ішемічно-гіпоксичних наслідків, зумовлених порушенням кровопостачання та крововідведення. Компенсаторно-адаптивні процеси, які виникають в ушкодженій тканині, направлені на ліквідацію чинників, які ушкоджують, збереження метаболічного гомеостазу, відновлення структурного контініума [10]. Одним із важливих тригерних факторів є надто чутливий до рівня кисню в

тканинах фактор транскрипції HIF1A, який в умовах гіпоксії накопичується в ядрі, де асоціюється з білком ARNT, і зв'язуючись зі специфічними послідовностями ДНК в генах приймає участь в стимуляції еритропоєзу через підвищення рівня еритропоєтину, в міграції та диференціації клітин, ангиогенезі, інших метаболічних внутрішньоклітинних процесах.

Відомо, що при моделюванні закритої тупої травми печінки було зафіксовано підвищення рівня HIF1A майже в 3 рази через добу після нанесення ушкодження [11].

В низці робіт простежено прямий зв'язок між рівнем експресії HIF1A та, зокрема, розвитком сполучної тканини в печінці [12]. HIF1A може активізуватися не тільки в умовах гіпоксії, але й від факторів росту, окислювального стресу, різних цитокінів, які вивільнюються при токсичних впливах на печінку, порушенні жовчовиділення. Роль фактору транскрипції HIF1A, зокрема при захворюваннях печінки представлена також в низці робіт [13].

Враховуючи неабияку увагу до ролі фактору HIF1A в травматичному процесі, а також відсутність в науковій літературі даних щодо експресії його після впливу ударної хвилі **метою** даної роботи було дослідження, аналіз, оцінка рівня експресії HIF1A та паренхіматозно-стромальних відношень після травматичного впливу повітряної ударної хвилі на печінку.

**Матеріал та методи дослідження.** Тварини утримувались в віварії ДДМУ, при роботі з ними дотримувались вимог «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених П'ятим національним конгресом з біоетики (Київ, 2013), рекомендацій Європейської конвенції по захисту хребетних тварин (Страсбург, 2005), та Закону України «Про захист тварин від жорсткого поводження» [14].

Всіх тварин (n=30) рандомним шляхом розділили на три групи: 1 групу склали інтактні щури (n=6), 2 – контрольні (галотановий наркоз з фіксацією) (n=12), 3 (n=12) – експериментальні тварини (галотановий наркоз з фіксацією, травматична однократна дія повітряної ударної хвилі з надлишковим тиском  $31,6 \pm 4,8$ , яку було згенеровано в розробленому авторами пристрої).

Матеріалом для дослідження були фрагменти печінки 30 щурів самців, вагою  $177,5 \pm 15,8$  г. Печінку після евтаназії щурів (декапітація під галотановим наркозом) вилучали на сьому та 30 добу посттравматичного періоду шляхом посмертної лапаротомії. З діафрагмальної поверхні правої частки печінки вирізали шматочок розміром  $1 \times 1 \times 0,5$  см з подальшим зануренням його до 10% розчину нейтрального формаліну (pH 7,4) з експозицією 24 години. Потім зразки зневоднювали у висхідних

концентраціях етанолу, очищували у ксилолі та просякали парафіном. Після цього, просякнутий парафіном фрагмент печінки заливали у парафінові блоки. З блоків отримували серійні зрізи товщиною не більше 4 мкм за допомогою мікротому Thermo HM 355S (Thermo Scientific, Німеччина). Зрізи кожного зразку тканини використовували для загального гістологічного забарвлення тканин за допомогою гематоксиліну та еозину. Перед фарбуванням, зрізи депарафінізували у ксилолі, регідратували у низхідних (100, 95, 70%) концентраціях етанолу та поміщали у рідину Буена (10% формалін у насиченому розчині пікринової кислоти) для додаткової фіксації з метою покращення ядерного забарвлення упродовж 1 години. Потім дегідратували у висхідних концентраціях алкоголю, просвітлювали у ксилолі та уміщували у закрите середовище під покривні скельця. Мікроскопія гістологічних зрізів проводилася за допомогою мікроскопу Axio Imager 2 (Zeiss, Німеччина) на збільшеннях  $\times 200$  та  $\times 400$ .

З метою вивчення реактивних змін в печінці після впливу повітряної ударної хвилі застосовували імуногістохімічний метод з вивченням експресії маркерів ушкодження, а саме, маркера гіпоксії HIF1A. Накопичення цього маркера є індикатором відповіді клітин печінки на ушкодження. HIF1A – фактор транскрипції, який експресується при зменшенні напруги кисню в тканинах. Активує понад 40 генів, а саме еритропоєтин, перевізників глюкози, гліколітичні ферменти, фактор росту ендотелію судин та низку інших генів та білків, які приймають участь в адаптаційних метаболічних процесах внаслідок гіпоксії.

Зрізи товщиною не більше 4 мкм наносили на адгезивні предметні скельця Superfrost (Thermo, Німеччина), далі вони депарафінізувалися ксилолом. Активність ендогенної пероксидази блокувалася 3% розчином перекису водню у 70% метанолі протягом 20 хвилин при кімнатній температурі. Потім зрізи промивали у трьох змінах натрій-фосфатного буферу (PBS) з наступним проведенням теплового антигенного демаскування (HIAR – heat induced antigene retrieval) шляхом нагрівання на водяній бані в цитратному буфері з pH=6.0 (протягом 30 хвилин після досягнення температури  $98^{\circ}\text{C}$ ) із симетричним розташуванням скелець у кюветі з додаванням 2 мл детергенту Triton-X100 (Sigma, Німеччина) на 200 мл цитратного буферу. Після промивання у трьох змінах PBS, скельця розташовували на планшеті з вологою підкладкою, та інкубувалися з розчином блокуючої сироватки (нормальна козяча сироватка) у 1% BSA (бичачий сироватковий альбумін) протягом 20 хвилин. У якості первинних використовувалися антитіла до HIF1A

(мишаче моноклональне антитіло, клон ESEE122, розведення 1:5000, Thermo Fisher Scientific, США).

Проводили інкубацію зрізів з первинними антитілами у вологій камері при температурі 4°C упродовж ночі. В якості вторинних антитіл застосовували біотинільовані антикролячі імуноглобуліни (Novus Biologicals) та інкубували при кімнатній температурі протягом 30-40 хвилин. Подальшу обробку проводили з використанням системи візуалізації Vectastain Elite ABC Kit (Biozol Diagnostica, Німеччина) протягом 30-40 хвилин при кімнатній температурі. Після цього проводили реакцію з хромогеном DAB (Thermo Scientific, Німеччина), оцінюючи якість взаємодії під контролем мікроскопу протягом від 20 секунд до 3 хвилин. Для диференціювання структур тканин зрізи додатково фарбували гематоксиліном Джіла протягом 30 секунд.

Оцінка експресії використаних імуногістохімічних маркерів проводилась шляхом напівкількісного аналізу (таблиця 1).

**Таблиця 1** – Оціночна шкала експресії імуногістохімічних маркерів

Вираженість експресії маркеру	Символічне позначення експресії	Кількісне визначення експресії
Відсутність експресії	0	0
Наявність експресії (незначна та помірна)	+	1
Значна вираженість експресії	++	2

З метою кількісної оцінки паренхіматозно-стромальних змін в печінці проводили морфометричне дослідження шляхом використання програми ImageJ [15, 16]. Після фотографування полів зору за допомогою камери мікроскопу Zeiss Primo Star - AxioCam цифрові зображення зберігали в jpg-форматі, переносили в інтерфейс програми для обробки цифрових зображень ImageJ та визначали площу гепатоцитів, судинних компонентів, сполучної тканини.

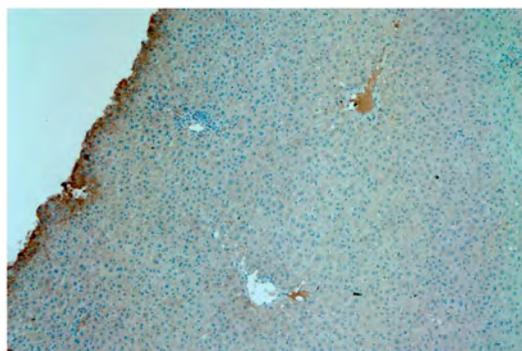
Математично-статистичну обробку отриманих кількісних результатів проводили за допомогою програмного продукту STATISTICA 6.1 (StatSoftInc., серійний № AGAR909E415822FA), програми Excel (Microsoft Office, USA). Достовірність відмінностей між групами оцінювали за допомогою t-критерію Стьюдента для рівня достовірності не менше 95%, ( $p < 0,05$ ).

**Результати дослідження.** Дослідження експресії HIF1A в печінці експериментальних щурів, як маркера ішемічного стану тканини, після однократного впливу повітряної ударної хвилі на передню черевну стінку шляхом імуногістохімічного методу на 7-му та 30-ту доби посттравматичного

періоду виявили хронологічні відмінності щодо наявності, вираженості, просторового розподілу відповіді клітин печінки на дифузну травму низької інтенсивності.

В печінці експериментальних щурів на сьому добу посттравматичного періоду (ранній термін) було виявлено порушення місцевої гемодинаміки як в перипортальних, так і в центральних ділянках печінкових часточок у вигляді дрібновогнищевих крововиливів внаслідок розривів стінок гемокроциркуляторного русла, нерівномірного кровонаповнення синусоїдів, що все разом створювали умови для ішемічно-гіпоксичного ураження чутливих до зниження тиску кисню клітин печінки.

Розлади кровообігу, які супроводжували посттравматичний період, призводили до ініціації запальних механізмів, які викликали ішемічне ушкодження клітин. Аналіз експресії HIF1A в печінці на сьому добу посттравматичного періоду показав, що, в першу чергу, були ушкоджені підкапсульні гепатоцити у зв'язку з тим, що найбільше отримують впливу тканини при проходженні ударної хвилі на межі різних середовищ, в даному випадку, на межі черевної порожнини та підкапсульної паренхіми печінки (рис. 1, 2). Це призводило до порушення місцевого кровотоку та підвищенню проникності судин.



**Рис. 1** – Помірна експресія HIF1A в печінці щура експериментальної групи. 7 доба. Зб. x200



**Рис. 2** – Помірна експресія HIF1A в печінці щура експериментальної групи. 7 доба. Зб. x200

Аналіз експресії HIF1A в печінці на тридцять добу посттравматичного періоду не дозволяє чітко визначитись з наявністю реакції в усіх досліджуваних збірках. У віддаленому періоді травми компенсаторно-адаптаційні механізми нівелювали первинні альтеративні зміни печінки (рис. 3, 4). Як вже було підтверджено, що тільки в умовах гіпоксії [17] активно відбувається експресія фактору транскрипції HIF1A в гепатоцитах та активація ангиогенезу.

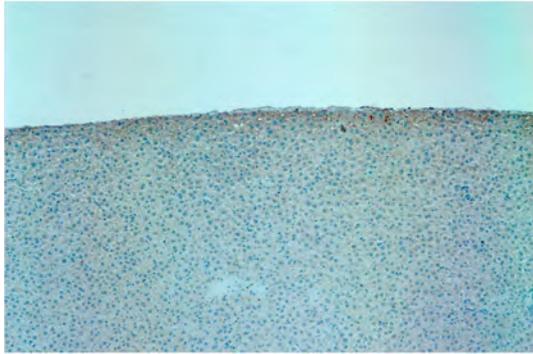


Рис. 3 – Незначна експресія HIF1A в підкапсульній ділянці печінки експериментального щура. 30 доба. Зб. x200

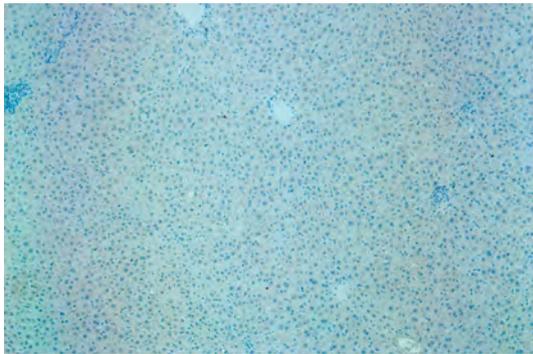


Рис. 4 – Відсутність експресії HIF1A в печінці експериментального щура. 30 доба. Зб. x200

Аналіз гістологічних зрізів печінки в різні терміни спостереження показав, що з часом експресія HIF1A мала неоднорідний характер, що пов'язано з тим, що стан гіпоксії розвивається неодноразомно в усіх клітинах після впливу повітряної ударної хвилі, а інтенсивне накопичення даного маркера йде в ядрах гепатоцитів, прилеглих до периферійних ділянок печінкових часточок, зокрема, які розташовані ближче до підкапсульних локацій. Підвищення експресії HIF1A в ранньому посттравматичному періоді у порівнянні з 30 добою свідчить про більш виражений гіпоксичний стан на більш ранніх стадіях ураження печінки.

Виявлені особливості експресії маркера гіпоксії HIF1A в печінці після впливу повітряної ударної хвилі показують, що найбільш інтенсивне

накопичення цього маркера відбувалося на 7-му добу посттравматичного періоду. Експресія даного маркера, яка максимально виражена на ранніх термінах, забезпечувала стійкість клітин печінки до гіпоксичного стану.

Морфометричний аналіз центральної та периферійної зон печінкових часточок показав, що у посттравматичному періоді на 30 добу спостереження відбуваються достовірні зміни щодо паренхіматозно-стромальних відношень в сторону зменшення площі печінкових пластинок, за рахунок зменшення площі, які займають гепатоцити, та підвищення стромальної складової, а саме, сполучної тканини, яка, окрім навколосудинної, парасинусоїдальної та капсульної локалізації, була, вогнищево, представлена в нетипових місцях паренхіми печінки. Суттєвих достовірних коливань в судинному компоненті печінкових часточок (міжчасточкові судини, синусоїдні капіляри, центральні вени) не було виявлено (таблиця 2). Не зважаючи на різницю середніх морфометричних показників на 7-му добу спостереження в контрольній та експериментальній групах тварин, достовірних відмінностей не встановлено.

Таблиця 2 – Морфометричний аналіз печінкових часточок на 7-му та 30-ту добу посттравматичного періоду

	Площа, яку займають клітинні та тканинні елементи		
	в контрольній групі, % (M±SD)	в експериментальній групі (7 доба), %, (M±SD)	в експериментальній групі (30 доба), %, (M±SD)
Гепатоцити	73,8±2,1	71,9±2,2	67,9±2,2*
Синусоїдні капіляри (СК)	8,6±1,2	9,2±1,2	8,9±0,9
Центральні вени (ЦВ)	3,9±0,8	4,3±0,8	4,6±0,8
Міжчасточкові печінкові вени (МПВ)	3,8±0,9	3,9±0,8	4,3±0,8
Міжчасточкові печінкові артерії (МПА)	3,2±0,7	3,5±0,7	3,3±0,5
Міжчасточкові жовчні протоки (МЖП)	3,3±0,8	3,1±0,7	2,9±0,4
Сполучна тканина (СТ)	3,4±0,8	4,1±0,8	8,1±0,8*

Примітка: \* - відмінності достовірні при p<0.05 у порівнянні з групою контролю

**Обговорення результатів дослідження.** Досліджена експресія фактору транскрипції HIF1A в печінці після впливу повітряної ударної хвилі шляхом імуногістохімічного методу показала взаємозв'язок з наслідками, які відбуваються після травми (альтерація, запалення, регенерація), а також з термінами спостереження та розподілом в паренхімі печінці. Незважаючи на дифузну травму печінки, яка відбувається після низько інтенсивного впливу повітряної ударної хвилі, що було показано в попередніх дослідженнях гістопатологічних наслідків в печінці [18], фіксовано високій поріг стійкості клітин печінки до дії цього травматичного фактору, що з одного боку пов'язано з особливостями кровозабезпечення паренхіми, а з іншого, високими реактивно-адаптаційними характеристиками гепатоцитів, які зазнали впливу гіпоксично-ішемічних наслідків травми. Відсутність експресії HIF1A в печінці через місяць після впливу повітряної ударної хвилі є прямим свідченням відновлення функціонування спеціалізованих клітин печінки, незважаючи на первинні значні дифузні зміни на рівні мікроциркуляторного русла печінкових часточок. В дослідженнях неодноразово показано було високий регенераторний потенціал печінки, незважаючи на фактори впливу, токсичний, механічний, інше [19].

Обрання таких термінів дослідження показало відмінності в реакціях в ранньому та пізньому посттравматичному періодах, що є одним із ключових аспектів при лікувальній тактиці, зокрема неоперативному веденні пацієнтів з тупою закритою травмою черева.

Розглядаючи мікробудову печінки, найбільш уразливими місцями паренхіми можуть виступати портална доля, де розташовані міждолькові артерії, вени, жовчний проток та лімфатичні судини, синусоїдальні простори вислані ендотеліальними клітинами між тяжами гепатоцитів, в яких змішана кров зливається в центральну вену. Відомо, що печінка має значні резервні можливості, що обумовлено її чисельними функціями (кровотворна, дезінтоксикаційна, синтезуюча, секреція жовчі, тощо). Одним із компенсаторно-приспосувальних механізмів або реакцією на шкідливий вплив є швидкий розвиток фіброзу. Патоморфоз фіброзу печінки ретельно висвітлений при інтоксикаціях, патології серцево-судинної системи, резекціях [20]. В цьому дослідженні [20] розглянуті механізми регенерації печінки. Завдяки високому регенеративному потенціалу печінка здатна протистояти дії різноманітних чинників. Актуальним наразі є пошук патофізіологічних причин, які дезінтегрують фібротичні процеси в печінці. Але, відомостей в науковій літературі щодо впливу вибухової хвилі на динаміку розвитку фіброзу, немає [21].

Печінка за рахунок своєї щільності, умовної однорідності, в аспекті впливу вибухової хвилі, вважаємо, більше захищена на відміну від інших порожнистих та паренхіматозних органів черевної порожнини, про що є неодноразові клінічні підтвердження.

Дифузна травма мікросудинного русла печінки призводила до накопичення рідинної частки крові в інтерстиціальному просторі органу. Підтвердженням виходу рідинної частки крові є збільшення рівня гематокриту після впливу вибухової хвилі [22]. Набряк ендотеліоцитів, збільшення між ними просторів призводило до порушень трансмембранного транспорту, що в свою чергу супроводжувалося гемодинамічними порушеннями в печінкових синусоїдах, розвитку гіпоксії, коагулопатіям, активації прозапальних цитокінів. Агрегація тромбоцитів в мікросудинах призводить до формування локальних порушень кровотоку з розвитком фокальних геморагічних некрозів печінки. Гостра ендотеліальна дисфункція з внутрішньосудинною гіповолемією в поєднанні з агрегацією клітинних елементів судинного русла призводить до незворотніх паренхіматозних змін в печінці.

Таким чином, розуміння просторової реакції клітин печінки на зовнішні та внутрішні чинники дозволить оцінити адаптаційні можливості метаболізму гепатоцитів, які знаходяться в різних умовах кровопостачання, що розширить знання про патогенез посттравматичного періоду та запропонують нові лікувальні інструменти для їх корекції.

#### **Висновки**

1. Морфометричний аналіз паренхіматозно-стромальних відношень печінки після однократного впливу повітряної ударної хвилі показав достовірне зменшення площі гепатоцитів на 8% та достовірне збільшення площі сполучної тканини майже в 2,4 рази на 30-ту добу посттравматичного періоду у порівнянні з контрольною групою тварин.
2. Оцінка рівня експресії фактору транскрипції HIF1A в печінці на етапах посттравматичного періоду показала, що помірна експресія була характерна для підкапсульної ділянки печінки в ранньому посттравматичному періоді. На 30-ту добу посттравматичного періоду накопичення маркера HIF1A в печінці експериментальної групи тварин не мало статистичної значущості у порівнянні з контрольною групою.

**Перспективи подальших досліджень.** Отримані результати є підґрунтям для подальшого дослідження впливу повітряної ударної хвилі на органи та тканини. Використання імуногістохімічного методу для подальшого прогнозування наслідків дії цього травматичного фактору є перспективним.

## References

1. Coccolini F, Coimbra R, Ordóñez C, Kluger Y, Vega F, Moore EE, et al. Liver trauma: WSES 2020 guidelines. *World J Emerg Surg.* 2020 Mar 30;15(1):24. PMID: 32228707. PMCID: PMC7106618. doi: 10.1186/s13017-020-00302-7
2. Hu W, Xu Z, Shen X, Gu Y, Dai Z, Chen J, et al. Accident-related hepatic trauma in a medical clinical center in eastern China: a cross-sectional study. *BMC Surg.* 2021 Jan 6;21(1):16. PMID: 33407367. PMCID: PMC7789588. doi: 10.1186/s12893-020-01043-9
3. Fodor M, Primavesi F, Morell-Hofert D, Kranebitter V, Palaver A, Braunwarth E, et al. Non-operative management of blunt hepatic and splenic injury: a time-trend and outcome analysis over a period of 17 years. *World J Emerg Surg.* 2019 Jun 17;14:29. PMID: 31236129. PMCID: PMC6580509. doi: 10.1186/s13017-019-0249-y
4. Brooks AJ, Price V, Simms M. FAST on operational military deployment. *Emerg Med J.* 2005 Apr;22(4):263-5. PMID: 15788825. PMCID: PMC1726750. doi: 10.1136/emj.2004.014308
5. Kaplan U, Hatoum OA, Chulsky A, Menzal H, Kopelman D. Two weeks delayed bleeding in blunt liver injury: case report and review of the literature. *World J Emerg Surg.* 2011 Apr 22;6:14. PMID: 21513531. PMCID: PMC3097148. doi: 10.1186/1749-7922-6-14
6. Slotta JE, Justinger C, Kollmar O, Kollmar C, Schäfer T, Schilling MK. Liver injury following blunt abdominal trauma: a new mechanism-driven classification. *Surg Today.* 2014 Feb;44(2):241-6. PMID: 23459788. PMCID: PMC3898124. doi: 10.1007/s00595-013-0515-7
7. Sulistio PA, Prijambodo P. Liver and kidney injury from abdominal trauma: Case report. *Int J Health Sci.* 2022;6(S9):1183-1194. doi: 10.53730/ijhs.v6nS9.12666
8. Ben-Moshe S, Itzkovitz S. Spatial heterogeneity in the mammalian liver. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2019;16:395-410. PMID: 30936469. doi: 10.1038/s41575-019-0134-x
9. Cunningham RP, Porat-Shliom N. Liver Zonation - Revisiting Old Questions With New Technologies. *Front Physiol.* 2021;12:732929. PMID: 34566696. PMCID: PMC8458816. doi: 10.3389/fphys.2021.732929
10. Weber B, Lackner I, Haffner-Luntzer M, Palmer A, Pressmar J, Scharffetter-Kochanek K, et al. Modeling trauma in rats: similarities to humans and potential pitfalls to consider. *J Transl Med.* 2019 Sep 5;17(1):305. PMID: 31488164. PMCID: PMC6728963. doi: 10.1186/s12967-019-2052-7
11. Cox JM, Kalns JE. Development and characterization of a rat model of nonpenetrating liver trauma. *Comp Med.* 2010 Jun;60(3):218-24. PMID: 20579437. PMCID: PMC2890397
12. Roth KJ, Copple BL. Role of Hypoxia-Inducible Factors in the Development of Liver Fibrosis. *Cell Mol Gastroenterol Hepatol.* 2015 Sep 25;1(6):589-597. PMID: 28210703. PMCID: PMC5301877. doi: 10.1016/j.jcmgh.2015.09.005
13. Chu Q, Gu X, Zheng Q, Zhu H. (2022). Regulatory mechanism of HIF-1 $\alpha$  and its role in liver diseases: a narrative review. *Ann Transl Med.* 2022 Jan;10(2):109. PMID: 35282052. PMCID: PMC8848434. doi: 10.21037/atm-21-4222
14. Zakon Ukrainy. Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennya [On the protection of animals from cruel treatment Information]. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR). 2006;27:230. [Ukrainian] Available from: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/3447-15>
15. Poslavska OV. Vyznachennya liniynykh rozmiriv ta ploshch okremykh morfolohichnykh ob'ektiv na mikrofotohrafyakh za dopomohoyu prohramy ImageJ [Determination of linear dimensions and areas of individual morphological objects on photomicrographs using the ImageJ]. *Morfolohiya.* 2016.;10(3):377-381. [Ukrainian]
16. Rasband WS. ImageJ U S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. Available from: <https://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2018
17. Kietzmann T. Liver zonation in health and disease: hypoxia and hypoxia-inducible transcription factors as concert masters. *Int J Mol Sci.* 2019 May 11;20(9):2347. PMID: 31083568. PMCID: PMC6540308. doi: 10.3390/ijms20092347
18. Kozlov SV, Korzachenko MA. morfolohichnyy analiz patohistolohichnykh zmin pechinky pislya travmatychnoy diyi povitryanoy udarnoy khvyli [Morphological analysis of pathohistological changes in the liver after the traumatic effect of an air shock wave]. *Morphologia.* 2022;16(2):31-7. [Ukrainian]. doi: 10.26641/1997-9665.2022.2.31-37
19. Parlakgöl G, Arruda AP, Cagampan E, Pang S, Güney E, Lee Y, et al. High resolution 3D imaging of liver reveals a central role for subcellular architectural organization in metabolism. *Preprint bioRxiv* [Preprint]. 2020. doi: 10.1101/2020.11.18.387803
20. Sydorenko BV, Pivtorak KV, Monastyrskiy VM. Rezektsiya pechinky yak stymul yiyi reheneratsiyi pry khronichnykh zakhvoryuvannyakh [Liver resection as a stimulation of its regeneration in chronic diseases]. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnoho medychnoho universytetu.* 2022;26(2):339-343. doi: 10.31393/reports-vnmedical-2022-26(2)-29

21. Wani I, Parray FQ, Sheikh T, Wani RA, Amin A, Gul I, et al. Spectrum of abdominal organ injury in a primary blast type. *World J Emerg Surg.* 2009 Dec 21;4:46. PMID: 20025766. PMCID: PMC2803452. doi: 10.1186/1749-7922-4-46
22. Zhang B, Wang A, Hu W, Zhang L, Xiong Y, Chen J, et al. Hemoconcentration caused by microvascular dysfunction after blast injuries to the chest and abdomen of rabbits. *J Trauma.* 2011 Sep;71(3):694-701. PMID: 21909001. doi: 10.1097/TA.0b013e318224595f

UDC 616.36-001.31-074-091.8-097-092.9:577.112

**Evaluation of HIF1A Expression Level and Parenchymal-Stromal Relationships after Traumatic Air Shock Wave Exposure to the Liver**

**Kozlov S. V., Korzachenko M. A.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to investigate, analyze and evaluate the expression level of HIF1A and parenchymal-stromal relations after traumatic air shock wave exposure to the liver.*

**Materials and methods.** The material for the study was the liver of 30 male rats, weighing  $177.5 \pm 15.8$  g. All animals were randomly divided into three groups: group 1 consisted of intact rats (n - 6), group 2 – control (halothane anesthesia with fixation) (n - 12), group 3 (n - 12) – experimental animals (halothane anesthesia with fixation, traumatic single action of an air shock wave with an excess pressure of  $31.6 \pm 4.8$ , which was generated in the device developed by us). In order to study the reactive changes in the liver after exposure to an air shock wave, an immunohistochemical method was used to study the expression of the hypoxia marker HIF1A and a morphometric analysis of parenchymal-stromal relations on the 7<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> day of the experiment.

**Results and discussion.** The studied expression of the transcription factor HIF1A in the liver after exposure to an air shock wave by the immunohistochemical method showed a relationship with the consequences that occur after the injury (alteration, inflammation, regeneration), as well as with the observation period and distribution in the liver parenchyma. Despite the diffuse injury of the liver, which occurs after a low-intensity exposure to an air shock wave, we record a high threshold of resistance of liver cells to the action of this traumatic factor. The absence of HIF1A expression in the liver one month after exposure to an air shock wave is a direct indication of the restoration of the functioning of specialized liver cells, despite the initial significant diffuse changes at the level of the microcirculatory channel of the liver lobules. Research has repeatedly shown the high regenerative potential of the liver, despite the factors of influence, toxic, mechanical, and others.

Understanding the spatial response of liver cells to external and internal factors will allow us to assess the adaptive capabilities of the metabolism of hepatocytes that are in different conditions of blood supply, which will expand our knowledge about the pathogenesis of the post-traumatic period and offer new therapeutic tools for their correction.

**Conclusion.** Morphometric analysis of parenchymal-stromal relations of the liver after a single exposure to an air shock wave showed a significant decrease in the area of hepatocytes by 8% and a significant increase in the area of connective tissue by almost 2.4 times on the 30<sup>th</sup> day of the post-traumatic period in comparison with the control group of animals. Evaluation of the level of expression of the transcription factor HIF1A in the liver at the stages of the post-traumatic period showed that moderate expression was characteristic of the subcapsular area of the liver in the early post-traumatic period. On the 30<sup>th</sup> day of the post-traumatic period, the accumulation of the HIF1A marker in the liver of the experimental group of animals was not statistically significant compared to the control group.

**Keywords:** rat liver, injury, air shock wave, HIF1A, morphometric analysis.

**ORCID and contributionship:**

Sergii V. Kozlov : 0000-0002-7619-4302 <sup>F</sup>

Maksym A. Korzachenko : 0000-0001-6797-8845 <sup>A,B,C,D,E</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Sergii V. Kozlov**

Dnipro State Medical University,

Department of Pathology Anatomy, Forensic Medicine and Pathology Physiology

9, Vernadsky Str., Dnipro 49044, Ukraine

phone: +380974220636, e-mail: tanatholog@i.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 23.11.2022

Accepted 14.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.094

УДК 612.015.348:612.391.6:616-092.9

Кушта А. О., Пермінов Д. О.,

Волощук Н. І., Альчук О. І.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АРГІНІНУ ГЛУТАМАТУ НА РЕПАРАТИВНІ ПРОЦЕСИ У ЩУРІВ З ХАРЧОВОЮ ДЕПРИВАЦІЄЮ

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова,  
Вінниця, Україна

**Мета** – експериментальне обґрунтування доцільності застосування аргініну глутамату для корекції репаративних порушень при частковій харчовій депривації.

**Об'єкт та методи** – моделювання харчової депривації згідно запатентованої методики, моделювання ранового дефекту на шкірі щурів, оцінка регенеративної активності ранових дефектів шляхом фотографування на камеру з роздільною здатністю 12 мегапікселів та подальшої обробки спеціальною комп'ютерною програмою для визначення площі UDR v.11, визначення інтегральних показників загального білка, альбумінів, глюкози, сечовини в сироватці крові щурів спектрофотометричними методами («Філісіт-діагностика»).

**Результати.** Часткова харчова депривація супроводжувалась порушенням метаболічних процесів в організмі щурів: зниження маси тіла (біля 30%,  $p < 0,05$ ), вірогідним зменшенням вмісту глюкози (на 24,5%), загального білку та альбумінів (на 16,1 та 26,2%, відповідно,  $p < 0,05$ ) із одночасним зростанням вмісту показників азотистого обміну в крові. Окрім цього, у тварин з нутритивним дефіцитом відбувалось сповільнення загоєння ранових дефектів шкіри на 4,7 дні в порівнянні з контрольною групою. Застосування аргініну глутамату у вигляді препарату глутаргін у щурів з харчовою депривацією спричинило зменшення ранового дефекту шкіри та супроводжувалось частковою нормалізацією метаболічних процесів: загальний вміст білку та кількість альбумінів крові були вищими за такі в групі модельної патології без корекції на 10,2% та 12,9%, відповідно ( $p < 0,05$  в обох випадках), зростав вміст глюкози (+12,2%). Натомість, вміст сечовини крові був нижчим на 25,2% ( $p < 0,05$ ).

**Висновки.** Застосування аргініну глутамату на тлі харчової депривації посилювало регенеративні процеси шкіри, супроводжувалося частковою нормалізацією метаболічних процесів у щурів із експериментальними площинними ранами шкіри. Отримані дані є експериментальним підґрунтям для подальших клінічних досліджень можливості практичного застосування аргініну глутамату в комплексному лікуванні хворих із рановими процесами, особливо за умов нутритивної недостатності.

**Ключові слова:** харчова депривація, аргініну глутамат, печінка, білковий обмін, вуглеводний обмін, регенерація.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження проведено в рамках НДР кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова «Розробка методів хірургічного лікування хворих на патологію щелепно-лицевої області з урахуванням корекції супутніх захворювань», № державної реєстрації 0118U005403.

**Вступ.** Голодування – це патологічний процес, який виникає внаслідок дефіциту нутрієнтів, які надходять до організму. Як гостре, так і хронічне голодування є неодноразовою загрозою виживанню усіх видів, зокрема людини. За даними ООН, починаючи з 2020 року у світі відбувається збільшення частки населення, що голодує, з 8% світового населення у 2015-2019 рр. до 9,8% у 2022 році [1]. Значною мірою це пов'язано з продовольчою кризою, що розвинулась внаслідок повномасштабного російського вторгнення в Україну та на тлі пандемії COVID-19 [2].

Голодування може виникати внаслідок екзогенних та ендогенних причин. Ендогенне голодування виникає при порушенні асиміляції поживних речовин, наприклад, у важких хворих, і може супроводжуватись одночасними порушеннями всіх метаболічних процесів організму. Одним з таких є репаративні процеси, в тому числі і загоєння тканин [3].

Загоєння ран – це складний процес взаємодії різних видів клітин, медіаторів та позаклітинного матриксу. Для успішного загоєння ран потрібне адекватне кровопостачання та достатній рівень поживних речовин. Ці умови, в свою чергу, залежать від загального стану організму та режиму і насиченості раціону пацієнта, взаємне погіршення яких спостерігається за різних патологічних станів, наприклад, при операції на шлунку, стравоході, щелепах, в онкологічних хворих пацієнтів внаслідок термінальної кахексії й на тлі хіміотерапії або опромінення тощо. У таких пацієнтів звичайний фізіологічний прийом їжі викликає значні труднощі через блювання, анорексію, а у хворих, які

перенесли операцію з видалення новоутворень верхніх відділів шлунково-кишкового тракту (ротової порожнини, стравоходу), цей процес ускладнюється дисфагією. Процеси вимушеного часткового або повного голодування супроводжуються дефіцитом білка, порушеннями метаболізму глюкози, жирних кислот та одночасним накопиченням токсичних продуктів метаболізму, особливо азотистого обміну, що супроводжується порушенням функцій печінки, нирок, головного мозку та ін.

Для забезпечення організму необхідними нутрієнтами нерідко використовують ентеральне харчування. Проте ступінь репаративних процесів корелює не лише із кількістю субстратів, необхідних для процесів анаболізму, а також з їх оптимальним перебігом фізіологічних і біохімічних процесів. Важливу роль у регуляції процесів метаболізму в організмі людини відіграє печінка, що є головним органом природної детоксикації, тому покращення її стану за допомогою гепатопротекторів, зокрема аргініну глутамату, є доцільним рішенням для синергічного забезпечення процесів регенерації.

**Мета дослідження** – експериментальне обґрунтування доцільності застосування аргініну глутамату для корекції репаративних порушень при частковій харчовій депривації.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження виконані на 45 статевозрілих самцях щурів лінії Wistar з початковою масою  $220 \pm 5$  г, отриманих з віварію ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України». Протягом експерименту тварини утримувались в стандартних умовах при температурі  $22^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$  з 12-годинним освітленням. Усі етапи досліджень виконано згідно правил гуманного відношення до експериментальних тварин, дотримуючись положень «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, яких використовують з експериментальною та іншою науковою метою» (Страсбург, 1986). Після проходження карантину тварини рандомно були поділені на 3 групи по 15 особин в кожній.

Харчову депривацію у щурів відтворювали згідно запатентованої методики [4], яка полягає у створенні умов часткового аліментарного голодування зі зменшенням обсягу раціону на 75%, зі збереженням збалансованості по основним макро- (білкам, жирам, вуглеводам) і мікронутрієнтам (вітамінам і мінералам). Для контролю голодування була виготовлена спеціальна решітка на дні з перегородкою, яка розділяла стандартну клітку навпіл. Щурам дослідної групи індивідуально зважували по 15 г комбікорму і видавали один раз на добу, з нелімітованим доступом до води та 12-годинним режимом світла/темряви. У таких умовах було виключене потрапляння підстилки (тирси)

та випорожнень до продуктів харчування щурів. Термін перебування щурів в таких клітках складав 7 діб, й протягом цього часу щури втрачали від 18,5 до 23,7% маси тіла, що відповідає першому ступеню аліментарної дистрофії у людини.

Надалі всіх щурів розподілили на 3 групи: 1-ша група – контрольні тварини, які отримували харчування згідно фізіологічних потреб; 2-га група – харчова депривація (ХД) без корекції; 3-тя група – тварини, які на тлі харчової депривації отримували аргініну глутамат в дозі 100 мг/кг внутрішньоочеревинно (в/оч). Добова доза препарату глутаргін (аргініну глутамату), як одного з еталонних гепатопротекторних засобів, відповідає даним, наведеним у науковій літературі [5 – 8], та становила 100 мг/кг маси тіла тварин.

**Методика нанесення шкірної рани.** Для оцінки регенеративної активності на сьому добу голодування проводили моделювання ранового дефекту на шкірі щурів [9]. Наркотизованим щурам (кетамін, 50 мг/мл, сумарною дозою 0,2 мл препарату на 100 г маси) у поперековій ділянці спини після попередньої епіляції та обробки операційного поля 10% розчином декасану проводили маркування зони нанесення рани з діаметром 15 мм та виконували надріз на шкіри по лінії маркування з подальшим видаленням шкірного клаптя. Завдяки тракції шкіри на спині рана збільшувалась, і площа рани становила близько 300 мм<sup>2</sup>. Проводили візуальну оцінку стану рани та країв шкіри навколо неї, контролювали динаміку маси тіла тварин, а також на початку та наприкінці експерименту брали зразки крові для біохімічних досліджень.

Оцінку регенеративної активності проводили протягом 21-ої доби. Для цього тварин фіксували та проводили фотографування на камеру з роздільною здатністю 12 мегапікселів для подальшої обробки спеціальною комп'ютерною програмою для визначення площі (S) Universal desktop ruler, version 11 (UDR v.11). Площа рани забарвлювалась у рожевий колір і автоматично вираховувалась в мм<sup>2</sup>.

Наприкінці експерименту тварин піддавали евтаназії (передозування наркозу) і після декапітації проводили збір крові та її центрифугування. В сироватці крові визначали інтегральні показники білкового обміну (загальний білок, альбуміни), вуглеводного (рівень глюкози в крові), а також рівень сечовини спектрофотометричними методами за допомогою стандартних наборів «Філісіт-діагностика».

Статистичну обробку отриманих результатів проводили з використанням непараметричних методів аналізу (MANOVA-test) з використанням програмного забезпечення Statistica 6.0. Достовірними вважали відмінності при  $p < 0,05$ .

**Результати дослідження та їх обговорення.**

Моніторинг маси тіла щурів після нанесення ран показав, що в групі контрольних тварин всі щури впродовж експерименту набирали вагу, незважаючи на рановий процес. Середній приріст маси тіла становив +16,2% від вихідного рівня ( $p < 0,05$ ). На противагу цьому, щури з групи «харчова депривація» до 5-ої доби майже не втрачали маси тіла (мінус 0,5%), але вже з 7-ої доби почали стрімко втрачати масу, і до кінця 21-ої доби дефіцит маси тіла складав близько 30% ( $p < 0,05$ ). Застосування аргініну глутамату значно стримувало втрату маси тіла. Перші 10 днів тварини втрачали вагу, а починаючи з 17-ого дня, коли рани у всіх щурів загоїлись, тварини почали набирати масу, і на 21-у добу експерименту приріст маси тіла у тварин цієї групи лише на 3,5% був нижчий за вихідний рівень.

Дослідження процесу загоєння ранового дефекту шкіри показало, що у всіх тварин на 1-3 день навколо рани розвивались ознаки запальної реакції: почервоніння, набряклість країв рани, окремі гнійні вогнища. Рана була покрита кіркою, яка легко пошкоджувалась, з неї виділявся рідкий ексудат. Спостерігалось незначне збільшення ранового дефекту (на 1,6 та 3,2% на 2-гу та 3-тю добу після експериментального пошкодження). На наступний день набряк країв рани зменшився, і розміри дефекту становили близько 315 мм<sup>2</sup>, що й було точкою відліку.

У тварин контрольної групи, які протягом експерименту отримували повноцінне харчування, на 14-у добу відбулось майже повне загоєння ранового дефекту (площа загоєння становила в середньому 95,7%), а повне відновлення шкірного покриву зафіксовано через 16 днів.

У групі щурів, які знаходились в умовах харчової депривації без лікування, макроскопічні ознаки місцевої запальної реакції в ранній термін спостереження були більш вираженими: краї рани були більш набряклими, почервоніння та ексудація спостерігалась у всіх тварин, а рани довгий час кровоточили. Площа ранового дефекту на 14 день спостереження зменшилась в середньому на 75,9% від початкового рівня, а повне загоєння шкіри відбулось через 21 день.

Застосування аргініну глутамату покращувало процеси регенерації шкірного дефекту. У тварин цієї групи практично не виявлялись ознаки ексудації та запалення шкірної рани, а результати вимірювань

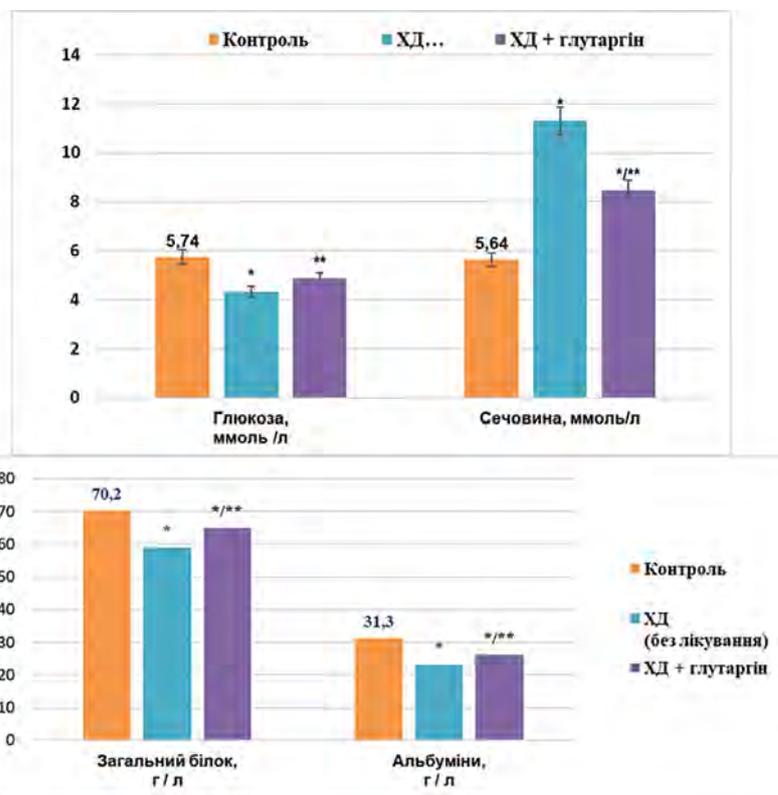
планіметричних показників засвідчили, що вже на 17-й день у 79,5% тварин відбулось загоєння ранового дефекту шкіри (табл. 1).

**Таблиця 1** – Динаміка площі експериментальних ран у щурів, мм<sup>2</sup> (M±σ)

Тривалість спостереження	Контроль	ХД без корекції	ХД + глутаргін (100 мг/кг)
1 доба	233,9±5,7	301,1±12,5	295,0±10,7*
3 доба	192,3±13,9	264,6±19,9*	236,1±15,9*
5 доба	169,8±10,8	238,7±12,4*	184,0±10,1*/**
10 доба	100,6±4,0	173,6±14,0*	127,3±7,0*/**
14 доба	19,3±3,6	66,6±12,2*	35,3±6,3**
17 доба	1,4±1,1	24,4±1,9*	4,7±1,1**
21 доба	0,0±0,0	6,5 ±0,8*	3,0±0,9*/**

**Примітки:** \* – статистично достовірна різниця ( $p < 0,05$ ) порівняно з даними у контрольній групі у відповідний термін; \*\* – статистично достовірна різниця ( $p < 0,05$ ) у відповідний термін порівняно з даними при харчовій депривації без застосування аргініну глутамату.

Результати визначення вмісту в сироватці крові інтегральних показників білкового, вуглеводного обміну, а також вираженості азотемії, представлені на **рисунок 1**.



**Рисунок 1** – Вплив харчової депривації та застосування глутаргіну на біохімічні показники крові щурів із експериментальними рановими дефектами шкіри

**Примітки:** \* – статистично вірогідні відмінності відносно контролю; \*\* – статистично вірогідні відмінності відносно даних у групі «ХД без лікування»

Встановлено, що нутритивний дефіцит у щурів з експериментальними ранами шкіри викликає статистично вірогідне зменшення вмісту загального білка та альбумінів (на 16,1% та 26,2% відповідно ( $p < 0,05$  в обох випадках), з одночасним підвищенням вмісту сечовини у плазмі крові в 2,0 рази ( $p < 0,05$ ). Рівень глікемії у піддослідних щурів з групи «ХД без лікування» на 21-шу добу експерименту був на 24,5% нижчим, ніж у групи контролю.

Курсове застосування у тварин із частковою харчовою депривацією аргініну глутамату в добовій дозі 100 мг/кг протидіяло зниженню значень показників білкового гомеостазу та зменшувало ступінь порушення азотистого балансу: в групі щурів «ХД + глутаргін» загальний вміст білку та вміст альбумінів крові були вищими за такі показники у групі з моделюванням патології без корекції на 10,2% та 12,9%, відповідно ( $p < 0,05$ ), зростав вміст глюкози (+12,2%). Натомість вміст сечовини крові був нижчим на 25,2% ( $p < 0,05$ ).

Таким чином, часткова харчова депривація супроводжується цілою низкою метаболічних процесів – гіпоглікемією, активацією деградації протеїнів, азотемією, що опосередковано відображає вираженість синдрому ендогенної інтоксикації [10], посиленням ліполізу, кетогенезу та перекисного окиснення ліпідів [11], які через різні біохімічні та патофізіологічні механізми (енергодефіцит, гіпоксія, дефіцит пластичного матеріалу, пошкодження клітинних мембран та ін.) викликають порушення процесів регенерації та загоєння ранового дефекту шкіри.

Тому застосування препарату глутаргін як комбінації двох амінокислот – аргініну та глютамінової кислоти, відіграє важливу роль у забезпеченні

біохімічних процесів нейтралізації і виведення з організму токсичних метаболітів обміну азотистих речовин. Застосування такої лікарської композиції також призводить до нормалізації інших різноманітних процесів обміну речовин. Проведені дослідження показали, що порушення нормального харчування значно погіршує процеси регенерації шкірних ран у щурів, що асоціюється із зменшенням вмісту в крові основних нутрієнтів.

#### Висновки

1. Часткова харчова депривація у щурів супроводжується порушенням метаболічних процесів в організмі експериментальних тварин: зниженням маси тіла (біля 30%,  $p < 0,05$ ), достовірним зменшенням вмісту глюкози (на 24,5%), загального білку та альбумінів (на 16,1% та 26,2%, відповідно;  $p < 0,05$ ) із одночасним накопиченням продуктів азотистого обміну в крові.
2. Нутритивний дефіцит у тварин викликає сповільнення загоєння ранових дефектів шкіри.
3. Застосування аргініну глутамату у вигляді препарату глутаргін на тлі харчової депривації посилювало регенеративні процеси шкіри, супроводжувалося частковою нормалізацією метаболічних процесів у щурів із експериментальними площинними ранами шкіри.

**Перспективи подальших досліджень.** Отримані дані є експериментальним підґрунтям для подальших клінічних досліджень можливості практичного застосування фармакологічних засобів на основі аргініну глутамату в комплексному лікуванні хворих із рановими процесами, особливо за умов нутритивної недостатності.

#### References

1. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable*. Rome, FAO; 2022. doi: 10.4060/cc0639en
2. Braun P. How The Russia-Ukraine War Has Compounded The Global Food Crisis. J Forbs. 2022. Available from: <https://www.forbes.com/sites/phillipbraun/2022/03/31/how-the-russia-ukraine-war-has-compounded-the-global-food-crisis/?sh=3efc26134ae2>
3. Khoroshynyna LP, Churylov LP. Metabolic and pathophysiological disorders during long-term fasting in humans. *Med Biol Socio-Psycholog Probl Saf Emergen Situat*. 2018;(4):109-116. doi: 10.25016/2541-7487-2018-0-2-109-116
4. *Patent 147539 Ukraine*, МРК G09B 19/00 G09B 23/28 (2006.01) G01N 33/48 (2006.01). Sposib eksperymentalnoho modelyuvannya alimentarnoyi dystrofiyi [Method of experimental modeling of alimentary dystrophy] / Kushta AO, Shuvalov SM, Taran IV. (UA); zayavnik i vlasnik patentu National M.I. Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia (UA). № u202007534; zayavl 26.11.20 ; opubl 19.05.21. Byul № 20. [Ukrainian]
5. Gozhenko AI, Trusova MV. The effect of arginine glutamate on the activity of the kidneys of white rats under the conditions of long-term administration of ifosfamide. *Odesa Med J*. 2006;2(94):9–12.
6. Lazarenko IA, Derkach EA, Melnikova NM. The influence of arginine glutamate on the pool of free amino acids in the blood of rats after poisoning with various dispersed forms of lead. *Ukr J Occ Med Probl*. 2012;2(30):61–65. doi: 10.33573/ujoh2012.02.061
7. Shevchenko OP. Pathomorphological changes in rats with an experimental model of chronic viral hepatitis. *Morphology*. 2015;(3):111–116. doi: 10.26641/1997-9665.2015.3.111-116

8. Kalko KO, Drogovoz SM, Shtrigol SYu, Kononenko AV, Ulanova VA, Yudkevich TK. Circadian characteristics of the glutargin influence on protein and purine metabolism under the conditions of chronodetermined acetaminophen hepatitis in rats. *Ukr Biopharm J.* 2016;4(45):71–74. doi: 10.24959/ubphj.16.58
9. Ginestal R, Pérez-Köhler B, Pérez-López P, Rodríguez M, Pascual G, Cebrián D, et al. Comparing the influence of two immunosuppressants (fingolimod, azathioprine) on wound healing in a rat model of primary and secondary intention wound closure. *Wound Repair Regen.* 2019 Jan;27(1):59-68. PMID: 30368971. doi: 10.1111/wrr.12685
10. Madrigal-Santillán E, Madrigal-Bujaidar E, Álvarez-González I, Sumaya-Martínez MT, Gutiérrez-Salinas J, Bautista M, et al. Review of natural products with hepatoprotective effects. *World J Gastroenterol.* 2014;20(40):14787–14804. PMID: 25356040. PMCID: PMC4209543. doi: 10.3748/wjg.v20.i40.14787
11. Nawi A, Eu KL, Faris ANA, Wan Ahmad WAN, Noordin L. Lipid peroxidation in the descending thoracic aorta of rats deprived of REM sleep using the inverted flowerpot technique. *Exp Physiol.* 2020;105(8):1223–1231. PMID: 32539237. doi: 10.1113/EP088667

UDC 612.015.348:612.391.6:616-092.9

### Study of the Influence of Arginine Glutamate on Reparative Processes in Rats with Food Deprivation

**Kushta A. O., Perminov D. O., Voloshchuk N. I., Alchuk O. I.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to experimentally substantiate the feasibility of arginine glutamate using, for the correction of reparative disorders in rats with partial food deprivation.*

**Materials and methods.** The work uses such research methods as modeling of food deprivation according to a patented method, modeling a wound defect of rat's skin, evaluating the healing of wound defects by taking pictures with a camera with a resolution of 12 megapixels and subsequent processing with a special computer program Universal desktop ruler, version 11, for determining the area, determination of integral indicators of total protein, albumin, glucose, urea in blood serum of rats by spectrophotometric methods ("Filitic-diagnostics"). Statistical processing of the obtained results was carried out using non-parametric methods of analysis (MANOVA-test) using Statistica 6.0 software. Differences at  $p < 0.05$  were considered significant.

**Results and discussion.** As a result of the food crisis, the share of hungry people in the world increases every year, and in 2022 it reached 9.8% of the world population. Starvation directly and indirectly prevents the successful healing of wounds, which is also complicated by impaired liver function. Partial food deprivation was accompanied by a violation of metabolic processes in the body of rats: a decrease in body weight (about 30%,  $p < 0.05$ ), a probable decrease in the content of glucose (by 24.5%), total protein and albumin (by 16.1 and 26.2%, respectively,  $p < 0.05$ ) with a simultaneous increase in the content of indicators of nitrogen metabolism in the blood. In addition, nutritionally deficient animals had a 4.7-day delay in wound healing compared to the control group.

The use of arginine glutamate, in food-deprived rats caused a reduction in the wound skin defect and was accompanied by a partial normalization of metabolic processes: the total protein content and the amount of blood albumin were higher than those in the model pathology group without correction by 10.2 and 12.9%, respectively ( $p < 0.05$ ), the glucose content increased (+12.2%); simultaneously blood urea content was lower by 25.2% ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion.** The obtained data are an experimental basis for further clinical studies of the possibility of practical use of arginine glutamate in the complex treatment of patients with wound processes, especially under conditions of nutritional insufficiency.

**Keywords:** food deprivation, arginine glutamate, liver, protein, carbohydrate metabolism, regeneration processes.

#### ORCID and contributionship:

Anna A. Kushta : 0000-0001-8994-2560<sup>A,D,E</sup>

Dmytro O. Perminov : <sup>B,C</sup>

Nataliia I. Voloshchuk : 0000-0002-0166-9676<sup>B,D,E,F</sup>

Alexandra I. Alchuk : 0000-0002-0998-6182<sup>B,C</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Anna A. Kushta**

National Pirogov Memorial Medical University,  
Department of Surgical Stomatology and Maxillofacial Surgery  
56, Pirogov Str., Vinnytsya 21018, Ukraine  
phone: +380677903790, e-mail: dr\_anna9@ukr.net

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 10.12.2022

Accepted 03.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.100  
УДК 612.821+ 616.85-06:616.89  
Белов О. О.

### ПСИХОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова,  
Вінниця. Україна

**Мета.** Дослідження особливостей несприятливих психологічних наслідків дистанційного навчання здобувачів вищої медичної освіти.

**Об'єкт та методи.** Було проведено анонімне online анкетування та психодіагностичне обстеження 195 здобувачів ВО Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова, які навчаються за спеціальностями «Медицина», «Стоматологія» та «Медична психологія» за очною формою навчання

**Результати.** Виявлено, що найбільш актуальними негативними психологічними наслідками дистанційного навчання є зростання тривожності: у 21,9% студентів молодших, і у 46,6% студентів старших курсів, які навчаються за спеціальністю «Медична психологія», у 25,7% і 38,2% - за спеціальністю «Медицина», у 18,2% і 22,6% - за спеціальністю «Стоматологія»; погіршення настрою: відповідно у 62,65 і 60,0%, у 17,2% і 29,4%, у 9,1% і 22,6%; дратівливість: відповідно 68,8% і 53,3%, 22,9% і 35,3%, 15,1% і 22,6%; погіршення комунікації з оточуючими: відповідно 46,9% і 46,7%, 22,9% і 17,7%, 21,2% і 25,9%. У студентів, які навчаються за спеціальністю «Медична психологія», виявлено підвищені рівні депресії: 7,94±4,40 балів і 8,80±4,99 балів проти 3,77±3,08 балів і 4,38±3,06 балів у студентів, які навчаються за спеціальністю «Медицина», та 2,70±2,42 балів і 3,35±2,42 балів у студентів, які навчаються за спеціальністю «Стоматологія»; тривожності: відповідно 6,72±6,59 балів і 11,23±4,70 балів, 7,37±5,31 балів і 9,09±4,83 балів; 6,21±4,87 балів і 7,61±4,94 балів; фрустрації: відповідно 8,38±5,17 балів і 10,67±5,94 балів; 2,86±3,65 балів і 4,59±5,10 балів; 1,82±2,49 балів і 2,74±3,12 балів; та ригідності: відповідно 7,53±3,61 балів і 8,07±4,24 балів; 4,86±4,56 балів і 6,53±4,63 балів; 6,55±4,80 балів і 6,58±4,33 балів. У студентів, які навчаються за спеціальністю «Стоматологія» виявлено найбільш високі рівні агресивності:

9,36±2,73 балів і 8,90±4,07 балів проти 8,74±3,86 балів і 7,97±3,55 балів у студентів, які навчаються за спеціальністю «Медицина» і 5,03±3,86 балів і 4,80±3,49 балів – за спеціальністю «Медична психологія».

**Висновки.** Встановлено, що психологічні проблеми, пов'язані з дистанційним навчанням, більш притаманні студентам старших курсів, і найбільш поширені серед студентів, які навчаються за спеціальністю «Медична психологія», менш поширені серед студентів, які навчаються за спеціальністю «Медицина», і найменше – серед студентів, які навчаються за спеціальністю «Стоматологія».

Система підтримки психологічного здоров'я здобувачів в умовах дистанційного навчання повинна бути комплексною і має включати раціональну організацію навчального процесу, комбінацію online та offline форм навчання, а також доступну психологічну допомогу.

**Ключові слова:** дистанційна освіта, психологічне здоров'я, депресія, тривожність, медико-психологічна підтримка.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри медичної психології та психіатрії Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова «Структурно-динамічні концепти афективної патології у сучасному соціумі (клінічна феноменологія, патопсихологічні критерії, комплексне лікування)». № державної реєстрації 0121U113294.

**Вступ.** Впровадження у навчальний процес вищих навчальних закладів дистанційного навчання (ДН) і поступове збільшення питомої ваги інтерактивних форм взаємодії здобувачів освіти і науково-педагогічних працівників визнано одним з найбільш глобальних і важливих освітніх трендів останніх років [1, 2]. Стрімкий розвиток дистанційної освіти в Україні, спричинений пандемією COVID-19,

значною мірою зумовив перегляд концепції надання освітніх послуг і визначив тенденцію до закріплення online навчання в якості невід'ємного елементу освітнього процесу в сучасних вишах [3, 4]. ДН має ряд переваг перед очним форматом, зокрема, можливість охоплення освітніми послугами значно більшої кількості здобувачів, відсутність потреби у спеціально обладнаних приміщеннях, можливість навчатися у зручний час, зниження ризику контактних інфекцій та ін. [5, 6]. Водночас, наголошується й на суттєвих недоліках ДН, таких як високі вимоги до технологічного забезпечення та володіння сучасними технологіями всіма учасниками освітнього процесу, а також психологічних бар'єрах, які перешкоджають нормальній взаємодії викладачів і студентів в online форматі, що вимагає перегляду всіх ключових аспектів освіти, включаючи ролі викладачів і студентів, розробку навчальних планів, аудиторну і позааудиторну діяльність, систему оцінювання, а також підтримку психологічного благополуччя здобувачів освіти [7, 8]. Найбільш спірними залишаються питання впровадження ДН при підготовці фахівців з високими вимогами до практичної складової освітніх програм, насамперед, фахівців у галузі охорони здоров'я [9, 10]. Очевидно, що клінічні дисципліни не можуть бути повністю переведені у дистанційний режим навчання, оскільки потребують присутності здобувачів у клініці та безпосередньої роботи їх з пацієнтами. Однак, об'єктивні проблеми (пандемії, воєнні дії тощо) зумовлюватимуть і надалі необхідність збереження та удосконалення різних форм дистанційної освіти, і пошук оптимальних комбінацій традиційних та інтерактивних методів надання освітніх послуг у вищій освіті (ВО). У цьому зв'язку важливого значення набуває вивчення ставлення здобувачів ВО до дистанційного навчання, і дослідження їх психоемоційного стану.

**Метою дослідження** було вивчення психологічних наслідків дистанційного навчання здобувачів вищої медичної освіти та їх психоемоційного стану.

**Матеріал та методи дослідження.** Було проведено анонімне online анкетування та психодіагностичне обстеження 195 здобувачів ВО Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова, які навчаються за спеціальностями «Медицина», «Стоматологія» та «Медична психологія» за очною формою навчання (табл. 1).

Психодіагностичне обстеження включало дослідження рівня депресії з використанням опитувальника депресії А. Бека (Beck Depression Inventory) [11] та оцінку

психічного стану за допомогою шкали самооцінки психічних станів Н. Ейсенка [12]. Статистичний аналіз розбіжностей проводився за допомогою непараметричних тестів Фішера та Манна-Уїтні. Прийнятним вважався рівень статистичної значущості понад 95% ( $p < 0,05$ ).

**Результати дослідження.** Основними негативними психологічними наслідками ДН здобувачі ВО вважають збільшення рівня тривоги, погіршення настрою, зростання дратівливості та погіршення комунікації (табл. 2).

Загальною тенденцією, виявленою при аналізі суб'єктивної оцінки наслідків ДО, є більша питома вага респондентів з гіршими оцінками серед студентів старших курсів порівняно з молодшими, і загалом гірша оцінка свого психологічного стану студентами, які навчаються за спеціальністю «Медична психологія» порівняно зі студентами, які навчаються за спеціальностями «Медицина» та «Стоматологія». В цілому, 25,7% студентів молодших курсів і 38,2% студентів старших курсів, які навчаються за спеціальністю «Медицина», зазначили зростання тривожності, 17,2% і 29,4% відповідно – стійке зниження настрою, 22,9% і 35,3% відповідно – збільшення дратівливості, та 22,9% і 17,7% відповідно – погіршення комунікації. Серед здобувачів, які навчаються за спеціальністю «Стоматологія», питома вага тих, хто відмітив наявність психологічних проблем, як серед студентів молодших, так і серед старших курсів, була найменшою: відповідно 18,2% і 22,6% для тривожності; 9,1% і 22,6% для зниженого настрою, 15,1% і 22,6% для дратівливості, і 21,2% і 25,9% для погіршення комунікації відповідно. Натомість, здобувачі, які навчаються за спеціальністю «Медична психологія», найбільш часто повідомляли про наявність психологічних проблем у зв'язку з ДН, як на молодших, так і на старших курсах: підвищеної тривожності – відповідно 21,9% і 46,6%, зниженого настрою – 62,65 і 60,0%, дратівливості – 68,8% і 53,3%, погіршення комунікації – 46,9% і 46,7%.

Дані анкетування узгоджуються з результатами психодіагностичного обстеження (табл. 3).

**Таблиця 1** – Загальна характеристика опитаних здобувачів ВО

молодші курси (I-III)			старші курси (IV-VI)		
Медицина	Стоматологія	Медична психологія	Медицина	Стоматологія	Медична психологія
<b>Кількість обстежених здобувачів ВО</b>					
35	33	32	34	31	30
<b>Гендерний розподіл (чоловіки/жінки)</b>					
16/19	20/13	5/27	15/19	21/10	5/25
<b>Середній вік, років (M±SD)</b>					
19,3±1,3	19,6±1,4	19,5±1,4	22,5±2,1	22,0±2,3	21,2±1,6

**Таблиця 2** – Психологічні наслідки дистанційної освіти (питома вага осіб, які обрали даний варіант відповіді, у % до загальної кількості опитаних у даній групі)

Варіанти відповідей	Медицина		Стоматологія		Мед. психологія	
	молодші	старші	молодші	старші	молодші	старші
<b>Я став більш тривожним (тривожною)</b>						
Повністю не погоджуюся	28,6	8,8*	27,3	19,4	21,9	3,3*
Скоріше не погоджуюся	25,7	35,3	36,4	35,5	34,4	23,3
Нічого не змінилося	20,0	17,6	18,2	22,6	21,9	26,7
Скоріше погоджуюся	25,7	29,4	15,2	16,1	15,6	33,3
Повністю погоджуюся	0,0	8,8	3,0	6,5	6,3	13,3
<b>У мене погіршився настрій</b>						
Повністю не погоджуюся	17,1	11,8	15,2	6,5	6,3	0,0
Скоріше не погоджуюся	40,0	35,3	51,5	48,4	18,8	10,0
Нічого не змінилося	25,7	23,5	24,2	22,6	12,5	30,0
Скоріше погоджуюся	14,3	17,6	6,1	16,1	56,3	36,7
Повністю погоджуюся	2,9	11,8	3,0	6,5	6,3	23,3
<b>Я став більш дратівливим (дратівливою)</b>						
Повністю не погоджуюся	28,5	20,6	21,2	32,3	3,1	10,0
Скоріше не погоджуюся	22,9	11,8	39,4	12,9	9,4	16,7
Нічого не змінилося	25,7	32,4	24,2	32,3	18,8	20,0
Скоріше погоджуюся	14,3	26,5	12,1	9,7	43,8	30,0
Повністю погоджуюся	8,6	8,8	3,0	12,9	25,0	23,3
<b>Мені стало важче спілкуватися з людьми</b>						
Повністю не погоджуюся	34,3	35,3	48,5	41,9	21,9	16,7
Скоріше не погоджуюся	31,4	38,2	24,2	22,6	9,4	23,3
Нічого не змінилося	11,4	8,8	6,1	9,7	21,9	13,3
Скоріше погоджуюся	14,3	11,8	12,1	19,4	37,5	30,0
Повністю погоджуюся	8,6	5,9	9,1	6,5	9,4	16,7

**Примітка:** \* – розбіжності між групами статистично значущі ( $p < 0,05$ ).

Показники депресії за шкалою А. Векс у здобувачів, які навчаються за спеціальністю «Стоматологія», були найнижчими, за спеціальністю «Медицина» - більш високими, і за спеціальністю «Медична психологія» – найвищими. При цьому кількісне значення показника у здобувачів, які навчаються за спеціальностями «Стоматологія» і «Медицина» відповідають відсутності ознак депресії, у здобувачів молодших курсів, які навчаються за спеціальністю «Медична психологія» показники на межі відсутності депресії і легкої депресії, старших курсів – незначно перевищують межу легкої депресії. Загальною закономірністю є також менші кількісні значення показників депресії у студентів молодших курсів порівняно зі старшими за всіма спеціальностями, хоча ці відмінності статистично не значущі ( $p > 0,05$ ). Ці ж закономірності поширюються й на показники за окремими субшкалами шкали депресії: когнітивно-афективною та соматичних проявів депресії.

Аналогічно, показники тривожності, фрустрації та ригідності у студентів молодших курсів були нижчими, ніж у старшокурсників, а показник агресивності – навпаки, був дещо вищим у студентів молодших курсів. Показники тривожності і фрустрації були найнижчими у студентів, які навчаються за спеціальністю «Стоматологія», дещо вищими – у тих, хто навчається за спеціальністю «Медицина», і найвищими – за спеціальністю «Медична психологія». Натомість, показники агресивності були найнижчими у студентів-медичних психологів, дещо вищими – у студентів, які навчаються за спеціальністю «Медицина», і найвищими – у студентів-стоматологів. Показники ригідності були найнижчими у студентів, які навчаються за спеціальністю «Медицина», дещо вищими – у стоматологів, і найвищими – у медичних психологів.

Аналіз структури рівнів психопатологічних проявів підтвердив вищеописані тенденції (табл. 4).

Серед студентів, які навчаються за спеціальностями «Медицина» та «Стоматологія» переважна більшість не виявила ознак депресії, серед них також були відсутні особи з помірною депресією. Натомість, серед студентів-медичних психологів 6,3% обстежених молодших курсів, і 13,3% старших виявили ознаки помірної депресії. Ознаки вираженої тривожності були виявлені у 5,9% студентів старших курсів спеціальності «Медицина», у 9,4% студентів молодших, і у 16,7% студентів старших курсів спеціальності «Медична психологія». Аналогічно, ознаки вираженої фрустрації були виявлені у 8,8% старшокурсників спеціальності «Медицина» і у 12,5% і 20,2% студентів-медичних психологів молодших і старших курсів відповідно.

У обстежених здобувачів ВО були виявлені всі рівні агресивності та ригідності. Найбільшою питома вага обстежених з високим рівнем агресивності і ригідності була серед студентів-стоматологів, а найнижчою – серед медичних психологів.

У обстежених здобувачів ВО були виявлені всі рівні агресивності та ригідності. Найбільшою питома вага обстежених з високим рівнем агресивності і ригідності була серед студентів-стоматологів, а найнижчою – серед медичних психологів.

**Обговорення результатів дослідження.** Наявність психологічних проблем у здобувачів освіти, пов'язаних із ДН, була описана у ряді досліджень. Так, ряд авторів наголошували на швидкій виснаженості, наростанні ознак втоми і невротизації при тривалій участі у відеоконференціях внаслідок перевантаження візуальною та вербальною

**Таблиця 3** – Кількісні показники за опитувальником депресії А. Векс та шкалою самооцінки психічних станів Н. Ейзенка (у балах)

Рівні порушень	Показник, М±SD								
	Медицина		Стоматологія		Мед. психологія				
	молодші	старші	молодші	старші	молодші	старші			
<b>Опитувальник депресії А. Векс</b>									
Загальний показник	3,77±3,08	4,38±3,06	2,70±2,42	3,35±2,42	7,94±4,40	8,80±4,99			
Когнітивно-афективна субшкала	2,00±2,04	2,97±2,43	1,48±1,66	2,29±2,02	5,47±3,17	6,27±2,86			
Субшкала соматичних проявів депресії	1,77±1,85	1,41±1,54	1,21±1,27	1,06±1,09	2,47±1,70	2,53±2,79			
<b>Шкала самооцінки психічних станів Н. Ейзенка</b>									
Тривожність	7,37±5,31	9,09±4,83	6,21±4,87	7,61±4,94	6,72±6,59	11,23±4,70			
Фрустрація	2,86±3,65	4,59±5,10	1,82±2,49	2,74±3,12	8,38±5,17	10,67±5,94			
Агресивність	8,74±3,86	7,97±3,55	9,36±2,73	8,90±4,07	5,03±3,86	4,80±3,49			
Ригідність	4,86±4,56	6,53±4,63	6,55±4,80	6,58±4,33	7,53±3,61	8,07±4,24			
<b>Рівень статистичної значущості розбіжностей при порівнянні показників між групами</b>									
Показник	Молодші vs старші			Молодші			Старші		
	медицина	стоматологія	медична психологія	Медицина / стоматологія	Медицина / медична психологія	Стоматологія / медична психологія	Медицина / стоматологія	Медицина / медична психологія	Стоматологія / медична психологія
<b>Опитувальник депресії А. Векс</b>									
Загальний показник	0,321	0,195	0,734	0,143	0,000	0,000	0,199	0,000	0,000
Когнітивно-афективна субшкала	0,085	0,128	0,487	0,455	0,000	0,000	0,389	0,000	0,000
Субшкала соматичних проявів депресії	0,492	0,766	0,492	0,315	0,039	0,002	0,514	0,216	0,091
<b>Шкала самооцінки психічних станів Н. Ейзенка</b>									
Тривожність	0,150	0,248	0,007	0,354	0,306	0,680	0,175	0,363	0,034
Фрустрація	0,161	0,179	0,049	0,299	0,000	0,000	0,233	0,000	0,000
Агресивність	0,257	0,660	0,915	0,529	0,000	0,000	0,211	0,001	0,000
Ригідність	0,092	0,829	0,655	0,151	0,003	0,305	0,921	0,154	0,240

інформацією [13-15]. Перевантаженість інформацією при надмірному використанні інтерактивних технологій може призвести до психічного стресу, а дефіцит фізичної взаємодії, такої, як жести, міміка, дотики тощо здатний посилювати цей стрес [16, 17]. Виявлені у даному дослідженні психопатологічні розлади, насамперед, у афективній сфері, узгоджуються з даними інших авторів, які повідомляють про ураженість 42,0% студентів у період ДН проявами депресії, тривоги і стресу [18]. Водночас, у даному дослідженні було кількісно і якісно оцінено поширеність різних психопатологічних проявів у здобувачів ВО у зв'язку з ДН, що розширює і деталізує наявні наукові дані про вплив ДН на психоемоційну сферу. Отримані дані підтверджують думку ряду авторів щодо того, що проблеми, пов'язані з поширенням ДН, мають комплексний характер і включають технологічні, методологічні та психологічні компоненти, що слід враховувати при плану-

ванні заходів з ДН; а відсутність належної уваги до психологічних наслідків стресу і психологічного виснаження користувачів online технологій навчання призведе не лише до погіршення їх психоемоційного стану, а й до істотного зниження академічних результатів, здатності студентів виконувати свої обов'язки, і, зрештою, до того, що здобувачі, які не здатні впоратися з цим стресом, будуть змушені покинути навчання, втрачаючи інвестиції в освіту і нівелюючи свої освітні прагнення [19, 20].

Вважаємо, що більша поширеність несприятливих психологічних наслідків ДН серед студентів старших курсів пов'язана з усвідомленням старшокурсниками негативних наслідків ДН для подальшої професійної траєкторії, насамперед, щодо зменшення можливостей для опанування практичних навичок, спілкування з пацієнтами, присутності на операціях, клінічних конференціях, діагностичних та терапевтичних заходах тощо.

Щодо більшої поширеності психологічних проблем серед здобувачів ВО, які навчаються за спеціальністю «Медична психологія», це може бути пов'язано як з більшою увагою цих студентів до свого психологічного стану і схильності до самоаналізу та самооцінки психіки в силу професійної залученості, так і більшою компетентністю у диференціації різних форм психопатології порівняно зі студентами, які навчаються за спеціальностями «Медицина» і «Стоматологія».

Виходячи з наведеного, можна визначити наступні ключові напрямки збереження психічного здоров'я здобувачів вищої медичної освіти в умовах ДН:

1. Раціональна організація навчального часу зі зміною видів діяльності та достатнім відпочинком.
2. Комбінування ДН з різними формами offline занять (практичні заняття в клініці, курація пацієнтів, присутність студентів на операціях, оглядах, консилиумах, терапевтичних заходах тощо).
3. Запровадження системи консультативної та медико-психологічної підтримки здобувачів ВО у online та offline форматі (у Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова така система створена на кафедрі медичної психології та психіатрії, й успішно функціонує).

**Висновки.** Впровадження ДН є одним з найважливіших глобальних освітніх трендів сучасності, а питання удосконалення ДН, включаючи збереження і відновлення психологічного здоров'я здобувачів ВО в умовах ДН – важливими завданнями медичної психології. Найбільш поширеними психологічними проблемами, з якими стикаються здобувачі ВО в умовах ДН, є зростання рівнів тривоги, депресії, дратівливості та погіршення інтерперсональної комунікації. Негативні наслідки ДН більшою мірою виражені у студентів старших курсів порівняно з молодшими. Серед студентів різних медичних спеціальностей найбільш поширеними негативні психологічні наслідки ДН є у здобувачів, які навчаються за спеціальністю «Медична психологія», дещо

**Таблиця 4** – Структура рівнів психопатологічних проявів (питома вага осіб з даним рівнем, у % до загальної кількості опитаних у даній групі)

Рівні порушень	Медицина		Стоматологія		Мед. психологія	
	молодші	старші	молодші	старші	молодші	старші
<b>Рівень депресії за опитувальником депресії А. Векс</b>						
Відсутня	80,0	73,5	90,9	87,1	43,8	53,3
Легка	20,0	26,5	9,1	12,9	50,0	33,3
Помірна	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	13,3
<b>Тривожність за шкалою самооцінки психічних станів Н. Ейзенк</b>						
Відсутня	54,3	44,1	66,7	54,8	50,0	23,3*
Помірна, в межах норми	45,7	50,0	33,3	45,2	40,6	60,0
Виражена	0,0	5,9	0,0	0,0	9,4	16,7
<b>Фрустрація за шкалою самооцінки психічних станів Н. Ейзенк</b>						
Відсутня	85,7	70,6	90,9	71,9*	43,8	36,7
Помірна, в межах норми	14,3	20,6	9,1	28,1*	43,8	43,3
Виражена	0,0	8,8	0,0	0,0	12,5	20,0
<b>Агресивність за шкалою самооцінки психічних станів Н. Ейзенк</b>						
Відсутня	22,9	35,3	15,2	22,6	68,8	76,7
Помірна, в межах норми	68,6	58,8	78,8	64,5	28,1	20,0
Виражена	8,6	5,9	6,1	12,9	3,1	3,3
<b>Ригідність за шкалою самооцінки психічних станів Н. Ейзенк</b>						
Відсутня	71,4	58,8	60,6	58,1	56,3	50,0
Помірна, в межах норми	22,9	32,4	27,3	35,5	40,6	46,7
Виражена	5,7	8,8	12,1	6,5	3,1	3,3

**Примітка:** \* – розбіжності між групами статистично значущі (p < 0,05).

меншими – у здобувачів, які навчаються за спеціальністю «Медицина», і найменшими – у здобувачів, які навчаються за спеціальністю «Стоматологія». Система підтримки психологічного здоров'я здобувачів в умовах ДН повинна бути комплексною і має включати раціональну організацію навчального процесу, комбінацію online і offline форм навчання, а також доступну психологічну допомогу.

**Перспективи подальших досліджень** пов'язані із вивченням різних аспектів психічного здоров'я здобувачів вищої медичної освіти в умовах ДН, та розробкою на підставі даних цих досліджень комплексу заходів зі збереження та відновлення психологічного здоров'я здобувачів.

## References

1. Gonzalez T, de la Rubia MA, Hincz KP, Comas-Lopez M, Subirats L, Fort S, et al. Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PLoS One*. 2020;15(10):e0239490. PMID: 33035228. PMCID: PMC7546684. doi: 10.1371/journal.pone.0239490
2. Yeh CY, Tsai CC. Massive Distance Education: Barriers and Challenges in Shifting to a Complete Online Learning Environment. *Front Psychol*. 2022;13:928717. PMID: 35859848. PMCID: PMC9291812. doi: 10.3389/fpsyg.2022.928717
3. Sydorenko TM, Petkun SM, Novak OM. Dystantsiyna osvita: problemy ta perspektyvy [Distance education: problems and prospects]. *Innovatsiyna pedahohika*. 2021;35:45-48. doi: 10.32843/2663-6085/2021/35.8
4. Mala IB. Dystantsiynе navchannya yak diyevyy instrument upravlins'koyi osvity [Distance learning as an effective tool of management education]. *Vcheni zapysky Universytetu «KROK»*. 2022;2(66):132-151. [Ukrainian]. doi: 10.31732/2663-2209-2022-66-132-151
5. Toquero CM. Challenges and opportunities for higher education amid the COVID-19 pandemic: the Philippine context. *Pedagog Res*. 2020;5:em0063. doi: 10.29333/pr/7947
6. Olivares SLO, Lopez M, Martinez R, Alvarez JPN, Valdez-García JE. Faculty readiness for a digital education model: A self-assessment from health sciences educators. *Aust J Technol*. 2021;37:116-127. doi: 10.14742/ajet.7105
7. Durff L, Carter M. Overcoming second-order barriers to technology integration in K-5 schools. *J Educ Res Pract*. 2019;9:17. doi: 10.5590/JERAP.2019.09.1.18
8. Reimers FM, Schleicher A. A Framework to Guide an Education Response to the COVID-19 Pandemic of 2020. OECD, 2020. Available from: <https://www.aforges.org/wp-content/uploads/2020/04/framework.pdf>.
9. Polyanska VP, Zvyagolska IM, Derevyanko TV. Pedahohichno-orhanizatsiyni aspekty dystantsiynoho navchannya v medytsyni [Pedagogical and organizational aspects of distance learning in medicine]. *Visnyk Ukrayins'koyi medychnoyi stomatohichnoyi akademiyi*. 2021;21(73):137-141. [Ukrainian]. doi: 10.31718/2077-1096.21.1.137
10. Strilchuk LM, Radchenko OM, Illytska LA. Dystantsiynе navchannya u medychnomu zakladi vyshchoyi osvity: sotsial'ni ta statevo-vikovi kharakterystyky [Distance learning in a medical institution of higher education: social and gender-age characteristics]. *Medychna osvita*. 2022;3:94-100. [Ukrainian]. doi: 10.11603/m.2414-5998.2022.3.13422
11. Beck AT, Ward CH, Mendelson M. An Inventory for Measuring Depression. *Arch General Psychiatr*. 1961;4(6):561-571. PMID: 13688369. doi: 10.1001/archpsyc.1961.01710120031004
12. Pshuk NG, Kaminska AO, Stukan LV. *Praktikum z psyhodiagnostiki* [Practical guide of Psychodiagnostic]. Vinnytsya: VNMU; 2021. s. 34-37. [Ukrainian]
13. Bailenson JN. Nonverbal overload: a theoretical argument for the causes of Zoom fatigue. *Technol Mind Behav*. 2021;2. doi: 10.1037/tmb0000030
14. Fosslien L, Duffy MW. How to combat zoom fatigue. *Harv Bus Rev*. 2020;29:1-6.
15. Dorn E, Hancock B, Sarakatsannis J, Viruleg E. *Covid-19 and Education: The Lingering Effects of Unfinished Learning*. McKinsey and Company; 2021.
16. Bullock AN, Colvin AD, Jackson MS. "All Zoomed Out": strategies for addressing Zoom fatigue in the age of COVID-19". In: *The Learning Ideas Conference (Cham: Springer), 2021*. 2021. p. 61-68. doi: 10.1007/978-3-030-90677-1\_6
17. Peper E, Wilson V, Martin M, Rosegard E, Harvey R. Avoid Zoom fatigue, be present and learn. *NeuroRegulation*. 2021;8:47-47. doi: 10.15540/nr.8.1.47
18. Kapasia N, Paul P, Roy A, Saha J, Zaveri A, Mallick R, et al Impact of lockdown on learning status of undergraduate and postgraduate students during COVID-19 pandemic in West Bengal, India. *Child Youth Serv Rev*. 2020;116:105194. PMID: 32834270. PMCID: PMC7308748. doi: 10.1016/j.chilyouth.2020.105194
19. Segbenya M, Anokye FA. Challenges and coping strategies among distance education learners: Implication for human resources managers. *Curr Psychol*. 2022;29:1-15. PMID: 36340891. PMCID: PMC9617226. doi: 10.1007/s12144-022-03794-5
20. Bağrıacık Yılmaz A, Karataş S. Why do open and distance education students drop out? Views from various stakeholders. *Int J Educ Technol High Educ*. 2022;19(1):28. PMID: 35677599. PMCID: PMC9162795. doi: 10.1186/s41239-022-00333-x

UDC 612.821+ 616.85-06:616.89

**Psychological Problems and Main Directions of Preserving the Mental Health of Higher Education Students in Distance Education****Belov O. O.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to consider the features of the adverse psychological consequences of distance learning for students of higher medical education.*

**Materials and methods.** *An anonymous online questionnaire and psychodiagnostic examination of 195 students majoring in “Medicine”, “Dentistry” and “Medical Psychology” were conducted, using the Beck Depression Inventory and H. Eysenck’s scale of self-assessment of mental states.*

**Results and discussion.** *It has been established that psychological problems related to distance learning are more common among senior students, and are most common among students majoring in “Medical Psychology”, less common among students majoring in “Medicine” and the least – among students studying dentistry. It was found that the most relevant negative psychological consequences of distance learning are an increase in anxiety: in 21.9% of junior students and in 46.6% of senior students studying in the specialty “Medical Psychology”, in 25.7% and 38.2% – in the specialty “Medicine”, in 18.2% and 22.6% – in the specialty “Dentistry”; mood deterioration: respectively in 62.65% and 60.0%, in 17.2% and 29.4%, in 9.1% and 22.6%; irritability: 68.8% and 53.3%, 22.9% and 35.3%, 15.1% and 22.6%, respectively; deterioration of communication with others: 46.9% and 46.7%, 22.9% and 17.7%, 21.2% and 25.9%, respectively. Higher levels of depression were found in students majoring in “Medical Psychology”:  $7.94 \pm 4.40$  points and  $8.80 \pm 4.99$  points against  $3.77 \pm 3.08$  points and  $4.38 \pm 3.06$  points for students studying medicine, and  $2.70 \pm 2.42$  points and  $3.35 \pm 2.42$  points for students studying dentistry; anxiety:  $6.72 \pm 6.59$  points and  $11.23 \pm 4.70$  points,  $7.37 \pm 5.31$  points and  $9.09 \pm 4.83$  points, respectively;  $6.21 \pm 4.87$  points and  $7.61 \pm 4.94$  points; frustrations:  $8.38 \pm 5.17$  points and  $10.67 \pm 5.94$  points, respectively;  $2.86 \pm 3.65$  points and  $4.59 \pm 5.10$  points;  $1.82 \pm 2.49$  points and  $2.74 \pm 3.12$  points; and rigidity:  $7.53 \pm 3.61$  points and  $8.07 \pm 4.24$  points, respectively;  $4.86 \pm 4.56$  points and  $6.53 \pm 4.63$  points;  $6.55 \pm 4.80$  points and  $6.58 \pm 4.33$  points. The highest levels of aggressiveness were found in students studying dentistry:  $9.36 \pm 2.73$  points and  $8.90 \pm 4.07$  points against  $8.74 \pm 3.86$  points and  $7.97 \pm 3.55$  points for students studying in the specialty “Medicine” and  $5.03 \pm 3.86$  points and  $4.80 \pm 3.49$  points in the specialty “Medical Psychology”. Among students studying medicine and dentistry, the vast majority showed no signs of depression, while among medical psychology students, 6.3% of examined juniors and 13.3% of seniors showed signs of moderate depression. Signs of severe anxiety were found in 5.9% of senior students majoring in Medicine, in 9.4% of junior students and in 16.7% of senior students of “Medical Psychology”, signs of severe frustration were found in 8.8% of senior students majoring in “Medicine” and 12.5% and 20.2% of students majoring in “Medical Psychology”, respectively.*

**Conclusion.** *The system of supporting the psychological health of applicants in the conditions of distance education should be comprehensive and should include a rational organization of the educational process, a combination of online and offline forms of education, as well as available psychological assistance.*

**Keywords:** distance learning, psychological health, depression, anxiety, psychological assistance.

**ORCID and contributionship:**Olexandr O. Belov : 0000-0002-0156-0777 <sup>A-F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR****Olexandr O. Belov**

National Pirogov Memorial Medical University  
Department of Medical Psychology and Psychiatry  
56, Pirogov Str., Vinnytsia 21000, Ukraine  
phone: +380678636827, e-mail: oleksbelov@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 18.12.2022

Accepted 04.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.107

UDC 616.12-005.4-056.257-008.9-078:577.175.859.088.7

Kadykova O., Borovyk K., Ryndina N.

## Metabolic Status in Patients with Ischemic Heart Disease and Obesity with Different Genotypes of Leptin Receptor Gene (Arg223Glu)

Kharkiv National Medical University,  
Kharkiv, Ukraine

*The purpose of the study* was to assess the metabolic status, namely carbohydrate and lipid metabolism, in patients with coronary heart disease and obesity with different genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Glu).

*Materials and methods.* The study included 220 patients with coronary heart disease and obesity. The comparison group consisted of 113 patients with coronary heart disease with normal body weight. The control group included 35 healthy individuals. Additionally, patients with coronary heart disease and obesity were divided into subgroups depending on the genotype of the leptin receptor gene (Arg223Glu): the first subgroup included carriers of the A/A genotype (n=57), the second – G/A genotype (n=90), the third – G/G genotype (n=73).

*Results and discussion.* The analysis of carbohydrate metabolism depending on the genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Gln) in patients with coronary heart disease and obesity showed that carriers of the G/G genotype have more pronounced disorders of carbohydrate metabolism in the form of hyperinsulinemia and decreased tissue sensitivity to insulin while carriers of the genotypes G/A and A/A have greater resistance to glucose-metabolic disorders. Body mass index in carriers of G/G genotype had the highest value, which is 19.19% and 19.53% more than in carriers of genotypes G/A and A/A. Thus, the G/G genotype in patients with coronary heart disease and obesity was associated with body mass index. The impaired lipid metabolism in patients with coronary heart disease in combination with obesity was defined as hypertriglyceridemia, which is associated with the G/G genotype of the leptin receptor gene polymorphism (Arg223Gln).

The results obtained in our work indicate the involvement of the polymorphic locus of the leptin receptor gene (Arg223Gln) in the formation of disorders of carbohydrate and lipid metabolism, which corresponds to the literature.

It has been suggested that structural changes in the leptin receptor gene are associated not only with the development of obesity but also with the development of type 2 diabetes mellitus.

*Conclusion.* The features of the combined course of coronary heart disease and obesity were identified:

hyperinsulinemia and insulin resistance are associated with the G allele and G/G genotype of the polymorphic locus Arg223Gln leptin receptor gene ( $r=0.76$ ,  $p<0.05$ ); the rearrangement of the lipid spectrum due to hypertriglyceridemia is influenced by the homogeneity of the G allele of the polymorphic locus of the Arg223Gln gene of the leptin receptor gene ( $r=0.73$ ,  $p<0.05$ ).

**Keywords:** leptin receptor gene, coronary heart disease, obesity, insulin resistance.

**Connection of the study with scientific programs, plans, topics.** Funding: budgetary (with the support of the Ministry of Health of Ukraine, No.0 122U000119, dated 01.09.2022 within the framework of the Scientific research work “Development of a strategy for diagnosis, treatment and forecasting of the ischemic genesis chronic heart failure course against the background of metabolic disorders”).

**Introduction.** Recent studies in cardiology have shown the effect of leptin on the occurrence and progression of cardiovascular disease, due to its correlation with cardiovascular risk factors such as lipid concentration, blood pressure, hemostasis and inflammation [1, 2]. It has been described that hyperleptinemia is an independent predictor of cardiac events in patients with coronary heart disease (CHD), a marker of risk stratification in unstable angina and a factor in the development of acute coronary syndrome [3].

Leptin is encoded by the leptin gene, in humans it is localized on chromosome 7a31.3, consists of three exons separated by two introns [4]. The leptin gene is one of the most intensively studied candidate genes for obesity in humans [5, 6]. Rare mutations (F17L, VI UM) and polymorphism (C-188A) of the leptin receptor gene have been described in the literature [7, 8].

In a study by J. Hager and co-authors in 1998, it was found [9] that homozygotes for the 19G allele have lower levels of leptin than carriers of the 19A allele. W.D. Li and co-authors found in 1999 [10] that A19G leptin receptor gene polymorphism was a predictor of obesity (heterozygotes had a higher body mass index (BMI) than homozygotes for the 19A and 19G alleles), although other studies have not found this.

However, a number of studies have found no differences between leptin levels and associations with BMI, waist circumference (WC) / hip circumference (HC) ratio, body weight and body fat weight in carriers of different genotypes leptin receptor gene [10, 11].

An important role in the investigation of the mechanisms of leptin resistance is assigned to genetic research to study leptin receptor gene polymorphisms. It is believed that a number of leptin receptor gene polymorphisms may play an important role in the regulation of this receptor and in the pathophysiological mechanisms of obesity.

Several polymorphisms of the leptin receptor gene are currently known: Q223R, K656N, K109R, T34SZ, G 1019A. Among them, A668G polymorphism is the most frequently studied. A668G polymorphism is localized in exon 6 of the extracellular region of the leptin receptor in the C domain, which has a leptin-binding zone and leads to a single amino acid substitution of glutamine (Gln) to arginine (Arg) in codon 223 and causes measurement of 14 functional receptor activity [12]. In the literature, this polymorphism is most often referred to as Q223R, and allelic forms of the leptin receptor gene are referred to as 223Q and 223R. The prevalence of alleles differs significantly in different countries and ethnic groups, in particular, the frequency of 223R allele for Asians is much higher than for other ethnic groups – up to 0.85 [13]. The prevalence of the 223R allele in healthy Europeans according to various authors ranges from 0.41 (England) to 0.44 (Netherlands) [14, 15].

A number of studies have found that carrying the 223R receptor gene allele to leptin is associated with high levels of circulating leptin and decreased leptin receptor sensitivity [16, 17], as well as BMI [18, 19]. Other researchers have reported an association of the R223 allele with glucose and insulin levels [20, 21]. M.G.V. Gottlieb and co-authors in 2009 linked this polymorphism to MS: Q223Q and Q223R genotypes were more common in patients with metabolic syndrome than in healthy people [22].

Carriers of the 223R allele of the leptin receptor gene (homozygotes for the 223R allele and heterozygotes) were found to be associated with combined hyperlipidemia, decreased insulin sensitivity and obesity [23].

However, a study by A. Constantin and co-authors in 2010 did not establish a link between Q223R polymorphism and indicators such as BMI and blood pressure [24]. A. Lakka and co-authors in 2004 also found no link between insulin resistance (IR) and leptin receptor gene polymorphism [23].

Thus, the results of studies studying the polymorphisms of the leptin receptor gene and the leptin receptor are contradictory. Further studies are needed to determine the association of leptin receptor gene

polymorphisms with leptin levels, obesity, and IR, as well as the risk of cardiovascular disease and chronic heart failure.

**The purpose of the study** was to assess the metabolic status, namely carbohydrate and lipid metabolism, in patients with coronary heart disease and obesity with different genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Glu).

**Materials and methods.** For the purpose of the study, a comprehensive examination of 220 patients with coronary heart disease and obesity who were treated in the cardiology department of the Kharkiv City Clinical Hospital No. 27, which is the basic medical institution of the Department of Internal Medicine No. 2, Academician L. T. Malaya clinical immunology and allergology of Kharkiv National Medical University. The comparison group consisted of 113 patients with coronary heart disease with normal body weight. The control group included 35 healthy individuals. Additionally, patients with coronary heart disease and obesity were divided into subgroups depending on the genotype of the leptin receptor gene (Arg223Glu): the first subgroup included carriers of the A/A genotype (n=57), the second – G/A genotype (n=90), the third – G/G genotype (n=73). The groups were comparable in age and gender. The study did not include patients with severe comorbidities of the respiratory and digestive system organs, kidney damage and cancerous subjects.

The diagnosis was established in accordance with the current orders of the Ministry of Health of Ukraine.

All patients underwent general clinical and instrumental examinations. In order to control carbohydrate metabolism, glucose levels were determined by glucose oxidation method; determination of glycosylated hemoglobin (HbA1c) content in whole blood was performed by photometric reaction with thiobarbituric acid using a commercial test system from Reagent (Ukraine) according to appendix. Insulin concentration was determined by enzyme-linked immunosorbent assay using the commercial test system INSULIN ELISA KIT manufactured by Monobind (USA). We used the HOMA (Homeostasis Model Assessment) IR index, which was calculated by the formula:

$$\text{insulin } (\mu\text{U/ml}) \times \text{fasting glucose (mmol/l)} / 22.5$$

At HOMA index >2.77 patients were considered insulin resistant.

The biochemical study includes the determination of total cholesterol (TC) and high-density lipoprotein (HDL) by the peroxidase method using the Cholesterol Liquicolor reagent kit by Human (Germany) in heparin-stabilized serum. The level of triglycerides (TG) was determined by enzymatic colorimetric method

using a set of reagents “Triglycerides GPO” by Human (Germany). The coefficient of atherogenicity (CA) was calculated according to the formula of Klimov A. M.:  $CA = (CKD - HDL)/HDL$ ; the level of very low density lipoproteins (VLDL) =  $TG/2.2 \times 0.45$ , (mmol/l); the level of low-density lipoproteins (LDL) =  $CHD - (VLDL + HDL)$ , (mmol/l).

The study determined the anthropometric indicators of WC and HC, neck circumference (NC). To characterize obesity BMI (Kettle index) was determined, which was calculated by the formula:

$$\text{weight (kg) / height (m}^2\text{)}$$

Studies of the allelic polymorphism of the Arg223Gln gene of the leptin receptor were performed by polymerase chain reaction with electrophoretic detection of results using reagent sets “SNP-EXPRESS” manufactured by SPE “Litech”. The correctness of the genotype frequency distribution was determined by the correspondence of the equilibrium of G. Hardy-B. Weinberg ( $p_i^2 + 2 p_i p_j + p_j^2 = 1$ ).

The studies were approved by the commission on biomedical ethics of Kharkiv National Medical University (protocol No. 2, dated 12.10.2022) and were conducted in accordance with the written consent of the participants and in accordance with the principles of bioethics set forth in the Helsinki Declaration “Ethical Principles of Medical Research Involving Humans” and the “Universal Declaration on Bioethics and Human Rights (UNESCO)”.

Statistical data processing was performed using the Statistica package, version 10.0. Pearson's and Fisher's  $\chi^2$  criteria were used to compare the distribution of allele and genotype frequencies between groups. To determine the relative risk of disease, the odds ratio (OR) was calculated. As the absence of associations was considered  $OR = 1$ ; as a positive association –  $OR > 1$ ; as a negative association of an allele or genotype with the disease (low risk of disease) was considered  $OR < 1$ . Confidential interval (CI) is the range of values, within which there is a 95% probability of the prognostic value of OR. Differences at  $p < 0.05$  were considered statistically significant.

**Results and discussion.** Analysis of carbohydrate metabolism revealed that in patients with coronary heart disease and obesity carriers of A/A genotype of the leptin receptor gene (Arg223Gln) glucose level was  $4.48 \pm 0.08$  mmol/l, insulin level –  $7.09 \pm 0.83 - 13.23 \pm 0.79$   $\mu$ U/ml, glycosylated hemoglobin –  $5.07 \pm 0.28\%$ , HOMA-IR index –

$1.42 \pm 0.44$  units; in carriers of G/A genotype –  $4.52 \pm 0.06$  mmol/l,  $7.52 \pm 0.70$   $\mu$ U/ml,  $5.10 \pm 0.23\%$ ,  $1.54 \pm 0.35$  units, respectively; in G/G genotype group the above mentioned indicators corresponded values –  $4.59 \pm 0.16$  mmol/l,  $11.17 \pm 0.68$   $\mu$ U/ml,  $5.24 \pm 0.28\%$  and  $2.77 \pm 0.44$  units (**Table 1**).

**Table 1** – Indicators of carbohydrate metabolism in patients with coronary heart disease and obesity depending on the genotypes of polymorphism of the leptin receptor gene (Arg223Gln) (M  $\pm$  m)

Indexes	Leptin receptor gene genotypes (Arg223Gln)			p
	G/G (n=73)	G/A (n=90)	A/A (n=57)	
HOMA, units	$2.77 \pm 0.44$	$1.54 \pm 0.35$	$1.42 \pm 0.44$	$p_{1-2} < 0.05$ $p_{1-3} < 0.05$ $p_{2-3} > 0.05$
HbA <sub>1c</sub> , %	$5.24 \pm 0.28$	$5.10 \pm 0.23$	$5.07 \pm 0.28$	$p_{1-2} > 0.001$ $p_{1-3} > 0.001$ $p_{2-3} > 0.001$
Blood glucose, mmol/l	$4.59 \pm 0.16$	$4.52 \pm 0.06$	$4.48 \pm 0.08$	$p_{1-2} > 0.001$ $p_{1-3} > 0.001$ $p_{2-3} > 0.001$
Insulin, $\mu$ U/ml	$11.17 \pm 0.68$	$7.52 \pm 0.70$	$7.09 \pm 0.83$	$p_{1-2} < 0.001$ $p_{1-3} < 0.001$ $p_{2-3} > 0.001$

Comparison of carbohydrate metabolism versus different genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Gln) in patients with coronary heart disease and obesity showed that patients with G/G genotype had significantly higher values of insulin and HOMA-IR index. Insulin levels were higher in patients with G/G genotype by 32.56% and 36.67% than in patients with G/A and A/A genotypes, and HOMA IR index by 44.93% and 48.91%, respectively ( $p < 0.05$ ). There were no significant differences in glucose and glycosylated hemoglobin levels depending on the genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Gln) ( $p > 0.001$ ).

Thus, analysis of carbohydrate metabolism depending on the genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Gln) in patients with coronary heart disease and obesity showed that carriers of the G/G genotype have more pronounced disorders of carbohydrate metabolism in the form of hyperinsulinemia and decreased tissue sensitivity to insulin while carriers of the genotypes G/A and A/A have greater resistance to glucose-metabolic disorders. The obtained data suggest that the G allele in the homozygous position is a pathological variant of the polymorphism of the leptin receptor gene (Arg223Gln) and the allele A has a protective effect.

As can be seen from **Table 2** WC, HC, NC and WC/HC ratio did not differ in patients with coronary

**Table 2** – Status of constitutional indicators in patients with coronary heart disease and obesity depending on the genotypes of leptin receptor gene polymorphism (Arg223Gln) (M ± m)

Parameters	Genotypes of leptin receptor gene polymorphisms (Arg223Gln)			p
	G/G (n=73)	G/A (n=90)	A/A (n=57)	
WC, cm	113.77 ± 1.42	113.22 ± 1.39	112.74 ± 1.46	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05
HC, cm	113.07 ± 1.54	113.02 ± 1.46	112.33 ± 1.45	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05
WC/HC ratio	1.01 ± 0.005	1.00 ± 0.002	1.00 ± 0.003	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05
BMI, kg/m <sup>2</sup>	38.51 ± 0.57	31.21 ± 0.67	31.05 ± 0.55	p <sub>1-2</sub> <0.001 p <sub>1-3</sub> <0.001 p <sub>2-3</sub> >0.001
NC, cm	49.24 ± 0.82	48.91 ± 0.70	49.07 ± 1.04	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05

heart disease and obesity depending on the genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Gln) (p >0.05).

BMI in carriers of G/G genotype had the highest value (38.51 ± 0.57 kg/m<sup>2</sup>), which is 19.19% and 19.53% more than in carriers of genotypes G/A and A/A, where the values of this indicator were 31.21 ± 0.67 kg/m<sup>2</sup> and 31.05 ± 0.55 kg/m<sup>2</sup>, respectively (p <0.001). Thus, the G/G genotype in patients with coronary heart disease and obesity was associated with BMI.

Assessing lipid metabolism in patients with coronary heart disease and obesity, it should be noted that all indicators exceeded the normative values due to the contribution of coronary heart disease and obesity in the restructuring of lipid metabolism due to pathogenetic factors (Table 3).

Significant differences in the levels of TC, HDL, LDL, VLDL and CA depending on the genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Gln) in patients with coronary heart disease and obesity were not found (p >0.05). The level of TC in carriers of genotype A/A was 5.45 ± 0.08 mmol/l, HDL – 1.13 ± 0.06 mmol/l, LDL – 3.50 ± 0.09 mmol/l, VLDL – 1.82 ± 0.06 mmol/l, CA – 4.78 ± 0.07. In patients with the G/A genotype the level of TC was 5.47 ± 0.07 mmol/l, HDL – 1.07 ± 0.05 mmol/l, LDL – 3.57 ± 0.07 mmol/l, VLDL – 1.87 ± 0.07 mmol/l, CA – 4.81 ± 0.06. In patients with G/G genotype the level of TC was

5.58 ± 0.06 mmol/l, HDL – 0.96 ± 0.04 mmol/l, LDL – 3.61 ± 0.05 mmol/l, VLDL – 1.90 ± 0.06 mmol/l, CA – 4.90 ± 0.09.

The level of TG in the group of patients with G/G genotype was probably higher by 34.02% and 36.93% than in patients with genotypes G/A and A/A, (p <0.05).

Thus, impaired lipid metabolism in patients with coronary heart disease in combination with obesity was defined as hypertriglyceridemia, which is associated with the G/G genotype of the leptin receptor gene polymorphism (Arg223Gln).

Studies of the nature of the relationships between the indicators and the genotypes of the leptin receptor gene (Arg223Gln) in patients with coronary heart disease and obesity are presented in Table 4. Direct correlations between the G/G genotype and insulin levels were determined (r=0.76, p <0.05), BMI (r=0.84, p <0.05), TG (r=0.73, p <0.05).

The results obtained in our work indicate the involvement of the polymorphic locus of the leptin receptor gene (Arg223Gln) in the formation of disorders of carbohydrate and lipid metabolism, which corresponds to the literature.

**Table 3** – Indicators of lipid metabolism in patients with coronary heart disease and obesity depending on the genotypes of leptin receptor gene polymorphism (Arg223Gln) (M ± m)

Parameters	Genotypes of leptin receptor gene polymorphisms (Arg223Gln)			p
	G/G (n=73)	G/A (n=90)	A/A (n=57)	
TC, mmol/l	5.58 ± 0.06	5.47 ± 0.07	5.45 ± 0.08	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05
TG, mmol/l	2.41 ± 0.09	1.59 ± 0.08	1.52 ± 0.07	p <sub>1-2</sub> <0.05 p <sub>1-3</sub> <0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05
HDL, mmol/l	0.96 ± 0.04	1.07 ± 0.05	1.13 ± 0.06	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05
LDL, mmol/l	3.61 ± 0.05	3.57 ± 0.07	3.50 ± 0.09	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05
VLDL, mmol/l	1.90 ± 0.06	1.87 ± 0.07	1.82 ± 0.06	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05
CA	4.90 ± 0.09	4.81 ± 0.06	4.78 ± 0.07	p <sub>1-2</sub> >0.05 p <sub>1-3</sub> >0.05 p <sub>2-3</sub> >0.05

**Table 4** – Matrix of intercorrelations between indicators of carbohydrate, lipid metabolism and genotypes of leptin receptor gene polymorphism (Arg223Gln) in patients with coronary heart disease and obesity ( $r_{crit} = 0.24$ )

Genotype Parameter	G/G	G/A	A/A
Glucose	0.13	0.18	-0.15
Insulin	0.76*	0.20	-0.17
HOMA	0.23	0.22	-0.21
HbA <sub>1c</sub>	0.17	0.13	-0.14
BMI	0.84*	0.18	-0.23
WC	0.20	0.17	-0.16
HC	0.18	0.06	-0.11
WC/HC	0.19	0.09	-0.02
TC	0.09	0.17	-0.12
TG	0.73*	0.19	-0.17
HDL	0.22	0.20	0.15
LDL	0.11	0.17	-0.19
VLDL	0.08	0.08	-0.13
CA	0.10	0.15	-0.14

Note: \* $p < 0.05$ ,  $r_{crit} = 0.24$

Some researchers have shown a relationship between BMI and the carrier of the A/A genotype [25], as well as the A allele with higher levels of TG, glucose and blood pressure [26], other studies have not found an association between polymorphism of this gene and obesity [27-29], and in the study of polymorphism of this gene in the inhabitants of the Pacific Islands, the “protective” effect of the A allele in obesity was shown.

It has been suggested that structural changes in the leptin receptor gene are associated not only with the development of obesity but also with the

development of type 2 diabetes mellitus (DM). Thus, The Finnish Diabetes Prevention Study found that two polymorphisms (Q223R, Lys109Arg) of the leptin receptor gene were predictors of type 2 diabetes mellitus in patients with glucose intolerance [28]. Also, several researchers have obtained data on the association of the 223R allele with the levels of TG, glucose and insulin [29].

However, in the work of T. Gotoda and co-authors [30] and in the results of a meta-analysis, performed by M. Neo and co-authors [31], no association of Q223R polymorphism of the leptin receptor gene polymorphism with type 2 diabetes mellitus was found.

#### Conclusion

1. The features of the combined course of coronary heart disease and obesity were identified: hyperinsulinemia and insulin resistance are associated with the G allele and G/G genotype of the polymorphic locus Arg223Gln leptin receptor gene ( $r = 0.76$ ,  $p < 0.05$ ).
2. The rearrangement of the lipid spectrum due to hypertriglyceridemia is influenced by the homogeneity of the G allele of the polymorphic locus of the Arg223Gln gene of the leptin receptor gene ( $r = 0.73$ ,  $p < 0.05$ ).

**Perspectives of further research.** In connection with the high frequency of the comorbid course of coronary heart disease and obesity, as well as the increase in mortality and fatal and non-fatal cardiovascular complications in these patients, the search for early diagnostics opportunities is an urgent issue today.

Information on conflict of interest: there is no conflict of interest.

#### References

1. Poetsch MS, Strano A, Guan K. Role of Leptin in Cardiovascular Diseases. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020 Jun 16;11:354. PMID: 32655492. PMCID: PMC7325922. doi: 10.3389/fendo.2020.00354
2. Landecho MF, Tuero C, Valentí V, Bilbao I, de la Higuera M, Frühbeck G. Relevance of Leptin and Other Adipokines in Obesity-Associated Cardiovascular Risk. *Nutrients*. 2019 Nov 5;11(11):2664. PMID: 31694146. PMCID: PMC6893824. doi: 10.3390/nu11112664
3. Gruzdeva O, Uchasova E, Belik E, Dyleva Y, Shurygina E, Barbarash O. Lipid, adipokine and ghrelin levels in myocardial infarction patients with insulin resistance. *BMC Cardiovasc Disord*. 2014 Jan 16;14:7. PMID: 24433403. PMCID: PMC3898041. doi: 10.1186/1471-2261-14-7
4. Yupanqui-Lozno H, Bastarrachea RA, Yupanqui-Velazco ME, Alvarez-Jaramillo M, Medina-Méndez E, Giraldo-Peña AP, et al. Congenital Leptin Deficiency and Leptin Gene Missense Mutation Found in Two Colombian Sisters with Severe Obesity. *Genes (Basel)*. 2019 May 7;10(5):342. PMID: 31067764. PMCID: PMC6562380. doi: 10.3390/genes10050342
5. Nath AP, Ritchie SC, Byars SG, Fearnley LG, Havulinna AS, Joensuu A, et al. An interaction map of circulating metabolites, immune gene networks, and their genetic regulation. *Genome Biol*. 2017 Aug 1;18(1):146. PMID: 28764798. PMCID: PMC5540552. doi: 10.1186/s13059-017-1279-y
6. Leońska-Duniec A, Jastrzębski Z, Jażdżewska A, Krzysztof F, Ciężczyk P. Leptin and Leptin Receptor Genes Are Associated With Obesity-Related Traits Changes in Response to Aerobic Training Program. *J Strength Cond Res*. 2018 Apr;32(4):1036-1044. PMID: 29373433. doi: 10.1519/JSC.0000000000002447
7. Manriquez V, Aviles J, Salazar L, Saavedra N, Seron P, Lanás F, et al. Polymorphisms in Genes Involved in the Leptin-Melanocortin Pathway are Associated with Obesity-Related Cardiometabolic

- Alterations in a Southern Chilean Population. *Mol Diagn Ther*. 2018 Feb;22(1):101-113. PMID: 28975585. doi: 10.1007/s40291-017-0306-8
8. Wang H, Wang C, Han W, Geng C, Chen D, Wu B, et al. Association of leptin and leptin receptor polymorphisms with coronary artery disease in a North Chinese Han population. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2020;53:e20190388. PMID: 32049202. PMCID: PMC7083392. doi: 10.1590/0037-8682-0388-2019
  9. Li WD, Reed DR, Lee JH, Xu W, Kilker RL, Sodam BR, et al. Sequence variants in the 5' flanking region of the leptin gene are associated with obesity in women. *Ann Hum Genet*. 1999 May;63(Pt 3):227-34. PMID: 10738535. doi: 10.1046/j.1469-1809.1999.6330227.x
  10. Delgadillo-Guzmán D, Sharara-Núñez AI, Pedroza-Escobar D, Castillo-Maldonado I, Quintanar-Escorza MA. Leptin G-2548A and Leptin Receptor Q223R Gene Polymorphisms are Differently Associated with Oxidative Process in Mexican Mestizo and Indigenous with Obesity. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2021;21(8):1413-1422. PMID: 33038917. doi: 10.2174/1871530320666201009161630
  11. Adiga U, Banawalikar N, Mayur S, Bansal R, Ameera N, Rao S. Association of insulin resistance and leptin receptor gene polymorphism in type 2 diabetes mellitus. *J Chin Med Assoc*. 2021 Apr 1;84(4):383-388. PMID: 33660621. doi: 10.1097/JCMA.0000000000000507
  12. Lu J, Zou D, Zheng L, Chen G, Lu J, Feng Z. Synergistic effect of LEP and LEPR gene polymorphism on body mass index in a Chinese population. *Obes Res Clin Pract*. 2013 Dec;7(6):e445-9. PMID: 24308887. doi: 10.1016/j.orcp.2012.06.007
  13. van Rossum CT, Hoebee B, van Baak MA, Mars M, Saris WH, Seidell JC. Genetic variation in the leptin receptor gene, leptin, and weight gain in young Dutch adults. *Obes Res*. 2003 Mar;11(3):377-86. PMID: 12634434. doi: 10.1038/oby.2003.51
  14. Brann DW, Wade MF, Dhandapani KM, Mahesh VB, Buchanan CD. Leptin and reproduction. *Steroids*. 2002 Feb;67(2):95-104. PMID: 11755173. doi: 10.1016/S0039-128X(01)00138-6
  15. Enns JE, Taylor CG, Zahradka P. Variations in adipokine genes AdipoQ, Lep, and LepR are associated with risk for obesity-related metabolic disease: the modulatory role of gene-nutrient interactions. *J Obes*. 2011;2011:168659. PMID: 21773001. PMCID: PMC3136149. doi: 10.1155/2011/168659
  16. Yan J, Wang X, Tao H, Yang W, Luo M, Lin F. Lack of association between leptin G-2548A polymorphisms and obesity risk: Evidence based on a meta-analysis. *Obes Res Clin Pract*. 2015;9(4):389-397. PMID: 25733497. doi: 10.1016/j.orcp.2015.01.002
  17. Bilge S, Yilmaz R, Karaslan E, Özer S, Ateş Ö, Ensari E, et al. The Relationship of Leptin (+19) AG, Leptin (2548) GA, and Leptin Receptor Gln223Arg Gene Polymorphisms with Obesity and Metabolic Syndrome in Obese Children and Adolescents. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr*. 2021;24(3):306-315. PMID: 34046334. PMCID: PMC8128779. doi: 10.5223/pghn.2021.24.3.306
  18. Kruszevska J, Cudnoch-Jedrzejska A, Czarzasta K. Remodeling and Fibrosis of the Cardiac Muscle in the Course of Obesity-Pathogenesis and Involvement of the Extracellular Matrix. *Int J Mol Sci*. 2022;23(8):4195. PMID: 35457013. PMCID: PMC9032681. doi: 10.3390/ijms23084195
  19. Wasim M, Awan FR, Najam SS, Khan AR, Khan HN. Role of Leptin Deficiency, Inefficiency, and Leptin Receptors in Obesity. *Biochem Genet*. 2016 Oct;54(5):565-72. PMID: 27313173. doi: 10.1007/s10528-016-9751-z
  20. Nagrani R, Foraita R, Gianfagna F, Iacoviello L, Marild S, Michels N, et al. Common genetic variation in obesity, lipid transfer genes and risk of Metabolic Syndrome: Results from IDEFICS/I.Family study and meta-analysis. *Sci Rep*. 2020;10(1):7189. PMID: 32346024. PMCID: PMC7188794. doi: 10.1038/s41598-020-64031-2
  21. Berezina A, Belyaeva O, Berkovich O, Baranova E, Karonova T, Bazhenova E, B et al. Prevalence, Risk Factors, and Genetic Traits in Metabolically Healthy and Unhealthy Obese Individuals. *Biomed Res Int*. 2015;2015:548734. PMID: 26504811 PMCID: PMC4609360. doi: 10.1155/2015/548734
  22. Abdella HM, El Farssi HO, Broom DR, Hadden DA, Dalton CF. Eating Behaviours and Food Cravings; Influence of Age, Sex, BMI and FTO Genotype. *Nutrients*. 2019;11(2):377. PMID: 30759834. PMCID: PMC6412354. doi: 10.3390/nu11020377
  23. Lakka TA, Rankinen T, Weisnagel SJ, Chagnon YC, Lakka HM, Ukkola O, et al. Leptin and leptin receptor gene polymorphisms and changes in glucose homeostasis in response to regular exercise in nondiabetic individuals: the HERITAGE family study. *Diabetes*. 2004 Jun;53(6):1603-8. PMID: 15161768. doi: 10.2337/diabetes.53.6.1603
  24. Constantin A, Costache G, Sima AV, Glavce CS, Vladica M, Popov DL. Leptin G-2548A and leptin receptor Q223R gene polymorphisms are not associated with obesity in Romanian subjects. *Biochem Biophys Res Commun*. 2010 Jan 1;391(1):282-6. PMID: 19913498. doi: 10.1016/j.bbrc.2009.11.050
  25. Sabi EM, Bin Dahman LS, Mohammed AK, Sumaily KM, Al-Daghri NM. -2548G >A LEP Polymorphism Is Positively Associated with Increased Leptin and Glucose Levels in Obese Saudi Patients Irrespective of Blood Pressure Status. *Medicina (Kaunas)*. 2022 Feb 24;58(3):346. PMID: 35334523. PMCID: PMC8955012. doi: 10.3390/medicina58030346

26. Bender N, Allemann N, Marek D, Vollenweider P, Waeber G, Mooser V, et al. Association between variants of the Leptin Receptor Gene (LEPR) and Overweight: A systematic review and an analysis of the CoLaus study. *PLoS One*. 2011;6(10):e26157. PMID: 22028824. PMCID: PMC3196514. doi: 10.1371/journal.pone.0026157
27. Pyrzak B, Wisniewska A, Kucharska A, Wasik M, Demkow U. No association of LEPR Gln223Arg polymorphism with leptin, obesity or metabolic disturbances in children. *Eur J Med Res*. 2009 Dec 7;14 Suppl 4(Suppl 4):201-4. PMID: 20156757. PMCID: PMC3521329. doi: 10.1186/2047-783X-14-S4-201
28. Kasim NB, Huri HZ, Vethakkan SR, Ibrahim L, Abdullah BM. Genetic polymorphisms associated with overweight and obesity in uncontrolled Type 2 diabetes mellitus. *Biomark Med*. 2016;10(4):403-415. PMID: 26999420. doi: 10.2217/bmm-2015-0037
29. Dankel SN, Røst TH, Kulyté A, Fandalyuk Z, Skurk T, Hauner H, et al. The Rho GTPase RND3 regulates adipocyte lipolysis. *Metabolism*. 2019;101:153999. PMID: 31672447. doi: 10.1016/j.metabol.2019.153999
30. Gotoda T, Manning BS, Goldstone AP, Imrie H, Evans AL, Strosberg AD, et al. Leptin receptor gene variation and obesity: lack of association in a white British male population. *Hum Mol Genet*. 1997 Jun;6(6):869-76. PMID: 9175732. doi: 10.1093/hmg/6.6.869
31. Heo M, Leibel RL, Fontaine KR, Boyer BB, Chung WK, Koulu M, et al. A meta-analytic investigation of linkage and association of common leptin receptor (LEPR) polymorphisms with body mass index and waist circumference. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002 May;26(5):640-6. PMID: 12032747. doi: 10.1038/sj.ijo.0801990

УДК 616.12-005.4-056.257-008.9-078:577.175.859.088.7

### МЕТАБОЛІЧНИЙ СТАТУС У ХВОРИХ НА ІШЕМІЧНУ ХВОРОБУ СЕРЦЯ ТА ОЖИРІННЯ З РІЗНИМИ ГЕНОТИПАМИ ГЕНА РЕЦЕПТОРУ ЛЕПТИНА (Arg223Glu)

*Кадикова О. І., Боровик К. М., Рундіна Н. Г.*

**Резюме.** Метою дослідження було оцінити метаболічний статус, а саме вуглеводний та ліпідний обміни, у хворих на ішемічну хворобу серця та ожиріння з різними генотипами гена рецептора лептину (Arg223Glu).

**Матеріали та методи.** Обстежено 220 хворих на ішемічну хворобу серця та ожиріння, групу порівняння склали 113 хворих на ішемічну хворобу серця з нормальною масою тіла. Контрольну групу склали 35 здорових осіб. Додатково пацієнтів з ішемічною хворобою серця та ожирінням розподілили на підгрупи залежно від генотипу гена рецептора лептину (Arg223Glu): до першої підгрупи увійшли носії A/A генотипу (n=57), до другої – G/A генотипу (n=90), до третьої – G/G генотипу (n=73).

**Результати.** Аналіз вуглеводного обміну залежно від генотипу гена рецептора лептину (Arg223Gln) у хворих на ішемічну хворобу серця та ожиріння показав, що у носіїв генотипу G/G більш виражені порушення вуглеводного обміну у вигляді гіперінсулінемії та зниження тканинної чутливості до інсуліну, тоді як носії генотипів G/A та A/A мають більшу резистентність до глюкозометаболічних порушень. ІМТ у носіїв G/G генотипу мав найбільше значення (38,56±0,58 кг/м<sup>2</sup>), що на 19,19 % і 19,53 % більше, ніж у носіїв генотипів G/A і A/A, де значення цього показника склали 31,16±0,62 кг/м<sup>2</sup>, 31,03±0,56 кг/м<sup>2</sup> відповідно (p<0,001). Отже, генотип G/G у хворих на ІХС й ожирінням був пов'язаний з ІМТ. Вірогідних відмінностей щодо рівнів ЗХС, ХС ЛПВЩ, ХС ЛПНЩ, ХС ЛПДНЩ і КА у залежності від генотипів гена рецептора лептина (Arg223Gln) у хворих на ІХС й ожиріння встановлено не було (p >0,05). Порушення ліпідного обміну у хворих на ІХС у поєднанні з ожирінням визначалось у вигляді гіпертригліцеридемії, яка асоційована з G/G генотипом поліморфізму гена рецептора лептина (Arg223Gln).

**Висновки.** Виявлено особливості поєданого перебігу ішемічної хвороби серця та ожиріння: гіперінсулінемія та інсулінорезистентність пов'язані з алелем G та генотипом G/G поліморфного локусу гена рецептора лептину Arg223Gln (r=0,76, p<0,05); на перебудову ліпідного спектру внаслідок гіпертригліцеридемії впливає гомогенність алеля G поліморфного локусу гена Arg223Gln гена рецептора лептину (r=0,73, p<0,05).

**Ключові слова:** ген рецептора лептину, ішемічна хвороба серця, ожиріння, інсулінорезистентність.

#### ORCID and contributionship:

Olga Kadykova : 0000-0002-0108-0597<sup>A,D</sup>

Kateryna Borovuk : 0000-0003-2155-4865<sup>B,C</sup>

Natalia Ryndina : 0000-0003-2731-4491<sup>E,F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Kateryna Borovyk**

Kharkiv National Medical University,  
Department of Internal Medicine No. 2,  
clinical Immunology and Allergology Named after Academician L.T. Malaya  
4, Nauky Ave., Kharkiv 61001, Ukraine  
phone: +380636834442, e-mail: borovyk.kateryna@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 24.12.2022

Accepted 19.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.115

УДК 616.85:616-022

Коваль М. Є., Венгер О. П.

## ОСОБЛИВОСТІ ПСИХОПАТОЛОГІЧНОЇ СИМПТОМАТИКИ В УЧАСНИКІВ БОЙОВИХ ДІЙ З НЕПСИХОТИЧНИМИ ПСИХІЧНИМИ РОЗЛАДАМИ, ЯКІ ПЕРЕНЕСЛИ ЗАХВОРЮВАННЯ НА COVID-19

Тернопільський національний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського,  
Тернопіль, Україна

*Мета* – вивчення особливостей виразності психопатологічної симптоматики в УБД з неспсихотичними психічними розладами, які перенесли захворювання на COVID-19

*Матеріал та методи.* В дослідженні прийняли участь 252 учасника бойових дій з неспсихотичними психічними розладами на підставі обстеження 132 комбатантів, які не хворіли на COVID-19, і 120 – які хворіли на COVID-19. Виявлено значуще менші показники виразності психопатологічної симптоматики в учасників бойових дій, які не хворіли на COVID-19, причому основу психопатологічних проявів склали obsesивно-компульсивні розлади, прояви депресії і тривожності, а допоміжними психопатологічними конструктами виступали прояви соматизації, міжособистісної сензитивності, ворожості та фобічної тривожності, при несуттєвій виразності параноїальної симптоматики і психотизму.

*Результати.* Встановлено, що учасникам бойових дій, які перенесли захворювання на COVID-19, були притаманні значуще вищі рівні посттравматичного стресу, включаючи симптоматику вторгнення, уникання, збудливості та провини, а також посттравматичної депресії, тривоги і стресу. Це дозволяє розглядати COVID-19 в якості актуального фактору, що обтяжує психопатологічні прояви в учасників бойових дій з неспсихотичними психічними розладами. Встановлено погіршення когнітивного функціонування зі зниженням швидкості та ефективності когнітивних процесів, яке не досягало рівня вираженої когнітивної дисфункції, більш виражене у пацієнтів, які перенесли COVID-19, що проявлялося зниженням показників виконання тесту ТМТ-А, ТМТ-В, показників семантичної вербальної швидкості: зменшення кількості слів на літеру «К» і «П», і фонетичної вербальної швидкості: слів «Чоловічі імена» та «Фрукти/меблі», а також сповільненням виконання тесту Струпа: читання назв кольорів, надрукованих чорним кольором, називання кольорів, читання назв кольорів, де колір шрифту відрізняється від значення слова, називання кольору слова, де колір шрифту відрізняється від значення слова, показників ригідності / гнучкості контролю і вербальності. Межові прояви зниженого когнітивного

функціонування в учасників бойових дій з неспсихотичними психічними розладами зумовлені як впливом невротизації, афективної та посттравматичної симптоматики, так і нейрокогнітивним дефіцитом внаслідок COVID-19.

*Висновки.* Виявлені закономірності свідчать про комплексний негативний вплив COVID-19 на психічну сферу учасників бойових дій з неспсихотичними психічними розладами, і вимагають урахування при розробці лікувально-реабілітаційних заходів.

**Ключові слова:** комбатанти, коронавірусна інфекція, психопатологічні прояви, когнітивне функціонування, посттравматичні розлади.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри психіатрії, наркології та медичної психології Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України «Вплив сучасних макросоціальних факторів на розвиток, клініко-психопатологічні та терапевтичні аспекти посттравматичних та невротичних психічних порушень», № держ. реєстрації 0121U00134.

**Вступ.** Одним з найбільш вагомих соціальних наслідків збройної агресії Російської Федерації проти України стала поява у нашій країні унікальної соціальної та психологічної групи – учасників бойових дій (УБД). УБД притаманні специфічні психологічні особливості і певний спектр порушень психічного здоров'я, пов'язаних з впливом потужного стресу участі у воєнних діях [1-3]. Серед найважливіших психіатричних та медико-психологічних наслідків стресу війни – посттравматичні стресові розлади, афективна патологія, невротичні захворювання, а також розлади психосоціальної адаптації, що вимагає комплексного підходу до лікування, реабілітації та соціально-психологічної адаптації УБД [4-7].

Іншою актуальною медичною та соціальною проблемою, що набула останніми роками глобального характеру, стала пандемія коронавірусної інфекції, спричиненої COVID-19. Сьогодні не викликає сумніву тісна асоційованість коронавірусної інфекції з широким спектром психічних розладів,

зокрема, депресивними, тривожними і посттравматичними розладами [8-10].

При цьому, попри медичну та соціальну важливість обох зазначених проблем, дослідження поєданого впливу на психіку фактору участі у бойових дій та захворювання на COVID-19 фактично відсутні, що утруднює розробку адресних лікувально-реабілітаційних заходів для УБД, які перенесли коронавірусну інфекцію. Важливе значення для розробки таких заходів мають дані досліджень особливостей психопатологічної симптоматики в УБД, які перенесли захворювання на COVID-19, що визначає актуальність даного дослідження.

**Метою дослідження** було вивчення особливостей виразності психопатологічної симптоматики в УБД з неспихотичними психічними розладами (НПР), які перенесли захворювання на COVID-19.

**Матеріал та методи дослідження.** На базі Тернопільської психоневрологічної лікарні протягом 2020-2022 років було обстежено 252 чоловіків, які брали участь у бойових діях, і яким було встановлено діагноз НПР відповідно до МКХ-10. Серед обстежених було виділено дві групи: пацієнтів, які не хворіли на COVID-19, чисельністю 132 особи (група 1 – Г1), та пацієнтів, які перенесли захворювання на COVID-19, чисельністю 120 осіб (група 2 – Г2). Вивчення психопатологічних проявів проводилося за допомогою опитувальника виразності психопатологічної симптоматики Symptom Check List-90-Revised – SCL-90-R [11], Місісіпської шкали посттравматичного стресового розладу (ПТСР) [12], Depression, Anxiety and Stress Scale – 21 Items (DASS-21) [13], тесту зв'язку символів (Trail making test, TMT) [14], тесту вербальної швидкості (Verbal fluency test, VFT) [15] та тесту Струпа (Stroop color word interference test) [16].

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ІСН GCP (1996 р.), Директиви ЄС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Пацієнти приймали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, що підтверджується особистим підписанням відповідної інформованої згоди. Кожен пацієнт особисто був поінформований щодо обов'язків і прав та можливості завершити дослідження в будь-який момент його проведення без будь-яких наслідків та пояснення причин своїх дій.

Статистичний аналіз розбіжностей проводився за допомогою непараметричного тесту Манна-Уїтні, прийнятним вважався рівень статистичної значущості понад 95% ( $p < 0,05$ ).

**Результати дослідження.** При дослідженні виразності психопатологічної симптоматики з використанням опитувальника виразності психопатологічної симптоматики Symptom Check List-90-Revised було виявлено значуще вищі рвани більшості психопатологічних симптомів в УБД з НПР, які перенесли COVID-19. Так, середнє значення показника соматизації у пацієнтів Г1 склало  $1,63 \pm 1,07$  балів / медіана 2,00 балів, інтерквартильний діапазон (0,60–2,70) балів, а у пацієнтів Г2 – відповідно  $2,47 \pm 0,80$  / 2,80 (2,25–3,00) балів ( $p < 0,01$ ); обсесивно-компульсивних розладів – відповідно  $2,42 \pm 0,33$  / 2,30 (2,20–2,45) балів та  $2,55 \pm 0,36$  / 2,50 (2,35–2,50) балів ( $p < 0,01$ ); міжособистісної сензитивності – відповідно  $1,23 \pm 0,96$  / 1,20 (0,30–2,05) балів та  $1,52 \pm 0,97$  / 1,30 (0,80–2,30) балів ( $p < 0,05$ ); депресії – відповідно  $2,20 \pm 1,15$  / 2,60 (0,70–3,25) балів та  $2,66 \pm 1,03$  / 2,90 (2,20–3,50) балів ( $p < 0,01$ ); тривожності – відповідно  $2,18 \pm 0,91$  / 2,00 (1,40–2,90) балів та  $2,41 \pm 0,89$  / 2,30 (1,50–3,40) балів ( $p < 0,05$ ); та ворожості – відповідно  $1,31 \pm 0,38$  / 1,30 (0,80–1,70) балів та  $1,42 \pm 0,39$  / 1,40 (1,20–1,70) балів ( $p < 0,05$ ). Не було виявлено значущих відмінностей між показниками у Г1 і Г2 за фобічною тривожністю: відповідно  $1,23 \pm 0,49$  / 1,10 (0,70–1,70) балів та  $1,28 \pm 0,48$  / 1,10 (0,90–1,70) балів ( $p > 0,05$ ), паранояльною симптоматикою – відповідно  $0,03 \pm 0,08$  / 0,00 (0,00–0,00) та  $0,05 \pm 0,11$  / 0,00 (0,00–0,00) балів ( $p > 0,05$ ), і психотизмом – відповідно  $0,18 \pm 0,17$  / 0,20 (0,00–0,30) балів та  $0,20 \pm 0,16$  / 0,20 (0,00–0,30) балів ( $p > 0,05$ ). Інтегральні показники: загальний показник виразності симптоматики (індекс GSI – General Symptomatical Index), індекс проявів симптоматики (PSI – Positive Symptomatical Index) та індекс виразності дистресу (PDSI – Positive Distress Symptomatical Index) у пацієнтів Г1 також виявилися значуще нижчими, ніж у Г2: відповідно  $1,44 \pm 0,54$  / 1,60 (0,85–1,90) балів та  $1,73 \pm 0,47$  / 1,90 (1,60–2,10) балів ( $p < 0,01$ );  $48,77 \pm 12,71$  / 52,50 (36,00–59,00) балів та  $55,54 \pm 9,92$  / 58,00 (52,00–63,00) балів ( $p < 0,01$ ); і  $2,57 \pm 0,39$  / 2,60 (2,20–2,90) балів та  $2,77 \pm 0,37$  / 2,85 (2,70–3,00) балів ( $p < 0,01$ ).

Встановлено, що УБД, які перенесли захворювання на COVID-19, були притаманні значуще вищі рівні посттравматичного стресу, а також показників депресії, тривоги та стресу. Так, середнє значення показника симптоматики вторгнення ПТСР за Місісіпською шкалою посттравматичного стресового розладу у пацієнтів Г1 склало  $24,5 \pm 4,4$  балів 25,5 балів (21,0–29,0 балів) проти  $26,3 \pm 4,9$  / 26,0 (23,0–29,0) балів у пацієнтів Г2 ( $p < 0,01$ ); симптоматики уникання – відповідно  $23,1 \pm 5,8$  / 25,5 (18,0–27,0) балів проти  $25,7 \pm 5,0$  / 26,0 (23,0–28,0) балів ( $p < 0,01$ ); симптоматики збудливості – відповідно  $21,6 \pm 5,1$  / 21,0 (17,0–26,0) балів проти  $23,8 \pm 4,5$  /

25,0 (20,0–27,0) балів ( $p < 0,01$ ); симптомів провини – відповідно 19,7 $\pm$ 5,4 / 20,0 (15,0–24,0) балів проти 22,0 $\pm$ 5,0 / 24,0 (17,5–26,5) балів ( $p < 0,01$ ). Загальний показник виразності ПТСР у пацієнтів Г1 склав 88,9 $\pm$ 16,6 / 91,5 (77,0–103,0) балів, у пацієнтів Г2 – 97,8 $\pm$ 15,7 / 101,0 (86,0–107,0) балів ( $p < 0,01$ ).

Показник депресії за шкалою DASS-21 у пацієнтів Г1 склав 5,3 $\pm$ 4,1 / 3,0 (2,0–8,0) балів проти 8,2 $\pm$ 5,1 / 8,0 (3,0–14,0) балів у пацієнтів Г2 ( $p < 0,01$ ); показник тривоги – відповідно 4,9 $\pm$ 3,7 / 3,5 (3,0–8,0) балів проти 6,8 $\pm$ 3,8 / 7,0 (3,0–9,0) балів ( $p < 0,01$ ); показник стресу – відповідно 8,1 $\pm$ 4,2 / 8,0 (5,0–13,0) балів проти 10,3 $\pm$ 4,1 / 10,0 (7,0–14,0) балів ( $p < 0,01$ ).

Вивчення особливостей когнітивної переробки інформації та пізнавальних процесів (гнучкості мислення, робочої пам'яті, контролю уваги та гальмування), з використанням тесту ТМТ дало можливість виявити зниження стану когнітивного функціонування зі сповільненням швидкості та зменшенням ефективності когнітивних процесів, яке, однак, не досягало рівня вираженої когнітивної дисфункції.

Час виконання першої частини тесту (ТМТ-А) у пацієнтів Г1 був більшим за середньонормативний показник (29 сек.), але далеким від межі когнітивного дефіциту (78 сек.) і склав 37,0 $\pm$ 12,2 / 34,0 (27,5–39,0) сек., у пацієнтів Г2 показник також не досягав межі когнітивного дефіциту, але був суттєво вищим за нормативний, і значуще ( $p < 0,01$ ) перевищував показник пацієнтів Г1: 45,9 $\pm$ 14,8 / 37,5 (33,5–62,0) сек. Обстежені пацієнти також гірше, ніж в нормі, виконували другий субтест тесту ТМТ – ТМТ-В, при цьому час виконання тесту пацієнтами Г2 був значуще ( $p < 0,05$ ) більшим, ніж у пацієнтів Г1. Показник за тестом ТМТ-В у пацієнтів Г1 склав 147,4 $\pm$ 37,6 / 143,0 (126,0–148,5) сек., а у пацієнтів Г2 – 164,4 $\pm$ 53,8 / 147,0 (118,0–220,5) сек. при середньонормативному значенні виконання тесту 75 сек. Однак, показники виконання тесту ТМТ-В в обох групах не досягали рівня когнітивного дефіциту (273 сек.).

Дослідження стану когнітивних процесів з використанням тесту вербальної швидкості виявило погіршення показників виконання тесту УБД з НПР, як щодо фонетичної вербальної швидкості, так і щодо семантичної вербальної швидкості, більш суттєве у пацієнтів, які перенесли COVID-19. Так, кількість слів на літеру «К» у пацієнтів Г1 склала 18,2 $\pm$ 5,4 / 16,0 (14,0–21,0) слів, а у пацієнтів Г2 – 16,8 $\pm$ 5,4 / 14,0 (13,0–18,0) слів ( $p < 0,01$ ); кількість слів на літеру «П» – відповідно 16,6 $\pm$ 5,7 / 15,0 (12,0–20,0) слів та 15,2 $\pm$ 5,6 / 13,0 (12,0–17,0) слів ( $p < 0,05$ ). Кількість слів у категорії «Чоловічі імена» у пацієнтів Г1 склала 17,1 $\pm$ 5,1 / 15,0 (13,0–20,0) слів, тоді як у пацієнтів Г2 – 15,7 $\pm$ 5,1 /

13,0 (12,0–17,0) слів ( $p < 0,01$ ); кількість слів у категорії «Фрукти/меблі» – відповідно 16,0 $\pm$ 5,3 / 14,0 (12,0–19,0) слів та 14,7 $\pm$ 5,2 / 12,5 (12,0–16,0) слів ( $p < 0,05$ ).

В УБД з НПР було виявлено тенденцію до сповільнення виконання усіх субтестів тесту Струпа. Так, середній час читання назв кольорів, надрукованих чорним кольором (ЧНКч), у пацієнтів Г1 склав 51,5 $\pm$ 9,6 / 49,0 (43,0–61,0) сек., а у пацієнтів Г2 – 57,6 $\pm$ 8,9 / 59,0 (50,0–65,0) сек. ( $p < 0,01$ ); середній час називання кольорів (НК) – відповідно 77,0 $\pm$ 16,9 / 68,0 (62,5–95,0) сек. і 86,7 $\pm$ 17,4 / 94,5 (68,0–97,0) сек. ( $p < 0,01$ ); середній час читання назв кольорів, де колір шрифту відрізняється від значення слова (ЧНКв) – відповідно 131,2 $\pm$ 20,4 / 124,5 (113,0–154,0) сек. і 142,1 $\pm$ 19,9 / 148,0 (120,0–159,0) сек.; середній час називання кольору слова, де колір шрифту відрізняється від значення слова (НКсв) – відповідно 50,5 $\pm$ 9,6 / 48,0 (42,0–60,0) сек. і 56,6 $\pm$ 8,9 / 58,0 (49,0–64,0) сек. ( $p < 0,01$ ). Показник ригідності / гнучкості контролю зростання якого є індикатором ефекту інтерференції і ригідності пізнавального контролю, у пацієнтів Г1 склав 54,2 $\pm$ 10,3 / 55,0 (46,0–61,0) сек., а у пацієнтів Г2 – 55,4 $\pm$ 7,9 / 57,0 (55,0–59,0) сек.; показник вербальності, що є індикатором автоматизації пізнавальних функцій і ступеню їх незалежного функціонування – відповідно 1,5 $\pm$ 0,1 / 1,5 (1,4–1,6) сек. і 1,5 $\pm$ 0,1 / 1,5 (1,4–1,6) сек.

#### Обговорення результатів дослідження.

Виявлена у даному дослідженні наявність в УБД з НПР широкого спектру психопатологічних проявів узгоджується з даними ряду вітчизняних та зарубіжних дослідників, які виявили у комбатантів несприятливі зміни психіки, насамперед, депресивного, тривожного та посттравматичного характеру [17–20]. При цьому було кількісно оцінено виразність окремих симптомів та їх співвідношення у психопатологічній картині НПР в УБД. Одержані дані дозволяють визначити в якості стрижневих психопатологічних конструктів обсессивно-компульсивні, депресивні та тривожні прояви, а допоміжні психопатологічні прояви представлені соматизацією, ворожістю, міжособистісною сензитивністю та фобічною тривожністю. Такі особливості можуть розглядатися як прояви невротизації, притаманні пацієнтам з НПР, а також як результат дії психотравми бойового стресу. Більшість показників в УБД з НПР відповідали середньому та підвищеному рівню, при цьому у пацієнтів, які перенесли COVID-19, кількісні значення основних показників виразності психопатологічної симптоматики були значуще вищими, що узгоджується з даними сучасних досліджень, і підтверджує негативний вплив коронавірусної інфекції на психіку [21–25]. Виявлені закономірності дозволяють говорити про

істотну поширеність психопатологічної симптоматики та ознак ПТСР серед УБД з НПР; при цьому ураженість УБД, які перехворіли на COVID-19 патологічними проявами виявилася значуще більшою, що дає підстави розглядати захворювання на коронавірусну інфекцію в якості значущого чинника, що збільшує ризики ураження комбатантів психопатологічними розладами та ПТСР.

Виявлені у даному дослідженні гірші показники когнітивного функціонування в УБД з НПР узгоджуються з даними досліджень, що встановили наявність у комбатантів порушень когнітивного функціонування [26-29], а також з дослідженнями, які виявили несприятливий вплив COVID-19 на когнітивну сферу [30-33]. Виявлені знижені показники виконання тесту ТМТ-А, які є індикатором сповільнення швидкості психічних процесів і зниження переключення уваги, та гірші показники виконання тесту ТМТ-В, що свідчать про ригідність мислення, загальмованість, швидку виснажувальність і є індикаторами нейрокогнітивних порушень, в УБД з НПР можуть бути зумовлені впливом невротизації, депресивних і тривожних психопатологічних феноменів, а у пацієнтів, які перенесли COVID-19 – також нейротоксичним впливом коронавірусної інфекції. Знижені показники фонетичної та семантичної вербальної швидкості, що відображують сповільнення психічної і моторної активності, швидку втомлюваність, ригідність мислення у поєднанні з швидкою втомлюваністю і виснажувальністю, в УБД з НПР також можуть бути пояснені впливом депресивної і тривожної симптоматики, а в УБД, які перенесли COVID-19 – також постковідним нейрокогнітивним дефіцитом. Аналогічно, в УБД з НПР були виявлені знижені показники тесту Струпа, який спрямований на виявлення когнітивної ригідності, що свідчить про труднощі переосмислення і зміни діяльності, зниження гнучкості пізнавального контролю і когнітивного мислення, та здатності до довільної концентрації уваги і зосередженні індивіда на виконанні поточних завдань; при цьому у пацієнтів, які перенесли COVID-19, ці патологічні прояви виражені значуще більше. Виявлені закономірності змін у когнітивній сфері дозволяють зробити висновок

про зниження когнітивного функціонування в УБД як під впливом НПР, так і під впливом перенесеної коронавірусної інфекції. Перенесене захворювання на COVID-19 може розглядатися в якості обтяжуючого фактору щодо когнітивних порушень в УБД з НПР, і вимагає врахування цих закономірностей при розробці лікувально-реабілітаційних та профілактичних заходів.

**Висновки.** В УБД з НПР виявлено широкий спектр психопатологічної симптоматики, переважно помірної виразності, що може розглядатися як прояви невротизації і результат дії психотравми бойового стресу. Стрижневим психопатологічним конструктом при цьому виступають obsесивно-компульсивні, депресивні та тривожні прояви, а допоміжні психопатологічні прояви представлені соматизацією, ворожістю, міжособистісною сензитивністю та фобічною тривожністю. При цьому в УБД з НПР, які перенесли COVID-19, виразність основних психопатологічних проявів була значуще вищою, що свідчить про негативний вплив коронавірусної інфекції на психічну сферу. Важкість посттравматичних розладів в УБД з НПР, які перенесли COVID-19, значуще більша, при загалом високих показниках симптоматики вторгнення, уникання, збудливості та провини, а також посттравматичної депресії, тривоги і стресу, що дозволяє розглядати COVID-19 в якості актуального фактору ризику ПТСР в УБД з НПР. Виявлені межові прояви зниженого когнітивного функціонування в УБД з НПР зумовлені як впливом невротизації, афективної та посттравматичної симптоматики, так і нейрокогнітивним дефіцитом внаслідок COVID-19. Виявлені закономірності повинні враховуватися при розробці лікувально-реабілітаційних заходів.

**Перспективи подальших досліджень** пов'язані з вивченням особливостей соціально-психологічної адаптації та психосоціального функціонування УБД з НПР, які перенесли захворювання на COVID-19, а також з розробкою адресних лікувальних та реабілітаційних заходів з урахуванням особливостей психопатологічного та постстресового реагування і порушень когнітивного функціонування.

## References

1. Baez S, Herrera E, Garcia A, Manes F, Young L, Ibanez A. Outcome-oriented moral evaluation in terrorists. *Nat Hum Behav.* 2017;1:118. doi: 10.1038/s41562-017-0118
2. Berk R. An impact assessment of machine learning risk forecasts on parole board decisions and recidivism. *J Exp Criminol.* 2017;13:193–216. doi: 10.1007/S11292-017-9286-2
3. Sommer J, Hinsberger M, Elbert T, Holtzhausen L, Kaminer D, Seedat S, et al. The interplay between trauma, substance abuse and appetitive aggression and its relation to criminal activity among high-risk males in South Africa. *Addict Behav.* 2017;64:29-34. PMID: 27540760; PMCID: PMC5102240. doi: 10.1016/j.addbeh.2016.08.008
4. Mutamba BB, Kane JC, de Jong JTVM, Okello J, Musisi S, Kohrt BA. Psychological treatments delivered by community health workers in low-resource government health systems: effectiveness of group interpersonal

- psychotherapy for caregivers of children affected by nodding syndrome in Uganda. *Psychol Med*. 2018;48(15):2573-2583. PMID: 29444721. PMCID: PMC6093795. doi: 10.1017/S0033291718000193
5. Porch D, Rasmussen MJ. Demobilization of paramilitaries in Colombia: Transformation or transition? *Studies Conflict Terror*. 2018;31(6):520-540. doi: 10.1080/10576100802064841
  6. Zelenyj DA. Zakhysni mekhanizmy psykhyky u viys'kovosluzhbovtiv, yaki braly uchast' v ATO [Protective mechanisms of the psyche of military personnel who participated in the anti-terrorist operation]. *Tezy dopovidey XVI Mizhnarodnoyi naukovoyi konferentsiyi studentiv, aspirantiv ta molodykh uchenykh "Shevchenkivs'ka vesna 2018: viys'kovi nauki", 2018*. 2018 Mar 29. p. 33-34. [Ukrainian]
  7. Hrydkovets L, Ed. *Osnovy reabilitatsiyanoi psykholohiyi: podolannya naslidkiv kryzy (navchal'nyy posibnyk)* [Basics of rehabilitation psychology: overcoming the consequences of the crisis (educational manual)]. K: Ministry of Social Policy of Ukraine 2018. Vol 3. p. 27–44. [Ukrainian]
  8. Ahmed MZ, Ahmed O, Aibao Z, Hanbin S, Siyu L, Ahmad A. Epidemic of COVID-19 in China and associated Psychological Problems. *Asian J Psychiatr*. 2020;51:102092. PMID: 32315963. PMCID: PMC7194662. doi: 10.1016/j.ajp.2020.102092
  9. Gao J, Zheng P, Jia Y, Chen H, Mao Y, Chen S, et al. Mental health problems and social media exposure during COVID-19 outbreak. *PLoS ONE*. 2020;15(4):e0231924. PMID: 32298385. PMCID: PMC7162477. doi: 10.1371/journal.pone.0231924
  10. Mazza C, Ricci E, Biondi S, Colasanti M, Ferracuti S, Napoli C, et al. A nationwide survey of psychological distress among Italian people during the COVID-19 pandemic: immediate psychological responses and associated factors. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:3165. PMID: 32370116. PMCID: PMC7246819. doi: 10.3390/ijerph17093165
  11. Derogatis LR, Lipman RS, Covi L. SCL-90: an outpatient psychiatric rating scale--preliminary report. *Psychopharmacol Bull*. 1973;9(1):13-28. PMID: 4682398
  12. Keane TM, Caddell JM, Taylor KL. Mississippi Scale for Combat-Related Posttraumatic Stress Disorder: three studies in reliability and validity. *J Consult Clin Psychol*. 1988 Feb;56(1):85-90. PMID: 3346454. doi: 10.1037/0022-006X.56.1.85
  13. Lovibond SH, Lovibond PF. *Manual for the Depression Anxiety & Stress Scales*. 2<sup>nd</sup> Ed. Sydney: Psychology Foundation; 1995. doi: 10.1037/t01004-000
  14. Reitan RM, Wolfson D. *The Halstead-Reitan neuropsychological test battery: Theory and clinical interpretation*. 2<sup>nd</sup> ed. Tucson AZ: Neuropsychology Press; 1993. 202 p.
  15. Lezak MD. *Neuropsychological assessment*. 3<sup>rd</sup> ed. NY: Oxford Press; 1995. 198 p.
  16. Scarpina F, Tagini S. The Stroop Color and Word Test. *Front Psychol*. 2017;8:557. PMID: 28446889. PMCID: PMC5388755. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00557
  17. Reardon S. Colombia: after the violence. *Nature*. 2018;557:19–24. PMID: 29720642. doi: 10.1038/d41586-018-04976-7
  18. Sheikh TL, Mohammed A, Nuhu FT, Akande Y. Coordinating psycho-social interventions for the internally displaced persons (IDPs) following insurgency in North Eastern Nigeria. *Afr J Traumatic Stress*. 2016;5(1): 17–22.
  19. Kharchenko AO. Strukturni osoblyvosti emotsiyanoi sfery uchasykh boyovykh diy z poststresovoyu psykholohichnoyu dezadaptatsiyeyu [Structural features of the emotional sphere of combatants with post-stress psychological maladjustment]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho pedahahichnoho universytetu imeni HS Skovorody. Seriya: «Psykholohiya»*. 2018;58:67–79. [Ukrainian]. doi: 10.5281/zenodo.1450976
  20. Yuryeva LM, Shusterman TY, Likholetov EO. Nepsykhotychni psykhychni rozlady u osib, shcho zaznaly psykhosotsial'noho stresu v umovakh viys'kovoho konfliktu [Non-psychotic mental disorders in persons who experienced psychosocial stress in the conditions of the military conflict]. *Medical perspectives*. 2019;24(4):112-120. [Ukrainian]. doi: 10.26641/2307-0404.2019.4.189601
  21. González-Sanguino C, Ausín B, Castellanos MA, Saiz J, López-Gómez A, Ugidos C, et al. Mental Health Consequences during the Initial Stage of the 2020 Coronavirus Pandemic (COVID-19) in Spain. *Brain Behav Immun*. 2020 Jul;87:172-176. PMID: 32405150. PMCID: PMC7219372. doi: 10.1016/j.bbi.2020.05.040
  22. Lei L, Huang X, Zhang S, Yang J, Yang L, Xu M. Comparison of prevalence and associated factors of anxiety and depression among people affected by versus people unaffected by quarantine during the covid-19 epidemic in southwestern China. *Med Sci Monit*. 2020 Apr 26;26:e924609. PMID: 32335579. PMCID: PMC7199435. doi: 10.12659/MSM.924609
  23. Wang C, Pan R, Wan X, Tan Y, Xu L, McIntyre RS, et al. A longitudinal study on the mental health of general population during the COVID-19 epidemic in China. *Brain Behav Immun*. 2020;87:40-48. PMID: 32298802. PMCID: PMC7153528. doi: 10.1016/j.bbi.2020.04.028
  24. Wang C, Pan R, Wan X, Tan Y, Xu L, Ho CS, et al. Immediate Psychological Responses and Associated Factors during the Initial Stage of the 2019 Coronavirus Disease (COVID-19) Epidemic among the General

- Population in China. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(5):1729. PMID: 32155789. PMCID: PMC7084952. doi: 10.3390/ijerph17051729
25. Zhang Y, Ma ZF. Impact of the COVID-19 Pandemic on Mental Health and Quality of Life among Local Residents in Liaoning Province, China: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(7):2381. PMID: 32244498. PMCID: PMC7177660. doi: 10.3390/ijerph17072381
  26. Mishra VR, Zhuang X, Sreenivasan KR, Banks SJ, Yang Z, Bernick C, et al. Multimodal MR Imaging Signatures of Cognitive Impairment in Active Professional Fighters. *Radiology*. 2017;285(2):555-567. PMID: 28741982. PMCID: PMC5673052. doi: 10.1148/radiol.2017162403
  27. Stephen SJ, Shan G, Banks SJ, Bernick C, Bennett LL. The Relationship Between Fighting Style, Cognition, and Regional Brain Volume in Professional Combatants: A Preliminary Examination Using Brief Neurocognitive Measures. *J Head Trauma Rehabil*. 2020;35(3):E280-E287. PMID: 31834060. doi: 10.1097/HTR.0000000000000540
  28. Trujillo S, Trujillo N, Lopez JD, Gomez D, Valencia S, Rendon J, et al. Social Cognitive Training Improves Emotional Processing and Reduces Aggressive Attitudes in Ex-combatants. *Front Psychol*. 2017;8:510. PMID: 28428767. PMCID: PMC5382221. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00510
  29. Valk SL, Bernhardt BC, Trautwein FM, Böckler A, Kanske P, Guizard N, et al. Structural plasticity of the social brain: Differential change after socio-affective and cognitive mental training. *Sci Adv*. 2017;3(10):e1700489. PMID: 28983507. PMCID: PMC5627980. doi: 10.1126/sciadv.1700489
  30. Bertuccelli M, Ciringione L, Rubega M, Bisiacchi P, Masiero S, Del Felice A. Cognitive impairment in people with previous COVID-19 infection: A scoping review. *Cortex*. 2022;154:212-230. PMID: 35780756. PMCID: PMC9187867. doi: 10.1016/j.cortex.2022.06.002
  31. Henneghan AM, Lewis KA, Gill E, Kesler SR. Cognitive Impairment in Non-critical, Mild-to-Moderate COVID-19 Survivors. *Front Psychol*. 2022;13:770459. PMID: 35250714. PMCID: PMC8891805. doi: 10.3389/fpsyg.2022.770459
  32. Houben S, Bonnechère B. The Impact of COVID-19 Infection on Cognitive Function and the Implication for Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(13):7748. PMID: 35805406. PMCID: PMC9266128. doi: 10.3390/ijerph19137748
  33. Tavares-Júnior JW, de Souza ACC, Borges JWP, Oliveira DN, Siqueira-Neto JI, Sobreira-Neto MA, et al. COVID-19 associated cognitive impairment: A systematic review. *Cortex*. 2022;152:77-97. PMID: 35537236. PMCID: PMC90714565. doi: 10.1016/j.cortex.2022.04.006

UDC 616.85:616-022

### Features of Psychopathological Symptoms in Combatants with Non-Psychotic Mental Disorders Who Had COVID-19

*Koval M. Ye., Venger O. P.*

**Abstract.** *The purpose of the work was to study the peculiarities of the expressiveness of psychopathological symptoms in combatants with non-psychotic mental disorders who suffered from the COVID-19 disease.*

**Materials and methods.** 252 combatants with non-psychotic mental disorders took part in the study, based on the examination of 132 combatants who did not have COVID-19 and 120 – who had COVID-19.

**Results and discussion.** Significantly lower indicators of expressiveness of psychopathological symptoms were found in combatants who did not suffer from COVID-19, and the basis of psychopathological manifestations are: obsessive-compulsive disorders –  $2.42 \pm 0.33$  and  $2.55 \pm 0.36$  points, respectively ( $p < 0.01$ ); depression –  $2.20 \pm 1.15$  and  $2.66 \pm 1.03$  points ( $p < 0.01$ ); anxiety –  $2.18 \pm 0.91$  and  $2.41 \pm 0.89$  points ( $p < 0.05$ ). Manifestations of somatization are: auxiliary psychopathological constructs –  $1.63 \pm 1.07$  and  $2.47 \pm 0.80$  points ( $p < 0.01$ ); interpersonal sensitivity –  $1.23 \pm 0.96$  and  $1.52 \pm 0.97$  points, respectively ( $p < 0.05$ ); hostility –  $1.31 \pm 0.38$  and  $1.42 \pm 0.39$  points ( $p < 0.05$ ) and phobic anxiety –  $1.23 \pm 0.49$  and  $1.28 \pm 0.48$  points ( $p > 0.05$ ), with insignificant expressiveness of paranoid symptoms and psychoticism. It was established that combatants who suffered from the disease of COVID-19 had significantly higher levels of post-traumatic stress –  $88.9 \pm 16.6$  and  $97.8 \pm 15.7$  points, respectively ( $p < 0.01$ ), invasion symptoms –  $24.5 \pm 4.4$  and  $26.3 \pm 4.9$  points ( $p < 0.01$ ); avoidance –  $23.1 \pm 5.8$  and  $25.7 \pm 5.0$  points ( $p < 0.01$ ); excitability –  $21.6 \pm 5.1$  and  $23.8 \pm 4.5$  points ( $p < 0.01$ ); guilt –  $19.7 \pm 5.4$  and  $22.0 \pm 5.0$  points ( $p < 0.01$ ), and post-traumatic depression –  $5.3 \pm 4.1$  and  $8.2 \pm 5.1$  points; anxiety –  $4.9 \pm 3.7$  and  $6.8 \pm 3.8$  points ( $p < 0.01$ ), and stress –  $8.1 \pm 4.2$  and  $10.3 \pm 4.1$  points ( $p < 0.01$ ). Deterioration of cognitive functioning with a decrease in the speed and efficiency of cognitive processes was established, which did not reach the level of severe cognitive dysfunction, more pronounced in patients who suffered from COVID-19, which was manifested by a decrease in performance indicators of the TMT-A test – respectively,  $37.0 \pm 12.2$  and  $45.9 \pm 14.8$  sec. ( $p < 0.01$ ); TMT-B –  $147.4 \pm 37.6$  and  $164.4 \pm 53.8$  sec. ( $p < 0.05$ ); indicators of semantic verbal speed: number of words for letter

“K” –  $18.2 \pm 5.4$  and  $16.8 \pm 5.4$  words ( $p < 0.01$ ); words for letter “P” –  $16.6 \pm 5.7$  and  $15.2 \pm 5.6$  words ( $p < 0.05$ ); words “Male names” –  $17.1 \pm 5.1$  and  $15.7 \pm 5.1$  words ( $p < 0.01$ ); words “Fruits/furniture” –  $16.0 \pm 5.3$  and  $14.7 \pm 5.2$  words ( $p < 0.05$ ), as well as slowing down the Stroop test: reading the names of colors printed in black –  $51.5 \pm 9.6$  and  $57.6 \pm 8.9$  sec. ( $p < 0.01$ ), color naming –  $77.0 \pm 16.9$  and  $86.7 \pm 17.4$  sec. ( $p < 0.01$ ), reading the names of colors where the color of the font differs from the meaning of the word –  $131.2 \pm 20.4$  and  $142.1 \pm 19.9$  sec., naming the color of a word where the color of the font differs from the meaning of the word –  $50.5 \pm 9.6$  and  $56.6 \pm 8.9$  sec. ( $p < 0.01$ ), stiffness/flexibility indicators of control –  $54.2 \pm 10.3$  and  $55.4 \pm 7.9$  sec. and verballity –  $1.5 \pm 0.1$  and  $1.5 \pm 0.1$  sec.

**Conclusion.** The revealed regularities allow considering COVID-19 as an actual risk factor for the deterioration of psychopathological and post-traumatic symptoms, as well as cognitive disorders in combatants with non-psychotic mental disorders.

**Keywords:** combatants, COVID-19, psychopathological manifestations, cognitive functioning, post-traumatic disorders.

#### **ORCID and contributionship:**

Marianna Ye. Koval : 0000-0002-5191-9530<sup>A,B,C,D</sup>

Olena P. Venger : 0000-0002-5823-9415<sup>A,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### **CORRESPONDING AUTHOR**

##### **Marianna Ye. Koval**

Bukovinian State Medical University,  
Department of Pathological Anatomy  
2, Theater Square, Chernivtsi 58000, Ukraine  
phone: +38099 451 87 40, e-mail: kovalmarianna215@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 09.11.2022

Accepted 14.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.122

УДК 616.12-008.331.1:616.127-005.8-036.8]-085: 575.113

Колесник Т. В., Фурса О. В.

## ВПЛИВ ПОЛІМОРФІЗМА ГЕНА РЕЦЕПТОРІВ АНГІОТЕНЗИНА II ТИПУ 1 НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АНТИГІПЕРТЕНЗИВНОЇ ТЕРАПІЇ У ХВОРИХ ІЗ ГІПЕРТОНІЧНОЮ ХВОРОБОЮ, ЯКІ ПЕРЕНЕСЛИ ІНФАРКТ МІОКАРДА ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОВГОТРИВАЛОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Дніпровський державний медичний університет,  
Дніпро, Україна

**Мета.** Оцінка ефективності антигіпертензивної терапії за даними добового моніторингу артеріального тиску у пацієнтів із гіпертонічною хворобою і інфарктом міокарда в анамнезі з урахуванням поліморфізму А1166С гену рецепторів 1 типу ангіотензину II за результатами довготривалого спостереження.

**Матеріали та методи.** В дослідження було включено 36 чоловіків з артеріальною гіпертензією 1–3 ступеню, які перенесли інфаркт міокарда. Середній вік склав 57,0 (52,0; 64,0) років, стаж артеріальної гіпертензії - 6,3 (4,0; 15,0) років, термін після перенесеного інфаркту міокарда - 48,0 (12,0; 144,0) місяців. При визначенні А1166С поліморфізму гену рецепторів ангіотензину II типу 1 хворі були розподілені на 3 групи: 1 групу склали 18 (50%) хворих з АА генотипом, у 2 групу увійшли 12 (33,3%) хворих із АС генотипом, а у 3 групу – 6 (16,7%) хворих з СС генотипом гену рецепторів ангіотензину II типу 1. Добове моніторування артеріального тиску було проведено на початку дослідження та через 38 міс.

**Результати.** На початку дослідження за результатами добового моніторингу артеріального тиску було виявлено, що в цілому у групі рівні САТ і ДАТ, показник навантаження тиском – індекс часу ДАТ відповідали цільовим значенням за медіаною, однак індекси навантаження тиском для САТ перевищували нормальний діапазон. На фоні довготривалої антигіпертензивної терапії встановлено достовірне зниження рівнів САТ за всі часові періоди доби, особливо вдень. Встановлено суттєве зменшення величин індексів навантаження тиском – індексу часу САТ<sub>вдень</sub> (дельта -10,49%, що склала -27,9%) та індексу площі САТ<sub>вдень</sub> (дельта -34,89 мм рт. ст. × год, що склала -32,0%) (р < 0,05).

При аналізі ефективності довготривалої антигіпертензивної терапії в залежності від поліморфізму А1166С гену рецепторів 1 типу ангіотензину II встановлено, що найбільший відсоток досягнення цільового рівня АТ (66,7%) у поєднанні з нормалізацією циркадного ритму АТ визначено у пацієнтів з АА генотипом гену АГТ1. Серед пацієнтів із АС генотипом 33,3% досягли цільових рівнів артеріального тиску, але не вдалось досягти нормалізації

варіабельності артеріального тиску та зберегались патологічні патерни циркадного ритму артеріального тиску, що є ознаками прогностично несприятливого перебігу захворювання. Серед хворих з СС генотипом гену АГТ1 на фоні довготривалого лікування у 33,3% спостерігалось досягнення цільового рівню АТ, в цілому у групі нормалізація ступеню нічного зниження АТ, але встановлено лише зниження рівнів САТ та ДАТ протягом доби в поєднанні з підвищеними величинами індексів навантаження тиском, що вказує на недостатньо ефективний контроль артеріальної гіпертензії.

**Висновки.** При довготривалому спостереженні за пацієнтами із гіпертонічною хворобою та інфарктом міокарду в анамнезі проведена оцінка ефективності антигіпертензивної терапії з урахуванням поліморфізму А1166С гену АГТ1 за результатами добового моніторингу артеріального тиску дозволила встановити різницю у гіпотензивній відповіді в залежності від встановленого поліморфізму А1166С гена рецепторів 1 типу ангіотензину II.

**Ключові слова:** артеріальна гіпертензія, інфаркт міокарда в анамнезі, добове моніторування артеріального тиску, А1166С поліморфізм гену рецепторів 1 типу ангіотензину II.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дане дослідження є фрагментом планової науково-дослідної роботи кафедри сімейної медицини ФПО та пропедевтики внутрішньої медицини ДДМУ «Нові маркери кардіоваскулярного ризику у хворих на серцево-судинні захворювання в умовах коморбідності», № державної реєстрації 0122U001074.

**Вступ.** Зростання поширеності артеріальної гіпертензії (АГ) та ішемічної хвороби серця (ІХС), їх міцна лідируюча позиція у структурі смертності населення всього світу та, зокрема, України тримає увагу науковців. Близько третини людей планети мають АГ [1], яка є провідним фактором ризику важких серцево-судинних ускладнень разом із іншими кардіоваскулярними чинниками та факторами навколишнього середовища [2].

Незмінною протягом більше 10 років залишається мета лікування хворих на АГ - максимальне

зниження ризику розвитку серцево-судинних ускладнень поряд із досягненням цільових цифр артеріального тиску (АТ). Результати дослідження SPRINT демонструють, що пацієнти з високим кардіоваскулярним ризиком, але без діабету, мають необхідність у підтриманні рівня систолічного АТ (САТ) нижче ніж 120 мм рт. ст. [3]. Згідно з International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines (2020) добове моніторування АТ (ДМАТ) необхідно для точної діагностики гіпертензії, визначення прогнозу та прийняття рішення щодо лікування. До того ж рівні АТ, які отримані під час проведення ДМАТ є більш відтворюваними, тісно зв'язані із ураженням органів-мішеней, ризиком серцево-судинних подій та виявленням маскованої гіпертензії [4]. Важливою є оцінка нічного АТ, який разом із співвідношенням АТ денного до нічного є значущим предиктором несприятливих кардіоваскулярних подій, у тому числі і фатальних [5]. Також мають значення ряд додаткових індексів, які можливо отримати тільки при проведенні ДМАТ, у тому числі варіабельність (В) АТ вдень (д) та вночі (н), індекси навантаження тиском, ступінь нічного зниження (СНЗ) АТ. Довготривале, по суті довічне лікування артеріальної гіпертензії потребує моніторингу, але залишається багато складних питань. Серед них одне із найважливіших - чи приведе антигіпертензивна терапія, що контролюється за результатами ДМАТ, до зниження захворюваності та смертності [5].

Відомо, що 35 – 50% пацієнтів з АГ мають сімейний анамнез. Однак гіпертонія є дуже гетерогенним захворюванням з багатофакторною етіологією. Існують 120 локусів генів, які пов'язані з регуляцією АТ, але вплив факторів зовнішнього середовища поряд із взаємодією алелів у багатьох локусах призводять до численних варіантів експресії генів [6, 7]. І хоча European Society of Cardiology and the European Society of Hypertension в останній настанові не рекомендують використовувати генетичне тестування у рутинній клінічній практиці [5], високу актуальність мають роботи, які демонструють особливості перебігу АГ та чутливість до антигіпертензивної терапії з урахуванням поліморфізму генів, що мають вплив на регулювання АТ [8, 9, 10].

**Мета дослідження.** Оцінити ефективність антигіпертензивної терапії, призначеної після інфаркта міокарда пацієнтам з гіпертонічною хворобою, за даними добового моніторування артеріального тиску згідно результатам довготривалого спостереження з урахуванням поліморфізму A1166C гену AGTR1.

**Матеріали та методи дослідження.** Результати роботи ґрунтуються на даних обстеження пацієнтів на гіпертонічну хворобу (ГХ), яке

проводилось на базі КЗ «Дніпропетровська міська клінічна лікарня № 11» Дніпропетровської обласної ради м. Дніпро на базі кафедри внутрішньої медицини 3 і на базі ДУ «Українського державного науково-дослідного інституту медико-соціальних проблем інвалідності МОЗ України». В дослідження було включено 36 чоловіків з ГХ III стадії, АГ 1 – 3 ступеню, що перенесли інфаркт міокарда (ІМ). Середній вік в групі дослідження склав 57,0 (52,0; 64,0) років, стаж ГХ - 6,3 (4,0; 15,0) років. Середній термін після перенесеного ІМ склав - 48,0 (12,0; 144,0) місяців. За локалізацією ІМ 1 типу найбільш часто зустрічались передні – 11 (30,6%), нижні – 7 (19,4%) та задні – 3 (8,3%). Лише у 1 (2,8%) пацієнта був зареєстрований задньо-бічний ІМ. Перенесли ІМ 2 типу 14 (38,9%) хворих.

Обтяжена спадковість за АГ виявлена у 14 (38,9%) пацієнтів та за ІХС – у 5 (13,9%) пацієнтів. Статус активного курця мали 14 (38,9%) пацієнтів, 9 (25%) хворих раніше курили та кинули після інфаркту, ніколи не курили 13 (36,1%) пацієнтів. Атеросклероз магістральних судин голови мали 13 (36,1%) хворих та артерій нижніх кінцівок – 12 (33,3%) хворих. Серцева недостатність I стадії 2 ФК встановлено у 7 (19,4%) пацієнтів, ІІА 2 ФК - у 11 (30,6%), ІІА 3 ФК – у 18 (50,0%) хворих.

Діагноз ГХ, ІХС та СН встановлювали згідно національним та міжнародним рекомендаціям [5, 8, 11, 12]. Всім хворим на момент включення у дослідження було рекомендоване лікування згідно з українськими та міжнародними протоколами лікування ГХ, ІХС та СН [5, 8, 9, 13].

Критеріями виключення з дослідження були наявність у хворих СН ІІБ ФК 4 та СН III стадії, цукрового діабету.

Регулярну стандартизовану антигіпертензивну терапію отримували 26 (72,2%) обстежених; лікувались нерегулярно, переважно при погіршенні самопочуття та підвищенні АТ 9 (25%) хворих; не приймав терапію 1 (2,8%) пацієнт. Серед хворих, які отримували лікування, інгібітори АПФ приймали 29 хворих: еналаприл - 12 (33,3%), периндоприл – 11 (30,1%), раміприл – 6 (16,7%) пацієнтів. Поєднання інгібіторів АПФ з діуретиками приймали 8 (22,2%) з цих пацієнтів. Сартани у комбінації з діуретиком приймали 2 (5,6%) хворих. Блокатори кальцієвих каналів (переважно амлодипін) приймали 7 (19,4%) пацієнтів. Порівняльний аналіз ефективності різних антигіпертензивних препаратів та їх комбінацій в дослідженні не проводився.

Для досягнення антиангінального ефекту і підтримання цільового рівня ЧСС 32 (88,9%) пацієнта отримували бета-адреноблокатори, а саме бісопролол – 20 (55,6%) хворих, метопрололу тарtrat – 7 (19,4%) хворих, небіволол – 3 (8,3%) хворих, метопрололу сукцинат – 1 (2,8%) хворий та

бетаксол – 1 (2,8%) хворий. Два (5,6%) пацієнта отримували івабрадин. Рекомендовану ЧСС 55 – 70 уд. за хвилину досягли 22 (61,1%) хворих.

Антитромботичну терапію отримували 33 (91,2%) пацієнтів. Переважно аспірин у малих дозах (75 – 100 мг) отримували 26 (72,2%) пацієнтів, клопідогрель – 6 (9,5%), комбінації аспірину та клопідогрелю дотримувались 2 (5,5%) пацієнтів.

Гіполіпідемічну терапію отримували 22 (61,1%) пацієнтів (аторвастатин – 17 (77,3%), симвастатин – 3 (13,6%) та розувастатин – 2 (9,1%) пацієнтів).

Дослідження проведено відповідно до принципів біоетики, викладених у Гельсінській декларації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людей», «Загальній декларації про біоетику та права людини (ЮНЕСКО)» та Наказу МОЗ України «Про затвердження Порядку проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів клінічних випробувань і типового положення про комісії з питань етики» № 690 від 23.09.2009, також схвалено комісією з питань біомедичної етики ДДМУ. Усі хворі надали інформовану згоду на проведення необхідних методів досліджень.

Згідно до поставленої мети пацієнти за результатами молекулярно-генетичного дослідження були розділені на 3 групи: 1 групу склали хворі з АА генотипом гена AGTR1, у 2 групу увійшли хворі із АС генотипом, а у 3 – з СС генотипом гену AGTR1.

Дослідження А1166С поліморфізму гена AGTR1 за тест-системою «ДНК-сорб-В» було проведено методом полімеразної ланцюгової реакції з проведенням рестрикції продуктів ендонуклеазою [14].

Для визначення змін добового профілю АТ хворим проводили добове моніторування АТ (ДМАТ) (АВРМ, Угорщина) за стандартною методикою на початку дослідження та через 38 місяців. Реєстрували та оцінювали середні величини систолічного та діастолічного АТ за добу ( $AT_{24}$ ), вдень ( $AT_d$ ) та вночі ( $AT_n$ ), частоту серцевих скорочень (за добу (ЧСС<sub>24</sub>), вдень (ЧСС<sub>d</sub>) та вночі (ЧСС<sub>n</sub>)), розраховували ступінь нічного уповільнення ЧСС (СНУ ЧСС) для оцінки якості сну і контролю правильності зазначеного періоду неспання і сну, що є важливим для коректного аналізу циркадного ритму (ЦР) АТ. Визначали показники «навантаження тиском» - індекс часу (ІЧ) та індекс «площі гіпертензії» (ІП) САТ і ДАТ для різних періодів доби; варіабельність (В) денного та нічного САТ і ДАТ; ступінь нічного зниження (СНЗ) САТ і ДАТ. Згідно до рекомендацій ESC щодо ДМАТ [15] нормальними вважалися такі середні рівні САТ/ДАТ<sub>24</sub> <130/80 мм рт. ст., САТ/ДАТ<sub>d</sub> <135/85 мм рт. ст.,

САТ/ДАТ<sub>n</sub> <120/70 мм рт.ст., В САТ та ДАТ вдень <11,9 мм рт.ст., вночі – <9,5 мм рт.ст., ІЧ САТ до 15%, ІЧ ДАТ до 25% та ІП САТ та ДАТ до 25 мм рт.ст./год/24 год.

Статистичну обробку проводили з використанням пакетів комп'ютерної програми «STATISTICA 6.1 (StatSoftInc., серійний № AGAR909E-415822FA), «Microsoft Excel (Office Home Business 2KB4Y-6H9DB-BM47K-749PVP3KT)». Величини подані у вигляді медіани та інтерквартильного розподілу даних (Me (25,0%; 75,0%)). Порівняльний аналіз незалежних груп проводили за допомогою теста Мана-Уїтні, для порівняння даних у динаміці використовували тест Уїлкоксона. Різниця вважалася вірогідною при рівні значимості  $p < 0,05$  [16].

**Результати дослідження.** При проведенні ДМАТ на початку дослідження було виявлено, що в цілому у групі рівні САТ, ДАТ відповідали цільовим значенням за медіаною. Величини індексів навантаження тиском для ДАТ були в межах норми, а для САТ – перевищували нормальний діапазон. Характеристика рівнів САТ та ДАТ, величин індексів навантаження тиском вдень (д) та вночі (н) та їх динаміка в цілому у групі наведена у **таблиці 1**.

Встановлено, що на фоні лікування відбулося достовірне зниження рівнів САТ, переважно вдень та індексів навантаження тиском з суттєвим зменшенням величини ІЧ САТ<sub>d</sub> (на 27,9%) та ІП САТ<sub>d</sub> (на 32,0%) ( $p < 0,05$ ). Відзначено нормалізацію ІЧ САТ за добу і вдень, втім значення ІП САТ за всі періоди доби, незважаючи на суттєве та достовірне зниження, перевищували норму (**табл. 1**). Параметри ДАТ значущо не змінилися, хоча і відмічалось зниження майже всіх показників, головним чином вдень ( $p < 0,05$ ). У той самий час звертає увагу суттєве, більше ніж вдвічі, зниження ІП ДАТ вночі (**табл. 1**).

При проведенні молекулярно-генетичного дослідження було визначено, що АА генотип А1166С поліморфізму гену AGTR1 був зареєстрований у 18 (50%) чоловіків, АС генотип – у 12 (33,3%) чоловіків, СС – у 6 (16,7%) чоловіків. Згідно з даними обстеження усі хворі як в цілому, так і по групам, були співставні за віком, стажем АГ, відношенню до куріння та за спадковістю. Термін після ІМ в цілому у групі склав 48,0 (12,0; 144,0) місяців, зокрема в 1 групі – 96,0 (12,0; 132,0) місяців, у 2 групі – 24,0 (12,0; 168,0) та в 3 групі – 114 (48,0; 180,0) місяців.

Порівняльний аналіз рівня АТ за даними ДМАТ при первинному обстеженні з урахуванням А1166С поліморфізму гену AGTR1 свідчить, що пацієнти 1 групи за медіаною мали дещо підвищений САТ<sub>24</sub> (131,81 (124,71; 136,03) мм рт. ст.), незважаючи на нормальні рівні САТ<sub>d</sub> та САТ<sub>n</sub> (134,67 (125,84; 140,53) мм рт. ст. та 115,28 (107,47;

**Таблиця 1** – Динаміка змін параметрів добового профілю АТ у хворих на ГХ III стадії за даними ДМАТ, Ме (25%; 75%)

Параметри	Всі хворі (n=36)		
	Первинне обстеження	Обстеження через 38 міс	Δ Абс. (%)
CAT <sub>24</sub> , мм рт. ст.	131,56 (122,67; 137,44)	127,90 (121,40; 138,92)	-3,66 (-2,8)*
CAT <sub>д</sub> , мм рт. ст.	133,69 (125,14; 143,06)	130,14 (122,97; 140,84)	-3,55 (-2,7)*
CAT <sub>н</sub> , мм рт. ст.	118,42 (110,49; 129,74)	118,00 (110,92; 125,86)	-0,42 (-0,4)*
ІЧ CAT <sub>24</sub> , %	40,73 (27,30; 64,99)	29,57 (16,13; 59,37)	-11,16 (-27,4)*
ІЧ CAT <sub>д</sub> , %	37,54 (18,59; 68,72)	27,05 (10,00; 47,06)	-10,49 (-27,9)*
ІЧ CAT <sub>н</sub> , %	40,22 (12,30; 77,80)	42,86 (7,14; 56,21)	2,64 (6,6)
ІП CAT <sub>24</sub> , мм рт. ст. × год/24 год	136,12 (43,22; 243,40)	82,05 (30,22; 212,67)	-54,07 (-39,7)*
ІП CAT <sub>д</sub> , мм рт. ст. × год/24 год	108,89 (32,54; 232,82)	74,00 (19,85; 186,00)	-34,89 (-32,0)*
ІП CAT <sub>н</sub> , мм рт. ст. × год/24 год	102,18 (32,54; 232,82)	84,44 (18,00; 179,23)	-17,74 (-17,4)*
ДАТ <sub>24</sub> , мм рт. ст.	77,58 (73,42; 82,00)	74,90 (70,97; 80,79)	-2,68 (-3,5)*
ДАТ <sub>д</sub> , мм рт. ст.	80,14 (75,07; 85,31)	77,05 (72,19; 84,58)	-3,09 (-3,9)*
ДАТ <sub>н</sub> , мм рт. ст.	66,53 (60,97; 75,06)	67,09 (61,80; 71,94)	0,56 (0,8)
ІЧ ДАТ <sub>24</sub> , %	20,79 (13,71; 48,09)	18,41 (6,66; 37,06)	-2,38 (-11,5)*
ІЧ ДАТ <sub>д</sub> , %	18,37 (11,66; 44,00)	16,64 (6,78; 32,14)	-1,73 (-9,4)*
ІЧ ДАТ <sub>н</sub> , %	28,23 (6,51; 60,06)	21,13 (7,06; 45,83)	-7,1 (-25,2)
ІП ДАТ <sub>24</sub> , мм рт. ст. × год/24 год	42,45 (17,09; 95,41)	24,31 (5,95; 67,97)	-42,7
ІП ДАТ <sub>д</sub> , мм рт. ст. × год/24 год	27,27 (11,52; 79,00)	21,05 (6,68; 65,00)	-6,22 (-22,8)*
ІП ДАТ <sub>н</sub> , мм рт. ст. × год/24 год	41,29 (7,36; 155,00)	20,21 (3,69; 81,00)	-21,08 (-51,1)*

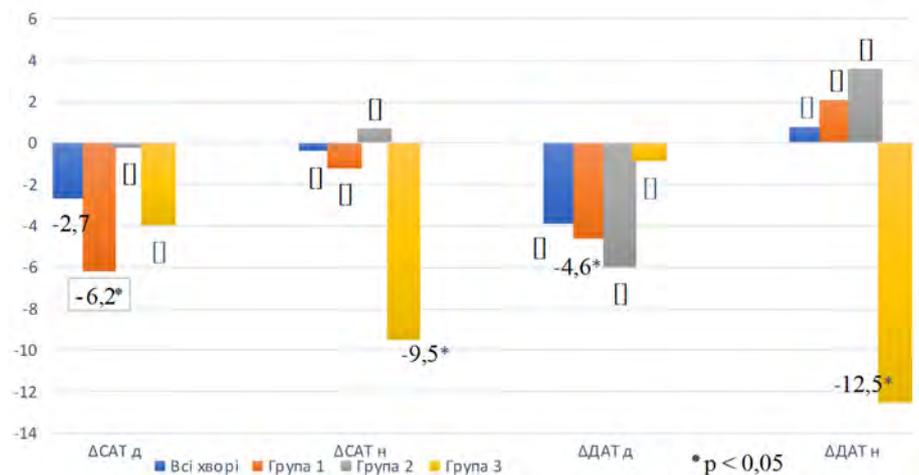
**Примітка:** \*вірогідність відмінностей  $p < 0,05$  при первинному обстеженні та обстеженні через 38 міс.

124,37) мм рт. ст. відповідно). Пацієнти 2 групи за медіаною мали цільові рівні САТ: за добу 128,59 (120,51; 137,96) мм рт. ст., вдень 131,31 (124,28; 140,71) мм рт. ст. та вночі 119,51 (108,78; 124,58) мм рт. ст. Пацієнти 3 групи мали підвищені рівні САТ: за добу 137,15 (128,32; 156,00) мм рт. ст., вдень 140,51 (131,13; 156,00) мм рт. ст. та вночі 137,68 (118,50; 153,33) мм рт. ст., і за рівнем САТ<sub>н</sub> відрізнялись від пацієнтів 1 групи ( $p < 0,05$ ) та від пацієнтів 2 групи ( $p > 0,05$ ).

Рівні ДАТ у пацієнтів усіх груп при первинному обстеженні відповідали цільовим значенням за медіаною, а саме у пацієнтів 1 групи середній рівень ДАТ за добу склав 74,97 (73,78; 80,99) мм рт. ст., вдень 78,79 (75,56; 82,21) мм рт. ст. та вночі 63,57 (59,0; 74,05) мм рт. ст. Пацієнти 2 групи мали такі рівні ДАТ: за добу 78,85 (71,09; 81,91) мм рт. ст., вдень 82,0 (74,19; 86,29) мм рт. ст. та вночі 65,46 (62,29; 73,56) мм рт. ст. Пацієнти 3 групи мали нормальні рівні ДАТ за добу 81,32 (76,45; 97,87) мм рт. ст. та вдень 83,22 (79,62; 99,63) мм рт. ст., але підвищений ДАТ<sub>н</sub>

(77,09 (73,81; 82,00) мм рт. ст.) та за рівнем ДАТ<sub>н</sub> відрізнялись від пацієнтів 1 та 2 груп ( $p < 0,05$ ).

Порівняльний аналіз динаміки рівнів АТ за даними ДМАТ в залежності від А1166С поліморфізму гену AGTR1 свідчить, що у пацієнтів 1 групи на фоні лікування відбулося достовірне зниження САТ та ДАТ за добу та вдень за медіаною, рівень АТ вночі залишився незмінним (рис. 1). У пацієнтів 2 групи рівні АТ за медіаною відповідали цільовим значенням при первинному обстеженні та не змінились при обстеженні через 38 місяців. Пацієнти 3 групи при первинному обстеженні мали підвищені рівні АТ та за рівнем САТ<sub>н</sub> відрізнялись від

**Рис. 1** – Динаміка змін рівнів САТ та ДАТ у хворих на АГ 3 стадії

пацієнтів 1 групи ( $p < 0,05$ ) та від пацієнтів 2 групи ( $p > 0,05$ ), а за рівнем ДАТ<sub>н</sub> від пацієнтів 1 та 3 групи ( $p < 0,05$ ). На фоні лікування у пацієнтів 3 групи зареєстровано зниження рівнів АТ та встановлено достовірне зниження саме вночі ( $p < 0,05$ ) (рис. 1).

Порівняльний аналіз динаміки індексів навантаження тиском за даними ДМАТ в залежності від А1166С поліморфізму гену АGTR1 (табл. 2) дозволив виявити, що у на фоні лікування у пацієнтів 1 групи встановлено зниження ІЧ САТ<sub>24</sub>, ІЧ САТ<sub>д</sub> та ІП САТ у всі періоди доби ( $p < 0,05$ ), а також ІЧ САТ<sub>н</sub> ( $p > 0,05$ ). У пацієнтів 2 групи параметри АТ залишилися фактично незмінними. У пацієнтів 3 групи зареєстровано зниження індексів навантаження тиском, серед яких встановлено достовірне зниження ІЧ САТ та ІП САТ саме вночі ( $p < 0,05$ ). За ІЧ ДАТ за всі періоди доби хворі 1 та 2 груп при первинному обстеженні вірогідно не відрізнялись, хоча ІЧ ДАТ<sub>н</sub> у 2 групі дещо перевищував норму. Величина ІП ДАТ за всі періоди доби у хворих 1 та 2 груп був у межах норми. Натомість пацієнти 3 групи мали підвищені індекси навантаження тиском у всі періоди доби та достовірно

відрізнялись від пацієнтів 1 та 2 груп саме за нічними показниками ( $p < 0,05$ ).

При аналізі динаміки характеристик ДМАТ на фоні довготривалого лікування у хворих на АГ, які перенесли ІМ, в залежності від А1166С поліморфізму гену АGTR1 встановлено, що у пацієнтів 1 групи відбулося зниження за різні періоди доби індексів часу та площі ( $p > 0,05$ ). У пацієнтів 2 групи відбулося дещо зниження індексів навантаження тиском ( $p > 0,05$ ). У пацієнтів 3 групи зареєстровано зниження величин усіх індексів за ДАТ ( $p < 0,05$ ), хоча й на фоні лікування значення індексів за ДАТ залишилися підвищеними (табл. 2).

Середня ЧСС<sub>24</sub> за медіаною при первинному обстеженні була в нормі в цілому у всіх пацієнтів (64,57 (58,25; 72,57) уд. за хв.). Пацієнти 1 та 3 групи були співставні за ЧСС та в цілому досягали цільового рівня (1 групи – 64,14 (57,16; 72,17) уд. за хв. та 3 групи – 64,69 (54,81; 67,30) уд. за хв.). Натомість пацієнти 2 групи мали найвищі рівні добової ЧСС – 71,07 (61,36; 75,04) уд. за хв., ( $p > 0,05$ ). Для оцінки якості сну був проаналізований показник СНУ ЧСС, який виявився більше за 10%

**Таблиця 2** – Динаміка змін індексів навантаження тиском АТ у хворих на ГХ ІІІ стадії в залежності від А1166С поліморфізму гена АGTR1 за даними ДМАТ, Ме (25%; 75%)

Параметри	Обстеження	Групи пацієнтів, генотипи АGTR1		
		1 гр., АА (n=18)	2 гр., АС (n=12)	3 гр., СС (n=6)
ІЧ САТ 24, %	первинне	42,20 (22,06; 57,75)	35,35 (24,76; 61,52)	61,66 (35,88; 80,00)
	через 38 міс	23,31 (11,77; 42,00) §	38,48 (21,38; 61,20)	40,97 (28,54; 50,57)
ІЧ САТ д, %	первинне	36,89 (23,45; 67,25)	33,22 (13,98; 60,22)	67,16 (37,64; 72,00)
	через 38 міс	22,22 (9,81; 42,76) §	31,58 (19,93; 70,16)	46,32 (33,90; 47,06)
ІЧ САТ н, %	первинне	26,5 (7,14; 55,21)	46,87 (12,30; 72,14)	79,67 (38,54; 100,00)*
	через 38 міс	19,23 (0,00; 47,46)	48,15 (33,33; 76,47)	55,88 (29,17; 69,40) §
ІП САТ 24, мм рт.ст. × год/24 год	первинне	121,86 (37,00; 212,31)	75,47 (38,92; 210,61)	228,89(169,91; 575,00) *#
	через 38 міс	50,47 (18,82; 99,00) §	128,64 (57,57; 231,00)	122,66 (110,47; 212,67)
ІП САТ д, мм рт.ст. × год/24 год	первинне	86,87 (25,00; 200,67)	90,73 (20,34; 205,76)	249,78 (108,75; 476,00)
	через 38 міс	42,00 (16,50; 109,55) §	88,84 (50,18; 186,00)	158,81 (139,82; 215,06)
ІП САТ н, мм рт.ст. × год/24 год	первинне	71,13 (16,80; 163,20)	93,75 (9,47; 155,10)	389,08 (96,36; 863,00)*
	через 38 міс	67,39 (0,00; 123,43) §	104,00 (73,65; 246,92)	166,55 (84,00; 209,65) §
ІЧ ДАТ 24, %	первинне	16,48 (11,58; 34,56)	19,31 (15,11; 42,24)	44,16 (32,58; 79,00) *
	через 38 міс	18,56 (6,10; 33,98)	14,78 (9,07; 37,06)	28,44 (6,66; 44,16) §
ІЧ ДАТ д, %	первинне	16,79 (10,71; 33,17)	19,13 (11,66; 43,63)	44,02 (14,39; 71,00)
	через 38 міс	16,94 (6,87; 34,30)	12,30 (6,48; 28,95)	31,24 (8,37; 44,35) §
ІЧ ДАТ н, %	первинне	14,30 (0,00; 36,21)	28,64 (8,35; 52,46)	70,90 (46,43; 88,00) *#
	через 38 міс	13,12 (0,00; 42,86)	22,22 (15,84; 35,00)	25,00 (0,00; 45,83) §
ІП ДАТ 24, мм рт.ст. × год/24 год	первинне	18,90 (12,13; 74,02)	38,36 (23,72; 70,43)	110,55 (66,81; 390,95) *#
	через 38 міс	23,83 (6,63; 51,46)	21,18 (5,95; 57,00)	67,97 (3,30; 84,40) §
ІП ДАТ д, мм рт.ст. × год/24 год	первинне	21,40 (8,73; 69,92)	39,38 (12,59; 69,29)	92,57 (23,82; 396,09)
	через 38 міс	21,05 (8,62; 50,58)	14,56 (2,89; 54,58)	76,47 (4,14; 87,94) §
ІП ДАТ н, мм рт.ст. × год/24 год	первинне	30,91 (0,00; 60,00)	36,34 (23,42; 116,98)	206,82 (159,43; 396,00) *#
	через 38 міс	14,64 (0,00; 67,86)	22,29 (11,25; 43,59)	53,00 (0,00; 81,00) §

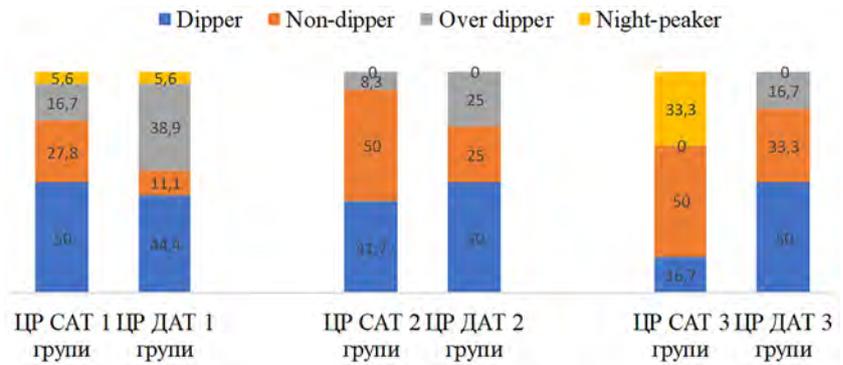
**Примітки:** \* вірогідність відмінностей  $p < 0,05$  між генотипами АА і СС; # вірогідність відмінностей  $p < 0,05$  між генотипами АС і СС; § вірогідність відмінностей  $p < 0,05$  між первинним обстеженням та обстеженням через 38 міс.

в цілому у всіх хворих (12,5) та окремо у групах (1 група – 13,9, 2 група – 15,4 та 3 група – 17,3), що свідчить о правильності зазначених періодів неспання і сну та дає можливість проведення коректного аналізу ЦР АТ. При обстеженні через 38 місяців суттєвих достовірних змін ЧСС не було встановлено. Середня ЧСС<sub>24</sub> за медіаною у всіх пацієнтів залишилась у нормі та склала 69,06 (62,95; 72,13) уд. за хв., зокрема у пацієнтів 1 групи – 69, 57 (60,00; 72,17) уд. за хв. та у пацієнтів 3 групи – 61,24 (59,46; 62,95) уд. за хв. У пацієнтів 2 групи дещо знизилась за медіаною ( $p > 0,05$ ) та склала 69,83 (66,02; 72,13) уд. за хв.

За СНЗ оцінювали циркадний ритм коливань АТ. В цілому у групі пацієнти мали нормальний СНЗ САТ та ДАТ за медіаною (11,12 (5,82; 17,05) та 14,61 (8,92; 22,49) відповідно). Пацієнти 1 та 2 групи були співставні за СНЗ САТ (13,16 (7,54; 19,38) та 10,95 (5,82; 17,05) відповідно) та ДАТ (16,67 (11,60; 23,82) і 13,62 (8,92; 21,02) відповідно) за медіаною. Натомість пацієнти 3 групи за медіаною мали недостатню СНЗ як САТ (4,38 (-1,94; 9,63), так і СНЗ ДАТ (8,04 (1,90; 14,26) ( $p > 0,05$ ). На фоні довготривалого лікування було встановлено, що в цілому у групі, у пацієнтів 1 та 2 груп, значення СНЗ АТ суттєво не змінились. Разом з тим, в 3 групі спостерігалось підвищення та «нормалізація» СНЗ САТ (12,37 (8,49; 12,44),  $p > 0,05$ ) та ДАТ (17,80 (17,58; 18,56),  $p < 0,05$ ).

При первинному обстеженні всередині всієї групи серед обстежених 14 (38,9%) хворих мали патологічний варіант циркадного ритму «non-dipper». Надмірне падіння САТ вночі (тип «over-dipper»), спостерігалось у 4 (11%) пацієнтів, ДАТ – у 10 (27,8%) пацієнтів, що може вказувати на підвищений ризик ішемічних ускладнень саме вночі та в ранні ранкові години [17, 18]. Розподіл варіантів ЦР АТ в залежності від поліморфізму гену AGTR1 проілюстрований на **рис. 2**.

На фоні лікування відбулося зниження СНЗ САТ ( $p > 0,05$ ) у пацієнтів 2 групи,



**Рис. 2** – ЦР АТ у пацієнтів з АГ при первинному обстеженні з урахуванням поліморфізму гену AGTR1 (%)

але залишився більший відсоток патерну САТ «non-dipper». Серед пацієнтів 3 групи на фоні лікування отримали нормалізацію СНЗ САТ ( $p > 0,05$ ) та ДАТ ( $p < 0,05$ ), а отже зменшилась кількість суб'єктів з несприятливими варіантами добового профілю АТ.

Аналіз варіабельності АТ свідчить, що при первинному обстеженні в цілому у групі спостерігалось її підвищення як вдень, так і вночі. Підвищення хоча б одного параметру ВАТ мали 26 (72,2%) хворих, з яких 13 (36%) пацієнтів 1 групи, 9 (25%) 2 групи та всі пацієнти 3 (100%) групи.

В залежності від поліморфізму A1166C гена AGTR1 найвищу ВСАТ та ВДАТ і вдень, і вночі мали пацієнти 3 групи, які достовірно відрізнялись за медіаною від пацієнтів 1 та 2 групи за ВСАТ<sub>д</sub> ( $p < 0,05$ ) та від пацієнтів 1 групи за ВДАТ<sub>н</sub> ( $p < 0,05$ ) (**табл. 3**).

**Таблиця 3** – Динаміка варіабельності АТ у хворих на ГХ III стадії в залежності від поліморфізму A1166C гена AGTR1 за даними ДМАТ, Ме (25; 75)

Параметри	Групи пацієнтів, генотипи AGTR1							
	Всі хворі (n=36)		1 гр., AA (n=18)		2 гр., AC (n=12)		3 гр., CC (n=6)	
	Первинне обстеження	Обстеження через 38 міс	Первинне обстеження	Обстеження через 38 міс	Первинне обстеження	Обстеження через 38 міс	Первинне обстеження	Обстеження через 38 міс
В САТ д	13,20 (11,40; 14,62)	13,00 (10,58; 16,00)	13,00 (10,81; 13,32)	12,55 (10,42; 16,00)	13,40 (11,30; 14,21)	13,44 (10,72; 15,13)	15,97 (14,82; 20,84)	14,79 (12,53; 19,35)
В САТ н	11,44 (9,22; 14,43)	11,15 (8,74; 13,00)	11,45 (10,03; 14,43)	10,00 (8,48; 11,65)	10,36 (9,09; 11,85)	12,97 (11,15; 13,56)	14,64 (9,54; 15,82)	11,30 (10,86; 13,43)
В ДАТ д	9,34 (8,44; 11,12)	9,20 (7,96; 11,22)	8,88 (7,63; 10,00)	8,83 (8,00; 10,72)	9,32 (8,15; 11,77)	9,20 (7,96; 11,31)	11,13 (9,34; 12,23)	10,99 (9,73; 11,70)
В ДАТ н	9,93 (7,41; 11,97)	8,44 (7,05; 9,83)*	9,29 (7,23; 10,74)	8,00 (6,80; 9,00)*	9,96 (7,23; 11,40)	9,23 (7,42; 9,99)	12,10 (10,47; 14,11)	9,83 (8,40; 9,98)*

**Примітка:** \* вірогідність відмінностей  $p < 0,05$  при первинному обстеженні та обстеженні через 38 місяців.

На фоні лікування спостерігалась тенденція до зниження ВСАТ вдень та вночі та денної ВДАТ. В той же час встановлено зниження саме нічної ВДАТ до норми у цілому у групі спостереження, у пацієнтів 1 та 3 групи ( $p < 0,05$ ) в залежності від поліморфізму А1166С гена AGTR1. У пацієнтів 2 групи спостерігалось недостовірне зниження ВДАТ<sub>н</sub> до нормального рівня. Взагалі відбулося зниження кількості пацієнтів з підвищеною ВАТ – 10 (27,8%) в цілому у групі, зокрема у 5 (27,8%) пацієнтів 1 групи була підвищена ВСАТ<sub>д</sub> та у 1 (5,6%) пацієнта ВДАТ<sub>н</sub>. Серед пацієнтів 2 групи лише у 4 (33,3%) хворих було виявлено підвищення ВСАТ<sub>д</sub> та у 1 (8,3%) з них ВСАТ<sub>н</sub>. Серед пацієнтів 3 групи підвищення ВСАТ<sub>д</sub> було виявлено у 2 (33,3%) пацієнтів та підвищення ВСАТ<sub>н</sub> у 1 (16,7%) з них.

Отримані за допомогою ДМАТ середньоденні та середньонічні показники поведінки АТ дозволили деталізувати характер АГ при первинному обстеженні. Контрольовану АГ з досягненням цільових рівнів АТ мали лише 10 хворих (27,8%). У 10 (27,8%) хворих спостерігалася систоло-діастолічна АГ, у тому числі, яка виявлялася лише за період сну – у 3 хворих (8,3%). Ізольована систолічна АГ відзначалась у 10 хворих (27,8%). Перевищення тільки діастолічного АТ було встановлено у 6 пацієнтів (16,6%). Розподіл пацієнтів за рівнями АТ за даними ДМАТ з урахуванням А1166С поліморфізму гена AGTR1 при первинному обстеженні представлений на **рис. 3**.

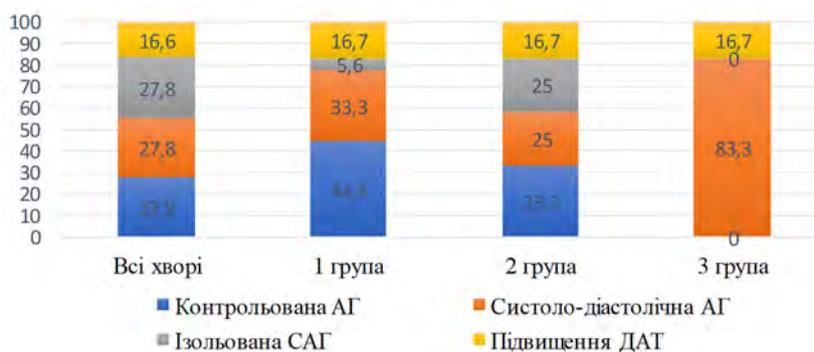
На фоні лікування в цілому у групі спостерігалось збільшення кількості нормотензивних суб'єктів, переважним чином за рахунок зменшення кількості пацієнтів з ізольованою систолічною АГ та з підвищенням ДАТ (**рис. 4**).

При оцінці ефективності стандартизованої терапії, призначеної після перенесеного ІМ, з урахуванням поліморфізму А1166С гена AGTR1 встановлено, що серед пацієнтів 1 групи 66,7% хворих досягли цільових рівнів АТ, 22,2% мали систоло-діастолічну АГ та 11,1% - ізольовану САГ. Відсоток хворих із контрольованою АГ у 2 групі не змінився та склав 33,3%, зменшилась кількість хворих із ізольованим підвищенням САТ (16,7%) або ДАТ (8,3%), відповідно відносно збільшився відсоток хворих із систоло-діастолічною АГ. Серед пацієнтів 3 групи 33,3% хворих досягли цільових

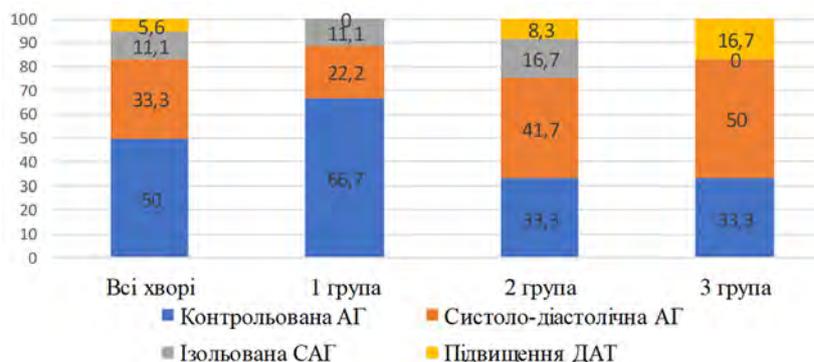
рівнів АТ, недостатній контроль АГ залишився у 66,7% хворих, а саме наявність систоло-діастолічної АГ у 50%, відсоток хворих із ізольованим підвищенням ДАТ залишився незмінним.

**Обговорення.** Важливість досягнення цільових рівнів АТ у теперішній час не має сумніву. Чим вищий ризик серцево-судинних ускладнень (ССУ), тим жорсткіше повинен бути контроль профілю АТ. Пацієнти, які перенесли серцево-судинну катастрофу, як правило, знають про наявність АГ та необхідність антигіпертензивної терапії. Але за даними світової статистики лише близько 40% пацієнтів із АГ досягає цільових рівнів тиску [5, 19]. На жаль, за статистичними даними України цей показник не перевищує 15% для міського та 8% для сільського населення [13]. Серед пацієнтів з ІХС в Україні відсоток обізнаності щодо підвищеного АТ та прихильності до лікування дещо більший, але і в цієї категорії пацієнтів досягнення цільових рівнів тиску залишається невисоким, близько 15% [18].

За результатами нашого дослідження при первинному обстеженні було виявлено досягнення цільових рівнів АТ в цілому у групі. Виявлення підвищених індексів навантаженням тиском при проведенні ДМАТ також демонструють недостатній контроль АГ, дає можливість оцінити підвищення АТ у часі та ефективність гіпотензивної відповіді.



**Рис. 3** – Розподіл пацієнтів за рівнями АТ за даними ДМАТ з урахуванням від А1166С поліморфізму гена AGTR1 при первинному обстеженні (%)



**Рис. 4** – Розподіл пацієнтів за рівнями АТ за даними ДМАТ з урахуванням від А1166С поліморфізму гена AGTR1 при обстеженні через 38 місяців (%)

На фоні довготривалого лікування відбулося суттєве зниження індексів навантаженням тиском у цілому по групі та збільшилась кількість нормотензивних суб'єктів – половина усіх пацієнтів досягла цільових рівнів АТ.

Згідно даним Зайцевої [20] генотип може впливати на перебіг АГ та ефективність АГТ. За отриманими результатами при аналізі динаміки характеристик ДМАТ в залежності від А1166С поліморфізму гена AGTR1 звертає увагу найвищі рівні АТ у пацієнтів з СС генотипом. Пацієнти з АА та АС генотипами мали цільові рівні АТ за медіаною на початку дослідження, але підвищені індекси навантаженням тиском. На фоні лікування відбулося суттєве зниження індексів навантаженням тиском у цілому по групі. Дані зміни відбувались за рахунок достовірного зменшення вдвічі ІЧ САТ<sub>24</sub>, ІЧ САТ<sub>д</sub> та ІП САТ за усі періоди доби у пацієнтів 1 групи, а також зменшення в 1,5 – 4 рази ІЧ САТ та ІП САТ саме вночі та усіх індексів ДАТ у пацієнтів 3 групи.

Отримані дані збігаються з даними літератури, які ілюструють зв'язок АГ та гомозиготних генотипів. Ряд дослідників висловили думку, що алель А може бути схильним чинником есенціальної гіпертензії [21]. Інші дослідження [22] повідомляють, що алель С замість цього асоціюється з гіпертонією. В нашому дослідженні саме пацієнти з гетерозиготним АС генотипом мали найбільш низькі величини індексів навантаженням тиску та залишились найбільшими на фоні довготривалого лікування.

Безумовно, нормалізація циркадних коливань АГ є одним із завдань АГТ. За даними 20-річного проспективного дослідження проведеного співробітниками ННЦ «Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска НАМН України» найбільш несприятливий віддалений прогноз визначають у хворих із систоло-діастолічною АГ. У чоловіків з АГ та ІХС рівень САТ у структурі смерті від судинних уражень головного мозку більш вагомий, ніж ДАТ (71% та 64% відповідно) [13]. Але складно недооцінювати вплив рівню ДАТ. Відомо, що кожне наступне збільшення ДАТ на 10 мм рт.ст. подвоює ризик смертності в результаті фатальної коронарної події або інфаркту [5]. В нашому дослідженні на фоні лікування спостерігалось збільшення кількості нормотензивних суб'єктів переважним чином за рахунок зменшення кількості пацієнтів з ізольованою систолічною АГ та з підвищенням ДАТ. Також доведено, що недостатнє зниження АТ в нічний час асоціюється з більшою частотою виникнення інсультів, мікроальбумінурії, розвитком ГЛШ та ІХС [23]. В нашому дослідженні на фоні лікування отримано зменшення кількості хворих з несприятливими добовими профілями АТ, переважно за

рахунок пацієнтів з СС поліморфізмом гену АТ11R, в яких відбулася нормалізація СНЗ АТ.

Однією із умов АГТ є відсутність негативного впливу на варіабельність АТ, так як зростання ВАТ є незалежним предиктором розвитку гіпертрофії міокарда лівого шлуночка, ІХС, інсульту та появи нових випадків фібриляції передсердь [5]. В нашому дослідженні при первинному обстеженні спостерігалось в цілому у групі спостерігалось підвищення ВСАТ і ВДАТ як вдень, так і вночі. На фоні лікування спостерігалось зниження кількості пацієнтів із підвищеною ВАТ на 44%, що безумовно характеризує позитивний вплив АГТ з точки зору профілактики кардіоваскулярних ускладнень.

При аналізі динаміки ВАТ на фоні лікування в залежності від А1166С поліморфізму гена AGTR1 найвищу ВСАТ та ВДАТ і вдень, і вночі серед груп мали пацієнти з СС генотипом. На фоні лікування спостерігалось зниження ВДАТ<sub>н</sub> у пацієнтів з гомозиготними АА та СС генотипами, яке можна розглядати як сприятливий прогностичний чинник у цих пацієнтів [5].

#### Висновки

1. Проведена оцінка ефективності антигіпертензивної терапії, призначеної після інфаркту міокарда пацієнтам з гіпертонічною хворобою, за даними добового моніторингу артеріального тиску згідно результатам довготривалого спостереження виявила майже вдвічі збільшення кількості пацієнтів, які досягли цільового рівня АТ та зниження індексів навантаженням тиском, що демонструє більш повний контроль артеріальної гіпертензії. Також зниження зустрічаємості патологічних патернів артеріального тиску та зниження кількості пацієнтів із підвищеною варіабельністю АТ на 44%.
2. Проведений аналіз особливостей гіпотензивної відповіді з урахуванням поліморфізму А1166С гену AGTR1 демонструє, що серед всіх хворих саме у пацієнтів з АА генотипом гену AGTR1 на фоні довготривалої антигіпертензивної терапії був встановлений найбільший відсоток досягнення цільового рівня АТ (66,7%) у поєднанні з нормалізацією циркадного ритма АТ. Пацієнти з АС генотипом гену AGTR1 в цілому у групі досягли цільових рівнів АТ (33,3% пацієнтів), але без нормалізації варіабельності АТ і патологічних патернів добового профілю АТ, що є прогностично несприятливими показниками. Такі хворі потребують більш жорсткого контролю рівня артеріального тиску та усіх прогнос-

тично значущих характеристик поведінки тиску на протязі доби.

Найбільш несприятливий варіант перебігу артеріальної гіпертензії був асоційований з СС генотипом гену AGTR1. У цієї категорії хворих при довготривалому лікуванні на фоні нормалізації ступеню нічного зниження АТ відбулося зниження рівнів САТ та ДАТ, але залишилися підвищеними величини індексів навантаженням тиском, що вказує на недостатній контроль артеріальної гіпертензії. Цільового рівня АТ досягли лише 33,3%.

- У хворих на артеріальну гіпертензію, які перенесли інфаркт міокарда та є пацієнтами з дуже високим кардіоваскулярним ризиком, використання добового моніторингу артеріального тиску для динамічної

оцінки ефективності антигіпертензивної терапії при тривалому спостереженні дозволяє максимально об'єктивізувати коливання артеріального тиску у часі, верифікувати як досягнення цільових рівнів артеріального тиску, так і встановлення патологічних патернів його поведінки протягом доби, а також сприяє підвищенню прихильності хворих до лікування.

#### Перспективи подальших досліджень.

Отримані результати свідчать про доцільність подальшого вивчення А1166С поліморфізму гену AGTR1 для визначення індивідуальної ризик-стратегії лікування хворих, які перенесли інфаркт міокарда, з метою проведення максимально ефективної вторинної профілактики артеріальної гіпертензії.

Конфлікт інтересів: відсутній

### References

- Stan zdorov'ya narodu Ukrayiny ta medychnoyi dopomogy tretynnogo rivnya [State of health of the people of Ukraine and tertiary level medical care: guide]. Posibnyk. Za red VM Kovalenko, VM Kornatskogo. K; 2019. 224 s. [Ukrainian]
- Sem'yaniv MM. Faktory ryzyku ta polimorfizm gena AGTR1 (1166A>C) u khvorykh na esentsiyu arterialnu gipertenziyu [Risk factors and polymorphism of the AGTR1 gene (1166A>C) in patients with essential arterial hypertension]. *Bukovynskyi medychnyy visnyk*. 2020;4(96):99-10. [Ukrainian]. doi: 10.24061/2413-0737.XXIV.4.96.2020.109
- SPRINT Research Group; Wright JT Jr, Williamson JD, Whelton PK, Snyder JK, Sink KM, Rocco MV, A Randomized Trial of Intensive versus Standard Blood-Pressure Control. *N Engl J Med*. 2015 Nov 26;373(22):2103-16. PMID: 26551272. PMCID: PMC4689591. doi: 10.1056/NEJMoa1511939
- Unger T, Borghi C, Charchar F, Khan NA, Poulter NR, Prabhakaran D, et al. 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. *Hypertension*. 2020 Jun;75(6):1334-1357. PMID: 32370572. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15026
- Williams B, Mancia G, Spiering W, Rosei EA, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH). *Eur Heart J*. 2018 Sep;39(33):3021-3104. PMID: 30165516. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339
- Saik OV, Demenkov PS, Ivanisenko TV, Bragina EY, Freidin MB, Goncharova IA, et al. Novel candidate genes important for asthma and hypertension comorbidity revealed from associative gene networks. *BMC Med Genomics*. 2018 Feb 13;11(Suppl 1):15. PMID: 29504915. PMCID: PMC6389037. doi: 10.1186/s12920-018-0331-4
- Kamat MA, Blackshaw JA, Young R, Surendran P, Burgess S, Danesh J, et al. PhenoScanner v2: an expanded tool for searching human genotype-phenotype associations. *Bioinformatics*. 2019 Nov 1;35(22):4851-4853. PMID: 31233103. PMCID: PMC6853652. doi: 10.1093/bioinformatics/btz469
- Rekomendatsiyi Asotsiatsiyi kardiologiv Ukrayiny z diagnostyky ta likuvannya khronichnoyi sertsevoyi nedostatnosti [Recommendations of the Association of Cardiologists of Ukraine on diagnosis and treatment of chronic heart failure]. K: 2017. [Ukrainian]. Available from: <https://strazhesko.org.ua/upload/rekomendatsiyi-hsn-a6-ost.pdf>
- Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J*. 2020 Jan 1;41(1):111-188. PMID: 31504418. doi: 10.1093/eurheartj/ehz455
- Liu Y, Kong X, Jiang Y, Zhao M, Gao P, Cong X, et al. Association of AGTR1 A1166C and CYP2C9\*3 Gene Polymorphisms with the Antihypertensive Effect of Valsartan. *Int J Hypertens*. 2022 Mar 19;2022:7677252. PMID: 35345577. PMCID: PMC8957473. doi: 10.1155/2022/7677252
- Praktychni rekomendatsiyi shchodo vedennya patsiyentiv z arterialnoyi gipertenziyi [Practical recommendations for the management of patients with arterial hypertension]. [Ukrainian]. Available from: <https://health-ua.com/article/61729-praktychn-rekomendatc-shodo-vedennya-patcnav-zarteralnoyu-gpertenzyu>

12. Adapted from Juhani Knuuti, William Wijns and all, 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. The European Society of Cardiology 2019. Peredrukovano z: Ukrayinskyy kardiologichnyy zhurnal. 2020;1 z dozvolyu redaktsiyi: <http://practice.ucardioj.com.ua>. [Ukrainian]. Available from: <http://ucardioj.com.ua/index.php/UJC/article/view/209>
13. Nakaz MOZU № 2857 vid 23 grudnya 2021 r. Unifikovanyy klinichnyy protokol pervynnoyi, vtorynnoyi (spetsializovanoi) ta tretynnoyi (vysokospetsializovanoi) medychnoi dopomogy «Stabilna ishemichna khvoroba sertsya» [Unified clinical protocol of primary, secondary (specialized) and tertiary (highly specialized) medical care “Stable coronary heart disease”]. [Ukrainian]. Available from: [https://moz.gov.ua/uploads/7/35063-dn\\_2857\\_23\\_12\\_2021\\_dod.pdf](https://moz.gov.ua/uploads/7/35063-dn_2857_23_12_2021_dod.pdf)
14. Nabir dlya vydilennya DNK z riznykh byolohichnykh preparativ obemom 100 mkl [A set for the isolation of DNA from various biological preparations with a volume of 100 µl]. Instruksyya NeoPrep50 DNA. K; 2013. [Ukrainian]
15. International Society for Chronobiology; American Association of Medical Chronobiology and Chronotherapeutics; Spanish Society of Applied Chronobiology, Chronotherapy, and Vascular Risk; Spanish Society of Atherosclerosis; Romanian Society of Internal Medicine; Hermida RC, Smolensky MH, Ayala DE, Portaluppi F. 2013 ambulatory blood pressure monitoring recommendations for the diagnosis of adult hypertension, assessment of cardiovascular and other hypertension-associated risk, and attainment of therapeutic goals. *Chronobiol Int*. 2013 Apr;30(3):355-410. PMID: 23517220. DOI: 10.3109/07420528.2013.750490
16. Antomonov MY. *Matematychna obrobka y analiz medyko-byolohichnykh dannykh* [Mathematical processing and analysis of medical and biological data]. 2 vyd. K: MYTs «Medynform»; 2018. 579 s. [Ukrainian]
17. Pierdomenico SD, Pierdomenico AM, Coccina F, Lapenna D, Porreca E. Prognostic Value of Nondipping and Morning Surge in Elderly Treated Hypertensive Patients With Controlled Ambulatory Blood Pressure. *Am J Hypertens*. 2017 Feb;30(2):159-65. PMID: 27838624. doi: 10.1093/ajh/hpw145
18. Kotseva K, De Bacquer D, De Backer G, Rydén L, Jennings C, Gyberg V, et al. Lifestyle and risk factor management in people at high risk of cardiovascular disease. A report from the European Society of Cardiology European Action on Secondary and Primary Prevention by Intervention to Reduce Events (EUROASPIRE) IV cross-sectional survey in 14 European regions. *Eur J Prev Cardiol*. 2016 Dec;23(18):2007-2018. PMID: 27638542. doi: 10.1177/2047487316667784
19. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Böck M, et al. ESC National Cardiac Societies; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021 Sep 7;42(34):3227-3337. PMID: 34458905. doi: 10.1093/eurheartj/ehab484
20. Zaytseva M.M. Osoblyvosti likuvannya khvorykh na arterialnu gipertenziyu z suputnoyu nealkogolnoyu zhyrovoyu khvoroboyu pechinky: rol A1166S polimorfizmu gena retseptora angiotenzynu II 1-go typu [Features of the treatment of patients with arterial hypertension with accompanying non-alcoholic fatty liver disease: the role of the A1166C polymorphism of the angiotensin II type 1 receptor gene]. *Medytsyna sьогодni i zavtra*. 2014;4(65):50-58. [Ukrainian]
21. Holmes L, Lim A, Comeaux CR, Dabney KW, Okundaye O. DNA Methylation of Candidate Genes (ACE II, IFN-γ, AGTR 1, CKG, ADD1, SCNN1B and TLR2) in Essential Hypertension: A Systematic Review and Quantitative Evidence Synthesis. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(23):4829. DOI: 10.3390/ijerph16234829
22. Worapaka M, Williams GH. Genetics of Human Primary Hypertension: Focus on Hormonal Mechanisms. *Endocr Rev*. 2019 Jun;40(3):825-856. PMID: 30590482. PMCID: PMC6936319. doi: 10.1210/er.2018-00071
23. Verdecchia P. Interpretation of ambulatory blood pressure profile: a practical approach for clinicians. *J Clin Exp Cardiol*. 2013;4(7). doi: 10.4172/2155-9880.1000e128

UDC 616.12-008.331.1:616.127-005.8-036.8]-085:575.113

**Influence of Angiotensin II Type 1 Receptor Gene Polymorphism on the Effectiveness of Antihypertensive Therapy in Patients with Hypertension Disease who Suffered Myocardial Infarction according to the Results of Long-Term Follow-Up**  
**Kolesnyk T. V., Fursa O. V.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to evaluate the effectiveness of antihypertensive therapy based on the data of daily blood pressure monitoring in patients with hypertension and a history of myocardial infarction, taking into account the A1166C polymorphism of the angiotensin II type 1 receptor gene, based on the results of long-term follow-up.*

**Materials and methods.** *The study included 36 men with arterial hypertension of the 1<sup>st</sup> to 3<sup>rd</sup> degree who had suffered a myocardial infarction. The average age was 57.0 (52.0; 64.0) years, the experience of arterial hypertension – 6.3 (4.0; 15.0) years, the period after a myocardial infarction – 48.0 (12.0; 144.0) months. When determining the A1166C polymorphism of the angiotensin II type 1 receptor gene, patients were divided into 3 groups: group 1 consisted of 18 (50%) patients with the AA genotype, group 2 included 12 (33.3%) patients*

with the AC genotype, and group 3 – 6 (16.7%) patients with CC genotype of angiotensin II type 1 receptor gene. Daily blood pressure monitoring was carried out at the beginning of the study and after 38 months.

**Results and discussion.** At the beginning of the study, based on the results of daily blood pressure monitoring, it was found that in the group as a whole, the levels of systolic blood pressure and diastolic blood pressure, the pressure load index – the diastolic blood pressure time index corresponded to the target values according to the median, but the pressure load indices for systolic blood pressure exceeded the normal range. Against the background of long-term antihypertensive therapy, a reliable decrease in systolic blood pressure levels was established for all time periods of the day, especially during the daytime. A significant decrease in the values of the pressure load indices was established – the time index of systolic blood pressure at daytime (delta -10.49%, which was -27.9%) and the area index of systolic blood pressure at daytime (delta -34.89 mm Hg x h, which was -32.0%) ( $p < 0.05$ ).

When analyzing the effectiveness of long-term antihypertensive therapy depending on the A1166C polymorphism of the angiotensin II type 1 receptor gene, it was established that the highest percentage of achieving the target blood pressure level (66.7%) in combination with the normalization of the circadian blood pressure rhythm was determined in patients with the AA genotype of the AGTR1 gene. Among patients with AC genotype, 33.3% reached the target blood pressure levels, but it was not possible to achieve normalization of blood pressure variability and pathological patterns of the circadian rhythm of blood pressure persisted, which are signs of a prognostically unfavorable course of the disease. Among patients with CC genotype of the AGTR1 gene, against the background of long-term treatment, 33.3% achieved the target level of blood pressure, in general, the group normalized the degree of nocturnal decrease in blood pressure, but only a decrease in the levels of systolic blood pressure and diastolic blood pressure during the day in combination with increased values of pressure load indices was observed, which indicates insufficiently effective control of arterial hypertension.

**Conclusion.** During the long-term observation of patients with hypertension and a history of myocardial infarction, an assessment of the effectiveness of antihypertensive therapy was carried out taking into account the A1166C polymorphism of the AGTR1 gene based on the results of daily blood pressure monitoring.

**Keywords:** arterial hypertension, history of myocardial infarction, daily blood pressure monitoring, A1166C polymorphism of the angiotensin II type 1 receptor gene.

#### ORCID and contributionship:

Tetyana V. Kolesnyk : 0000-0002-6571-3904 <sup>A,E,F</sup>

Oleksandra V. Fursa : 0000-0001-5994-4979 <sup>B,C,D</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

##### Oleksandra V. Fursa

Dnipro State Medical University,  
Department of Family Medicine FPE and Propaedeutics of Internal Medicine  
9, V. Vernadskoho Str., Dnipro 49045, Ukraine  
phone: +380976368736, e-mail: alexafursa@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 11.12.2022

Accepted 26.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.133

УДК 616.12-005.4+616.379-008.64]:612.397

Кошкіна М. В.

## ЗМІНИ ДІАСТОЛІЧНОЇ ФУНКЦІЇ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА У ХВОРИХ НА ІШЕМІЧНУ ХВОРОБУ СЕРЦЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТУПЕНЮ ВАЖКОСТІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ 2 ТИПУ

Харківський національний медичний університет,  
Харків, Україна

**Мета:** визначити особливості зміни діастолічної функції лівого шлуночка у пацієнтів із ішемічною хворобою серця та цукровим діабетом 2 типу різного ступеню важкості.

**Матеріали і методи.** До дослідження було залучено 106 пацієнтів середнього віку  $68,8 \pm 8,9$  років (46,2% чоловіків (середній вік:  $65,2 \pm 9,0$  років) та 53,9% жінок (середній вік:  $71,6 \pm 7,8$  років)) із ізольованою ішемічною хворобою серця та в коморбідності з цукровим діабетом 2 типу різного ступеню важкості, які сформували 4 досліджувані групи: до першої групи було включено 36 хворих із моноперебігом ішемічної хвороби серця (середній вік:  $66,4 \pm 10,1$  років); друга група включала 21 пацієнта із ішемічною хворобою серця та легким перебігом цукрового діабету 2 типу (середній вік:  $71,9 \pm 9,4$  років); третя – 28 осіб із ішемічною хворобою серця та цукровим діабетом 2 типу середнього ступеню важкості (середній вік:  $69,7 \pm 8,0$  років) та четверта – 21 хворого із ішемічною хворобою серця та цукровим діабетом 2 типу із важким перебігом (середній вік:  $67,9 \pm 6,5$  років). Усі пацієнти знаходилися на стаціонарному лікуванні в кардіологічному відділенні Комунального некомерційного підприємства «Міська клінічна лікарня № 27».

**Результати та висновки.** Дослідження показало, що показники систолічного артеріального тиску достовірно переважають у пацієнтів із ішемічною хворобою серця та середнім ступенем цукрового діабету 2 типу. В усіх групах досліджених пацієнтів середні значення як систолічного, так і діастолічного артеріального тиску були вище нормальних значень, що свідчить про наявність гіпертонії. Середні значення діастолічного артеріального тиску збільшувалися із зростанням важкості перебігу цукрового діабету 2 типу. Закономірні достовірні розбіжності були в середніх значеннях показників обміну глюкози між групами. Також, достовірно відмічалася тригліцеридемія у пацієнтів із цукровим діабетом 2 типу із важким перебігом. В даних пацієнтів також відмічалася переважання концентрацій холестерину ліпопротеїдів дуже низької щільності. Переважна більшість показників обміну ліпідів знаходилася в межах референсних значень, що може бути пов'язано впливом гіполіпідемічної терапії.

Аналіз показав, що суттєво збільшуються із зростанням ступеню важкості цукрового діабету 2 типу значення часу ізоволюметричного розслаблення лівого шлуночка та часу уповільнення піку Е, що є вагомим показником розвитку діастолічної дисфункції. В той же час, достовірно не різнилися та знаходилися майже на однаковому рівні значення фракції викиду у досліджених групах пацієнтів, що свідчить про тривале збереження систолічної функції серця та можливий розвиток на цьому фоні ізольованої діастолічної дисфункції у пацієнтів із супутнім перебігом ішемічної хвороби серця та цукрового діабету 2 типу.

**Ключові слова:** ішемічна хвороба серця, цукровий діабет другого типу, ступень важкості, діастолічна дисфункція, ліпідний обмін.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами:** робота виконана згідно плану науково-дослідних робіт кафедри внутрішньої медицини № 2, клінічної імунології та алергології імені академіка Л. Т. Малої Харківського національного медичного університету МОЗ України «Прогнозування перебігу, удосконалення діагностики та лікування ішемічної хвороби серця та артеріальної гіпертензії у хворих з метаболічними порушеннями», № державної реєстрації 0120U102025.

**Вступ.** Ішемічна хвороба серця (ІХС) займає лідуєче місце в структурі серцево-судинних захворювань (ССЗ) за показниками захворюваності та смертності [1]. За даними дослідників [1, 2], більше 8 млн. смертей викликані ІХС із зростанням поширеності захворювання до 592 млн випадків до 2035 року [3]. Цукровий діабет 2 типу (ЦД2Т) є одним із найбільших факторів ризику розвитку ІХС [4]. Naito та співавт. [4] додають, що майже 75% пацієнтів із ЦД2Т помирають внаслідок серцево-судинних ускладнень, зокрема ІХС [2]. Наявність коморбідного перебігу ІХС та ЦД2Т провокує у таких пацієнтів дифузне, кальцифікуюче мульти-судинне ураження, яке переважно потребує проведення ревазуляризації у комплексі із протиішемічною терапією [4]. Причому, останніми роками приділяють увагу застосуванню препаратів, які не лише впливають на серцеву діяльність, а й проявляють гіпоглікемічні ефекти [4].

Численні автори [5] вказують, що гіпертрофія лівого шлуночка (ЛШ) є незалежним предиктором збільшених ризиків смертності у пацієнтів із ССЗ із частотою розвитку до 20%. Фактори ризику розвитку гіпертрофії лівого шлуночка (ЛШ) включають в себе гіпертонію, цукровий діабет, надмірну вагу чи ожиріння, вік пацієнтів тощо [5, 6]. Визначається, що у пацієнтів із гіпертонією цукровий діабет значною мірою впливає на розвиток гіпертрофії ЛШ незалежно від показників тиску.

В свою чергу, були визначені зв'язки між жорсткістю стінки артерій та параметрами діастолі ЛШ, що обумовлює зв'язок даного показника із діастолічною функцією ЛШ та розвитком гіпертрофії [5]. За даними Cho та співавт. [6], порушення наповнення та релаксації ЛШ із часом обумовлюють розвиток серцевої недостатності (СН) зі збереженою фракцією викиду.

Розвиток діастолічної дисфункції (ДД) супроводжується порушенням скоротної функції серця та може розвиватися незалежно від стану систолічної функції [1]. Розвиток ДД є тригерним фактором для формування СН [1]. В свою чергу ДД ЛШ є незалежним предиктором смертності у пацієнтів [2] із ІХС та обумовлює високі рівні даного показника [1]. За даними досліджень [1] частота ізольованої ДД ЛШ зустрічається у 34% пацієнтів із ІХС.

На даний час наявні певні дослідження, які підтвердили суттєвий вплив хронічної ішемії на розвиток ДД, проте механізми трансформації ДД в СН ще потребують уточнення [1, 6]. При цьому, приєднання правощлуночкової систолічної дисфункції до лівощлуночкової визнається вагомим прогностичним фактором у пацієнтів із ІХС, та незалежним фактором ризику СН, інфаркту міокарду та інсульту [7].

Окрім цього, низка досліджень при порушеннях діастолічного розслаблення у пацієнтів із цукровим діабетом за відсутності дисліпидемії, гіпертензії чи ІХС визначає розвиток діабетичної кардіоміопатії з подальшим розвитком СН [7]. Проте, деякі патофізіологічні механізми її розвитку є спільними із ССЗ, зокрема порушення регуляції ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, системні метаболічні та запальні зміни й оксидативний стрес [8]. Безпосередні механізми включають в себе метаболічні реакції серцевої тканини в наслідок резистентності до інсуліну на тлі компенсаційної гіперінсулінемії та гіперглікемії [8].

**Мета дослідження** полягала у визначенні особливостей зміни діастолічної функції ЛШ у пацієнтів із ІХС та ЦД2Т різного ступеню важкості.

**Матеріали і методи.** До дослідження було залучено 106 пацієнтів середнього віку  $68,8 \pm 8,9$  років (46,2% чоловіків (середній вік:  $65,2 \pm 9,0$  років) та 53,9% жінок (середній вік:  $71,6 \pm 7,8$  років)) із

ізольованою ІХС та в коморбідності з ЦД2Т різного ступеню важкості. Усі пацієнти знаходилися на стаціонарному лікуванні в кардіологічному відділенні КНП «Міська клінічна лікарня № 27» Харківської міської ради, яка є клінічною базою кафедри Внутрішньої медицини № 2, клінічної імунології та алергології ім. Л. Т. Малої Харківського національного медичного університету.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Пацієнти брали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, що підтверджується особистим підписанням відповідної інформованої згоди. Кожен пацієнт особисто був проінформований щодо обов'язків і прав, та можливості завершити дослідження в будь-який момент його проведення без будь-яких наслідків та пояснення причин своїх дій.

Усі обстежені пацієнти сформували 4 досліджувані групи: до першої групи було включено 36 хворих із моноперібігом ІХС (середній вік:  $66,4 \pm 10,1$  років); друга група включала 21 пацієнта із ІХС та легким перебігом ЦД2Т (середній вік:  $71,9 \pm 9,4$  років); третя – 28 осіб із ІХС та ЦД2Т середнього ступеню важкості (середній вік:  $69,7 \pm 8,0$  років) та четверта – 21 хворого із ІХС та ЦД2Т із важким перебігом (середній вік:  $67,9 \pm 6,5$  років).

Критеріями виключення із дослідження були: наявність онкологічної патології, супутня гостра чи хронічна патологія травної, дихальної чи сечовидільної систем та ревматологічні захворювання. Діагноз ІХС та ЦД2Т встановлювався згідно діючих Наказів та Протоколів МОЗ України: Наказ МОЗ України від 02.03.2016 № 152 (зі змінами 23.09.2016 № 994) «Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги «Стабільна ішемічна хвороба серця»» [9] та Наказ МОЗ України від 21.12.2012 № 1118 «Уніфікований клінічний протокол первинної та вторинної (спеціалізованої) медичної допомоги «Цукровий діабет 2 типу»» [10].

Оцінка концентрації глікозильованого гемоглобіну ( $HbA_{1c}$ ) та глюкози натще проводилася за стандартними методиками. Оцінка наявності СН проводилася за допомогою ехокардіографічного оцінювання параметрів серцевої діяльності (Апарат Ultima PRO 30, Україна). Було оцінено наступні параметри: фракцію викиду (ФВ), співвідношення Е/А, час ізвольоетричного розслаблення ЛШ (IVRT) та час уповільнення піку Е (DT).

Статистична обробка отриманих даних проводилася із використанням пакету прикладних програм IBM SPSS 25.0. Дані надано у вигляді середнього та стандартного відхилення для кількісних показників. Тест Манна-Уїтні використовували для оцінки статистичної різниці між двома незалежними групами, Краскела-Уоліса – для більш ніж двох незалежних груп. Для оцінки наявності та сили лінійних зв'язків між кількісними показниками розраховували коефіцієнт кореляції Пірсона. Критичним значенням достовірності встановлено  $p < 0,05$ .

**Результати дослідження та їх обговорення.** Попередньо було оцінено фізикальні дані та стан ліпідного обміну й метаболізму глюкози у пацієнтів (табл. 1). Були визначені рівні систолічного артеріального тиску (САТ), діастолічного артеріального тиску (ДАТ), частоти серцевих скорочень (ЧСС), глюкози натще (ГН); загального холестерину (ЗХ); холестерин ліпопротеїдів високої щільності (ХС ЛПВЩ); тригліцеридів (ТГ); холестерин ліпопротеїдів низької щільності (ХС ЛПНЩ); холестерин ліпопротеїдів дуже низької щільності (ХС ЛПДНЩ) та коефіцієнту атерогенності (КА).

Була визначена достовірна різниця у показниках САТ у хворих із різним ступенем важкості ЦД2Т (табл. 1). Так, найбільші значення були відзначені у обстежених легкого та середнього ступеню важкості ЦД2Т: відповідно  $150,8 \pm 24,9$  мм рт. ст. та  $155,1 \pm 25,9$  мм рт. ст. В той же час, моноперібіг ІХС не характеризувався нормальним САТ – середні значення САТ свідчили про тенденцію до гіпертензії ( $129,5 \pm 41,7$  мм рт. ст.). Слід зазначити,

що показники ДАТ, хоча й не показали достовірної різниці між групами, із збільшенням важкості ЦД2Т визначалася тенденція до збільшення ДАТ: найменші значення спостерігалися у пацієнтів із моноперібігом ІХС ( $86,0 \pm 13,4$  мм рт. ст.), а найбільші – із ІХС та важким перебігом ЦД2Т ( $96,4 \pm 22,5$  мм рт. ст.). Усі групи обстежених в середньому мали ЧСС більше за 80 уд/хв, що свідчить про суттєву активацію нервової регуляції та взаємний вплив гіпертензії на серцеву діяльність ( $86,3 \pm 26,0$ ;  $79,1 \pm 24,3$ ;  $81,3 \pm 20,7$  і  $81,7 \pm 17,7$  уд/хв відповідно 1, 2, 3 та 4 групи) (табл. 1).

Пацієнти із моноперібігом ІХС мали середні рівні НВА<sub>1с</sub> та ГН в межах нормальних значень (відповідно  $5,0 \pm 0,2\%$  та  $4,2 \pm 0,8$  ммоль/л). В той же час, відмічалася тенденція до поступового збільшення рівнів відповідних показників із збільшенням ступеню важкості ЦД: НВА<sub>1с</sub> –  $6,3 \pm 0,4$ ;  $7,1 \pm 0,9$  і  $8,3 \pm 1,3\%$  (відповідно 2, 3 та 4 групи) і ГН –  $5,9 \pm 1,6$ ;  $7,3 \pm 2,5$  та  $8,8 \pm 2,6$  ммоль/л (відповідно 2, 3 та 4 групи). Різниця між середніми значеннями достовірна відносно і НВА<sub>1с</sub>, і ГН між обстеженими групами (табл. 1).

Рівні ЗХ достовірно не різнилися між обстеженими пацієнтами, проте найбільше середнє значення було отримано у пацієнтів із супутнім ЦД середнього ступеню важкості ( $5,4 \pm 1,3$  ммоль/л) порівняно з ізольованою ІХС ( $4,9 \pm 1,1$  ммоль/л) та хворими із коморбідністю ІХС та ЦД2Т із легким ( $5,1 \pm 1,9$  ммоль/л) та тяжким ( $5,0 \pm 1,4$  ммоль/л) перебігом (табл. 1).

На межі встановленого рівня достовірності ( $p = 0,07$ ) було отримано різницю між рівнями ХС ЛПВЩ. Варто додати, що середні значення в обстежених групах були також в межах референсних норм:  $1,2 \pm 0,3$ ;  $1,4 \pm 0,3$ ;  $1,3 \pm 0,2$  і  $1,3 \pm 0,2$  ммоль/л (відповідно 1, 2, 3 та 4 групи). За рівнями ж ТГ найвищі їх показник и було визначено у пацієнтів із супутнім важким ЦД2Т ( $2,3 \pm 0,9$  ммоль/л); усі значення достовірно різнилися між обстеженими групами ( $p < 0,001$ ). Тенденція до суттєвої тригліцеридемії спостерігалася вже у пацієнтів із супутнім ЦД2Т середнього ступеню важкості ( $1,8 \pm 0,6$  ммоль/л) порівняно з моноперібігом ІХС ( $1,4 \pm 0,5$  ммоль/л) і при ІХС та легким ЦД2Т ( $1,6 \pm 0,7$  ммоль/л) (табл. 1).

Не було також отримано достовірної різниці відносно

**Таблиця 1** – Фізикальні показники та дані стану ліпідного обміну й метаболізму глюкози на етапі госпіталізації (n=106)

	1 група (n=36)	2 група (n=21)	3 група (n=28)	4 група (n=21)	P
САТ, мм рт. ст.	129,5±41,7	150,8±24,9	155,1±25,9 <sup>‡</sup>	138,9±39,8	0,05
ДАТ, мм рт. ст.	86,0±13,4	88,9±12,5	89,4±11,4	96,4±22,5	0,64
ЧСС, уд/хв	86,3±26,0	79,1±24,3	81,3±20,7	81,7±17,7	0,51
НВА <sub>1с</sub> ,%	5,0±0,2	6,3±0,4 <sup>*‡</sup>	7,1±0,9 <sup>*</sup>	8,3±1,3 <sup>*‡</sup>	<0,01
ГН, ммоль/л	4,2±0,8	5,9±1,6 <sup>*‡</sup>	7,3±2,5 <sup>*</sup>	8,8±2,6 <sup>*‡</sup>	<0,01
ЗХ, ммоль/л	4,9±1,1	5,1±1,9	5,4±1,3	5,0±1,4	0,47
ХС ЛПВЩ, ммоль/л	1,2±0,3	1,4±0,3 <sup>§</sup>	1,3±0,2	1,3±0,2	0,07
ТГ, ммоль/л	1,4±0,5	1,6±0,7	1,8±0,6 <sup>§</sup>	2,3±0,9 <sup>*</sup>	<0,01
ХС ЛПНЩ, ммоль/л	2,8±1,3	2,9±1,8	3,1±1,1	2,6±1,3	0,50
ХС ЛПДНЩ, ммоль/л	0,7±0,2	0,8±0,4	0,9±0,3 <sup>§</sup>	1,0±0,4 <sup>*</sup>	<0,01
КА	2,9±1,1	2,7±1,7 <sup>**</sup>	3,2±1,2	2,8±1,2	0,18

**Примітки:** \* – різниця достовірна порівняно із 1 групою,  $p < 0,001$ ; § – різниця достовірна порівняно із 1 групою,  $p < 0,01$ ; ‡ – різниця достовірна між 2 та 3 групами,  $p < 0,001$ ; \*\* – різниця достовірна між 2 та 3 групами,  $p < 0,05$ ; † – різниця достовірна між 3 та 4 групами,  $p < 0,001$ ; × – різниця достовірна між 3 та 4 групами,  $p < 0,05$

середніх рівнів ХС ЛПНЩ, показники яких знаходилися в межах норми (2,8±1,3; 2,9±1,8; 3,1±1,1 та 2,6±1,3 ммоль/л — відповідно 1, 2, 3 та 4 група). Відносно середніх рівнів ХС ЛПДНЩ була відмічена тенденція до зростання відносно важкості перебігу ЦД2Т: найвищі значення спостерігалися у пацієнтів із важким ЦД2Т (1,0±0,4 ммоль/л,  $p < 0,01$ ) на відміну від середнього (0,9±0,3 ммоль/л,  $p < 0,01$ ) та легкого (0,8±0,4 ммоль/л) і моноперебігу ІХС (0,7±0,2 ммоль/л). Значення КА достовірно не різнилися між обстеженими групами, проте пацієнти із супутнім ЦД2Т середнього ступеню важкості мали найвищий показник: 3,2±1,2 порівняно з тяжким (2,8±1,2) та легким (2,7±1,7) і моноперебігом ІХС (2,9±1,1) (табл. 1).

Подальшим етапом була оцінка систоло-діастолічної функції серця у пацієнтів із різною важкістю перебігу ЦД2Т. Аналіз показав, що показники систолічної функції (ФВ) достовірно не відрізнялися між обстеженими групами та знаходилися в межах норми (55,3±6,6; 55,3±6,4; 53,6±7,5 і 55,0±9,0% – відповідно 1, 2, 3 та 4 група), що свідчить про досить тривалу компенсацію систолічної функції у пацієнтів із різним ступенем важкості ЦД2Т (табл. 2).

Інша картина була отримана після аналізу даних діастолічної функції. Так, достовірно не різнився між групами показник Е/А (0,9±0,3; 0,8±0,3; 0,8±0,3 й 0,8±0,3 – відповідно 1, 2, 3 та 4 група), проте значення ІVRT (77,8±5,2; 96,6±9,2; 106,5±4,8 ( $p < 0,01$ ) і 111,5±7,1 ( $p < 0,01$ ) – відповідно 1, 2, 3 та 4 група) та DT (170,0±13,0; 174,2±6,9 ( $p < 0,01$ ); 192,6±6,9 ( $p < 0,01$ ); 207,7±5,8 ( $p < 0,01$ ) – відповідно 1, 2, 3 та 4 група) показали зростання у пацієнтів із різним перебігом ЦД2Т. Достовірно та суттєве підвищення значень останніх показників, можливо, свідчить про вплив важкості ЦД2Т на скоротну функцію серця, зокрема розслаблення серцевого м'язу протягом діастолі. Це є вагомим фактором щодо подальшого розвитку ДД у таких пацієнтів (табл. 2).

**Таблиця 2** – Показники систоло-діастолічної функції обстежених пацієнтів (n=106)

	1 група (n=36)	2 група (n=21)	3 група (n=28)	4 група (n=21)	p
ФВ, %	55,3±6,6	55,3±6,4	53,6±7,5	55,0±9,0	0,69
Е/А	0,9±0,3	0,8±0,3	0,8±0,3	0,8±0,3	0,16
IVRT	77,8±5,2	96,6±9,2	106,5±4,8*‡	111,5±7,1*§	<0,01
DT	170,0±13,0	174,2±6,9*	192,6±6,9*‡	207,7±5,8*§	<0,01

**Примітки:** \* – різниця достовірна порівняно із 1 групою,  $p < 0,001$ ; ‡ – різниця достовірна між 2 та 3 групами,  $p \leq 0,001$ ; § – різниця достовірна між 3 та 4 групами,  $p < 0,01$ ; \* – різниця достовірна між 3 та 4 групами,  $p \leq 0,001$

Заключним етапом дослідження було проведення кореляційного аналізу показників серцевої діяльності та систоло-діастолічної функції із показниками метаболізму глюкози. Майже не було відмічено кореляційних зв'язків між вивченими показниками (табл. 3). Звертає на себе увагу наявність тенденції до зворотної середньої сили кореляції між значенням ІVRT та HbA<sub>1c</sub> у пацієнтів із моноперебігом ІХС ( $r = -0,32$ ;  $p = 0,06$ ), що може свідчити на вплив коливань рівнів глюкози й розвиток ДД, зокрема порушення релаксації.

На межі встановленого рівня достовірності визначилася зворотна середньої сили кореляція між ЧСС та рівнями HbA<sub>1c</sub> у пацієнтів із супутнім ЦД2Т середнього ступеню важкості ( $r = -0,36$ ;  $p = 0,06$ ). В той же час, у пацієнтів із важким супутнім ЦД2Т

**Таблиця 3** – Матриця кореляції показників серцевої діяльності та систоло-діастолічної функції із показниками метаболізму глюкози (n=106,  $r_{крит} \approx 0,100$ )

		1 група (n=36, гкрит=0,325)		2 група (n=25, гкрит=0,381)		3 група (n=28, гкрит=0,361)		4 група (n=28, гкрит=0,413)	
		HbA <sub>1c</sub> , %	ГН, ммоль/л	HbA <sub>1c</sub> , %	ГН, ммоль/л	HbA <sub>1c</sub> , %	ГН, ммоль/л	HbA <sub>1c</sub> , %	ГН, ммоль/л
САТ, мм рт. ст.	r	0,11	-0,12	0,09	-0,06	0,26	0,08	0,08	-0,04
	p	0,52	0,48	0,68	0,80	0,18	0,69	0,72	0,861
ДАТ, мм рт. ст.	r	0,10	-0,16	0,03	-0,09	-0,06	0,01	0,07	-0,43
	p	0,55	0,34	0,91	0,71	0,77	0,98	0,75	-0,26
ЧСС, уд/хв	r	0,06	0,04	-0,24	0,16	-0,36	-0,29	0,10	-0,26
	p	0,73	0,81	0,40	0,50	0,06	0,13	0,68	0,26
ФВ, %	r	-0,21	-0,48	-0,19	-0,07	0,30	-0,05	-0,20	0,05
	p	0,23	0,79	0,40	0,75	0,12	0,81	0,38	0,82
Е/А	r	-0,01	-0,08	0,13	0,01	0,12	0,09	0,47	0,40
	p	0,97	0,64	0,60	0,99	0,55	0,65	0,03	0,07
IVRT	r	-0,32	-0,13	0,05	-0,28	0,14	0,09	0,09	0,11
	p	0,06	0,46	0,82	0,23	0,47	0,66	0,71	0,65
DT	r	-0,17	-0,19	-0,04	0,15	0,19	-0,26	-0,05	0,19
	p	0,31	0,26	0,87	0,52	0,34	0,19	0,83	0,42

прямо середньої сили корелювали значення  $E/A$  із  $HbA_{1c}$ :  $r=0,47$ ,  $p=0,03$ , що свідчить про зв'язок між порушеннями метаболізму глюкози та порушеннями трансмітрального току крові, що є вагомим показником ДД. Слід звернути увагу на пряму залежність, яка достовірно проявилася у когорті пацієнтів із важким перебігом ЦД2Т. Останнє, можливо, свідчить про значні компенсаторні можливості серцевого м'язу, виснаження яких активно проявляється та пов'язано із характером перебігу ЦД2Т (табл. 3).

#### Обговорення результатів дослідження.

Отримані в даному дослідженні результати цілком співпадають з іншими проведеними світовими дослідженнями. Так, проведений Ye X. et al. [11] серед 132044 пацієнтів з ЦД2Т із ССЗ (більшістю ІХС) метааналіз визначив, що об'єднаний відносний ризик (ВР) (95,0% довірчі інтервали (ДІ)) збільшення ризиків розвитку ССЗ при ЦД2Т становив 1,06 (1,02-1,09),  $p = 0,081$  при збільшенні рівня ТГ на 1 ммоль/л, а об'єднаний максимально скоригований ВР (95,0% ДІ) для розвитку ССЗ становив 1,30 (1,16-1,46),  $p = 0,017$ . При цьому, Mosenzon O. et al. [12] визначили збільшення  $HbA_{1c}$  у хворих із ЦД2Т і ССЗ і встановили, що при їх коморбідності рівні  $HbA_{1c}$  становили 7,3% (95,0 ДІ 6,6—8,4%).

Слід вказати, що інші вчені [13] при дослідженні коморбідності ІХС і ЦД2Т визначили біомаркерну властивість збільшених рівнів ХС, особливо ХС ЛПНЩ [14] й вказали, що регулярна оцінка його рівня у сироватці крові може мати клінічне значення для ефективної профілактики ССЗ при ЦД2Т. Вони [13] також вказали на вплив гіперглікемії та збільшених рівнів  $HbA_{1c}$  (в середньому на рівні 7,9%) на збільшені серцево-судинні ризики при ЦД2Т.

**Висновки.** Дослідження показало, що показники САТ достовірно переважають у пацієнтів із ІХС та середнім ступенем ЦД2Т. В усіх групах досліджених пацієнтів середні значення як САТ, так й ДАТ були вище нормальних значень, що свідчить про наявність гіпертонії. Середні значення ДАТ збільшувалися із зростанням важкості перебігу ЦД2Т. Закономірні достовірні розбіжності були в середніх значеннях показників обміну глюкози між групами. Також, достовірно відмічалася тригліцеридемія у пацієнтів із ЦД2Т із важким перебігом. В даних пацієнтів також відмічалася переважання концентрацій ХС ЛПДНЩ. Переважна більшість показників обміну ліпідів знаходилася в межах референсних значень, що може бути пов'язано впливом гіполіпідемічної терапії.

Аналіз показав, що суттєво збільшуються із зростанням ступеню важкості ЦД2Т значення IVRT та DT, що є вагомим показником розвитку ДД. В той же час, достовірно не різнилися та знаходилися майже на однаковому рівні значення ФВ у досліджених групах пацієнтів, що свідчить про тривале збереження систолічної функції серця та можливий розвиток на цьому фоні ізольованої ДД у пацієнтів із супутнім перебігом ІХС та ЦД2Т.

**Перспективи подальших досліджень** полягають в розширенні вибірки пацієнтів для пошуку додаткових залежностей між дослідженими показниками; включення до аналізу більше показників серцевої діяльності; в оцінці додаткових параметрів перебігу ІХС та ЦД2Т; включення до аналізу на зв'язки додаткових параметрів, зокрема віку пацієнтів, тривалості перебігу коморбідності, особливостей лікування тощо.

#### References

1. Fatima T, Hashmi S, Iqbal A, Siddiqui AJ, Sami SA, Basir N, et al. Untargeted metabolomic analysis of coronary artery disease patients with diastolic dysfunction show disturbed oxidative pathway. *Metabolomics*. 2019 Jun 24;15(7):98. PMID: 31236740. doi: 10.1007/s11306-019-1559-5
2. Fan Y, Li Y, Chen Y, Zhao YJ, Liu LW, Li J, et al. Comprehensive Metabolomic Characterization of Coronary Artery Diseases. *J Am Coll Cardiol*. 2016 Sep 20;68(12):1281-93. PMID: 27634119. doi: 10.1016/j.jacc.2016.06.044
3. Patsouras A, Farmaki P, Garmpi A, Damaskos C, Garmpis N, Mantas D, et al. Screening and Risk Assessment of Coronary Artery Disease in Patients With Type 2 Diabetes: An Updated Review. *In Vivo*. 2019 Jul-Aug;33(4):1039-1049. PMID: 31280191. PMID: PMC6689353. doi: 10.21873/invivo.11572
4. Naito R, Miyauchi K. Coronary Artery Disease and Type 2 Diabetes Mellitus. *Int Heart J*. 2017 Aug 3;58(4):475-480. PMID: 28717115. doi: 10.1536/ihj.17-191
5. Maiello M, Zito A, Carbonara S, Ciccone MM, Palmiero P. Left ventricular mass, geometry and function in diabetic patients affected by coronary artery disease. *J Diabetes Complications*. 2017 Oct;31(10):1533-1537. PMID: 28890308. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2017.06.014
6. Cho DH, Kim MA, Choi J, Kim MN, Park SM, Kim HL, et al. Sex Differences in the Relationship Between Left Ventricular Diastolic Dysfunction and Coronary Artery Disease: From the Korean Women's Chest Pain Registry. *J Womens Health (Larchmt)*. 2018 Jul;27(7):912-919. PMID: 29634453. doi: 10.1089/jwh.2017.6610
7. Tajima M, Nakayama A, Uewaki R, Mahara K, Isobe M, Nagayama M. Right ventricular dysfunction is associated with exercise intolerance and poor prognosis in ischemic heart disease. *Heart Vessels*. 2019 Mar; 34(3):385-392. PMID: 30187119. doi: 10.1007/s00380-018-1253-y

8. Jia G, Whaley-Connell A, Sowers JR. Diabetic cardiomyopathy: a hyperglycaemia- and insulin-resistance-induced heart disease. *Diabetologia*. 2018 Jan;61(1):21-28. PMID: 28776083. PMCID: PMC5720913. doi: 10.1007/s00125-017-4390-4
9. *Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrainy 02.03.2016 № 152 (zi zminamy 23.09.2016 № 994)*. Unifikovanyi klinichniy protokol pervynnoi, vtorynnoi (spetsializovanoi) ta tretynnoi (vysokospetsializovanoi) medychnoi dopomohy «Stabilna ishemiczna khvoroba sertsya» [Unified clinical protocol of primary, secondary (specialized) and tertiary (highly specialized) medical care "Stable coronary heart disease"]. K; 2016. [Ukrainian]
10. *Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrainy 21.12.2012 № 1118*. Unifikovanyi klinichniy protokol pervynnoi i vtorynnoi (spetsializovanoi) medychnoi dopomohy «Tsukrovyi diabet 2-ho typu» [Unified clinical protocol of primary and secondary (specialized) medical care "Type 2 diabetes mellitus"]. K; 2012. [Ukrainian]
11. Ye X, Kong W, Zafar MI, Chen LL. Serum triglycerides as a risk factor for cardiovascular diseases in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Cardiovasc Diabetol*. 2019 Apr 15;18(1):48. PMID: 30987625. PMCID: PMC6466658. doi: 10.1186/s12933-019-0851-z
12. Mosenzon O, Alguwaihes A, Leon JLA, Bayram F, Darmon P, Davis TME, et al. CAPTURE: a multinational, cross-sectional study of cardiovascular disease prevalence in adults with type 2 diabetes across 13 countries. *Cardiovasc Diabetol*. 2021 Jul 27;20(1):154. PMID: 34315481. PMCID: PMC8317423. doi: 10.1186/s12933-021-01344-0
13. Vesa CM, Popa L, Popa AR, Rus M, Zaha AA, Bungau S, et al. Current Data Regarding the Relationship between Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Risk Factors. *Diagnostics (Basel)*. 2020 May 16;10(5):314. PMID: 32429441. PMCID: PMC7277953. doi: 10.3390/diagnostics10050314
14. Gupta R, Wood DA. Primary prevention of ischaemic heart disease: populations, individuals, and health professionals. *Lancet*. 2019 Aug 24;394(10199):685-696. PMID: 31448740. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31893-8

UDC 616.12-005.4+616.379-008.64]:612.397

### **Changes in Left Ventricular Diastolic Function in Patients with Ischemic Heart Disease Depending on the Severity of Type 2 Diabetes Mellitus**

**Koshkina M. V.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to determine the characteristics of changes in the diastolic function of the left ventricle in patients with coronary heart disease and type 2 diabetes mellitus of various degrees of severity.*

**Materials and methods.** The study included 106 patients with an average age of  $68.8 \pm 8.9$  years (46.2% men (average age  $65.2 \pm 9.0$  years) and 53.9% women (average age  $71.6 \pm 7.8$  years)) with isolated coronary heart disease and in comorbidity with type 2 diabetes mellitus of various degrees of severity, which formed 4 research groups: the first group included 36 patients with a moncourse of coronary heart disease (average age  $66.4 \pm 10.1$  years); the second group included 21 patients with coronary heart disease and mild type 2 diabetes mellitus (average age  $71.9 \pm 9.4$  years); the third group – 28 people with coronary heart disease and type 2 diabetes mellitus of an average degree of severity (average age  $69.7 \pm 8.0$  years) and the fourth group – 21 patients with coronary heart disease and type 2 diabetes mellitus with a severe course (average age  $67.9 \pm 6.5$  years). All patients were receiving inpatient treatment in the cardiology department of the Communal Non-Profit Enterprise "City Clinical Hospital No. 27".

**Results and discussion.** The study showed that systolic blood pressure values are significantly higher in patients with coronary heart disease and moderate type 2 diabetes mellitus. In all groups of patients, the average values of both systolic and diastolic blood pressure were above normal values, which indicates the presence of hypertension. The average values of diastolic blood pressure increased with increasing severity of the course of type 2 diabetes mellitus. Regular reliable differences were found in the mean values of glucose metabolism indicators between groups. Also, triglyceridemia was reliably noted in patients with type 2 diabetes mellitus with a severe course. In the data of the patients, a predominance of very low-density lipoprotein cholesterol concentrations was also noted. The vast majority of lipid metabolism indicators were within the reference values, which may be due to the effect of hypolipidemic therapy.

**Conclusion.** The analysis showed that the value of the time of isovolumetric relaxation of the left ventricle and the time of slowing down of the E peak, which is a strong indicator of the development of diastolic dysfunction, increase significantly with the increasing severity of type 2 diabetes mellitus. At the same time, the values of the ejection fraction in the research groups of patients did not differ significantly and were almost at the same level, which indicates the long-term preservation of the systolic function of the heart and the possible development against this background of isolated diastolic dysfunction in patients with concomitant coronary heart disease and type 2 diabetes mellitus.

**Keywords:** ischemic heart disease, type 2 diabetes mellitus, degree of severity, diastolic dysfunction, lipid metabolism.

**ORCID and contributionship:**

Margarita V. Koshkina: 0000-0003-3392-9599 <sup>A,B,C,D,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Margarita V. Koshkina**

Kharkiv National Medical University,  
Department of Internal Medicine No. 2,  
Clinical Immunology and Allergology named after academician L.T. Malaya  
41, Pushkinskaya Str., Clinical Hospital, Kharkiv 61022, Ukraine  
phone : +380577062967, e-mail: m.koshkina@knmu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 09.12.2022

Accepted 14.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.140

УДК 616.12-005.4/.131:616.23/.24-07

Петров Є. Є.<sup>1</sup>, Бурмак Ю. Г.<sup>2</sup>,

Іваницька Т. А.<sup>1</sup>, Погорєлова І. А.<sup>3</sup>,

Нємченко Л. Б.<sup>3</sup>

## ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМИ ГЕМОСТАЗУ У ХВОРИХ НА КОМПЕНСОВАНЕ ХРОНІЧНЕ ЛЕГЕНЕВЕ СЕРЦЕ БРОНХО-ЛЕГЕНЕВОГО ГЕНЕЗУ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ЗМІН В УМОВАХ КОМОРБІДНОСТІ ЗІ СТАБІЛЬНОЮ ІШЕМІЧНОЮ ХВОРОБОЮ СЕРЦЯ

<sup>1</sup>Полтавський державний медичний університет,  
Полтава, Україна

<sup>2</sup>Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,  
Київ, Україна

<sup>3</sup>Комунальне підприємство «4-а міська клінічна лікарня Полтавської міської ради»,  
Полтава, Україна

*Мета* – дослідити та проаналізувати характер змін окремих показників системи гемостазу і визначити їх можливу роль у формуванні судинних уражень у хворих на компенсоване хронічне легеневе серце бронхо-легеневого генезу в умовах коморбідного перебігу зі стабільною ішемічною хворобою серця.

*Матеріал та методи.* Проведено ретроспективне вивчення та аналіз показників системи гемостазу (кількість тромбоцитів, тромбіновий час, протромбіновий час, антитромбін-III, толерантність плазми до гепарину, плазміновий лізис, фібриноген, розчинний фібрин) у 64 хворих на хронічне обструктивне захворювання легень із компенсованим хронічним легеневим серцем (середній вік - 54,6±2,3 роки), серед яких 32 хворих з ізольованою патологією склали групу зіставлення, а 32 хворих, що мали коморбідну ішемічну хворобу серця (стенокардія напруги, функціональний клас II-III, післяінфарктний або атеросклеротичний кардіосклероз) – основну групу. Результати дослідження порівнювались між групами хворих та з показниками практично здорових осіб (n=15).

*Результати* дослідження свідчили, що за наявності коморбідної ішемічної хвороби серця у хворих на хронічне легеневе серце в умовах хронічного запального процесу спостерігались більш значущі ознаки підвищення коагуляційного потенціалу (за показниками тромбоцитів, фібриногену, толерантності плазми до гепарину, антитромбіну-III і розчинного фібрину) та активації системи фібринолізу (тромбіновий час) з одночасним вираженням її пригніченням (плазміновий лізис) і підвищенням протромбінового часу, тобто коморбідність сприяла у таких хворих формуванню дисбалансу системного співвідношення між гемокоагуляцією і фібринолізом. Означене вище певною мірою узгоджується з думкою про наявність гіперкоагуляції та «виснаження потенціалу антикоагулянтної системи» у випадку поєднання

ішемічної хвороби серця та хронічного обструктивного захворювання легень, а також із тим, що поряд із наявними оксидативним стресом та хронічним системним запаленням гіперкоагуляція є спільним патогенетичним механізмом хронічного обструктивного захворювання легень та серцево-судинних захворювань і, зокрема, ішемічної хвороби серця.

*Висновки.* Аналіз змін показників системи гемостазу у хворих на компенсоване хронічне легеневе серце бронхо-легеневого генезу свідчить про наявність суттєвого підвищення коагуляційних потенцій, при цьому найбільш суттєві зміни з пригніченням фібринолітичної активності притаманні хворим із коморбідною ішемічною хворобою серця.

Особливості змін системи гемостазу у хворих на компенсоване хронічне легеневе серце бронхо-легеневого генезу необхідно розглядати як маркер підвищеного ризику розвитку тромбогенних судинних ускладнень та урахувати при формуванні лікувально-діагностичної стратегії.

**Ключові слова:** хронічне легеневе серце, ішемічна хвороба серця, коморбідність, система гемостазу.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Публікація є фрагментом планової науково-дослідницької роботи кафедри пропедевтики внутрішньої медицини Полтавського державного медичного університету «Особливості перебігу серцево-судинної патології у пацієнтів різної вікової категорії в залежності від наявності компонентів метаболічного синдрому та коморбідних станів, шляхи корекції виявлених порушень та профілактики», № державної реєстрації 0119U1028.

**Вступ.** Протягом останнього часу в усьому світі суттєву увагу приділяють надзвичайно актуальній проблемі, а саме – проблемі хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ) [1].

Зазначається, що поширеність цієї патології невинно і швидко зростає: за прогнозами експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я наступне десятиріччя позначиться збільшенням захворюваності на цю недугу ще на 30%, якщо не буде вжито певних превентивних заходів [2]. ХОЗЛ є провідним чинником розвитку хронічного легеневого серця (ХЛС), а наявність останнього є фактором, що детермінує розвиток несприятливих наслідків, при цьому за показниками летальності це захворювання і надалі залишається третім серед лідерів причин смертності в світі [3].

Коморбідна патологія і, насамперед, хвороби серця і судин, має несприятливий вплив на перебіг ХОЗЛ, що підкреслено також і роботами останніх років [4, 5], при цьому майже у чверті випадків фатальний висхід у таких хворих обумовлений кардіоваскулярними причинами [6]. Аналіз даних літератури свідчить про високу частоту поєднання ХОЗЛ та ішемічної хвороби серця (ІХС), яке в залежності від віку і тривалості захворювання варіює від 20 до 60% [7, 8]. Високий ступінь такої коморбідності пояснюють, перш за все, наявністю низки спільних факторів ризику та патогенетичних чинників, проте певна кількість з них та можливі механізми «взаємообтяження» потребують з'ясування [9]. Існуюча проблема, таким чином, передбачає більш детальне вивчення різноманітних механізмів, що залучені до формування означеної коморбідної патології, як у випадках з наявними порушеннями системної кардіогемодинаміки, так і без таких.

Про важливість змін стану гемокоагуляційної ланки гомеостазу у хворих на ХОЗЛ висвітлювалось у ряді публікацій, інколи суперечливих за своїми результатами, що було описано в одній з попередніх робіт [10]. Достатньо відомими є дані про зміни коагуляційного потенціалу крові у хворих з патологією серцево-судинної системи, зокрема ІХС [11, 12, 13]. Зазначалось, що у хворих на ІХС наявність значної гіперкоагуляції супроводжувалась депресією системи фібринолізу, що призводило з часом до формування дисбалансу між цими складовими [14] та суттєво збільшувало ризик розвитку тромбогенних ускладнень. Зазначалось, що у хворих на ІХС відмічалось пригнічення як ферментативного, так і неферментативного фібринолізу, що корелювало з тяжкістю клінічних проявів захворювання [15].

Незважаючи на те, що поєднання ХОЗЛ та ІХС викликає велику зацікавленість у певної кількості дослідників і практиків, вивчення показників гемостазу у таких хворих частіш за все обмежується визначенням лише деяких з них, роботи щодо їхнього вивчення у хворих на компенсоване ХЛС у поєднанні з ІХС не є чисельними, що і зумовило проведення цього дослідження.

**Мета дослідження.** Дослідити та проаналізувати характер змін окремих показників системи гемостазу і визначити їх можливу роль у формуванні судинних уражень у хворих на компенсоване ХЛС бронхо-легеневого ґенезу в умовах коморбідного перебігу зі стабільною ІХС.

**Матеріал та методи дослідження.** Для вирішення поставленої мети проведено ретроспективне вивчення та аналіз показників системи гемостазу у 64 хворих на ХОЗЛ [16, 17, 18] із компенсованим ХЛС [19] (жінок – 29, чоловіків – 35, середній вік – 54,6±2,3 років), серед яких 32 хворих з ізольованою патологією склали групу зіставлення, а 32 хворих, що мали коморбідну ІХС (стенокардія напруги, функціональний клас II-III, післяінфарктний або атеросклеротичний кардіосклероз) [20] – основну групу. Групи хворих не відрізнялись за статтю, віком і тривалістю перебігу захворювання; лікування хворих на ХЛС бронхо-легеневого ґенезу і ІХС проводилося згідно з вимогами уніфікованих протоколів. Дослідження проводилося на базі терапевтичних відділень комунального підприємства «4-а міська клінічна лікарня Полтавської міської ради», які є клінічною базою кафедри пропедевтики внутрішньої медицини Полтавського державного медичного університету.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964–2013 рр.), ІСН GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Всі учасники були інформовані щодо цілей, організації, методів дослідження та підписали інформовану згоду щодо участі у ньому, і вжиті всі заходи для забезпечення анонімності пацієнтів.

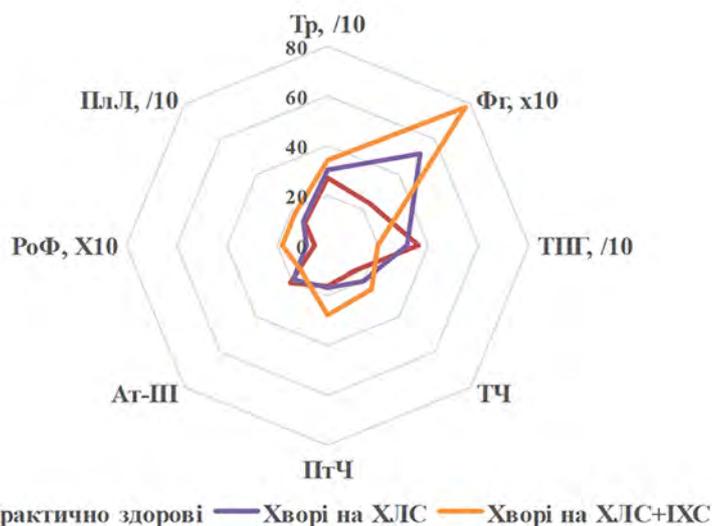
Оцінка судинно-тромбоцитарної і плазмової ланок гемостазу визначалась за кількістю тромбоцитів (за G. Brecher et al.), показниками тромбінового часу (за Е.Д. Гольдберг), протромбінового часу (за В.П. Балуда), антитромбіну-III, толерантності плазми до гепарину, плазмінового лізису (за методами Е.Д. Гольдберг), фібриногену, розчинного фібрину (за Т.Н. Горшковой та Х.Д. Ломазовой). Отримані результати дослідження порівнювались між групами хворих та з показниками практично здорових осіб (n=15), гендерно-вікова структура яких не відрізнялась від обстежених хворих.

Статистичну обробку результатів проводили методом параметричної статистики, оцінювали середні значення (M), помилку середніх величин (m) та вірогідність відмінностей (за t-критерієм Ст'юдента).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Результатами проведеного дослідження було з'ясовано наявність змін всіх аналізованих показників гемостазу (рисунок) хворих на компенсоване ХЛС бронхо-легеневого ґенезу, а вірогідними, порівняно з практично здоровими особами, були підвищення більше, ніж у 2 рази вмісту фібриногену (Фг) ( $5,2 \pm 0,2$  г/л проти  $2,4 \pm 0,2$  г/л), тромбінового часу (ТЧ) ( $20,4 \pm 0,8$  с проти  $14,6 \pm 0,8$  с) та зниження толерантності плазми до гепарину (ТПГ) ( $320,0 \pm 2,8$  с проти  $360,0 \pm 12,0$  с;  $p < 0,001$  в усіх випадках). Зміни даних інших показників (кількості тромбоцитів (Тр), протромбінового часу (ПтЧ), антитромбіну-III (Ат-III), розчинного фібрину (РоФ) та плазмінового лізису (ПлЛ) не були вірогідними і ураховувались нами як такі, що мали лише характер тенденції, проте означені вище зміни у показниках згортання крові хворих на компенсоване ХЛС бронхо-легеневого ґенезу свідчили загалом про наявність підвищеного тромбогенного потенціалу системи гемостазу.

Зміни показників системи гемостазу у хворих на компенсоване ХЛС із коморбідною ІХС були більш значущими, при цьому серед суттєво підвищених (порівняно з практично здоровими особами) були вміст Фг – в 3,3 рази ( $7,8 \pm 0,4$  г/л) та показник ПтЧ – в 1,7 рази ( $28,0 \pm 1,0$  с;  $p < 0,001$  в обох випадках). Спостерігалось хоча й помірне, проте вірогідне (в усіх випадках  $p < 0,01$ ) збільшення кількості Тр ( $340,0 \pm 13,5$  Г/л) і показників ТЧ ( $25,0 \pm 2,0$  с) та ПлЛ ( $180,4 \pm 11,4$  с). Відмічалось також суттєве (в 1,8 рази) зниження ТПГ ( $200,0 \pm 1,5$  с) і Ат-III (в 1,4 рази – до  $14,6 \pm 0,7$  %) ( $p < 0,001$  в усіх випадках) та, водночас більш, ніж утричі підвищення вмісту РоФ ( $1,8 \pm 0,3$  ум. од.), що відбивало активацію проміжних ланок тромбоутворення. Необхідно підкреслити, що у хворих із коморбідною патологією, порівняно із хворими на ХЛС бронхо-легеневого ґенезу, суттєво підвищеними були вміст Фг (в 1,5 рази,  $p < 0,001$ ), показників ТЧ (в 1,2 рази,  $p < 0,02$ ), ПтЧ (1,7 рази,  $p < 0,001$ ), ПлЛ (в 1,3 рази,  $p < 0,001$ ) та РоФ (майже в 2,3 рази,  $p < 0,001$ ), спостерігалось помірне підвищення кількості тромбоцитів ( $340,0 \pm 13,5$  Г/л проти  $300,0 \pm 15,0$  Г/л,  $p < 0,05$ ) і зниження толерантності плазми до гепарину (в 1,6 рази,  $p < 0,001$ ) і антитромбін-III (майже в 1,4 рази,  $p < 0,001$ ).

Отримані результати свідчать, що за наявності коморбідної ІХС у хворих на ХЛС в умовах хронічного запального процесу спостерігались більш значущі ознаки підвищення коагуляційного потен-



**Рисунок** – Показники гемостазу у хворих на компенсоване ХЛС та в умовах його поєднання з ІХС

ціалу (за показниками Тр, Фг, ТПГ, Ат-III і РоФ) та активації системи фібринолізу (ТЧ) з одночасним вираженням її пригніченням (ПлЛ) і підвищенням ПтЧ, тобто коморбідність сприяла у таких хворих формуванню дисбалансу системного співвідношення між гемокоагуляцією і фібринолізом. Означене вище певною мірою узгоджується з думкою [21] про наявність гіперкоагуляції та «виснаження потенціалу антикоагулянтної системи» у випадку поєднання ІХС та ХОЗЛ, а також із тим [22, 23], що поряд із наявними оксидативним стресом та хронічним системним запаленням гіперкоагуляція є спільним патогенетичним механізмом ХОЗЛ та серцево-судинних захворювань і, зокрема, ІХС.

#### Висновки

1. Аналіз змін показників системи гемостазу у хворих на компенсоване ХЛС бронхо-легеневого ґенезу свідчить про наявність суттєвого підвищення коагуляційних потенцій, при цьому найбільш суттєві зміни з пригніченням фібринолітичної активності притаманні хворим із коморбідною ІХС.
2. Особливості змін системи гемостазу у хворих на компенсоване ХЛС бронхо-легеневого ґенезу необхідно розглядати як маркер підвищеного ризику розвитку тромбогенних судинних ускладнень та ураховувати при формуванні лікувально-діагностичної стратегії.

**Перспективи подальших досліджень.** З урахуванням отриманих у дослідженні даних у подальшому є доцільним вивчення особливості змін системи гемостазу у хворих на декомпенсоване ХЛС бронхо-легеневого ґенезу та коморбідну ІХС.

## References

1. Feshchenko Yul, Ostrovs'kyy MM, Makoyda IYa. Modyfikatsiya perebihu khronichnoho obstruktyvnoho zakhvoryuvannya lehen': mif chy nahal'ni realiyyi sjohodennyya? [Modification of clinical course of chronic obstructive pulmonary disease: a myth or essential reality of present?]. *Ukr Pulmon Zh.* 2022;30(1):47-51. [Ukrainian]. doi: 10.31215/2306-4927-2022-30-1-47-51
2. Ilashchuk TO, Mykytyuk OP, Chobanu YaV. Osoblyvosti poyednanoho perebihu khronichnoho obstruktyvnoho zakhvoryuvannya lehen' ta khronichnoyi ishemichnoyi khvoroby sertsya (ohlyad literatury) [The peculiarities of the combined course of chronic obstructive pulmonary disease and coronary heart disease (Literature review)]. *Klin Eksp Patoloh.* 2021;2(76):96-104. doi: 10.24061/1727-4338.XX.2.76.2021.14
3. Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD) Global Strategy for Diagnosis, Management and Prevention of COPD. 2020 Available from: <https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2019/11/GOLD-2020-REPORT-ver1.0wms.pdf>
4. Morgan AD, Zakeri R, Quint JK. Defining the relationship between COPD and CVD: what are the implications for clinical practice? *Ther Adv Respir Dis.* 2018;12:1-16. PMID: 29355081. PMCID: PMC5937157. doi: 10.1177/1753465817750524
5. Trinkmann F, Saur J, Borggreffe M, Akin I Cardiovascular Comorbidities in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)—Current Considerations for Clinical Practice. *J Clin Med.* 2019 Jan 10;8(1):69. PMID: 30634565. PMCID: PMC6352261. doi:10.3390/jcm8010069
6. Caughey GE, Ramsay EN, Vitry AI, Gilbert AL, Luszcz MA, Ryan P, et al. Comorbid chronic diseases, discordant impact on mortality in older people: a 14-year longitudinal population study. *J Epidemiol Community Health.* 2010 Dec; 64(12):1036-42. PMID: 19854745. doi: 10.1136/jech.2009.088260
7. Bolotnova TV, Okonechnikova NS, Andreyeva OV. Clinical peculiarities of ischemic heart disease and arterial hypertension in conditions of comorbidity with chronic obstructive pulmonary disease in elderly patients. *Med Nauka Obraz Ur.* 2016; 17 (4): 5–9.
8. Ostroumova OD, Kochetkov AI. Chronic obstructive pulmonary disease and comorbid cardiovascular disease: in the context of guidelines. *Consilium Medicum.* 2018;20(1):54–61. doi: 10.26442/2075-1753\_2018.1.54-61
9. Voynarovs'ka HP, Asanov EO. Ishemichna khvoroba sertsya ta khronichne obstruktyvne zakhvoryuvannya lehen': aktual'na problema komorbidnosti u vnutrishniy medytsyni [Ischemic heart disease and chronic obstructive pulmonary disease: actual problem of comorbidity in internal medicine] *ScienceRise: Medical Science.* 2020 Trav 31;3(36): 20-4. [Ukrainian]. doi: 10.15587/2519-4798.2020.203968
10. Petrov YeYe, Burmak YuG, Treumova SI, Ivanyts'ka TA. Porivnyal'na kharakterystyka deyakykh pokaznykiv systemy hemostazu u khvorykh na kompensovane khronichne leheneve sertse bronkho-lehenevoho genezu ta v umovakh yoho komorbidnosti z hipertoničnoy khvoroboyu [Comparative characteristics of some hemostasis system indices in the patients with compensated chronic cor pulmonale of broncho-pulmonary genesis and in conditions of its comorbidity with hypertensive disease]. *Visnyk problem biolohiyi i medytsyny.* 2021;1(159): 109-12. [Ukrainian]. doi: 10.29254/2077-4214-2021-1-159-109-112
11. Fedotova LA. Functional activity of hemostasis and fibrinolysis in patients with ischemic heart disease in the course of cardiocyte protective therapy. *Krovoobih ta hemostaz.* 2014;1/2:110-14.
12. Pastushyna AI. Aktyvnist' protsesiv hemokoahulyatsiyi pry komorbidnomu perebihu hipertoničnoy khvoroby ta ishemichnoy khvoroby sertsya [Activity of coagulation processes with comorbid hypertension and coronary heart disease]. *Liky Ukrayiny.* 2021 Lyp 16;5(251):35–8. [Ukrainian]. doi: 10.37987/1997-9894.2021.5(251).238140
13. Wu W, Liu R, Chen L, Chen H, Zhang S. Disequilibrium of Blood Coagulation and Fibrinolytic System in Patients With Coronary Artery Ectasia. *Medicine (Baltimore).* 2016 Feb;95(8):2779. PMID: 26937905. PMCID: PMC4779002. doi: 10.1097/MD.0000000000002779
14. Fedotova LA, Zorin VN, Plastun MYu. Haemostasis and fibrinolysis in ischemic heart disease and hypertension. *Tavrisheskiy mediko-biologicheskyy vestnik.* 2013; 4 (64):183-86.
15. Sokolov Yel, Grishina TI, Shtin SR. The effect of von Willebrandt factor and endotelin-1 on the formation of thrombotic status in ischemic heart disease. *Kardiologiya.* 2013;53(3):25-30.
16. Nakaz MOZ Ukrayiny vid 27 chervnya 2013 №555. Khronichne obstruktyvne zakhvoryuvannya leheni. Adaptovana klinichna nastanova, zasnovana na dokazakh [Chronic obstructive pulmonary disease. Adapted evidence-based clinical guideline]. [Ukrainian]. Available from: [http://mtd.dec.gov.ua/images/dodatki/2013\\_555\\_HOZL/2013\\_555\\_hozl\\_kn.pdf](http://mtd.dec.gov.ua/images/dodatki/2013_555_HOZL/2013_555_hozl_kn.pdf)
17. Feshchenko Yul, Gavrysyuk VK, Dzyublyk OYa, Mostovoy YuM, Pertseva TO, Polyanska MO, ta in. Adaptovana klinichna nastanova: khronichne obstruktyvne zakhvoryuvannya lehen [Adapted clinical guideline: chronic obstructive pulmonary disease] *Ukr Pulmon Zh.* 2020;3:5-36. [Ukrainian]. doi: 10.31215/2306-4927-2020-109- 3-5-36

18. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2020 report. 2020. Available from: [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2019/12/GOLD-2020-FINALver1.2-03Dec19\\_WMV.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2019/12/GOLD-2020-FINALver1.2-03Dec19_WMV.pdf)
19. Gavrysyuk VK. Chronic cor pulmonale. *Praktychna angiologiya*. 2008;4(15). Available from: <https://angiology.com.ua/ua/archive/2008/4%2815%29/article-155/hronicheskoe-legochnoe-serdce>
20. Nakaz MOZ Ukrainy №2857 vid 23.12.2021 Pro zatverdzhennya Unifikovanoho klinichnogo protokolu pervynnoyi, vtorynnoyi (spetsializovanoyi) ta tretynnoyi (vysokospetsializovanoyi) medychnoyi dopomohy «Stabil'na ishemichna khvoroba sertsya». [Ukrainian]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v2857282-21#Text>
21. Malchevska TY. Hemostaziolohichni osoblyvosti plazmy u patsiyentiv iz stabil'noyu ishemichnoyu khvoroboyu z poyednanoyu patolohiyeyu [The hemostasis changes in patients with stable ischemic heart disease associated with comorbid states]. *Visnyk naukovykh doslidzhen'*. 2015;3:59-62. [Ukrainian]. doi: 10.11603/1681-276X.2015.3.5193
22. Austin V, Crack PJ, Bozinovski S, Miller AA, Vlahos R. COPD and stroke: are systemic inflammation and oxidative stress the missing links? *Clin Sci (Lond)*. 2016;130:1039–50. PMID: 27215677. PMCID: PMC4876483. doi: 10.1042/CS20160043
23. Zirik A, Bode Ch, Gawaz M. *Platelets, Haemostasis and Inflammation*. Springer; 2017. 300 p. doi: 10.1007/978-3-319-66224-4

UDC 616.12-005.4/.131:616.23/.24-07

**Characteristics of Some Hemostasis System Indices in Patients with Compensated Chronic Cor Pulmonale of Broncho-Pulmonary Genesis and Peculiarities of Their Changes in Conditions of Comorbidity with Stable Coronary Heart Disease**

**Petrov Ye. Ye., Burmak Yu. G., Ivanytska T. A., Pogoryelova I. A., Nyemchenko L. B.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to research and analyze the peculiarities of changes of some hemostasis system indices and define their possible role in the formation of a vascular lesion in the patients with compensated chronic cor pulmonale of broncho-pulmonary genesis in conditions of its comorbidity with stable coronary heart disease.*

*Materials and methods.* The retrospective study and analysis of hemostasis system indices (platelet count, thrombin time, prothrombin time, antithrombin – III, plasma tolerance to heparin, plasmin lysis, fibrinogen, soluble fibrin) in 64 patients with chronic obstructive pulmonary disease and compensated chronic cor pulmonale (29 female, 35 male, mean age –  $54.6 \pm 2.3$ ) were carried out. 32 patients with the isolated pathology formed the comparative group whereas 32 patients with the comorbid coronary heart disease (exertional angina, functional class II-III, postinfarction or atherosclerotic cardiosclerosis) built the main group. The obtained research results of the patients of the main and comparative groups were compared both in groups and with the indices of practically healthy individuals ( $n = 15$ ) of the same gender and age.

*Results and discussion.* The obtained results indicated the presence of a significant increase of coagulation potential (the changes of indices of platelets, fibrinogen, plasma tolerance to heparin, antithrombin – III, and soluble fibrin) and activation of fibrinolysis system (thrombin time) and, simultaneous, its more pronounced depression (plasmin lysis) and increase of prothrombin time in case of presence of comorbid coronary heart disease in the patients with chronic cor pulmonale in conditions of chronic inflammatory process. Comorbidity promoted to the formation of disbalance of systemic correlation hemocoagulation and fibrinolysis. Our results confirm to a certain extent the following ideas of scientists: there are hypercoagulation and “exhaustion of the anticoagulant system potential” in case of combination of coronary heart disease and chronic obstructive pulmonary disease; hypercoagulation together with the oxidative stress and chronic systemic inflammation are general pathogenic mechanisms of chronic obstructive pulmonary disease and cardiovascular diseases, particularly of the coronary heart disease.

*Conclusion.* The analysis of the changes of the hemostasis system indices in patients with compensated chronic cor pulmonale of broncho-pulmonary genesis indicates the presence of an increase of coagulation potential; the most significant changes with suppression of fibrinolytic activity are typical of the patients with comorbid coronary heart disease.

The peculiarities of the hemostasis system changes in the patients with compensated chronic cor pulmonale of broncho-pulmonary genesis should be considered as a marker of the increased risk of the thrombogenic vascular complications. It should be taken into account for treatment-diagnostic strategy formation.

**Keywords:** chronic cor pulmonale, coronary heart disease, comorbidity, hemostasis system.

**ORSID and contributionship:**

Yevhen Ye. Petrov : 0000-0003-0151-7696 <sup>A,B,C,D</sup>

Yuriy G. Burmak : 0000-0002-2458-6005 <sup>E,F</sup>

Tetyana A. Ivanytska : 0000-0002-2556-7658 <sup>B,C</sup>

Iryna A. Pogoryelova : <sup>B</sup>

Lyubov B. Nyemchenko : <sup>B</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Yevhen Ye. Petrov**

Poltava State Medical University,  
Department of Propaedeutics of Internal Medicine  
23, Shevchenko Str., Poltava 36000, Ukraine  
phone: +380978214020, e-mail: ye.petrov.2017@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 29.11.2022

Accepted 27.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.146

УДК 616.832-004.2-036-07-02:616-036.4(477.53)

Пінчук В. А., Дельва М. Ю., Гринь К. В.

## ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРЕБІГУ РОЗСІЯНОГО СКЛЕРОЗУ НА ПІДСТАВІ КЛІНІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕБЮТУ У ПАЦІЄНТІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Полтавський державний медичний університет,  
Полтава, Україна

**Мета роботи:** продемонструвати важливість вивчення варіантів дебюту розсіяного склерозу, виявити залежність швидкості прогресування від клінічної картини дебюту розсіяного склерозу шляхом обстеження пацієнтів та ретроспективного аналізу клінічних даних.

**Матеріал та методи.** У дослідженні проаналізовано 60 випадків рецидивно-ремісивного та вторинно-прогресивного розсіяного склерозу у пацієнтів, які знаходились на стаціонарному лікуванні в неврологічному відділенні КП «ПОКЛ ім. М.В. Скліфосовського ПОР» з 2019 по 2021 рр. Вивчалися скарги, анамнестичні дані, результати комплексного клініко-неврологічного обстеження у пацієнтів із розсіяним склерозом в період дебюту та впродовж захворювання. Діагноз встановлювали згідно критеріїв Mac-Donald. Важкість клінічних проявів оцінювали за допомогою розширеної шкали інвалідизації (EDSS).

**Результати.** В результаті проведеного ретроспективного аналізу виділено декілька варіантів дебюту розсіяного склерозу: моносимптомний, полісимптомний, пацієнти із радіологічно ізольованим синдромом та пацієнти із характерною клінічною картиною, але без патологічних змін на МРТ.

Одними з найбільш частих клінічних проявів дебюту у пацієнтів в Полтавській області спостерігалися чутливі порушення. Варто зазначити, що особливу увагу потрібно приділяти дослідженню вібраційної чутливості. Обов'язково при зборі анамнестичних даних необхідно уточнювати наявність синдрому Лерміта.

Швидкість прогресування РС виявилася вищою у пацієнтів чоловічої статі із полісимптомним дебютом та моторними порушеннями, між першими симптомами (скаргами пацієнтів) та встановленням діагнозу розсіяного склерозу проходить від 3 місяців до декількох років.

**Висновки.** Представлені результати дослідження можуть бути корисними для неврологів, лікарів загальної практики, радіологів та лікарів інших спеціальностей для ранньої діагностики, призначення патогенетичного лікування розсіяного склерозу та прогнозування його перебігу. Перспективи подальших досліджень пов'язані з проведенням моніторингу клінічних спостережень розсіяно-

го склерозу з метою вдосконалення діагностичних, лікувальних та реабілітаційних заходів.

**Ключові слова:** розсіяний склероз, дебют, швидкість прогресування.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дана робота є фрагментом НДР «Оптимізація діагностики, прогнозування та профілактики нейропсихологічних розладів при органічних захворюваннях нервової системи», № державної реєстрації 0120U104165.

**Вступ.** Розсіяний склероз (РС) – хронічне прогресуюче захворювання центральної нервової системи, що характеризується демієлінізацією та нейродегенерацією нервових волокон і є однією з найбільш частих причин неврологічної інвалідності у молодих людей. Захворюваність та поширеність розсіяного склерозу збільшується у всьому світі, навіть в регіонах з традиційно низькою поширеністю [1]. У світі сьогодні нараховують приблизно 2,3 мільйона таких пацієнтів [2].

На жаль, спостерігається стабільна тенденція до зростання розповсюдженості РС і в Україні. За даними статистики МОЗ, в Україні нараховується близько 20 тисяч таких пацієнтів, що посідає друге місце по інвалідизації серед хвороб нервової системи [3]. У різних регіонах України захворюваність коливається від 28 до 90 осіб на 100 тис. населення, з переважанням поширеності у західних і північних регіонах. Щороку в Україні кількість хворих на РС збільшується в середньому на 1000–1200 осіб. У Полтавській області згідно реєстру Центру розсіяного склерозу нараховується 826 осіб (поширеність складає 76,8 на 100 тис. населення, що вважають високою) [3, 4, 5, 6, 7].

Достовірна діагностика РС на етапі дебюту залишається однією з пріоритетних завдань в неврології. Нещодавно були запропоновані перегляди існуючих діагностичних критеріїв та класифікація розсіяного склерозу по окремим фенотипам, які зможуть полегшати більш ранню діагностику і лікування у відповідних пацієнтів. Прогноз розсіяного склерозу істотно різниться у різних пацієнтів, і комбінація клінічних, візуалізаційних і лабораторних маркерів може бути корисна для прогнозування клінічного перебігу та оптимізації лікування у

окремих пацієнтів [1,8]. Тому своєчасна діагностика перших клінічних симптомів має важливе значення для призначення подальшого патогенетичного лікування РС та прогнозування його перебігу.

**Мета дослідження.** Продемонструвати важливість вивчення варіантів дебюту РС, виявити залежність швидкості прогресування від клінічної картини дебюту РС шляхом обстеження пацієнтів та ретроспективного аналізу клінічних даних.

**Матеріал та методи дослідження.** Проаналізовано 60 випадків рецидивно-ремісивного та вторинно-прогресивного РС у пацієнтів, які знаходились на стаціонарному лікуванні в неврологічному відділенні КП «ПОКЛ ім. М.В. Скліфосовського ПОР» з 2019 по 2021 рр.

Усі досліді проводили у відповідності до Конвенції Ради Європи «Про захист прав людини і людської гідності в зв'язку з застосуванням досягнень біології та медицини: Конвенція про права людини та біомедицину (ETS № 164)» від 04.04.1997 р., і Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (2008 р.). Усі пацієнти або їхні законні представники давали письмову згоду на обробку персональних даних.

Вивчалися скарги, анамнестичні дані, результати комплексного клініко-неврологічного обстеження у пацієнтів із РС в період дебюту та впродовж захворювання. Діагноз встановлювали згідно критеріїв Mac-Donald. Для оцінки важкості клінічних проявів використовували розширену шкалу інвалідації (EDSS) [9].

**Результати дослідження та їх обговорення.** РС – відноситься до хронічного, переважно імуніопосередкованого захворювання нервової системи, та є однією з найчастіших причин неврологічної інвалідності у молодих людей у всьому світі [10].

Існують дані порівняльних досліджень різних груп населення, що виявили рівні поширеності та захворюваності, які варіюються залежно від географії та етнічної приналежності [2]. Відомо, що розсіяний склероз має різноманітний клінічний перебіг і, поки що, відсутній єдиний тест, який мав би відповідну діагностичну чутливість та специфічність для швидкої та точної діагностики [11]. Тому, незважаючи на величезний прогрес у галузі розсіяного склерозу, а також наявність різних методів діагностики, це захворювання, як і раніше, в деяких випадках залишається діагностичною проблемою.

Аналізуючи отримані дані, було встановлено: за гендерною ознакою всі пацієнти поділилися наступним чином: 1:1 (30 жінок та 30 чоловіків). За типом перебігу:

22 пацієнта (37%) мали рецидивно-ремісивний перебіг: 16 жінок (73%) та 6 чоловіків (27%), у 38 пацієнтів (63%) діагностували вторинно-прогресивний перебіг: 14 жінок (37%) та 24 чоловіків (63%).

За шкалою EDSS 10 пацієнтів (17%) мали значення 1-2,5 бали; 16 пацієнтів (27%) – 2,5-4,5 бали та 34 пацієнта (56%) – 4,5- 6,5 балів. Віковий діапазон з 29 до 58 років. Тривалість захворювання складала від 8 до 17 років.

Таким чином, згідно спостережень, початок захворювання пацієнтів у віці 18-19 років відбувався в 15% ( 9 осіб), 20-29 років – 53% (33 особи), 30-39 років – 23% (14 осіб) та 40-45 років – 8% (5 осіб). Але дебют захворювання у жінок починався раніше, у 18-32 років, у чоловіків – 27-40 років.

Клінічні ознаки дебюту РС згідно літературних джерел [12] та досвіду з даного дослідження є досить різноманітними та також розрізнялися у пацієнтів, які проходили обстеження. Більшість з них мали поступовий моносимптомний початок – 29 особи (48%), гострий полісимптомний початок діагностували у 17 осіб (28%), радіологічно ізольований синдром – у 10 осіб (17%), та пацієнти із характерною клінічною картиною, але без патологічних змін на МРТ головного та спинного мозку склали 4 особи (7%).

Встановлено й гендерні відмінності клінічних проявів дебюту РС. Виявлено, що у чоловіків початок захворювання проявлявся здебільшого моносимптомним варіантом у 19 осіб з 30 (63%) та радіологічно ізольованим синдромом 6 осіб з 30 (20%), у жінок переважав полісимптомний варіант 13 пацієнток з 30 (43%) та варіант з характерною клінічною картиною, але без змін на МРТ – 3 пацієнтки з 30 (10%).

Згідно результатів дослідження, первинними клінічними проявами при моносимптомному дебюті РС виявилися: чутливі розлади (50%), зорові порушення (20%), моторні (13%) симптоми, розлади координації (12%), порушення функції тазових органів (5%).

В структурі полісимптомного дебюту переважали пірамідні та мозочкові розлади. Крім того, близько 40% пацієнтів при дебюті відзначають підвищену втому (рис. 1).

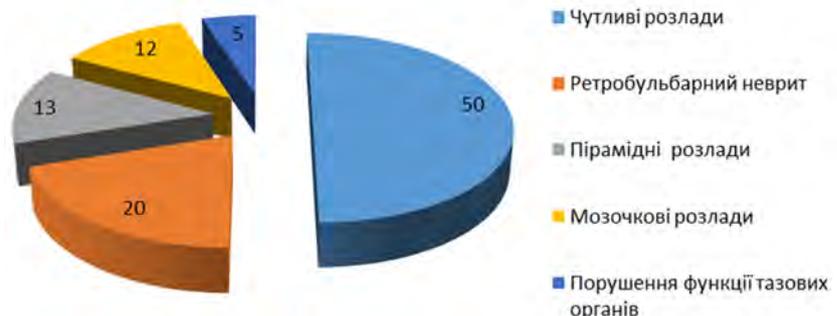


Рис. 1 – Клінічні ознаки дебюту РС, %

Швидкість прогресування захворювання оцінювали ретроспективно. Вивчали співвідношення кількості балів EDSS на даний час до тривалості захворювання в роках [13]. У групі пацієнтів з моносимптомним дебютом швидкість прогресування складала: у жінок 0,64, у чоловіків 1,2. У пацієнтів із гострим полісимптомним початком значення швидкості прогресування склали 0,7 та 2,1 відповідно (рис. 2).

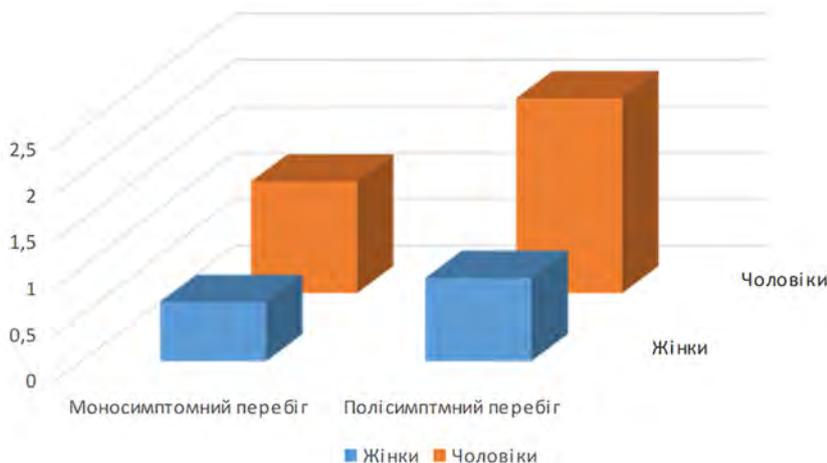


Рис. 2 – Швидкість прогресування захворювання

В результаті проведеного ретроспективного аналізу виділено декілька варіантів дебюту РС: моносимптомний, полісимптомний, пацієнти із радіологічно ізольованим синдромом та пацієнти із

характерною клінічною картиною, але без патологічних змін на МРТ.

Одними з найбільш частих клінічних проявів дебюту у пацієнтів в Полтавській області спостерігалися чутливі порушення. Варто зазначити, що особливу увагу потрібно приділяти дослідженню вібраційної чутливості. Обов'язково при зборі анамнестичних даних необхідно уточнювати наявність синдрому Лерміта.

Швидкість прогресування РС виявилася вищою у пацієнтів чоловічої статі із полісимптомним дебютом та моторними порушеннями, між першими симптомами (скаргами пацієнтів) та встановленням діагнозу РС проходить від 3 місяців до декількох років.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Представлені результати дослідження можуть бути корисними для неврологів, лікарів загальної практики, радіологів та лікарів інших спеціальностей для ранньої діагностики, призначення патогенетичного лікування РС та прогнозування його перебігу. Перспективи

подальших досліджень пов'язані з проведенням моніторингу клінічних спостережень РС з метою вдосконалення діагностичних, лікувальних та реабілітаційних заходів.

## References

- Oh J, Vidal-Jordana A, Montalban X. Multiple sclerosis: clinical aspects. *Curr Opin Neurol*. 2018 Dec; 31(6): 752-9. PMID: 30300239. doi: 10.1097/WCO.0000000000000622
- Howard J, Trevick S, Younger DS. Epidemiology of Multiple Sclerosis. *Neurol Clin*. 2016 Nov;34(4):919-939. PMID: 27720001. doi: 10.1016/j.ncl.2016.06.016
- Unifikovanyi klinichniy protokol pervynnoi, vtorynnoi (spetsializovanoi) ta tretynnoi (vysokospetsializovanoi) medychnoi dopomohy. Rozsiyani skleroz [Unified clinical protocol of primary, secondary (specialized) and tertiary (highly specialized) medical care. Multiple sclerosis]. 2016. [Ukrainian]
- Plnchuk VA, Krivchun AM, Silenko GYa. Mistse olatropilu v likuvannya kognitivnih rozladiv u patsientiv iz rozsiyanim sklerozom [The place of olatropil in the treatment of cognitive disorders in patients with multiple sclerosis]. *Ukrayinskiy visnyk psihonevrologiyi*. 2018;2(95):22-5. [Ukrainian]
- Voloshyn PV, Voloshyna NP, Taitslin VY. Rozsiyani skleroz v Ukraini: rozpovsiudzenist, perebih, prohnoz, likuvannya, farmakoeconomika [Multiple sclerosis in Ukraine: prevalence, course, prognosis, treatment, pharmacoeconomics]. *Ukrainskyi visnyk psikhonevrolohii*. 2007;1(50):6-21. [Ukrainian]
- Marrie RA, Rudick R, Horwitz R, Cutter G, Tyry T, Campagnolo D, et al. Vascular comorbidity is associated with more rapid disability progression in multiple sclerosis. *Neurology*. 2010 Mar;(74):1042-47. PMID: 20350978. PMID: PMC2848107. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181d6b125
- Quispe-Cabanillas JG, Damasceno A, von Glehn F, Brandão CO, Damasceno BP, Silveira WD, et al. Impact of electroacupuncture on quality of life for patients with relapsing-remitting multiple sclerosis under treatment with immunomodulators: a randomized study. *BMC Complement Altern Med*. 2012 Nov 5;12:209:1-7. PMID: 23126260. PMID: PMC3565890. doi: 10.1186/1472-6882-12-209
- Sokolova LI. Suchasni kryterii diahnostryky rozsiianoho sklerozu v praktychnii nevrolohii [Modern criteria for the diagnosis of multiple sclerosis in practical neurology]. *Ukrainskyi visnyk psikhonevrolohii*. 2017; 25(1):106-7. [Ukrainian]

9. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in Multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*. 1983 Nov;33:1444-1452. PMID: 6685237. doi: 10.1212/WNL.33.11.1444
10. Kamińska J, Koper OM, Piechal K, Kemona H. Multiple sclerosis – etiology and diagnostic potential. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*. 2017 Jun 30;71(0):551-563. PMID: 28665284. doi: 10.5604/01.3001.0010.3836
11. Klineova S, Lublin FD. Clinical Course of Multiple Sclerosis. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2018 Sep 4;8(9):a028928. PMID: 29358317. PMCID: PMC6120692. doi: 10.1101/cshperspect.a028928
12. Cavenaghi VB, Dobrianskyj FM, Olival GSD, Carneiro RPCD, Tilbery CP. Characterization of the first symptoms of multiple sclerosis in a Brazilian center: cross-sectional study. *Sao Paulo Med J*. 2017 May-Jun;135(3):222-225. PMID: 28746657. doi: 10.1590/1516-3180.2016.0200270117
13. Horenynskaia SV, Zhestykova MH, Vasenyna ED, Komysarova SD, Kolotova LH, Korotkevych NA, et al. The impact of the onset of multiple sclerosis on the prognosis of the course of the disease. *Med Kuzb*. 2014;3:43-6.

UDC 616.832-004.2-036-07-02:616-036.4(477.53)

**Prediction of the Course of Multiple Sclerosis Based on the Clinical Features of the Debut in Patients of the Poltava Region**

**Pinchuk V. A., Delva M. Yu., Hryn K. V.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to demonstrate the importance of studying variants of the debut of multiple sclerosis, to reveal the dependence of the rate of progression on the clinical picture of the debut of multiple sclerosis by examining patients and retrospective analysis of clinical data.*

*Materials and methods.* The study analyzed 60 cases of relapsing-remitting and secondary-progressive multiple sclerosis in patients who were undergoing inpatient treatment in the neurological department of the communal enterprise "M. V. Sklifosovskiyi Poltava Regional Clinical Hospital of the Poltava Regional Council" from 2019 to 2021. Complaints, anamnestic data, results of a complex clinical and neurological examination of patients with multiple sclerosis at the onset and throughout the course of the disease were studied. The diagnosis was established according to Mac-Donald criteria. The severity of clinical manifestations was assessed using the Extended Disability Scale.

*Results and discussion.* The rate of disease progression was assessed retrospectively. The ratio of the number of the Extended Disability Scale points at this moment to the duration of the disease in years was studied. In the group of patients with a monosymptomatic debut, the rate of progression was: 0.64 in women, 1.2 in men. In patients with an acute polysymptomatic onset, the values of the rate of progression were 0.7 and 2.1, respectively.

As a result of the retrospective analysis, several options for the onset of multiple sclerosis were identified: monosymptomatic, polysymptomatic, patients with a radiologically isolated syndrome, and patients with a characteristic clinical picture, but without pathological changes on magnetic resonance imaging.

One of the most frequent clinical manifestations of the debut in patients in the Poltava region was sensitive disorders. It is worth noting that special attention should be paid to the study of vibration sensitivity. When collecting anamnestic data, it is necessary to clarify the presence of Lhermitte syndrome.

The rate of progression of multiple sclerosis was found to be higher in male patients with polysymptomatic onset and motor disturbances, between the first symptoms (patient complaints) and the diagnosis of multiple sclerosis from 3 months to several years.

*Conclusion.* The presented research results can be useful for neurologists, general practitioners, radiologists and doctors of other specialties for early diagnosis, prescribing pathogenetic treatment of multiple sclerosis and predicting its course. Prospects for further research are related to the monitoring of clinical observations of multiple sclerosis with the aim of improving diagnostic, therapeutic and rehabilitation measures.

**Keywords:** multiple sclerosis, debut of the disease, progression rate.

**ORCID and contributionship:**

Viktoriia A. Pinchuk : 0000-0003-0622-0322 <sup>A,B,C,D,F</sup>

Mykhaylo Yu. Delva : 0000-0001-5648-7506 <sup>E,F</sup>

Kateryna V. Hryn : 0000-0002-8759-3560 <sup>C,D</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Viktoriiia A. Pinchuk**

Poltava State Medical University,

Department of Nervous Diseases

23, Shevchenko Str., Poltava 36011, Ukraine

phone: +380509582626, e-mail: vappol71@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 20.11.2022

Accepted 18.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.151

UDC 314.14(477.54)=111

Mishchenko M. M.

## National Mortality Tendencies of Population in Ukraine and the Kharkiv Region

Kharkiv National Medical University,  
Kharkiv, Ukraine

*The purpose of the study* was to determine national tendencies of mortality in Ukraine and the Kharkiv region.

*Materials and methods.* Data from official sources of statistical information of Ukraine were used and systematic analysis and generalization of the obtained data was performed and tendencies of mortality in Ukraine were calculated.

*Results and discussion.* According to the dynamics of mortality rates of the population of Ukraine in 2010–2019, there was a decrease in almost all nosological forms of disease. For some groups of diseases there was a tendency of increasing mortality per 100 thousand population with tendencies for the general population +3.0% and +3.9%, for men +3.4% and +1.1% and women +2.2% and 8.3%.

Obtained results on the overall dynamics of declining tendencies in mortality due to major diseases in recent years and their growth due to some nosologies and structural characteristics of the main causes of mortality are in complete agreement with other studies.

The study noted an increase in tendencies of mortality of population of Ukraine in 2010–2019 (per 100 thousand population) in several disease groups: neoplasms (tendency +3.0%: males +3.4 %, females +2.2%) and diseases of digestive system (respectively +3.9%: +1.1% and +8.3%). The Kharkiv region leads among other regions in 2019 in such classes: overall – 3<sup>rd</sup> place (40,611 cases), diseases of the circulatory system – 2<sup>nd</sup> (28,079), coronary heart disease – 2<sup>nd</sup> (21,154), diseases of the digestive system – 2<sup>nd</sup> (1,624), external causes of death – 2<sup>nd</sup> (2,225), neoplasms – 3<sup>rd</sup> (5,714), cerebrovascular disease – 4<sup>th</sup> (5,009), diseases of the respiratory system – 4<sup>th</sup> (810), diseases of the genitourinary system – 4<sup>th</sup> (196) and congenital malformations, deformities and chromosomal abnormalities – 4<sup>th</sup> (69). Significant increase in tendencies found in the Kharkiv region during 2018–2019 both in absolute

counts and per 100 thousand: complications of pregnancy, childbirth and postpartum period (+300.0 and +293.8%), certain conditions that occur in the perinatal period (+14.3 and +24.3%), other causes (+13.8 and +14.5%) and urolithiasis (+12.0 and +12.9%) with defined structural characteristics of mortality in diseases of the circulatory system (69.09%), neoplasms (14.04%) and accidents and trauma (5.26%).

*Conclusion.* The obtained results of the general dynamics of decreasing mortality tendencies due to major diseases and their growth due to some nosologies and structural characteristics of the main causes of mortality in Ukraine completely coincide with the data of other studies.

**Keywords:** non-infectious diseases, mortality, tendencies, the Kharkiv region.

**Connection of the study with scientific programs, plans, topics.** The work was carried out according to the plan of scientific research work of the Department of Public Health and Health Care Management of the Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine “Medical and social aspects of the quality of life of young people with excess weight and obesity”.

**Introduction.** The registration and analysis of the causes and medical and epidemiological characteristics of mortality is widely used to prioritize investment and track progress towards global health goals [1], especially in view of the abrupt changes in its structure that require constant and dynamic adjustment of global economic and social orientations, strategic decisions and updating global assessments [2–4].

It is determined that the characteristics of mortality vary significantly depending on geographical, medical, demographic, temporal and other characteristics [4].

Thus, studies of recent years show an abrupt increase (by 15.9%) in the age mortality indices during

2019–2020 (from 715.2 to 828.7 deaths per 100 thousand population) [5].

The results of a study by Roth G. A. et al. [6] identify tendencies in the dynamics of the main characteristics of global mortality for 2007–2017. Quantitative population growth has contributed to the increase in overall mortality due to 20 leading causes, among which noncommunicable diseases (NCDs) remain the leading cause of death worldwide and their burden is constantly increasing. Thus, the main causes of death in 2017 were NCDs, which accounted for 73.4% (95.0% confidence interval (CI) 72.5–74.1), while the percentage of other causes (infectious, maternal, neonatal and related to nutrition) amounted to 18.6% (95.0% CI 17.9–19.6) and 8.0% – injuries (95.0% CI 7.7–8.2). The total number of deaths from NCDs in 2007–2017 increased by 22.7% (95.0% CI 21.5–23.9), which is a quantitative increase in deaths by 7.61 million (95.0% CI 7.20–8.01), and in general, global mortality due to NCDs decreased by 7.9% (95.0% CI 7.0–8.8). The number of deaths due to other (infectious, maternal, neonatal and food-related) causes decreased by 22.2% (95.0% CI 20.0–24.0), and global mortality – by 31.8% (95.0% CI 30.1–33.3). The total number of deaths due to injuries increased by 2.3% (95.0% CI 0.5–4.0), and mortality decreased by 13.7% (95.0% CI 12.2–15.1).

Among the main NCDs, the largest number of deaths is due to cardiovascular diseases (17.8 million [95.0% CI 17.5–18.0] deaths), neoplasms (Neo) (9.56 million [95.0% CI 9.40–9.69] deaths) and chronic respiratory diseases (3.91 million [95.0% CI 3.79–4.04] deaths).

The importance of careful study and analysis of the main characteristics of mortality is confirmed by Foreman K. J. et al. [7], who noted that for most countries, prioritizing NCDs and preventing risk factors for their development in health care planning and investment decisions can significantly reduce overall premature mortality rates by 2040. It is projected that by 2040 (compared to 2016) NCDs will take the largest part of years of life lost (YLL) in almost all regions of the world (67.3% of global YLL [95.0% CI 61.9–72.3]). Also, a significant percentage of the world's countries (especially low-income ones) by 2040 will have high levels of other (infectious, maternal, neonatal and nutrition-related) diseases, which will account for a significant proportion of YLL (53.5%) in 2040 [95.0% CI 48.3–58.5] in Sub-Saharan Africa).

**The purpose of the study** was to determine national tendencies of mortality in Ukraine and the Kharkiv region.

**Materials and methods.** Data from official sources of statistical information of Ukraine (State Institution "Center for Medical Statistics of the Ministry of Health of Ukraine") were used to determine national

tendencies of mortality in Ukraine. A systematic analysis and generalization of the obtained data was performed and tendencies of mortality in Ukraine were calculated.

**Research results.** Mortality tendencies in Ukraine and the Kharkiv region for 2010–2019 were determined for some infectious and parasitic diseases (SIPD), Neo, blood and hematopoietic organs diseases (BHOD), endocrine system diseases and eating and metabolic disorders (ESDEMD), mental and behavioral disorders (MBD), diseases of the nervous system (DNS), diseases of the eye and appendix (DEA), diseases of the ear and mammary process (DEMP), diseases of the circulatory system (DCS), hypertension (HTN), coronary heart disease (CHD), cerebrovascular disease (CVD), diseases of the respiratory system (DRS), diseases of the digestive system (DDS), diseases of the skin and subcutaneous tissue (DSST), diseases of the musculoskeletal system (DMSS), diseases of the genitourinary system (DGUS), complications of pregnancy, childbirth and postpartum period (CPCPP), certain conditions that occur in the perinatal period (CPP), congenital malformations, deformities and chromosomal abnormalities (CMDCA), trauma, poisoning and some other consequences of external causes (TPEX), symptoms, signs and abnormalities found in clinical and laboratory studies, not classified in other headings (NC) and external causes of death (ECD).

According to the dynamics of mortality rates of the population of Ukraine in 2010–2019, there was a decrease in almost all nosological forms of disease (SIPD, DCS, DRS and ECD). For some groups of diseases (Neo and DDS) there was a tendency of increasing mortality per 100 thousand population with tendencies for the general population +3.0% and +3.9%, for men +3.4% and +1.1% and women +2.2% and 8.3% (**Table 1**).

By regions of Ukraine, the highest mortality rates (in absolute numbers) were observed in the Dnipropetrovsk (50,929 cases), Donetsk (41,087) and Kharkiv (40,611) regions and the city of Kyiv (33,137) (**Table 2**). In terms of 100 thousand population, the highest mortality in 2019 was noted in the Chernihiv (1,861.2 percent), Kirovohrad (1,644.9), Poltava (1,644.2) and Cherkasy (1,642.9) regions (**Table 3**).

The Kharkiv region, among all regions of Ukraine, had significant mortality rates due to major diseases, both in absolute terms and per 100,000 population (**Tables 2 and 3**). Thus, in 2019, in absolute terms, the mortality rate in the Kharkiv region due to major diseases in total amounted to 40,611 cases, which is why it ranked third among all regions. Mortality due to SIPD was 348 cases (8<sup>th</sup> place), Neo – 5,714 (3<sup>rd</sup>), ESDEMD – 94 (8<sup>th</sup>), MBD – 23 (16<sup>th</sup>), DNS – 122 (17<sup>th</sup>), DCS – 28,079 (2<sup>nd</sup>), CHD – 21,154 (2<sup>nd</sup>),

**Table 1** – Mortality of Ukraine population during 2010–2019 according to main classes of causes of death and gender with exclusion of temporary occupied territory of the Autonomous Republic of Crimea, Donetsk and Lugansk regions (no., per 100 thousand population) [8]

Year	Classes of diseases according to IDC-10													
	Total		I. SIPD (A00-B99)		II. Neo (C00-D48)		IX. DCS (I00-I99)		X. DRS (J00-J98)		XI. DDS (K00-K92)		XX. ECD (V01-Y89)	
	No.	Per 100 thousand	No.	Per 100 thousand	No.	Per 100 thousand	No.	Per 100 thousand	No.	Per 100 thousand	No.	Per 100 thousand	No.	Per 100 thousand
<i>Total</i>														
2010	698,235	1,522.2	14,642	31.9	88,767	193.5	465,093	1,013.9	19,480	42.5	26,817	58.5	43,955	95.8
2019	581,114	1,466.4	8,120	20.8	78,223	199.3	389,348	989.2	12,504	32.0	24,144	60.8	30,009	77.7
Tendency	-16.8	-3.7	-44.5	-34.8	-11.9	+3.0	-16.3	-2.4	-35.8	-24.7	-10.0	+3.9	-31.7	-18.9
<i>Male</i>														
2010	341,249	1,611.5	11,036	52.1	48,987	231.3	198,510	937.4	13,700	64.7	17,004	80.3	34,462	162.7
2019	287,513	1,560.6	5,815	32.0	43,598	239.1	171,487	937.1	9,107	49.8	14,975	81.2	24,064	134.3
Tendency	-15.7	-3.2	-47.3	-38.6	-11.0	+3.4	-13.6	-	-33.5	-23.0	-11.9	+1.1	-30.2	-17.5
<i>Female</i>														
2010	356,986	1,445.6	3,606	14.6	39,780	161.1	266,583	1,079.5	5,780	23.4	9,813	39.7	9,493	38.4
2019	293,601	1,384.4	2,305	11.0	34,625	164.6	217,861	1,034.5	3,397	16.5	9,169	43.0	5,945	28.5
Tendency	-17.8	-4.2	-36.1	-24.7	-13.0	+2.2	-18.3	-4.2	-41.2	-29.5	-6.6	+8.3	-37.4	-25.8

**Table 2** – Regional mortality in Ukraine in 2019 according to main classes of causes of death with exclusion of temporary occupied territory of the Autonomous Republic of Crimea, Donetsk and Lugansk regions (no.) [8]

Region	Total	I. SIPD (A00-B99)	II. Neo (C00-D48)	IV. ESEMD (E00-E89)	V. MBD (F01-F99)	VI. DNS	IX. DCS (I00-I99)	CHD (I20-I25)	CVD (I60-I69)	X. DRS (J00-J98)	XI. DDS (K00-K92)	XIV. DGUS (N00-N99)	XVII. CMDCA (Q00-Q99)	XVIII. NC (R00-R99)	XXX. ECD (V01-Y89)
Vinnitsya	24,132	143	2,969	103	48	148	17,686	15,923	1,203	341	927	68	45	260	1,301
Volynska	13,332	204	1,592	78	38	102	9,023	6,717	1,957	362	706	61	29	281	793
Dnipropetrovsk	50,929	1,325	7,204	82	7	194	34,518	25,164	3,265	885	2,460	284	64	841	2,804
Donetsk	41,087	541	5,128	116	40	416	24,785	14,505	9,399	715	1,714	163	37	5,654	1,633
Zhytomyr	19,933	231	2,216	37	58	210	14,143	8,192	1,335	409	776	71	30	613	1,044
Zakarpatska	15,527	344	1,920	101	215	256	9,610	3,962	2,581	410	932	47	89	810	682
Zaporyzhyha	27,823	424	4,487	39	8	392	17,492	9,887	4,979	630	988	104	26	1,483	1,652
Ivano-Frankivsk	17,551	117	2,144	53	10	53	12,465	10,718	947	204	661	42	55	916	755
Kyiv	28,522	351	3,855	87	4	117	19,969	14,413	2,000	516	1,204	96	35	580	1,619
Kirovohrad	15,451	300	1,981	72	56	45	9,893	8,434	1,163	341	491	55	23	1,292	850
Lugansk	16,011	154	1,883	55	-	83	11,083	7,297	2,961	356	700	71	23	959	598
Lviv	32,839	395	4,432	329	76	174	20,169	14,710	2,462	990	1,426	99	86	2,823	1,660
Mykolaiv	17,087	284	2,098	38	54	154	11,974	8,293	1,326	376	784	63	28	272	912
Odesa	33,091	958	4,990	194	7	371	21,255	11,512	7,888	731	1,602	225	90	406	2,082
Poltava	22,915	192	3,266	65	3	265	16,163	11,372	3,813	256	740	45	35	766	1,055
Rivne	14,182	159	1,778	57	33	87	10,250	7,241	1,824	270	548	56	48	70	734
Sumy	17,404	172	2,526	63	25	283	11,477	5,584	5,359	396	661	82	19	646	993
Ternopil	14,754	62	1,738	67	37	202	10,831	8,954	1,189	474	447	46	35	104	668
Kharkiv	40,611	348	5,714	94	23	122	28,079	21,154	5,009	810	1,624	196	69	1,109	2,225
Kherson	16,027	245	2,089	28	33	253	9,711	4,556	3,720	298	710	108	30	1,447	1,005
Khmelnitskyi	19,399	196	2,381	130	145	255	11,882	6,106	2,414	611	836	88	50	1,801	931
Cherkasy	19,702	192	2,479	88	19	143	13,840	8,194	3,729	562	843	84	29	243	1,121
Chernivtsi	11,084	96	1,547	46	49	46	8,103	7,446	532	272	283	46	38	39	482
Chernihiv	18,584	203	2,037	80	121	108	13,688	11,311	1,729	442	590	76	22	192	959
Kyiv (city)	33,137	484	5,769	135	-	136	21,259	16,696	3,448	847	1,491	219	66	1,070	1,451

**Table 3** – Mortality of the population of Ukraine by regions in 2019 by main classes of causes of death without taking into account the temporarily occupied territory of the Autonomous Republic of Crimea and Donetsk and Luhansk regions (per 100 thousand population) [8]

Region	Total	I. SIPD (A00–B99)	II. Neo (C00–D48)	IV. ESDEMD (E00–E89)	V. MBD (F01–F99)	VI. DNS	IX. DCS (I00–I99)	CHD (I20–I25)	CVD (I60–I69)	X. DRS (J00–J98)	XI. DDS (K00–K92)	XIV. DGUS (N00–N99)	XVII. CMDCA (Q00–Q99)	XVIII. NC (R00–R99)	XXX. ECD (V01–Y89)
Vinnitsya	1,554.0	9.2	191.2	6.6	3.1	9.5	1,138.9	1,025.4	77.5	22.0	59.7	4.4	2.9	16.7	83.8
Volynska	1,290.1	19.7	154.1	7.5	3.7	9.9	873.2	650.0	189.4	35.0	68.3	5.9	2.8	27.2	76.7
Dnipropetrovsk	1,595.7	41.5	225.7	2.6	0.2	6.1	1,081.5	788.5	102.3	27.7	77.1	8.9	2.0	26.4	87.9
Zhytomyr	1,641.7	19.0	182.5	3.0	4.8	17.3	1,164.8	674.7	109.9	33.7	63.9	5.8	2.5	50.5	86.0
Zakarpatska	1,236.9	27.4	153.0	8.0	17.1	20.4	765.6	315.6	205.6	32.7	74.2	3.7	7.1	64.5	54.3
Zaporyzshya	1,639.9	25.0	264.5	2.3	0.5	23.1	1,031.0	582.7	293.5	37.1	58.2	6.1	1.5	87.4	97.4
Ivano-Frankivsk	1,280.5	8.5	156.4	3.9	0.7	3.9	909.4	782.0	69.1	14.9	48.2	3.1	4.0	66.8	55.1
Kyiv	1,607.3	19.8	217.2	4.9	0.2	6.6	1,125.3	812.2	112.7	29.1	67.9	5.4	2.0	32.7	91.2
Kirovohrad	1,644.9	31.9	210.9	7.7	6.0	4.8	1,053.2	897.9	123.8	36.3	52.3	5.9	2.4	137.5	90.5
Lviv	1,304.7	15.7	176.1	13.1	3.0	6.9	801.3	584.4	97.8	39.3	56.7	3.9	3.4	112.2	66.0
Mykolaiv	1,518.2	25.2	186.4	3.4	4.8	13.7	1,063.9	736.8	117.8	33.4	69.7	5.6	2.5	24.2	81.0
Odesa	1,391.1	40.3	209.8	8.2	0.3	15.6	893.5	483.9	331.6	30.7	67.3	9.5	3.8	17.1	87.5
Poltava	1,644.2	13.8	234.3	4.7	0.2	19.0	1,159.7	816.0	273.6	18.4	53.1	3.2	2.5	55.0	75.7
Rivne	1,227.7	13.8	153.9	4.9	2.9	7.5	887.3	626.9	157.9	23.4	47.4	4.8	4.2	6.1	63.5
Sumy	1,619.2	16.0	235.0	5.9	2.3	26.3	1,067.8	519.5	498.6	36.8	61.5	7.6	1.8	60.1	92.4
Ternopil	1,415.5	5.9	166.7	6.4	3.6	19.4	1,039.2	859.1	114.1	45.5	42.9	4.4	3.4	10.0	64.1
Kharkiv	1,522.7	13.0	214.2	3.5	0.9	4.6	1,052.8	793.2	187.8	30.4	60.9	7.3	2.6	41.6	83.4
Kherson	1,551.8	23.7	202.3	2.7	3.2	24.5	940.3	441.1	360.2	28.9	68.7	10.5	2.9	140.1	97.3
Khmelnytskyi	1,540.0	15.6	189.0	10.3	11.5	20.2	943.2	484.7	191.6	48.5	66.4	7.0	4.0	143.0	73.9
Cherkasy	1,642.9	16.0	206.7	7.3	1.6	11.9	1,154.1	683.3	310.9	46.9	70.3	7.0	2.4	20.3	93.5
Chernivtsi	1,227.5	10.6	171.3	5.1	5.4	5.1	897.3	824.6	58.9	30.1	31.3	5.1	4.2	4.3	53.4
Chernihiv	1,861.2	20.3	204.0	8.0	12.1	10.8	1,370.8	1,132.8	173.2	44.3	59.1	7.6	2.2	19.2	96.0
Kyiv (city)	1,119.8	16.4	195.0	4.6	–	4.6	718.4	564.2	116.5	28.6	50.4	7.4	2.2	36.2	49.0

CVD – 5,009 (4<sup>th</sup>), DRS – 810 (4<sup>th</sup>), DDS – 1,624 (2<sup>nd</sup>), DGUS – 196 (4<sup>th</sup>), CMDCA – 69 (4<sup>th</sup>), NC – 1,109 (7<sup>th</sup>) та ECD – 2,225 (2<sup>nd</sup>) (Table 2).

According to the mortality of the population of the Kharkiv region, calculated per 100 thousand population due to major diseases in general, it ranked thirteenth with values of 1,522.7 ppm, SIPD – 19<sup>th</sup> (13.0), Neo – 6<sup>th</sup> (214.2), ESDEMD – 18<sup>th</sup> (3.5), MBD – 16<sup>th</sup> (0.9), DNS – 21<sup>st</sup> (4.6), DCS – 11<sup>th</sup> (1,052.8), CHD – 8<sup>th</sup> (793.2), CVD – 10<sup>th</sup> (187.8), DRS – 14<sup>th</sup> (30.4), DDS – 12<sup>th</sup> (60.9), DGUS – 7<sup>th</sup> (7.3), CMDCA – 12<sup>th</sup> (2.6), NC – 11<sup>th</sup> (41.6) and ECD – 12<sup>th</sup> (83.4) (Table 3).

In terms of mortality tendencies due to major diseases in 2018–2019, a slight decrease was noted in the Kharkiv region in most cases both in absolute terms and per 100 thousand population, except CPCPP mortality (tendencies respectively +300.0% and +293.8%), CPP (+14.3% and +24.3%), other

causes (+13.8% and +14.5%), urolithiasis (+12.0% and +12.9%), alcoholic liver disease (+7.1% and +8.0%), BHOD (+5.3% and +5.6%), DSST (+3.5% and +4.2%), Neo of blood, lymph and related tissues (+3.4% and +4.2%), respiratory system Neo (+2.8% and +3.5%), DGUS (+1.6% and +2.4%) and alcohol toxicity (+0.9% and +1.5%) (Table 4).

Analysis of main causes of mortality in the Kharkiv region for 2019 year in main mortality classes revealed significant prevalence of DCS (69.09%), Neo (14.04%) and accidents and trauma (5.26%) (Fig. 1).

**Discussion.** Obtained results on the overall dynamics of declining tendencies of mortality due to major diseases in recent years and their growth due to some nosologies and structural characteristics of the main causes of mortality are in complete agreement with other studies. Thus, according to Rana J. S. et al. [10] in 2018, the three leading causes of global deaths were heart disease, oncology and accidents. Also, for

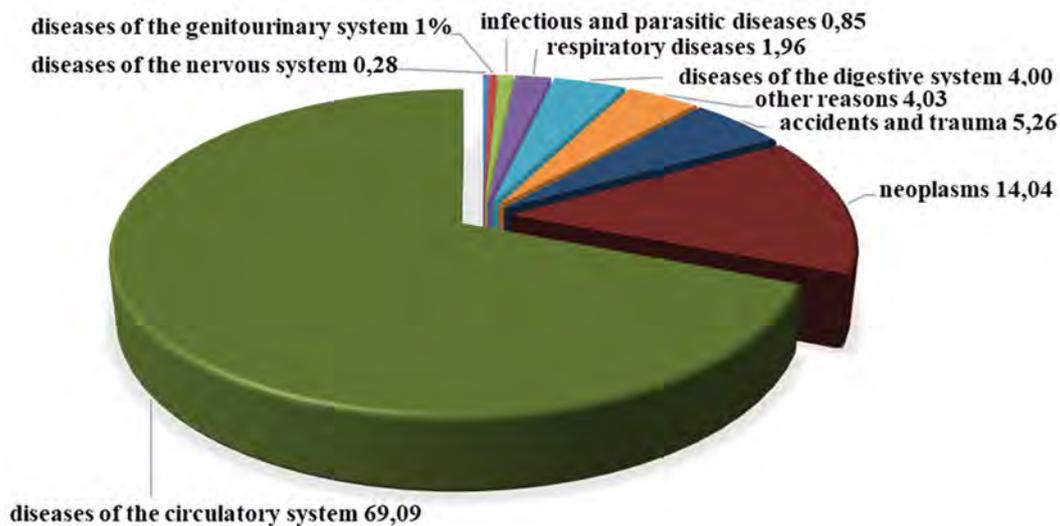
**Table 4** – Mortality of the Kharkiv region population during 2018–2019 according to main classes of causes of death (no., per 100 thousand population) [9]

Causes of death	No.			Per 100 thousand		
	2018	2019	Tendency	2018	2019	Tendency
<b>All the reasons</b>	42,600	40,611	-4.7	1,590.52	1,526.75	-4.0
<b>SIPD, incl.:</b>	371	344	-7.3	13.85	12.93	-6.6
- tuberculosis	232	210	-9.5	8.66	7.89	-8.9
<b>Neo, incl.:</b>	5,801	5,709	-1.6	216.59	214.63	-0.9
- malignancies	5,761	5,672	-1.5	215.09	213.24	-0.9
- digestive system	2,047	2,019	-1.4	76.43	75.90	-0.7
- respiratory system	977	1,004	+2.8	36.48	37.74	+3.5
- mammal glands*	561	516	-8.0	39.02	36.15	-7.4
- female genital organs*	491	474	-3.5	34.15	33.21	-2.8
- blood, lymph and related tissues	319	330	+3.4	11.91	12.41	+4.2
<b>BHOD</b>	19	20	+5.3	0.71	0.75	+5.6
<b>Endocrine system diseases, incl.:</b>	100	94	-6.0	3.73	3.53	-5.4
- diabetes mellitus	89	83	-6.7	3.32	3.12	-6.0
<b>MBD, incl.:</b>	36	23	-36.1	1.34	0.86	-35.8
- results of alcohol consumption	27	16	-40.7	1.01	0.60	-40.6
<b>DNS</b>	140	115	-17.9	5.23	4.32	-17.4
<b>DEA</b>	–	–	–	–	–	–
<b>DEMP</b>	9	7	-22.2	0.34	0.26	-23.5
<b>DCS, incl.</b>	29,852	28,060	-6.0	1,114.56	1,054.90	-5.4
- acute rheumatic fever (all forms)	32	19	-40.6	1.19	0.71	-40.3
- HTN (all forms)	18	7	-61.1	0.67	0.26	-61.2
- CHD	22,531	21,152	-6.1	841.22	795.20	-5.5
- CVD	5,254	5,007	-4.7	196.16	188.24	-4.0
<b>DDS, incl.:</b>	894	797	-10.9	33.38	29.96	-10.2
- acute respiratory infections	1	1	–	0.04	0.04	–
- flu and pneumonia	644	578	-10.2	24.04	21.73	-9.6
<b>DRS, incl.:</b>	1,685	1,623	-3.7	62.91	61.02	-3.0
- diseases of esophagus, stomach and duodenum	259	190	-26.6	9.67	7.14	-26.2
- alcohol liver disease	70	75	+7.1	2.61	2.82	+8.0
- other liver diseases	898	864	-3.8	33.53	32.48	-3.1
<b>DSST</b>	57	59	+3.5	2.13	2.22	+4.2
<b>DMSS and connective tissue</b>	24	19	-20.8	0.90	0.71	-21.1
<b>DGUS, incl.:</b>	186	189	+1.6	6.94	7.11	+2.4
- urolithiasis	25	28	+12.0	0.93	1.05	+12.9
<b>CPCPP**</b>	1	4	+300.0	0.16	0.63	+293.8
<b>CPP***</b>	70	80	+14.3	3.67	4.56	+24.3
<b>CMDCA</b>	77	66	-14.3	2.87	2.48	-13.6
<b>TPEX, incl.:</b>	2,166	2,137	-1.3	80.87	80.34	-0.7
- alcohol toxicity	332	335	+0.9	12.40	12.59	+1.5
<b>Other causes</b>	1,112	1,265	+13.8	41.52	47.56	+14.5

**Notes:** \* – per all female population, \*\* – per female population of fertile age, \*\*\* – per 1,000 livebirths

the period of 2011–2018, the following changes were noted in the total number of deaths and age-related mortality rates related to the 10 main causes of death: the largest percentage decrease was observed for deaths from Neo (-11.8%), influenza and pneumo-

nia (-5.1%) and chronic lower respiratory diseases (-6.6%); and the largest increase – from Alzheimer's disease (+23.5%), accidents (+22.8%) and suicide (+15.4%). According to Woolf S. H. et al. [11] in the period of 1999–2016 there was an increase in all-



**Figure 1** – Structural characteristics of mortality in the Kharkiv region in 2019 according to main mortality classes (%) [9]

cause mortality among the middle-aged population (25–64 years) and a decrease due to infectious and parasitic diseases, tumors, diseases of the musculo-skeletal system and connective tissue. Sidney S. et al. [12] showed in recent decades a halt in the decline in age-adjusted mortality rates due to heart disease and a significant percentage reduction in cancer rates.

**Conclusion**

1. The study noted an increase in tendencies of mortality of population of Ukraine in 2010–2019 (per 100 thousand population) in several disease groups: Neo (tendency +3.0%: males +3.4%, females -2.2%) and diseases of digestive system (respectively +3.9%: +1.1% and 8.3%).
2. The Kharkiv region leads among other regions in 2019 in such classes: overall – 3<sup>rd</sup> place (40,611 cases), DCS – 2<sup>nd</sup> (28,079),

CHD – 2<sup>nd</sup> (21,154), DDS – 2<sup>nd</sup> (1,624), ECD – 2<sup>nd</sup> (2,225), Neo – 3<sup>rd</sup> (5,714), CVD – 4<sup>th</sup> (5,009), DRS – 4<sup>th</sup> (810), DGUS – 4<sup>th</sup> (196) and CMDCA – 4<sup>th</sup> (69).

3. Significant increase in tendencies found in the Kharkiv region during 2018–2019 both in absolute counts and per 100 thousand: CPCPP (+300.0% and +293.8%), CPP (+14.3 and +24.3%), other causes (+13.8 and +14.5%) and urolithiasis (+12.0 and +12.9%) with defined structural characteristics of mortality in DCS (69.09%), Neo (14.04%) and accidents and trauma (5.26%).

**Perspectives of further research.** In further studies, it is planned to determine the tendencies of morbidity, disability and mortality from cerebrovascular disease in the Kharkiv region.

**References**

1. WHO. Family of international classifications. Available from: <http://www.who.int/classifications/icd/en/>
2. Dwyer-Lindgren L, Bertozzi-Villa A, Stubbs RW, Morozoff C, Shirude S, Unützer J, et al. Trends and Patterns of Geographic Variation in Mortality From Substance Use Disorders and Intentional Injuries Among US Counties, 1980-2014. *JAMA*. 2018 Mar 13;319(10):1013-1023. PMID: 29536097. PMCID: PMC5885894. doi: 10.1001/jama.2018.0900
3. GBD 2015 Eastern Mediterranean Region Intentional Injuries Collaborators. Intentional injuries in the Eastern Mediterranean Region, 1990-2015: findings from the Global Burden of Disease 2015 study. *Int J Public Health*. 2018 May;63(Suppl 1):39-46. PMID: 28776251 PMCID: PMC5973968. doi: 10.1007/s00038-017-1005-2
4. COVID-19 Excess Mortality Collaborators. Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020-21. *Lancet*. 2022 Apr 16;399(10334):1513-1536. PMID: 35279232. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02796-3
5. Ahmad FB, Cisewski JA, Miniño A, Anderson RN. Provisional Mortality Data - United States, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2021;70(14):519-522. PMID: 33830988. PMCID: PMC8030985. doi: 10.15585/mmwr.mm7014e1
6. GBD 2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of

- Disease Study 2017. *Lancet*. 2018 Nov 10;392(10159):1736-1788. PMID: 30496103. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32203-7
7. Foreman KJ, Dolgert A, Fukutaki K, Fukutaki K, Fullman N, McGaughey M, et al. Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016-40 for 195 countries and territories. *Lancet*. 2018 Nov 10;392(10159):2052-2090. PMID: 30340847. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31694-5
  8. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. *Demografichniy shchorichnyk «Naselennia Ukrainy» za 2019 rik* [Demographic yearbook "Population of Ukraine" for 2019]. K: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy; 2020. 181 s. [Ukrainian]
  9. Departament okhorony zdorovia Kharkivskoi oblderzhadministratsii. Kharkivskiy oblasnyi informatsiino-analitychniy tsentr medychnoi statystyky. *Osnovni pokaznyky zdorovia naseleennia ta diialnosti zakladiv okhorony zdorovia Kharkivskoi oblasti za 2018-2019 rr* [The main indicators of the health of the population and the activity of health care institutions of the Kharkiv region for 2018-2019]. Kharkiv: Kharkivskiy oblasnyi informatsiino-analitychniy tsentr medychnoi statystyky; 2020. 484 p. [Ukrainian]
  10. Rana JS, Khan SS, Lloyd-Jones DM, Sidney S. Changes in Mortality in Top 10 Causes of Death from 2011 to 2018. *J. Gen Intern Med*. 2021 Aug;36(8):2517-2518. PMID: 32705476. PMCID: PMC7377530. doi: 10.1007/s11606-020-06070-z
  11. Woolf SH, Chapman DA, Buchanich JM, Bobby KJ, Zimmerman EB, Blackburn SM. Changes in midlife death rates across racial and ethnic groups in the United States: systematic analysis of vital statistics. *BMJ*. 2018 Aug 15;362:k3096. PMID: 30111554. PMCID: PMC6092678. doi: 10.1136/bmj.k3096
  12. Sidney S, Quesenberry CP Jr, Jaffe MG, Sorel M, Nguyen-Huynh MN, Kushi LH, et al. Recent Trends in Cardiovascular Mortality in the United States and Public Health Goals. *JAMA Cardiol*. 2016 Aug 1;1(5):594-9. PMID: 27438477. doi: 10.1001/jamacardio.2016.1326

УДК 314.14(477.54)=111

## Національні тенденції смертності населення України та Харківської області

Міщенко М. М.

**Резюме.** *Мета дослідження:* визначити національні тенденції смертності в Україні та Харківській області.

*Матеріали і методи:* використано дані офіційних джерел статистичної інформації України, проведено систематичний аналіз та узагальнення отриманих даних та розраховано тенденції смертності в Україні та Харківській області.

*Результати та висновки.* Дослідження відзначило зростання трендів смертності населення України у 2010-2019 рр. (на 100 тис. населення) за кількома групами захворювань: новоутворення (тенденції +3,0 %: чоловіки +3,4 %, жінки +2,2 %) та захворювання органів травлення (відповідно +3,9 %: +1,1 % та 8,3 %). Харківська область лідирує серед регіонів у 2019 році в таких класах: загальний показник – 3 місце (40611 випадків), хвороби системи кровообігу – 2 (28079), ішемічна хвороба серця – 2 (21154), захворювання органів травлення – 2 (1624), зовнішні причини смерті – 2 (2225), новоутворення – 3 (5714), цереброваскулярні захворювання – 4 (5009), захворювання дихальної системи – 4 (810), захворювання сечостатевої системи – 4 (196) і вроджені вади розвитку, деформації та хромосомні аномалії – 4 (69). У Харківській області протягом 2018-2019 рр. виявлено значне зростання трендів як в абсолютних показниках, так і в розрахунку на 100 тис.: ускладнення вагітності, пологів і післяпологового періоду (+300,0 та +293,8 %), певні стани, що виникають у перинатальному періоді (+14,3 та +24,3 %), інші причини (+13,8 та +14,5 %) та сечокам'яна хвороба (+12,0 та +12,9 %) з визначеними найбільшими структурними характеристиками смертності при хворобах системи кровообігу (69,09 %), новоутвореннях (14,04 %), а також нещасних випадках та травмах (5,26 %). Отримані результати загальної динаміки трендів зниження смертності від основних захворювань та їх зростання за окремими нозологіями та структурними характеристиками основних причин смертності в Україні повністю збігаються з даними інших світових досліджень.

**Ключові слова:** неінфекційні захворювання, смертність, тенденції, Харківська область.

### ORCID and contributionship:

Marina M. Mishchenko: 0000-0002-4755-9384 <sup>A,B,C,D,E,F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Marina M. Mishchenko**

Kharkiv National Medical University,

Public Health and Health Protection Department

4, Nauki Ave., Kharkiv 61022, Ukraine

phone: +380661657083, e-mail: mm.mishchenko@knmu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 15.12.2022

Accepted 03.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.159

UDC 616.314-002-007.253:616.316-008.8]-018-039.71-053.2

Ivanchyshyn V. V., Stadnyk U. O., Furdychko A. I.

## Dynamics of Morphological Changes in Oral Fluid in the Prevention of Fissure Caries in Children

Danylo Halytsky Lviv National Medical University,  
Lviv, Ukraine

*The purpose of the study* was to investigate the morphological properties of oral fluid in dynamics in the application of the developed set of measures for the prevention of fissure caries of the first permanent molars in children.

*Materials and methods.* 62 children aged 6 years with fissure caries of the first permanent molars (main group) and 31 children without signs of carious lesions (control group) were examined. The study of the crystal formation of oral fluid was carried out according to the method of Leus P. A. (1977). The mineralizing potential of oral fluid was expressed as an average score depending on the types of crystals detected.

*Results and discussion.* The analysis of the results of the study showed that 6 months after the start of preventive measures in the oral fluid of the children of the main group, a slight increase in type I crystals was noted in comparison with the initial data ( $40.18 \pm 4.65\%$  of cases,  $p>0.5$ ), at the same time, the number of children, in whom type III crystals were observed, decreased in the main group ( $16.45 \pm 2.32\%$ ,  $p>0.5$ ), and increased in the control group ( $19.32 \pm 2.47\%$  of cases,  $p>0.5$ ) in comparison with the initial data. After two years of observation, in the children of the main group, type I crystals were most often detected in the oral fluid ( $48.41 \pm 4.23\%$  of cases), in the children of the control group, on the contrary, the number of children with this type of crystals decreased and was almost one and a half times less than among children of the main group ( $p<0.05$ ). On the other hand, the number of children in the control group, in whom type III crystals were detected, was two times higher than among children in the main group ( $22.34 \pm 2.87\%$  and  $11.51 \pm 2.56\%$  of cases, respectively,  $p<0.05$ ).

*Conclusion.* It was established that in children who received a complex of preventive measures, 6 months after the implementation of preventive measures, the mineralizing potential of oral fluid was, on average,  $2.73 \pm 0.07$  points, which is slightly higher compared to the fissure detected at the beginning

of caries prevention ( $2.57 \pm 0.12$  points respectively,  $p>0.05$ ). In the children of the control group, the mineralizing potential of oral fluid changed less noticeably (from  $2.64 \pm 0.11$  points at the beginning of observation to  $2.66 \pm 0.11$  points,  $p>0.5$ ). After two years of observation, it was found that in the main group the mineralizing potential of oral fluid continued to increase, while in the children of the control group it decreased and reached almost the initial level ( $2.65 \pm 0.07$  points in the second year of observation and  $2.64 \pm 0.08$  points at the beginning,  $p>0.05$ ). Thus, it can be concluded that the proposed measures are quite effective.

**Keywords:** caries, oral fluid, morphological properties, children.

**Connection of the study with scientific programs, plans, topics.** This study is a fragment of scientific research work "The state of dental health and its correction based on a systematic analysis of clinical and laboratory, radiological, morphological, functional, aesthetic parameters in people of all ages", state registration number 0120U002143.

**Introduction.** In spite of certain achievements of modern caries science and the attention of researchers, dental caries remains an urgent problem in dentistry in the future, due to its high prevalence and intensity [1, 2, 3, 4]. A significant prevalence of fissure caries in the children in the first years after the eruption of permanent teeth [5, 6, 7, 8] requires an in-depth study of risk factors for its occurrence and methods of preventing the development of this pathology. In the development of caries, the composition and properties of the oral fluid are of great importance, since the oral fluid is a complex biochemical fluid that provides mineralization of the tooth tissues after their eruption [9, 10, 11, 12]. Given this, it is important to study the mineralizing properties of oral fluid as a marker of the effectiveness of methods for the prevention of caries fissures of permanent teeth in the children.

**The purpose of the study** was to study changes in the morphological properties of oral fluid in dynamics in the application of the developed set of measures for the prevention of fissure caries of the first permanent molars in children.

**Materials and methods.** The results of clinical and laboratory studies [13, 14, 15] served as the basis for the development of a set of measures aimed at preventing the development of caries in the children of this localization. Clinical examinations were conducted at the Department of Pediatric Dentistry of Danilo Halytsky National Medical University, Lviv.

Preventive complex provided for the hygienic education of the children, professional oral hygiene, use of tooth pastes with fluoride (Lacalut Kids, PresiDENT Junior), sealing of fissures immediately after eruption of the tooth (Fissurit F, Helio Seal F), local remineralisation therapy (Belagel Sa/R, Ferroplan, Bifluorid-12). For the children in the control group fluoride-containing toothpastes were prescribed, hygiene and professional oral hygiene was conducted. To study the morphological properties of oral fluid in dynamics in the application of the developed set of measures for the prevention of fissure caries, 62 children aged 6 years with fissure of the first permanent molars (main group) and 31 children without signs of carious lesions (control group) were examined.

**Ethical considerations.** The study was conducted following the principles of the Declaration of Helsinki (1997), the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine (1997), the International Code of Medical Ethics (1983), ICHGSP (2002), and the relevant laws of Ukraine. The Local Ethics Committee approved the study protocol for all participants. Informed parental consent was obtained for the study,

as well as for the collection and processing of patient data.

Study of crystal formation in the oral fluid were carried out according to the method of Leus P. A. (1977). Mineralization potential of oral fluid (MPOF) expressed an average score depending on the identified types of crystals.

Statistical processing of research results was carried out using Microsoft Excel and Statistica application programs for statistical analysis of medical and biological research data.

**Research results.** Analysis of the results of the study showed that at the beginning of the observation in oral fluid of most of the children in the study and control groups type II crystals dominated (accounting period by  $43.46 \pm 3.23\%$  and  $44.47 \pm 5.47\%$ , respectively,  $p > 0.05$ ) (**Table 1**).

Number of children with type I crystals in oral fluid were found, which were also almost identical in both groups and slightly smaller in comparison with the children, in whose oral fluid type II crystals were observed ( $p > 0.05$ ). Type III crystals at the beginning of observation were revealed in only  $18.39 \pm 2.13\%$  of the children of the main group and  $18.06 \pm 2.56\%$  of the children of the control group ( $p > 0.05$ ).

In 6 months after the beginning of preventive measures it was revealed that in the oral fluid of the children of the control group the number of type I crystals decreased slightly compared to the initial data ( $36.45 \pm 4.47\%$  of cases,  $p > 0.5$ ). Instead, the children of the main group showed a slight increase in crystals of this type compared with the initial data ( $40.18 \pm 4.65\%$  of cases,  $p > 0.5$ ). It was found that in the children of both the main and control groups in the future type II crystals prevailed, their number increased slightly in both

**Table 1** – Types of microcrystallization of oral fluid in the examined children at different periods of observation (in %)

Terms of observation	Control group			Main group			p
	Types of crystals			Types of crystals			
	I	II	III	I	II	III	
Before the start	38.45±4.32	44.47±5.47	18.06±2.56	39.14±4.57	43.46±3.23	18.39±2.13	* >0.05 ** >0.05 *** >0.05
6 months	36.45±4.47	45.23±5.71	19.32±2.47	40.18±4.65	44.41±3.53	16.45±2.32	* >0.05 ** >0.05 *** >0.05
12 months	33.55±4.65	46.07±6.07	21.75±2.07	45.42±3.56	42.26±3.78	13.46±2.54	* <0.05 ** >0.05 *** <0.05
24 months	31.87±4.18	47.45±6.21	22.34±2.87	48.41±4.23	41.51±4.24	11.51±2.56	* <0.05 ** <0.05 *** <0.05
p	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	

**Notes:** \* – the degree of reliability between the crystals and type I in the children of the main and control group; \*\* – the degree of reliability between the crystals and type II in the children of the main and control group; \*\*\* – the degree of reliability between the crystals and type III in the children of the main and control group; p – the degree of confidence between the types of crystals before and after 24 months of observation.

groups of the children compared with the initial data ( $44.41 \pm 3.53\%$  in the main and  $45.23 \pm 5.71\%$  in the control group,  $p>0.05$ ). At the same time, the number of the children with type III crystals decreased in the main group ( $16.45 \pm 2.32\%$ ,  $p>0.5$ ), and increased in the control group ( $19.32 \pm 2.47\%$  of cases,  $p>0.5$ ) compared with the initial data.

The results of the study of microcrystallization of oral fluid in the examined children after 12 months of observation were somewhat different. In the children treated with the developed set of prophylactic measures, the type of crystals prevailed ( $45.42 \pm 3.56\%$  of the children) in the control group, the number of the children with this type of crystals was much lower (accounting period by  $33.55 \pm 4.65\%$  of cases,  $p<0.05$ ). Instead, in the control group there was the largest number of the children in the oral fluid of whom crystals of type II were detected ( $46.07 \pm 6.07\%$  of cases), in the children of the main group this type of crystals was observed in  $42.26 \pm 3.78\%$  of the children ( $p>0.05$ ). With respect to type III crystals, it was found that in the control group the number of the children with this type of crystals continued to grow compared to the initial data and amounted to  $21.75 \pm 2.07\%$  ( $p>0.05$ ). This is significantly more than in the children of the main group ( $13.46 \pm 2.54\%$ , respectively,  $p<0.05$ ). The number of the children with this type of crystals in the main group decreased in comparison with the initial data ( $p>0.05$ ).

Two years later, a similar pattern was revealed. Therefore, type I crystals ( $48.41 \pm 4.23\%$ ) were found most frequently in oral fluid in the children of the main group, which is significantly more than at the beginning of the observation ( $p<0.05$ ). In contrast, the number of children with this type of crystals decreased in comparison with the initial data and amounted to  $31.87 \pm 4.18\%$  ( $p>0.05$ ), and was almost one and a half times less than among the children of the main group ( $p<0.05$ ). On the other hand, the number of the children of the control group with type III crystals increased slightly compared to the initial data ( $p>0.05$ ) and was twice higher than among the children of the main group ( $22.34 \pm 2.87\%$  and  $11.51 \pm 2.56\%$ , respectively,  $p<0.05$ ). In the children of the main group, on the contrary, there was a further decrease in the number of the children in whose oral fluid crystals of type III were found, compared with the initial data ( $p<0.05$ ).

The effectiveness of the prophylactic complex used by us is also evidenced by the results of the study of the mineralization potential of the oral fluid (MPOF) of the examined children at different observation periods (Fig. 1).

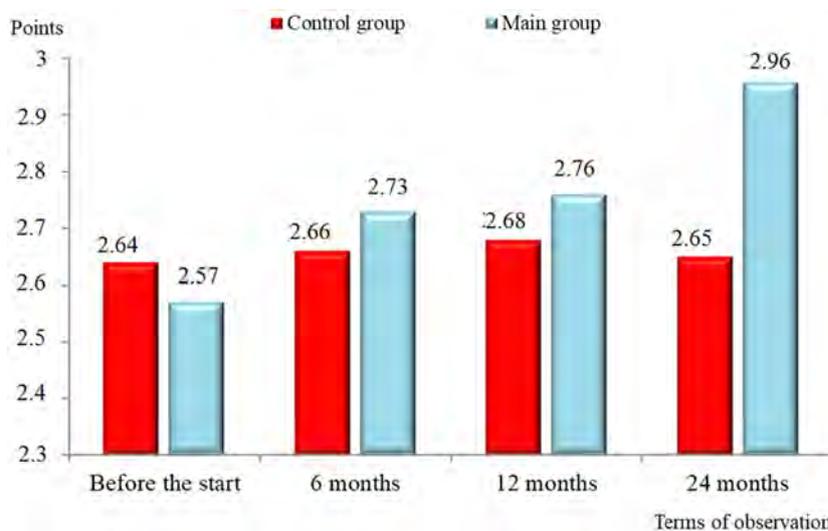


Fig. 1 – Mineralization potential of oral fluid in the examined children

It was found that in children who received a set of preventive measures, the MPOF is growing at the time, while in the children, for whom preventive measures were not carried out, its value remains almost unchanged during the entire observation period. So, 6 months after the preventive measures were carried out in the children of the main group the MPOF established, on average, at  $2.73 \pm 0.07$  points, which is slightly higher compared with the detected early prevention of fissure caries ( $2.57 \pm 0.12$  points, respectively,  $p>0.05$ ). In the children of the control group the MPOF changed less significantly (from  $2.64 \pm 0.11$  points at the beginning of observation to  $2.66 \pm 0.11$  points,  $p>0.5$ ). 12 months after the beginning of the use of the developed complex of preventive measures the MPOF in the children of the main group established, on average, at  $2.76 \pm 0.09$  points, its value was slightly higher compared with the detected early prevention of fissure caries ( $2.57 \pm 0.12$  points, respectively,  $p>0.05$ ). In the children of the control group, this indicator changed less significantly (from  $2.64 \pm 0.11$  points at the beginning of observation to  $2.68 \pm 0.12$  points at the end of the first year of observation,  $p>0.05$ ). As for the results revealed at the 24<sup>th</sup> month of the observation, it was found that in the main group the MPOF continued to grow while in the children of the control group it decreased and reached almost the initial level ( $2.65 \pm 0.07$  points in the second year of the observation and  $2.64 \pm 0.08$  points at the beginning,  $p>0.05$ ).

Thus, it was established that in the oral fluid of children whose teeth are affected by fissure caries, type II and III crystals predominate, and the MPOF, on average, is  $1.75 \pm 0.42$  points, which corresponds to a low level in contrast to children with intact fissures. In the children who used the prophylactic complex, there was a steady increase in mineral potential and after two years of observation its value was significantly higher than in the children of the control group and type I and II crystals predominated in the oral fluid.

**Discussion.** According to a number of authors, the prevalence of the fissure caries in children in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> years after the eruption of permanent teeth requires an in-depth study of the risk factors for its occurrence and methods of preventing the development of this pathology [5, 6, 7, 8]. A number of studies have been conducted, which testify to the significant influence of the composition and properties of the oral fluid on the development of the carious process [9, 10, 11, 12]. However, many questions remain open related to the study of the mineralizing properties of the

oral fluid, as a marker of the effectiveness of methods of prevention of the fissure caries of permanent teeth in children.

Results of the research showed that the proposed measures for the prevention of the fissure caries of permanent teeth are quite effective, as evidenced by the improvement of the mineralizing properties of the oral fluid.

**Conclusion.** Thus, when analyzing the results of morphological observation of the oral fluid of the examined children within two years of implementation of the developed complex of measures for the prevention of fissure caries of permanent teeth, it can be concluded that the proposed measures are quite effective, as evidenced by the improvement of its mineralizing properties in the children who received the developed preventive complex, compared with the children who did not take special preventive measures.

**Perspectives of further research.** The results of this study can be used in planning the prevention and treatment of fissure caries in children.

## References

1. Duda KM, Lebid OI. Poshyrennia stomatolohichnykh zakhvoriuvan sered ditei vikom 6-9 rokiv [Prevalence of dental diseases among children aged 6-9 years]. *Klin Stomat.* 2019;1:48-51. [Ukrainian]
2. Kaskova LF, Mandziuk T, Ulasevych LP, Andriianova Olu, Yanko NV. Porivnialna kharakterystyka pokaznykiv kariiesu u ditei riznogo shkilnogo viku [Comparative characteristics of caries indicators in children of different school ages]. *Bukovynskyi medychnyi visnyk.* 2019;23(2);10-15. [Ukrainian]. doi: 10.24061/2413-0737.XXIII.2.90.2019.27
3. Yanchuk AO, Skyba VІa, Katerynchuk IP, Kuznichenko SO, Skyba OV. Epidemiolohichni doslidzhennia ta monitorinh stomatolohichnoi zakhvoriuvanosti u ditei Ukrainy [Epidemiological studies and monitoring of dental morbidity in children of Ukraine]. *Svit Medytsyny ta Biolohii.* 2019;2(68);154-158. [Ukrainian]
4. Kazemina M, Abdi A, Shohaimi S, Jalali R, Vaisi-Raygani A, Salari N, et al. Dental caries in primary and permanent teeth in children's worldwide, 1995 to 2019: a systematic review and meta-analysis. *Head Face Med.* 2020;16(1):22. PMID: 33023617. PMCID: PMC7541284. doi: 10.1186/s13005-020-00237-z
5. Dudik OP, Chuhu TV, Ruda IV. Hermetyzatsiia fisur u ditei molodshoho shkilnogo viku m. Vinnytsia ta efektyvnist zastosuvannia povitriano-abrazyvnoho ochyshchennia emali pered yii provedenniam [Sealing of the fissure in children of primary school age in Vinnytsia and the effectiveness of using air-abrasive cleaning of enamel before its procedure]. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnogo medychnoho universytetu.* 2016;1(20);91-94. [Ukrainian]
6. Global data on dental caries prevalence (DMFT) in children aged 12 years/Global Oral Data Bank, Oral Health/Area Profile Programme. Accessed Apr 2021. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66520>
7. Mahboobi, Z, Pakdaman, A, Yazdani R, Azadbakht L, Shamshiri AR, Babaei A. Caries incidence of the first permanent molars according to the Caries Assessment Spectrum and Treatment (CAST) index and its determinants in children: a cohort study. *BMC Oral Health.* 2021 May 13;21(1):259. PMID: 33985489. PMCID: PMC8120821. doi: 10.1186/s12903-021-01612-1
8. Zhu F, Chen Y, Yu Y, Xie Y, Zhu H, Wang H. Caries prevalence of the first permanent molars in 6-8 years old children. *PLoS One.* 2021;16(1):e0245345. PMID: 33439883. PMCID: PMC7806152. doi: 10.1371/journal.pone.0245345
9. Danyltsiv LO, Rozhko MM. Osoblyvosti mikrokrystalizatsii ta mineralizuiuchoho potentsialu rotovoi ridyny u 15-richnykh pidlitkiv iz riznym rivnem tryvozhnosti [Peculiarities of microcrystallization and mineralizing potential of oral fluid in 15-year-old adolescents with different levels of anxiety]. *Art of Medicine.* 2022;3(23);36-39. [Ukrainian]. doi: 10.21802/artm.2022.3.23.36
10. Chukhray NL. Strukturni osoblyvosti rotovoi ridyny u ditei v riznyi vikovy period [Structural features of oral fluid in children at different ages]. *Visnyk stomatolohii.* 2014;2:70-74. [Ukrainian]
11. Chukhray NL, Mashkarynetz OO, Chemerys OM, Musij-Sementsiv KhH. Relationship between oral fluid pH, dental caries and enamel resistance in children. *SMB.* 2019;1(67):107-111. doi: 10.26724/2079-8334-2019-1-67-107

12. Kaskova LF, Mandziuk TB, Godovanets OI, Ulasevych LP, Kuzniak LV. Effect of PH and mineralizing properties of the oral fluid on enamel acid resistance in children. *SMB*. 2019;1(67):60-63. doi: 10.26724/2079-8334-2019-1-67-60
13. Ivanchyshyn VV. Morfolohichna kartyna rotovoi ridyny pry pochatkovomu kariiesi postiinykh zubiv u ditei [Morphological pattern of oral fluid in initial caries of permanent teeth in children]. *Ukrainskyi stomatolohichniy almanakh*. 2010;2:62-64. [Ukrainian]
14. Ivanchyshyn VV. Prekariozni protsesy fisurno-yamkovoї lokalizatsiyi [Precarious processes of fissure-pit localization]. *Klinichna stomatolohiia*. 2013;3-4:46-48. [Ukrainian]
15. Smoliar NI., Ivanchyshyn VV. Vmist mineralnykh komponentiv rotovoi ridyny u ditei z kariiesom fihur [The content of mineral components of oral fluid in children with dental caries]. *Inovatsii v stomatolohii*. 2014;4(6); 109-113. [Ukrainian]

УДК 616.314-002-007.253:616.316-008.8]-018-039.71-053.2

**ДИНАМІКА МОРФОЛОГІЧНИХ ЗМІН РОТОВОЇ РІДИНИ  
ПРИ ПРОФІЛАКТИЦІ ФІСУРНОГО КАРІЕСУ У ДІТЕЙ  
Іванчишин В. В., Стадник У. О., Фурдичко А. І.**

**Резюме.** *Мета* - дослідити зміни морфологічних властивостей ротової рідини в динаміці при застосуванні розпрацьованого комплексу заходів для профілактики карієсу фісур перших постійних молярів у дітей.

*Об'єкт та методи.* Було обстежено 62 дитини віком 6 років з карієсом фісур перших постійних молярів та 31 дитина без ознак карієзного ураження (контрольна група). Дослідження кристалоутворення ротової рідини проводили за методикою Леуса П.А. (1977). Мінералізувальний потенціал ротової рідини (МППР) виражали середнім балом залежно від виявлених типів кристалів.

*Результати.* Аналіз результатів дослідження показав, що через 6 місяців після початку проведення профілактичних заходів у ротовій рідині дітей основної групи відмічалось незначне збільшення кристалів I типу у порівнянні з вихідними даними (40,18±4,65% випадків,  $p>0,5$ ), у той же час кількість дітей, у яких спостерігали кристали III типу, в основній групі знижувалась (16,45±2,32%,  $p>0,5$ ), а в контрольній групі підвищувалась (19,32±2,47% випадків,  $p>0,5$ ) у порівнянні з початковими даними. Через два роки спостереження у дітей основної групи найбільш часто в ротовій рідині виявляли кристали I типу (48,41±4,23% випадків), у дітей контрольної групи, навпаки, кількість дітей з таким типом кристалів зменшувалась і була практично у півтора рази меншою, ніж серед дітей основної групи ( $p<0,05$ ). Натомість, кількість дітей контрольної групи, у яких виявлено кристали III типу, була у два рази вищою, ніж серед дітей основної групи (22,34±2,87% та 11,51±2,56% випадків відповідно,  $p<0,05$ ).

*Висновки.* Встановлено, що у дітей, які отримували комплекс профілактичних заходів, через 6 місяців після проведення профілактичних заходів МППР становив, в середньому, 2,73±0,07 бала, що дещо вище у порівнянні з виявленим на початку профілактики карієсу фісур (2,57±0,12 бала відповідно,  $p>0,05$ ). У дітей контрольної групи МППР змінювався менш помітно (з 2,64±0,11 бала на початку спостереження до 2,66±0,11 бала,  $p>0,5$ ). Через два роки спостереження виявлено, що в основній групі МППР продовжував зростати у той час, як у дітей контрольної групи – зменшувався й досягав практично вихідного рівня (2,65±0,07 бала на другому році спостереження та 2,64±0,08 бала на початку,  $p>0,05$ ).

**Ключові слова:** карієс, ротова рідина, морфологічні властивості, діти.

**ORCID and contributionship:**

Victoriya V. Ivanchyshyn : 0000-0002-7523-144X <sup>A,B</sup>

Uliana O. Stadnyk : 0000-0002-5389-6547 <sup>D,F</sup>

Anastasiya I. Furdychko : 0000-0002-8677-428X <sup>C,E</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR:**

**Anastasiya I. Furdychko**

Danylo Halytsky Lviv National Medical University,

Department of Therapeutic Dentistry

69, Pekarska Str., Lviv 79010, Ukraine

phone: +380676880214, e-mail: anfurd111@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 27.12.2022

Accepted 15.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.165

УДК 616.716.85-018.4-007

Кулинич М. О., Мочалов Ю. О.

## АНТРОПОМЕТРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОБЛИЧЧЯ У ДІТЕЙ З УРОДЖЕНИМИ ДЕФЕКТАМИ КОМІРКОВОГО ВІДРОСТКА ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ДО ХІРУРГІЧНОГО ВТРУЧАННЯ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,  
Ужгород, Україна

**Мета:** дослідити антропометричні параметри назо-лабіального комплексу у пацієнтів із різними розмірами вродженого дефекта коміркового відростка верхньої щелепи до хірургічного втручання на ньому.

**Матеріали і методи.** Для досягнення поставленої мети було проведено клінічну оцінку назо-лабіального комплексу у 54 дітей, віком від 10 до 19 років, із уродженими незрощеннями верхньої губи та піднебіння з урахуванням таких показників: довжина крила носа, ширина dna носового ходу, зміщення крила носа за вертикаллю та їх співвідношень. Діти були розподілені на три підгрупи, залежно від розміру кісткового дефекту, що передбачало планування різного способу хірургічного втручання: 1 (n=13) – ліквідація дефекта без елементів остеопластики, 2 (n=11) – пластика з використанням тканини симфізу нижньої щелепи, 3 (n=30) – пластика з використанням тканини великогомілкової кістки.

**Результати.** Уроджені незрощення верхньої губи та піднебіння супроводжуються численними анатомічними та функціональними порушеннями в зубощелепній системі. Реконструкція коміркового відростка верхньої щелепи на стороні незрощення є необхідним етапом комплексної реабілітації пацієнта. Фіксація процесу реабілітації пацієнта за допомогою фотографії, аналіз клінічних фото є важливим компонентом оцінки результатів лікування.

Об'єм уродженого (остаточного) дефекту коміркового відростка верхньої щелепи прямим чином впливає на ступінь асиметрії обличчя, що відображається в змінах співвідношень на ураженій та здоровій сторонах – довжини крила носа, ширини носового ходу, кутів основи крила носа. Такі антропометричні дані можуть виступати ключовими точками в ході вибору методик хірургічного втручання та застосування виду аутологічних трансплантатів.

**Висновки.** Антропометрія (фотограмометрія) назо-лабіального комплексу на обличчі є додатковим методом, який є необхідним для прийняття вірних клінічних рішень у ході планування реконструктивних втручань на верхній щелепі при уроджених незрощеннях верхньої губи та піднебіння.

**Ключові слова:** діти, незрощення верхньої губи та піднебіння, остеопластика, антропометрія, асиметрія.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження є фрагментом планової науково-дослідної теми «Впровадження сучасних матеріалів та технологій в стоматологічну практику» кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін ДВНЗ «Ужгородський національний університет», № державної реєстрації 0119U102057.

**Вступ.** Уроджені вади розвитку людини залишаються однією з актуальних медичних і соціальних проблем, а природжені вади щелепно-лицевої ділянки (ЩЛД) перебувають на 4–7-му місці у структурі уроджених аномалій, і загалом, за даними різних джерел, становлять від 13,0 до 30,0% всіх уроджених вад. Уроджені незрощення верхньої губи та піднебіння (УНВГП) є найпоширенішими вадами ЩЛД, які виявляються в новонароджених. Дані медичної статистики вказують, що в Україні до останнього часу на неповних 11 млн дитячого населення припадало 12 тис. осіб із уродженими вадами ЩЛД. Тобто, в середньому, реєструвалося народження одної дитини на 420–450 новонароджених [1-4].

Наявність таких аномалій завжди супроводжується численними анатомо-функціональними порушеннями зубощелепної системи. Ступінь вираженості таких порушень при УНВГП залежить від багатьох факторів та умов – форма та величина незрощення, віку пацієнта, супутньої локальної та загальносоматичної патології, а також від успішності проведеного лікування. При цьому, в пацієнта з різним ступенем важкості порушуються функції дихання, ссання, ковтання та мовлення, і це викликає порушення роботи багатьох систем організму дитини, негативно впливає на загальний соматичний розвиток. Поєднання перелічених факторів може суттєво знижувати якість життя пацієнта, а також призводити до його пожиттєвої інвалідизації. Тому організація якісної комплексної реабілітації пацієнта із УНВГП є актуальним питанням для системи охорони здоров'я в багатьох країнах світу [5-10].

Виконання реконструктивних втручань на коміркових відростках верхніх щелеп на стороні незрощення є необхідним етапом комплексної реабілітації пацієнта, яке позитивно впливає на симетрію середньої третини обличчя, стабілізує та нормалізує положення крила носа, відновлює ізоляцію носової та ротової порожнин, забезпечує оптимальні умови для проведення ортодонтичного лікування та зубного протезування (за потреби). На сьогодні фіксація процесу реабілітації пацієнта з уродженими вадами за допомогою фотографії є важливим компонентом оцінки результатів лікування, тому аналіз результатів клінічних фото є способом математичного моделювання, яке спрощує сприйняття клінічної ситуації [11-15].

**Мета дослідження** – дослідити антропометричні параметри назо-лабіального комплексу у пацієнтів із різними розмірами уродженого дефекту коміркового відростка верхньої щелепи до хірургічного втручання на ньому.

**Матеріал та методи дослідження.** Дослідження проведено на базі дитячої клінічної лікарні № 7 м Києва. Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Для участі у дослідженні батьки пацієнтів підписували форму «Добровільної інформованої згоди пацієнта на участь у дослідженні». Повна анонімність була забезпечена кожному пацієнту.

Для досягнення поставленої мети було проведено клінічну оцінку назо-лабіального комплексу у 54 дітей із УНВГП (віком від 10 до 19 років) з урахуванням таких показників: довжина крила носа, ширина дна носового ходу та зміщення крила носа за вертикаллю. Антропометричне дослідження назо-лабіального комплексу здорової та прооперованої сторони здійснювалося за такими показниками:

- ab – основа крила носа (abz – здорова сторона, abn – сторона незрощення);
- sn – нижній край точки висоти колумели (шкірної частини носової перегородки) по центральній лінії;
- prn – кінчик носа;
- abz–prn – довжина крила носа здорової сторони;
- abn–prn – довжина крила носа сторони незрощення;
- abz – sn – ширина дна носового ходу здорової сторони;
- abn–sn – ширина дна носового ходу сторони незрощення;

- prn–abz–sn – кут основи крила носа здорової сторони (Z);
- prn–abn–sn – кут основи крила носа сторони незрощення (N) [2, 16].

Клініко-рентгенологічне обстеження дефекту здійснювалося із визначенням висоти коміркового відростка верхньої щелепи по краях незрощення, ширини незрощення на рівні апікального базису та на рівні коміркового гребня. Діти з клінічної групи дослідження були розподілені на три підгрупи, залежно від розміру і кісткового дефекту, що передбачало планування різного способу хірургічного втручання. Перша підгрупа пацієнтів нараховувала 13 пацієнтів. У цій підгрупі пацієнтам планували ліквідацію дефекту коміркового відростка верхньої щелепи шляхом пластики м'яких тканин, без елементів кісткової пластики. Друга підгрупа пацієнтів включала 11 осіб, у яких пластику коміркового відростка мали проводити із використанням аутологічної кісткової тканини із симфізу нижньої щелепи. Третя підгрупа була найбільшою (30 осіб) і включала пацієнтів, у яких ліквідацію дефекту коміркового відростка верхньої щелепи виконували з використанням аутоотрансплантату із великогомілкової кістки. Розподіл дітей по підгрупах проводився емпірично, на основі проведення вимірювань розміру дефекту кісткової тканини за даними рентгенологічного дослідження (конусно-променева комп'ютерна томографія) та аналізу їх результатів в спеціальних радіологічних комп'ютерних програмах.

Статистичний аналіз отриманих при вимірюванні значень проводився за допомогою програмного пакета Microsoft Excel 2016. Отримані дані були оброблені із застосуванням методів описової статистики.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Вихідні антропометричні показники в підгрупі 1 (ліковані без кісткової пластики) були наступними: довжина крила носа здорової сторони (abz–prn) становила 2,4 см (від 2,29 до 2,63 см), довжина крила носа сторони незрощення (abn–prn) дорівнювала 2,57 см (від 2,42 до 2,60 см). Ширина дна носового ходу здорової сторони (abz–sn) складала 1,55 см (від 1,42 до 1,73 см), ширина дна носового ходу сторони незрощення (abn–n) дорівнювала 1,7 см (від 1,60 до 1,77 см). Кут основи крила носа здорової сторони (Z) (prn–abz–sn) становив 40,00° (від 38,00 до 40,00°), кут основи крила носа сторони незрощення (N) (prn–abn–sn) дорівнював 34,00° (від 30,00 до 35,00°).

Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа сторони незрощення до здорової сторони (abn–prn/abz–prn) визначався на рівні 1,0 (від 0,9 до 1,0). Коефіцієнт співвідношення ширини дна носового ходу сторони незрощення до здорової

сторони (abn–sn/abz– sn) – 1,14 (від 1,02 до 1,15). Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа сторони незрощення до ширини дна носового ходу даної сторони (abn–prn/abn–sn) дорівнював 1,45 (від 1,37 до 1,51). Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа здорової сторони до ширини дна носового ходу даної сторони (abz–prn/abz–sn) становив 1,59 (від 1,47 до 1,69) (таблиця). Отримані дані свідчать про наявність асиметрії сторін назо-лабіального комплексу у пацієнтів, що, окрім чисто візуального опису, можна було виміряти і зафіксувати.

**Таблиця** – Порівняння окремих антропометричних показників середньої третини обличчя у пацієнтів з уродженими дефектами коміркового відростка верхньої щелепи при плануванні хірургічних втручань

Показники	Підгрупа 1		Підгрупа 2		Підгрупа 3	
	<i>M±m</i>	<i>Me-dian</i>	<i>M±m</i>	<i>Me-dian</i>	<i>M±m</i>	<i>Me-dian</i>
abz–prn, см	2,40±0,16	2,50	2,4±0,25	2,45	2,36±0,12	2,38
abn–prn, см	2,57±0,14	2,52	2,55±0,21	2,56	2,6±0,13	2,62
abz – sn, см	1,55±0,19	1,60	1,71±0,20	1,72	1,64±0,11	1,64
abn–sn, см	1,70±0,15	1,72	1,93±0,21	1,90	1,78±0,15	1,80
Кут prn–abz–sn, °	40,00±0,50	40,00	38,0±2,10	37,50	35±1,00	35,00
Кут prn–abn–sn, °	34,00±2,00	33,50	32,0±2,00	32,00	29±0,50	29,00
abn–prn/abz–prn	1,00±0,35	0,95	1,0±0,05	1,00	1,0±0,25	1,0
abn–sn/abz– sn	1,14±0,05	1,14	1,0±0,05	1,00	1,32±0,10	1,30
abn–prn/abn–sn	1,45±0,12	1,50	1,42±0,10	1,38	1,32±0,10	1,31
abz–prn/abz–sn	1,59±0,10	1,63	1,36±0,15	1,40	1,43±0,08	1,43

Антропометричні показники назо-лабіального комплексу в підгрупі 2 наступні: довжина крила носа здорової сторони (abz–prn) дорівнювала 2,4 см (від 2,12 до 2,75 см), довжина крила носа сторони незрощення (abn–prn) становила 2,55 см (від 2,33 до 2,80 см). Ширина дна носового ходу здорової сторони (abz–sn) визначалася на рівні 1,71 см (від 1,51 см до 1,99 см), ширина дна носового ходу сторони незрощення (abn–sn) – 1,93 см (від 1,6 до 2,05 см). Кут основи крила носа здорової сторони (Z) (prn–abz–sn) дорівнював 38,00°(від 35,00 до 40,00°), кут основи крила носа сторони незрощення (N) (prn–abn–sn) становив 32,00°(від 30,00 до 34,00°).

Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа сторони незрощення до здорової сторони (abn–prn/abz–prn) дорівнював 1,00. Коефіцієнт співвідношення ширини дна носового ходу сторони незрощення до здорової сторони (abn sn/abz–sn) також становив 1,00. Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа сторони незрощення до ширини дна носового ходу даної сторони (abn–prn/abn–sn) був 1,42 (від 1,24 до 1,51). Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа

здорової сторони до ширини дна носового ходу даної сторони (abz–prn/abz–sn) становив 1,36 (від 1,25 до 1,55). Порівняно із попередньою підгрупою у цих пацієнтів спостерігалось незначне збільшення показників abn–prn, abn–sn та зменшення кутів prn–abz–sn та prn–abn–sn.

Антропометричні показники назо-лабіального комплексу в підгрупі 3 такі: довжина крила носа здорової сторони (abz – prn) становила 2,36 см (від 2,34 до 2,52 см), довжина крила носа сторони незрощення (abn – prn) дорівнювала 2,6 см (від 2,47 до 2,65 см). Ширина дна носового ходу здорової сторони (abz – sn) була 1,64 см (від 1,56 до 1,70 см), ширина дна носового ходу сторони незрощення (abn – sn) становила 1,78 см (від 1,70 до 2,20 см). Кут основи крила носа здорової сторони (Z) (prn – abz – sn) був 35,00°(від 35,00 до 37,00°), кут основи крила носа сторони незрощення (N) (prn – abn – sn) дорівнював 29,00°(від 28,00 до 30,00°).

Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа сторони незрощення до здорової сторони (abn – prn/abz – prn) був на рівні 1,0 (від 1,0 до 1,1). Коефіцієнт співвідношення ширини дна носового ходу сторони незрощення до здорової сторони (abn – sn/abz – sn) становив 1,32 (від 1,23 до 1,47). Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа сторони незрощення до ширини дна носового ходу даної сторони (abn – prn/abn – sn) дорівнював 1,32 (від 1,23 до 1,47). Коефіцієнт співвідношення довжини крила носа здорової сторони до ширини дна носового ходу даної сторони (abz – prn/abz – sn) становив 1,43 (від 1,35 до 1,51). Порівняно з попередніми підгрупами можна було визначити істотне збільшення довжини крила носа та ширини носового ходу на стороні незрощення. Поряд із тим, компенсаторно зменшувалися кути prn – abz – sn та prn – abn – sn, тобто, як на здоровій стороні, так і на стороні незрощення. Проведені антропометричні вимірювання вказують на виражену залежність ступеня деформації середньої зони обличчя від об'єму вродженого (залишкового) дефекту коміркового відростка верхньої щелепи на стороні незрощення. Можна зробити припущення, що рівень асиметрії тканин обличчя також залежить від вказаного об'єму.

Отримані результати є співзвучними з аналогічними дослідженнями деяких авторів [17], які встановили виражені відмінності у структурі назо-

лабіального комплексу навіть за умов повноцінної та своєчасної реабілітації дітей із УНВГП, порівняно з етнічними антропометричною норми здорових пацієнтів. І чим раніше проводиться відновлення цілісності верхньої губи, тим краще досягається симетрія назо-лабіального комплексу [18]. Проведення пластики коміркового відростка верхньої щелепи суттєво вирівнює симетрію носа та верхньої губи у пацієнтів із УНВГП, що й було показано тривимірними антропометричними дослідженнями в ряді клінік світу [19-21].

**Висновки.** В ході планування реконструктивних втручань на верхній щелепі при уроджених незрощеннях верхньої губи та піднебіння і проведення повноцінної антропометричної оцінки дефекту коміркового відростка верхньої щелепи у таких дітей необхідним є визначення показників антропометрії (фотограмометрії) назо-лабіального комплексу та об'єму дефекту коміркового відростка на основі даних конусно-променевої комп'ютерної томографії.

Проведені антропометричні вимірювання вказують на виражену залежність ступеня деформації середньої зони обличчя від об'єму вродженого (залишкового) дефекту коміркового відростка верхньої щелепи на стороні незрощення. Можна судити, що рівень асиметрії тканин обличчя також залежить від вказаного об'єму.

Отримані дані щодо довжини крила носа та ширини носового ходу на стороні незрощення, та їх взаємовідношення зі здоровою стороною, є визначальними умовами оптимізації вибору кісткового трансплантата та проведення окремих етапів хірургічного втручання.

**Перспективи подальших досліджень.** Методи реабілітації дітей із уродженими вадами обличчя продовжують вдосконалюватися. На сьогоднішні протоколи лікування є тривалими в часі та мають високу собівартість. Тому розробка нових підходів діагностики та лікування для такого контингенту пацієнтів залишається актуальним напрямком досліджень.

## References

- Oliinyk AY, Oliinyk HV. Osoblyvosti zuboshchelepnykh deformatsiy u patsiyentiv iz vrodzhenymy nezroshchennyamy verkhnoi huby ta pidnebinnya [Features of dento-alveolar deformities in patients with congenital cleft lip and palate: A review]. *Klinichna Stomatologiya*. 2020;(4):45-54. [Ukrainian]. doi: 10.11603/2311-9624.2019.4.10881
- Kulynych MO, Savyts'ka IM. Dynamika vidnovlennya kistkovoyi tkanyny v zoni defektu alveolyarnoho vidrostka verkhnoyi shchelepy pry riznykh sposobakh yoho zapovnennya v eksperymenty [The dynamics of recovery of bone tissue in maxilla's alveolar process defect due to different approaches of its filling in experiment]. *Colloquium-Journal*. 2020;26(78):15-22. [Ukrainian]
- Ambrosio ECP, Sartori IC, Jorge PK, Carrara CFC, Valarelli FP, Machado MAAM, et al. Six-year post-surgical evaluation in the treatment protocols in the dental arches of children with oral cleft: longitudinal study. *J Appl Oral Sci*. 2022;30:e20220120. PMID: 35920507. PMCID: PMC9586431. doi: 10.1590/1678-7757-2022-0120
- Staudt CB, Bollhalder J, Eichenberger M, La Scala G, Herzog G, Wiedemeier DB, et al. Final Posttreatment Occlusion in Patients With Unilateral Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate Craniofac J*. 2022;59(7):899-909. PMID: 34235980. PMCID: PMC9260490. doi: 10.1177/10556656211028506
- Shamsiyev AM, Shamsiyev ZhA, Ibragimov OA, Togayev IU. Improvement of treatment the congenital lip and palate clefts among children. *Bulletin of Children's Surgeon Anesthesiol Reanimatol*. 2020;10:192-3.
- Egan T, Antoine G. *Cleft lip and palate. Facial plastic, reconstructive, and trauma surgery*. NY: Marcel Dekker; 2008. p. 359-78.
- Bergendal B. *Cleft lip and palate*. Capa Istanbul; 2010. 152 p.
- Abdurakhmonov AZ, Subkhanov SS, Postnikov MA, Abdurakhimov AH, Vorozheykina NA. The combined measures and rehabilitation of patients with unilateral cleft lip and palate before and after surgery. *Bull Rehabil Doctor Health*. 2018; 3(33):97-106.
- Makhkamova NE, Nabiyeva ZhM, Yakubdzhanov DD, Nasretdinova MT. Status of ORL-organs in children with congenital cleft lip and palate. *Integrative dentistry and maxillofacial surgery*. 2022;1(1):14-8.
- Pereira RMR, Siqueira N, Costa E, Vale DD, Alonso N. Unilateral Cleft Lip and Palate Surgical Protocols and Facial Growth Outcomes. *J Craniofac Surg*. 2018;29(6):1562-8. PMID: 30373095. doi: 10.1097/SCS.00000000000004810
- Shakhnoza AK. Morphometric monitoring of parameters in craniofacial area in children with congenital cleft lip and palate after performed surgical manipulations. *Scientific progress*. 2022;3(3):235-41.
- Fudalej PS, Urbanova W, Klimova I, Dubovska I, Brudnicki A, Polackova P, et al. The Slavcleft: A three-center study of the outcome of treatment of cleft lip and palate. Part 2: Dental arch relationships. *J Craniomaxillofac Surg*. 2019;47(7):1092-5. PMID: 31097367. doi: 10.1016/j.jcms.2019.03.023
- Thierens LA, Lewyllie A, Temmerman L, De Roo NM, Verdonck A, Cadenas de Llano Perula M, et al. A retrospective intercenter comparison of two surgical protocols through the dental arch relationship of 5- to 6-year-old

- unilateral cleft patients. *Clin Oral Investig*. 2019;23(4):1777-84. PMID: 30171346. doi: 10.1007/s00784-018-2601-0
14. Heliövaara A, Leikola J. Prediction of orthognathic surgery need in children with unilateral cleft lip palate: Dental arch relationships and 5-year-olds' index. *Orthod Craniofac Res*. 2021;24(4):528-35. PMID: 33440074. doi: 10.1111/ocr.12467
  15. Dindaroglu F, Dogan E, Dogan S. Is the Nasolabial Region Symmetric in Individuals with Cleft Lip and Palate? *Cleft Palate Craniofac J*. 2022;1:10556656221116535. PMID: 35912442. doi: 10.1177/10556656221116535
  16. Dehghani M, Jahanbin A, Omidkhoda M, Entezari M, Shadkam E. Facial Anthropometric Evaluation of Unilateral Cleft Lip and Palate Patients: Infancy Through Adolescence. *J Craniofac Surg*. 2018;29(2):353-7. PMID: 29194260. doi: 10.1097/SCS.0000000000004199
  17. Ajami S, Babanouri N, Afshinpoor R. Photogrammetric Evaluation of Soft Tissue Profile and Frontal Photographs in Repaired Bilateral Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate Craniofac J*. 2020;57(5):566-73. PMID: 31665892. doi: 10.1177/1055665619883155
  18. Hoffmannova E, Moslerová V, Dupej J, Borský J, Bejdová Š, Velemínská J. Three-dimensional development of the upper dental arch in unilateral cleft lip and palate patients after early neonatal cheiloplasty. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2018;109:1-6. PMID: 29728158. doi: 10.1016/j.ijporl.2018.03.009
  19. Nur Yilmaz RB, Germeç Çakan D. Nasolabial Morphology Following Nasoalveolar Molding in Infants with Unilateral Cleft Lip and Palate. *J Craniofac Surg*. 2018;29(4):1012-1016. PMID: 29489580. doi: 10.1097/SCS.0000000000004427
  20. Mancini L, Avinoam S, Grayson BH, Flores RL, Staffenberg DA, Shetye PR. Three-Dimensional Nasolabial Changes After Nasoalveolar Molding and Primary Lip/Nose Surgery in Infants with Bilateral Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate Craniofac J*. 2022;59(4):475-483. PMID: 34032145. doi: 10.1177/10556656211012858
  21. Siegenthaler M, Bettelini L, Brudnicki A, Rachwalski M, Fudalej PS. Early versus late alveolar bone grafting in unilateral cleft lip and palate: Dental arch relationships in pre-adolescent patients. *J Craniomaxillofac Surg*. 2018;46(12):2052-7. PMID: 30416034. doi: 10.1016/j.jcms.2018.09.031

UDC 616.716.85-018.4-007

**Anthropometric Characteristics of the Face in Patients with Congenital Defects of Alveolar Process on Maxilla before Surgical Intervention**  
**Kulynych M. O., Mochalov Yu. O.**

**Abstract.** *The purpose of the study* was to investigate the anthropometric parameters of the nasolabial complex in patients with different sizes of the congenital defect of the alveolar process before surgical intervention.

*Materials and methods.* To achieve the goal, a clinical assessment of the nasolabial complex was carried out in 54 children with clefts of upper lip and palate (aged 10 to 19 years). The next indicators were included: the length of the nasal wing, the width of the bottom in the nostril, the vertical displacement of the nasal wing and their ratios. The children were divided into three subgroups, depending on the size of the bone defect, which involved the planning of a different type of surgical intervention: 1 (n=13) – recovery of the defect without osteoplasty, 2 (n=11) – osteoplasty using the mandibular symphysis tissue, 3 (n=30) – osteoplasty using an autograft from tibia.

*Results and discussion.* Clefts of upper lip and palate are accompanied by numerous anatomical and functional disorders in the maxillofacial system. Reconstruction of the maxilla alveolar processes on the cleft side is a necessary stage of the complex rehabilitation of the patient. The degree of severity of functional disorders in cases of clefts of upper lip and palate depends on many factors and conditions – the form and size of the cleft, the patient's age, concomitant local and general somatic pathology, as well as the success of the performed complex treatment. Fixation of the patient's rehabilitation process by photography and analysis of clinical photos are important components of evaluation of treatment results. The volume of the congenital (residual) defect of the alveolar process on maxilla directly affects the level of facial asymmetry which is reflected in changes in the ratios on the affected and healthy side – the length of the nasal wing, the width of the nostril, the angles of the base of the nasal wing. Such anthropometric data may be crucial points in the selection of surgical intervention methods and the use of different autologous transplants.

The obtained results are consistent with similar studies by Ajami S., 2020, which established pronounced differences in the structure of the nasolabial complex even under the conditions of full and timely rehabilitation of children with congenital cleft of the upper lip and palate, compared to the ethnic anthropometric norm of healthy patients. And the sooner the integrity of the upper lip is restored, the better the symmetry of the nasolabial complex is achieved. Alveolar process plasty significantly equalizes the symmetry of the nose and

upper lip in patients with congenital cleft of the upper lip and palate, which was shown by three-dimensional anthropometric studies in a number of clinics around the world.

**Conclusion.** Anthropometry (photogrammometry) of the nasolabial complex on the face is an additional method in diagnostic that is necessary to make the correct clinical decisions during the planning of reconstructive interventions on the maxilla in case of clefts of lip and palate.

**Keywords:** children, cleft lip and palate, osteoplasty, anthropometry, asymmetry.

**ORCID and contributionship:**

Mariia O. Kulynych : <sup>A,B,C,D</sup>

Yuriy O. Mochalov : 0000-0002-5654-1725 <sup>A,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Yuriy O. Mochalov**

Uzhhorod National University,  
Department of Surgical Dentistry and Clinical Subjects  
16-A, Universitetsjka Str., Uzhhorod 880015, Ukraine  
phone: +380679943773, e-mail: yuriy.mochalov@uzhnu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 21.11.2022

Accepted 27.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.171

УДК 616.314-001.5-08-053.2

Носенко І. В.<sup>1</sup>, Пауленко О. В.<sup>1</sup>,Мочалов Ю. О.<sup>2</sup>

## ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛИ АДГЕЗІЇ ФОТОКОМПЗИТНИХ ЕМАЛЕВИХ ГЕРМЕТИКІВ ДО ПОВЕРХНІ ЗУБА

<sup>1</sup>Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика,  
Київ, Україна

<sup>2</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,  
Ужгород, Україна

**Мета дослідження:** порівняти силу адгезії ряду сучасних емалевих герметиків до емалі зуба, що розвивається без адгезивної підготовки.

**Матеріали та методи дослідження.** В лабораторних умовах було порівняно силу адгезії на зсув для фотокомпозитних емалевих герметиків «Fissurit FX» (VOCO), «Clinpro™ Sealant» (3M™ ESPE™) та «Jen-Fissufil» (ТОВ «Джендентал-Україна»). Дослідження виконано на 30 зразках емалі зубів без попередньої адгезивної підготовки зуба. Сила адгезії розраховувалася за допомогою тензометричної системи в точці відриву (зсуву) полімеризованого герметика від поверхні емалі. Застосована методика відповідає міжнародним стандартам ISO 4049:2019 «Dentistry - Polymer-based restorative materials» та ISO 6874:2005 «Dentistry - Polymer-based pit and fissure sealants».

**Результати.** Отримані результати показали, що загалом сила адгезії матеріалу до емалі зуба не відрізнялася. Серед досліджених матеріалів найбільшу силу адгезії показав вітчизняний «Jen-Fissufil» –  $9,80 \pm 1,17$  МПа (M=10,42 МПа), мінімальне значення – 7,41 МПа, а максимальне було 11,07 МПа. Загалом меншою була сила адгезії до емалі у «Fissurit FX» –  $9,78 \pm 1,33$  МПа (M=9,43 МПа), мінімальне значення дорівнювало 8,23 МПа, а максимальне – 12,62 МПа. І найменшою з трьох матеріалів була сила адгезії у герметика «Clinpro™ Sealant» –  $9,55 \pm 1,88$  МПа (M=8,69 МПа), мінімальне значення дорівнювало 6,35 МПа, а максимальне – 14,73 МПа. Статистичні тести не виявили вірогідних відмінностей між трьома підгрупами дослідження. Сучасні чинні стандарти ISO 6874:2005 не охоплюють окремих показників, які наявні в герметиках для емалі. Тому такі матеріали виявляють себе більш складними і функціональними медичними виробами, ніж визначено їх первинним призначенням.

**Висновки.** Герметизація фісур та ямок емалі є одним із найбільш ефективних і методів профілактики карієсу зубів. Сила адгезії сучасних фотокомпозитних герметиків «Fissurit FX» (VOCO), «Clinpro™ Sealant» (3M™ ESPE™) та «Jen-Fissufil» (ТОВ «Джендентал-Україна») до емалі була майже ідентичною.

**Ключові слова:** карієс зубів, профілактика, герметизація фісур та ямок, адгезія, композит.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дана робота є фрагментом НДР «Впровадження сучасних матеріалів та технологій в стоматологічну практику», № держ. реєстрації 0119U102057.

**Вступ.** На сьогодні карієс зубів є найпоширенішим в людській популяції захворюванням бактеріальної етіології. Сучасний рівень розвитку охорони здоров'я в багатьох країнах поки що не дозволяє його подолати, але в ході реалізації комплексу профілактичних програм таке захворювання переважно стало контрольованим. В багатьох розвинутих країнах світу є чіткі ознаки зниження поширеності та інтенсивності карієсу зубів, особливо у дітей та підлітків. На жаль, Україна не належить до таких країн. За даними більшості клінічних та популяційних досліджень, спостерігається чітка тенденція до зниження частоти ураження у пацієнтів апроксимальних поверхонь та «сліпих» ямок зубів, але поширеність карієсу оклюзійних поверхонь жувальної групи зубів залишається проблемою в багатьох країнах. Провідним механізмом розвитку таких уражень вважають присутність складної морфології ямок та фісур на оклюзійній, щічній та піднебінній поверхнях зубів жувальної групи, де залишки їжі та зубний наліт легко накопичуються та складно видаляються. Окрім того, недостатнє надходження слини та ремінералізуючих компонентів до вищевказаних зон не сприяють захисту від демінералізації емалі та відповідно не стимулюють розвиток оклюзійного карієсу [1, 2, 3, 4].

Тому в сучасній стоматології для усунення такого *locus minoris resistentiae* виконують процедуру герметизації фісур та ямок емалі зубів. Матеріали для такого втручання (емалеві герметики) здатні ізолювати ямки та фісури зубів від бактерій та продуктів їх життєдіяльності, вони створюють додатковий механічний бар'єр на поверхні зуба та запобігають накопиченню зубного нальоту. Тому в сучасних умовах застосування емалевих герметиків є одним із найбільш ефективних і надійних методів профілактики карієсу оклюзійних поверхонь

зубів. Якщо говорити про переваги застосування таких матеріалів, то основними аргументами на їх користь є значне зниження ризику розвитку карієсу зуба та нижча вартість в порівнянні з пломбуванням зуба [5, 6, 7]. Таку методику профілактики застосовують як у дорослих, так і в дітей.

Сучасна стоматологія сформувала наступні вимоги до емалевих герметиків:

- вони повинні мати карієсостатистичний ефект (шляхом виділення фтору);
- повинні герметично закривати фісури;
- повинні мати достатню адгезію до емалі (стійка адгезія до тканин зуба у вологому середовищі);
- не повинні зазнавати впливу компонентів ротової рідини;
- не бути токсичними до тканин зуба;
- повинні мати достатню міцність на стискання та стійкість до стирання;
- мати здатність твердіти при кімнатній температурі у вологому середовищі протягом 2-3 хвилин (для виробів з хімічним механізмом тверднення);
- повинні мати стабільність кольору та не впливати на колір зубних тканин;
- повинні на тривалий час закривати фісури (не менше 12-24 місяців).

Переважає більшість сучасних стоматологічних емалевих герметиків є композитними матеріалами зі світловим механізмом тверднення. Відповідно, досягнення тривалої і доволі міцної адгезії з поверхнею емалі зуба є важливою вимогою виконання правильної герметизації фісур та ямок зубів, що закриває чутливі до демінералізації зони емалі. Незважаючи на тривалі дискусії щодо доцільності застосування разом при герметизації фісур адгезивних композитних систем новітніх поколінь, переважна більшість емалевих герметиків застосовуються без попередньої адгезивної підготовки зубів. Адже саме такий підхід створює умови для дифузії іонів фтору та антисептичних сполук з товщі шару герметика. Тобто, сам матеріал герметика після накладання на протрусну кислоту поверхню емалі зуба має розвивати адгезію до підлеглих твердих тканин. І це є важливою вимогою належної якості таких стоматологічних матеріалів. Відповідно до цього були розроблені міжнародні стандарти ISO 6874:2005 [8, 9, 10].

**Мета дослідження** – порівняти силу адгезії ряду сучасних емалевих герметиків до емалі зуба, що розвивається без адгезивної підготовки.

**Матеріал та методи дослідження.** В дослідженні було використано три фотокомпозитні герметики для емалі, які на сьогодні доволі широко застосовуються в клінічній практиці в Україні.

**Fissurit FX** – високонаповнений (понад 50,00% маси складає скляний наповнювач) стоматологічний композитний герметик світлового тверднення для запечатування фісур, борозен та ямок емалі зубів. Герметик здатний виділяти фтор після полімеризації. Виробник – «Voco GmbH» (Cuxhaven, Germany). У складі матеріалу заявлено вміст смоли Bis-GMA, діуретан-диметакрилату, бутилгідроксилтолуолу, бензотріазолдеривату, а також фториду натрію. Матеріал відомий в Україні та світі понад 10 років, зарекомендував себе ефективним засобом для екзогенної лікарської профілактики карієсу.

**Clinpro™ Sealant** – стоматологічний композитний рідкотекучий ненаповнений матеріал для герметизації фісур та ямок емалі, який також виділяє іони фтору після завершення полімеризації. Виробник – 3M™ ESPE™ (St. Paul, USA). Особливістю матеріалу є зміна його кольору з рожевого на світло-жовтий із початком світлової полімеризації (що, правда, не є індикатором повноти полімеризації герметика). У складі матеріалу заявлено вміст метакрилатних смол Bis-GMA та TEGDMA. Матеріал також широко застосовується у світі для екзогенної профілактики карієсу.

**Jen-Fissufil** – текучий фотополімерний фторвмісний композитний матеріал для запечатування фісур. Матеріал є також високонаповненим (50,00% наповнювача). Виробник – ТОВ «Джентал-Україна» (Київ, Україна). Матеріал містить спеціальне біоактивне скло, яке після полімеризації розпадається із виділенням іонів фтору, кальцію та фосфатів, окремо присутні фториди натрію та кальцію, що в комплексі позитивно впливає на структуру емалевих призм, завдяки чому реалізується карієс-протективна дія матеріалу. У складі матеріалу також заявлено вміст метакрилатних смол UDMA та TEGDMA. Матеріал застосовується в клінічній практиці в Україні понад 5 років.

Для реалізації поставленого завдання на базі лабораторії контролю якості продукції ТОВ «Джентал-Україна», м. Київ, було виготовлено 30 зразків емалі зуба для дослідження сили адгезії герметика. Шар емалі плоскої форми для дослідження отримували шляхом розпилювання людських зубів (які були видалені за клінічними показаннями в плановому та екстремному порядку в закладах охорони здоров'я стоматологічного профілю – порушення прорізування третіх молярів, важкий перебіг генералізованого пародонтиту та за ортодонтичними показаннями). Критеріями відбору таких зубів в дослідження була відсутність каріозних та некаріозних уражень. Пластинки емалі після протравлювання ортофосфорною кислоту та адгезивної підготовки внутрішньої поверхні із використанням шару фотокомпозитного

пломбувального матеріалу були фіксовані до плоскої поверхні стандартних заготовок людських зубів, які використовуються для дослідження сили адгезії фотокомпозитів до твердих тканин зуба. Такі зуби були попередньо зафіксовані епоксидною смолою в стандартні металеві кільця. Для фіксації пластинок емалі до зразків зубів було використано адгезивну систему «Jen-Unibond», гель для протрування «Phospho-Jen» та наногібридний фотокомпозитний стоматологічний пломбувальний матеріал «Jen-Favorite», тривалість фотополімеризації на кожному з етапів – 20 с. Після фіксації шару емалі на заготовку зуба на шліф-моторі на швидкості 2500 об./хв із водним зволоженням з використанням шліфувальних дисків із зернистістю 160 та 300 Гріт були сформовані плоскі площинки діаметром понад 3,0 мм, чітко перпендикулярно до вісі заготовки зуба.

Після того зовнішня поверхня зафіксованого шару емалі була протравлена гелем «Phospho-Jen» протягом 20 с, гель було змито потоком дистильованої води протягом 20 с, поверхня була висушена потоком повітря до сухого матового блиску. Згодом заготовка була поміщена у фіксатор і за допомогою стандартної розбірної фторопластової форми із внутрішнім діаметром 3,00 мм та фотополімеризатора до поверхні підготовленої емалі були фіксовані «стовпчики» композитних герметиків «Fissurit FX», «Clinpro™ Sealant», «Jen-Fissufil» – по 10 зразків для кожного (рис. 1).



Рис. 1 – Фото підготовленого зразка матеріалу для дослідження

Для завершення процесів полімеризації середині матеріалу зразки було поміщено на 24 год до термостата при температурі 37,0°C. Згодом, кожен зразок було поміщено в пристрій для дослідження сили адгезії матеріалу на зсув, який було фіксовано на рухому площину (швидкість – 1,2 мм/хв), тиск на зразок вимірювався тензометричним датчиком, який було приєднано до персонального комп'ютера, де результати оброблялися в програмі «Керам-тест» (рис. 2). В програмі фіксувалося максимальне навантаження на зразок, при якому

відбувалося руйнування адгезивних зв'язків – зсув «стовпчика» полімеризованого герметика відносно поверхні емалі.

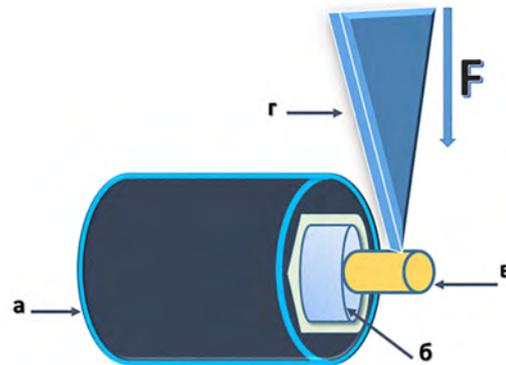


Рис. 2 – Схема досліджу:

а – «заготовка» для дослідження адгезії, б – підготовлений та зафіксований на фотокомпозит шар зубної емалі, в – стовпчик заполімеризованого матеріалу для герметизації, г – нерухомий шток тензометричної установки

Розрахунок сили адгезії (МПа) проводили за формулою:

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

де:  $P$  – максимальна сила при відриві зразка (Н),  $F$  – площа зони адгезії зразка (м<sup>2</sup>)

$$F = \frac{\pi d^2}{4}$$

де  $d$  – діаметр зразка герметика (м).

Після руйнування зразків зона руйнування була досліджена під світловим мікроскопом на збільшенні 7–40 разів для вибракування зразків, у яких руйнування відбувалося в товщі самого герметика або в шарі емалі зуба. Використана методика вимірювання відповідає міжнародним стандартам ISO 4049:2019 «Dentistry - Polymer-based restorative materials» та ISO 6874:2005 «Dentistry - Polymer-based pit and fissure sealants» [8, 9, 11]. Отримані результати було занесено до електронних таблиць. Статистична обробка результатів була виконана із використанням програмного пакета Microsoft Excel 2016.

#### Результати дослідження та їх обговорення.

Отримані результати показали, що загалом в масі показників сила адгезії матеріалу до емалі зуба не відрізнялася (табл. 1). Серед досліджених матеріалів найбільшу силу адгезії показав вітчизняний «Jen-Fissufil» – 9,80±1,17 МПа (M=10,42 МПа), мінімальне значення – 7,41 МПа, а максимальне було 11,07 МПа. Загалом меншою була сила адгезії до емалі у «Fissurit FX» – 9,78±1,33 МПа (M=9,43 МПа), мінімальне значення дорівнювало 8,23 МПа, а максимальне – 12,62 МПа. І найменшою з трьох матеріалів була сила адгезії

у герметика «Clinpro™ Sealant» –  $9,55 \pm 1,88$  МПа ( $M=8,69$  МПа), мінімальне значення дорівнювало  $6,35$  МПа, а максимальне –  $14,73$  МПа.

**Таблиця 1** – Результати вимірювання сили адгезії композитних герметиків до емалі зуба, Мпа

Матеріал	$M \pm m$	Median	min	max
Fissurit FX	$9,78 \pm 1,33$	9,43	8,23	12,62
Clinpro™ Sealant	$9,55 \pm 1,88$	8,69	6,35	14,73
Jen-Fissufil	$9,80 \pm 1,17$	10,42	7,41	11,07

Проведені статистичні тести з розрахунком t-критерію Стьюдента не виявили вірогідної різниці між трьома підгрупами дослідження.

З огляду на зміни концепції розвитку карієсу зубів та підходів до його контролю, які відбулися в стоматології протягом останніх 30 років, і що саме захворювання перестали сприймати як інфекційне, а воно вважається захворюванням мультифакторіального генезу, то роль емалевих герметиків у досягненні контролю над карієсом в індивідуальній та комунальній профілактиці стоматологічних захворювань відчутно зростає. Внаслідок цього спостерігається неформальна зміна вимог щодо властивостей та якості самих матеріалів для герметизації фісур та ямок зубів. На сьогодні переважна більшість таких виробів є фотокомпозитними пломбувальними матеріалами переважно низького наповнення неорганічним компонентом. Хоча і ця остання характеристика є вже виправленою в окремих представників зазначеного класу матеріалів. Варто також зазначити тенденцію до розширення показань по застосуванню фотокомпозитних емалевих герметиків в клінічній практиці. Окрім безпосереднього свого призначення матеріали можуть бути використані для «ремонтів» та реставрації окремих фотокомпозитних пломб при незначному їх зношенні та використані в якості підкладочного матеріалу при відновленні зубів з каріозними порожнинами з високим С-фактором.

Сучасні чинні стандарти ISO 6874:2005 не охоплюють окремих показників, які наявні в герметиках для емалі. Тому такі матеріали виявляють себе більш складними і функціональними медичними виробами, ніж визначено їх первинним призначенням.

Тому сучасний фотокомпозитний (або композитний) стоматологічний герметик для емалі зуба має володіти такими додатковими властивостями:

- 1. Самостійна адгезія до протравленої кислотою емалі зуба.** Враховуючи, що для таких виробів застосовуються норми та вимоги, адаптовані до композитних пломбувальних матеріалів, то сила такої адгезії має бути не менше  $7,0$  МПа. Хоча окремі виробники й дослідники рекомен-

дують при виконанні герметизації фісур та ямок емалі виконувати класичну адгезивну підготовку поверхні зуба (з використанням адгезивних систем), що збільшує тривалість збереження герметика на поверхні зуба. Проте в такому випадку виключається можливість проникнення окремих речовин із герметика в емаль зуба. Загалом, питання застосування адгезивних систем при герметизації фісур зубів, особливості за наявності сучасних адгезивних систем із можливістю дифузії іонів фтору, залишається дискусійним [10, 12].

- 2. Виділення фтору.** Така властивість спочатку була доступною лише для герметиків на основі склоіономерних цементів. Але згодом, з появою нових рецептур складу для неорганічного наповнювача композитного герметика така властивість стала притаманною й останнім. Більш того, з'явилися герметики, здатні деградувати із виділенням сполук кальцію, що може чинити позитивний вплив на ремінералізацію емалі під шаром матеріалу. Також наявні дані про експериментальні дослідження по створенню емалевих герметиків, які містять галозитові нано-трубки у своєму складі, які можуть бути депо для різних сполук – як для ремінералізації емалі, так і для локального антисептичного впливу [5, 13, 14].
- 3. Міцність до стискування та до стирання.** Така властивість є необхідною з огляду на зону застосування таких матеріалів і високе механічне навантаження, що виникає в ході їх функціонування та забезпечує зносостійкість. Така властивість досягається оптимальним підбором композиції метакрилатних смол та неорганічного скляного наповнювача разом із силанізаційними добавками. На сьогодні також тривають експериментальні роботи по створенню композиційних стоматологічних матеріалів, здатних до самостійного відновлення при порушенні їх структури [1, 13].
- 4. Мінімальна усадка та оптимальні коефіцієнти теплового розширення.** Такі властивості забезпечують тривале функціонування герметика на поверхні емалі та не спричиняє мікроабфракцій на її поверхні [15].
- 5. Задовільні оптичні властивості.** Визначають оптичну мімікрію кольору самого герметика або його прозорість, що є необхідним для тривалого контролю якості герметизації поверхні емалі.

Таким чином, технологія композитних герметиків для фісур та ямок емалі зубів на сьогодні є успішною в клінічній практиці та продовжує розвиватися й вдосконалюватися [1, 10, 12].

**Висновки.** В сучасній стоматології застосування емалевих фотокомпозитних герметиків є одним із найбільш ефективних і надійних методів профілактики карієсу оклюзійних поверхонь зубів. Перевагами застосування таких матеріалів, є значне зниження ризику розвитку карієсу зуба та нижча вартість, порівняно з методикою пломбування зуба. Проведені експериментальні дослідження сили адгезії на зсув (без застосування адгезивних систем, лише з кислотним протруюванням) у трьох сучасних фотокомпозитних емалевих герметиків до емалі зуба показали, що найбільшою вона була у вітчизняного «Jen-Fissufil» (ТОВ «Джентентал-Україна») – 9,80±1,17 МПа

(M=10,42 МПа, *min* – 7,41 МПа, *max* – 11,07 МПа); меншою у «Fissurit FX» (VOCO) – 9,78±1,33 МПа (M=9,43 МПа, *min* – 8,23 МПа *max* –12,62 МПа); і у герметика «Clinpro™Sealant» (3M™ ESPE™) – 9,55±1,88 МПа (M=8,69 МПа, *min* – 6,35 МПа, а *max* – 14,73 МПа). Проведені статистичні тести не виявили вірогідних відмінностей між показниками адгезії у всіх трьох підгрупах. Таким чином, вітчизняний фотокомпозитний матеріал для герметизації фісур та ямок емалі «Jen-Fissufil» не відрізнявся від імпортованих аналогів за рівнем адгезії до емалі зуба.

**Перспективи подальших досліджень.** Технологія композитних герметиків емалі зубів на сьогодні є успішною в клінічній практиці та продовжує вдосконалюватися й розвиватися. Розробка нових та підвищення якості таких матеріалів є актуальним питанням для науки й техніки.

## References

1. Borodovitsina SI, Saveleva NA, Tabolina ES. *Prevention of dental diseases*. OTSiOP; 2019. 264 p.
2. Oliynyk RP, Rozhko MM, Khabchuk VS. Porivnialnyi analiz uspishnosti riznykh pidkhodiv do likuvannia pochatkovoho kariiesu postiinykh zubiv u ditei [Comparative analysis of the success of different approaches to the treatment of initial caries of permanent teeth in children]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*. 2017;2:376-81. [Ukrainian]
3. Liu W, Xiong L, Li J, Guo C, Fan W, Huang S. The anticaries effects of pit and fissure sealant in the first permanent molars of school-age children from Guangzhou: a population-based cohort study. *BMC Oral Health*. 2019;19:156. PMID: 31311541. PMCID: PMC6636114. doi: 10.1186/s12903-019-0846-x
4. Özgür B, Kargin ST, Ölmez MS. Clinical evaluation of giomer- and resin-based fissure sealants on permanent molars affected by molar-incisor hypomineralization: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2022;22:275. PMID: 35790955. PMCID: PMC9258125. doi: 10.1186/s12903-022-02298-9
5. Ei TZ, Shimada Y, Nakashima S, Romero MJRH, Sumi Y, Tagami J. Comparison of resin-based and glass ionomer sealants with regard to fluoride-release and anti-demineralization efficacy on adjacent unsealed enamel. *Dent Mater J*. 2018;37(1):104-12. PMID: 28954939. doi: 10.4012/dmj.2016-407
6. Balian A, Campus G, Bontà G, Esteves-Oliveira M, Salerno C, Cirio S, et al. Long-term caries prevention of dental sealants and fluoride varnish in children with autism spectrum disorders: a retrospective cohort study. *Sci Rep*. 2022;12:8478. PMID: 35589819. PMCID: PMC9119978. doi: 10.1038/s41598-022-12176-7
7. Espinoza-Espinoza G, Corsini G, Rojas R, Mariño R, Zaror C. The cost-utility of school-based first permanent molar sealants programs: a Markov model. *BMC Oral Health*. 2019;19:293. PMID: 31888582. PMCID: PMC6937712. doi: 10.1186/s12903-019-0990-3
8. ISO 4049:2019 «Dentistry - Polymer-based restorative materials»
9. ISO 6874:2005 «Dentistry - Polymer-based pit and fissure sealants»
10. Mézquita-Rodrigo I, Scougall-Vilchis RJ, Moyaho-Bernal MA, Rodríguez-Vilchis LE, Rubio-Rosas E, Contreras-Bulnes R. Using self-etch adhesive agents with pit and fissure sealants. In vitro analysis of shear bond strength, adhesive remnant index and enamel etching patterns. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2022;23:233-41. PMID: 34365570. PMCID: PMC8349235. doi: 10.1007/s40368-021-00655-w
11. Mochalov YA, Keyan DN, Pasichnyk MA, Kravtsov RV. Strength indicators of adhesion to hard tissues of non-vital teeth of dental photocomposite filling materials in combination with various adhesive systems. *Georgian Med News*. 2021;6(315):61-5.
12. Zhang C, Li Y, Zhang Z, Tian Y, Ding N, Ma Y. Improvement of Pit-and-Fissure Sealant Bonding to Enamel with Subpressure Treatment. *Biomed Res Int*. 2019;2019:5070383. PMID: 31032348. PMCID: PMC6458865. doi: 10.1155/2019/5070383
13. Feitosa S, Carreiro AFP, Martins VM, Platt JA, Duarte S. Effect of a chlorhexidine-encapsulated nanotube modified pit-and-fissure sealant on oral biofilm. *Dent Mater J*. 2021;40(3):758-65. PMID: 33678731. doi: 10.4012/dmj.2020-241
14. Yagi K, Uemura R, Yamamoto H, Ishimoto T, Naito K, Itoh S, et al. In-air micro-proton-induced X-ray/gamma-ray emission analysis of the acid resistance of root dentin after applying fluoride-containing materials incorporating calcium. *Dent Mater J*. 2021;40(5):1142-50. PMID: 34024882. doi: 10.4012/dmj.2020-273

15. Hatirli H, Yasa B, Yasa E. Microleakage and penetration depth of different fissure sealant materials after cyclic thermo-mechanic and brushing simulation. *Dent Mater J.* 2018;37(1):15-23. PMID: 28845033. doi: 10.4012/dmj.2016-234

UDC 616.314-001.5-08-053.2

### Study of The Adhesion Strength of Photocomposite Enamel Sealants to the Tooth Surface

Noenko I. V., Pavlenko O. V., Mochalov I. O.

**Abstract.** *The purpose of the study* was to compare an adhesion strength of some modern enamel sealants to the enamel of a developing tooth which occurs without adhesive preparation of tooth surface.

**Materials and methods.** In laboratory the shear adhesion strength to human teeth enamel without adhesive system application was compared for “Fissurit FX” (VOCO), “Clinpro™ Sealant” (3M™ ESPE™) and “Jen-Fissufil” (Jendental-Ukraine LLC). 30 samples were tested on tensometric system. Tests were performed according to requirements of ISO 4049:2019 “Dentistry – Polymer-based restorative materials” and ISO 6874:2005 “Dentistry – Polymer-based pit and fissure sealants”.

**Results and discussion.** Performed experimental studies of sealant adhesion (without the use of adhesive systems, only with acid etching) showed that it was the largest in the domestic “Jen-Fissufil” –  $9.80 \pm 1.17$  MPa (M=10.42 MPa, min – 7.41 MPa, max – 11.07 MPa); less in “Fissurit FX” –  $9.78 \pm 1.33$  MPa (M=9.43 MPa, min – 8.23 MPa, max – 12.62 MPa) and “Clinpro™ Sealant” –  $9.55 \pm 1.88$  MPa (M=8.69 MPa, min – 6.35 MPa, and max – 14.73 MPa). The performed statistical tests did not reveal any significant differences between the adhesion strength in all three subgroups. Due to the changes in the concept of dental caries development and approaches to its control that have taken place in dentistry over the past 30 years, the role of enamel sealants in achieving caries control in individual and communal prevention of dental diseases has significantly increased. The tendency to expand the indications for the use of photocomposite enamel sealants in clinical practice is also worth noting. In addition to their direct purpose, the materials can be used for “repair” and restoration of individual photocomposite fillings with minor wear and used as a lining material for the restoration of teeth with carious cavities with a high C-factor.

**Conclusion.** In modern dentistry the use of enamel photocomposite sealants is one of the most effective and reliable methods of preventing caries of the occlusal surfaces of teeth. The study of shear adhesion to acid-etched enamel for photocomposite materials “Fissurit FX”, “Clinpro™ Sealant” and “Jen-Fissufil” did not reveal any significant differences. The technology of composite tooth enamel sealants is currently successful in clinical practice and continues to improve and develop. The development of new and quality improvement of such materials is an urgent issue for science and technology.

**Keywords:** dental caries, prevention, fissure and pit sealing, adhesion, composite.

#### ORCID and contributionship:

Igor V. Noenko : 0000-0002-0644-2702 <sup>B,C,D</sup>

Oleg V. Pavlenko : 0000-0003-2097-4286 <sup>A,E,F</sup>

Iurii O. Mochalov : 0000-0002-5654-1725 <sup>E,F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

Iurii O. Mochalov

Uzhhorod National University,  
Department of Surgical Dentistry and Clinical Subjects  
16a, Universytetska St., Uzhhorod, 88015, Ukraine  
phone: +380679943773, e-mail: yuriy.mochalov@uzhnu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 03.12.2022

Accepted 05.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.177

УДК 616.314-071.3-74-77

Удод О. А., Драмарецька С. І.,

Алєкунов Г. Ю.

## КЛІНІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОВЛЕНЬ ЗУБІВ З РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ

Донецький національний медичний університет,  
Краматорськ, Україна

**Мета** – порівняльна клінічна оцінка виготовлених з різних матеріалів прямих пришийкових відновлень зубів.

**Матеріал і методи.** У 49 пацієнтів віком від 22 до 37 років було проведено пряме відновлення 97 зубів з пришийковими каріозними ураженнями. До 1 групи увійшли 19 осіб (39,6% від числа обстежених) з 35 відновленнями (36,1% від числа відновлень) з фотокомпозита, до 2 групи – 14 осіб (29,2%), в яких виконали 34 відновлення (35,1%) склоіономерним цементом, у 15 пацієнтів (31,3%) 3 групи 28 відновлень (28,9%) провели композитом хімічного затвердіння. Обстеження проводили наступного дня, через 6 та 12 місяців за клінічними та естетичними критеріями.

**Результати.** Наступного дня у пацієнтів 1 групи 2 відновлені зуби (5,7% від їх кількості у пацієнтів групи) мали підвищену чутливість. Через 6 місяців в осіб 1 групи було відсутнім 1 відновлення (2,9%), у 2 відновленнях (5,7%) були порушення крайового прилягання, в 1 (2,9%) – крайове забарвлення, також в 1 відновленому зубі (2,9%) діагностовано підвищену чутливість. У пацієнтів 2 групи в 5 відновленнях (14,7%) виявлені дефекти крайового прилягання і крайове забарвлення. В осіб 3 групи у 3 відновленнях (10,7%) було порушене крайове прилягання, у 4 (14,7%) – забарвлення. У термін 12 місяців в осіб 1 групи 1 відновлення (3,2% від їх числа у даний строк) знов було відсутнім, виявлено вторинний карієс, дефекти крайового прилягання фотокомпозита зафіксовані у 3 відновленнях (8,6%), крайове забарвлення – у 4 (11,4%). У пацієнтів 2 групи у 6 відновленнях (22,2% від числа у цей термін) було порушене крайове прилягання склоіомера, у 8 (29,6%) – крайове забарвлення. В осіб 3 групи дефекти крайового прилягання хімічного композита визначені у 7 відновленнях (29,2% від кількості у цей строк), крайове забарвлення – у 6 (25%), поруч з 1 відновленням (4,2%) виявлено вторинний карієс.

**Висновки.** У застосуванні фотокомпозиційного матеріалу для відновлення зубів з пришийковими каріозними ураженнями слід зважати на ймовірність виникнення ефекту абфракції з подальшим випадінням відновлень та підвищений ризик післяопераційної чутливості у відновлених зубах.

**Ключові слова:** пришийковий карієс, пряме відновлення, фотокомпозит, склоіономерний цемент, композит хімічного затвердіння.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано в рамках науково-дослідної теми кафедри стоматології №1 Донецького національного медичного університету «Оптимізація діагностики, лікування та профілактики стоматологічних захворювань», № державної реєстрації 0121U114440.

**Вступ.** Стоматологічне матеріалознавство постійно розвивається, зокрема, це стосується реставраційних матеріалів для відновлення цілісності зубів з каріозними та некаріозними ураженнями. Інноваційним матеріалам, перш за все, матеріалам світлового затвердіння, притаманні певні властивості, за якими вони суттєво відрізняються від тих, що були застосованими у клінічній практиці раніше. Особливо затребуваними наразі вважають фотокомпозити, що, власне, засвідчує їх широке та майже необмежене використання [1]. Між тим, навіть фотокомпозити недоцільно застосовувати у деяких клінічних ситуаціях, певні обмеження стосуються, перш за все, можливості забезпечення повноцінного або хоча б достатнього затвердіння об'єму фотокомпозиційного відновлення в усіх його ділянках за рахунок впливу світлового потоку з певними параметрами інтенсивності та довжини хвилі світла [2]. З іншого боку, саме у процесі затвердіння реалізується головний недолік цих матеріалів, яким вважають полімеризаційну усадку, що, залежно від складу, коливається у певних межах [1, 3]. Полімеризаційна напруга, яка виникає у фотокомпозиційних матеріалах під час опромінення, призводить до зменшення їх об'єму, що сприяє утворенню мікропросторів між матеріалом і твердими тканинами зубів та розвитку у подальшому пов'язаних з цим ефектом ускладнень.

Цілком природно, що постійні розробки з удосконалення складу фотокомпозиційних матеріалів спрямовані, крім іншого, саме на зниження показників їх об'ємної усадки. Оптимізуються також технології клінічного використання фотокомпозитів, зокрема, у тому, що стосується їх світлового опромінення. Запропоновані різні методи світлового

впливу на фотокомпозиційні матеріали під час проведення прямого відновлення, серед яких «спрямована» полімеризація, опромінення за «м'яким стартом», «сотова» полімеризація тощо [4]. До недоліків фотокомпозиційних матеріалів відносять також відсутність у них властивості приєднуватися до емалі та дентину, внаслідок чого для забезпечення адгезії обов'язковим є застосування кислотного протравлення твердих тканин і відповідних адгезивних систем, яких розроблено вже декілька поколінь [5].

Зважаючи на численні позитивні характеристики та, у той же час, недоліки, які притаманні фотокомпозиційним матеріалам, мають бути розроблені певні диференційовані підходи до прямого відновлення зубів з каріозними ураженнями різної локалізації з застосуванням фотокомпозитів або інших матеріалів та деякі настанови і застереження. До найбільш складних умов щодо проведення прямого відновлення відносять, як відомо, реставрації зубів з локалізацією уражень на контактних поверхнях та у пришийкових ділянках, адже за цих локацій достатньо важко забезпечити повноцінне опромінення фотокомпозитів та інших матеріалів, що спонукає до пошуку оптимізованих підходів до їх світлової полімеризації. Отже, слід провести клінічну оцінку відновлень, виконаних з різних відновлювальних матеріалів, і порівняти їх стан та порушення у певні терміни.

**Мета дослідження** – порівняльна клінічна оцінка виготовлених з різних матеріалів прямих пришийкових відновлень зубів.

**Матеріали і методи дослідження.** Проспективне клінічне дослідження було проведено в умовах приватних стоматологічних кабінетів м. Київ та Краматорськ. На початку дослідження було обстежено 49 пацієнтів віком від 22 до 37 років, серед яких було 28 чоловіків (57,1% від загальної кількості осіб) та 21 жінка (42,9%), яким було проведено пряме відновлення, загалом, 97 зубів. Від усіх обстежених пацієнтів було отримано поінформовану добровільну згоду на участь у дослідженні.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Пацієнти брали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, що підтверджується особистим підписанням відповідної інформованої згоди. Кожен пацієнт особисто був проінформований щодо обов'язків і прав та можливості завершити дослідження в

будь-який момент його проведення без будь-яких наслідків та пояснення причин своїх дій.

До дослідження включали осіб з каріозними ураженнями середньої глибини у пришийковій ділянці, тобто з порожнинами V класу за Блеком, у зубах з життєздатною пульпою, з задовільною або доброю гігієною порожнини рота, без патології прикусу та клінічних ознак захворювань пародонта і слизової оболонки, а також підвищеної стертості зубів. Пацієнтів, які мали дефекти зубних рядів, незнімні ортопедичні конструкції, захворювання скронево-нижньощелепних суглобів, соматичні хвороби, розлади психічної сфери, а також планували у період дослідження переїзд до іншої місцевості до досліджуваних груп не включали.

Перед дослідженням усіх пацієнтів випадковим чином розподілили на три групи. До 1 групи були включені 19 осіб (39,6% від кількості усіх обстежених), яким у подальшому було проведено пряме фотокомпозиційне відновлення 35 зубів (36,1% від числа усіх відновлених зубів) з пришийковими ураженнями, до 2 групи увійшли 14 пацієнтів (29,2%), в яких виконали пряме відновлення 34 зубів (35,1%) з зазначеними ураженнями за допомогою склоіономерного цементу, у 15 осіб (31,3%) з групи 28 зубів (28,9%) з пришийковими каріозними порожнинами відновлювали композитом хімічного затвердіння.

Перед відновленням зубів проводили визначення кольорових відтінків їх пришийкових ділянок з застосуванням кольорових шаблонів відповідних відновлювальних матеріалів. Виконували обов'язкове провідникове або інфільтраційне знеболення та препарування пришийкових каріозних порожнин з наданням їм певної форми та з урахуванням вимог, відповідно до використаних у подальшому матеріалів, причому скіс емалі створювали лише у бік екватора [1]. Після препарування приясеневу стінку порожнин була розташована на рівні ясеневого краю або вище нього, що дозволяло провести обстеження межі відновлень на цій стінці. Далі у пацієнтів усіх груп створювали ідентичні умови за рахунок ізоляції робочого поля за допомогою кофердаму. В осіб 1 групи проводили тотальне кислотне протравлення твердих тканин, які складали стінки та дно порожнин, наносили на них адгезивну систему V покоління з її наступною світловою полімеризацією, далі за пошаровою технікою проводили відновлення фотокомпозитом, для затвердіння якого використовували світловий потік світлодіодного фотополімеризатора у режимі «м'який старт» протягом певного часу, відповідно до рекомендацій. Після препарування порожнин у зубах пацієнтів 2 групи на тверді тканини наносили праймер, полімеризували його, потім вносили гібридний склоіономерний цемент

потрійного затвердіння відповідних кольорних відтінків та також полімеризували світловим потоком, згідно з рекомендаціями. Пацієнтам 3 групи виконували необхідні етапи підготовки, включаючи кислотне протравлення емалі та нанесення бондингової системи, після чого вносили композит хімічного затвердіння типу «паста-паста». В усіх відновленнях виконували фінішну обробку та полірування.

Контрольні огляди відновлень проводили наступного дня, а також через 6 та 12 місяців за клінічними критеріями, що стосувалися цілісності відновлення та його анатомічної форми, стану крайового прилягання відновлювальних матеріалів до емалі, крайового забарвлення на межі відновлення, вторинного карієсу, післяопераційної чутливості твердих тканин відновлених зубів, а також за критеріями естетичного напрямку, за якими оцінювали відповідність відновлень за кольором та шорсткість поверхні цих відновлень [6]. Визначали кількість порушень і відновлень з порушеннями за кожним з наведених критеріїв у зазначені терміни. Кількісні показники наводили в абсолютних та відсоткових значеннях.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для першого контрольного огляду усі пацієнти були запрошені на наступний після проведення відновлення день. У ході обстеження з'ясувалося, що у 1 групі у 2 пацієнтів (10,5% від числа осіб цієї групи) 2 відновлені зуби (5,7% від кількості відновлених зубів у пацієнтів групи) мають підвищену чутливість на термічні подразники, при цьому біль швидко минає. Зважаючи на це, було призначено консервативне лікування, згодом підвищена чутливість зникла. У 3 групі в 1 пацієнта (6,3% від числа осіб даної групи) 1 відновлення (3,6% від кількості відновлень) мало певні відмінності за кольором, однак виявлена невідповідність була у межах припустимої, тому корекцію відновлення не проводили. За згоди пацієнтів цих груп, за ними продовжували спостереження у подальшому. Усі інші відновлення у пацієнтів трьох груп були у чудовому стані, порушень не встановлено.

Наступне обстеження, в якому взяли участь усі 49 пацієнтів (100%) з 97 відновленнями (100%), відбулося через 6 місяців. Під час огляду у цей термін були встановлені деякі порушення у стані відновлень. В осіб 1 групи була виявлена відсутність 1 фотокомпозиційного відновлення (2,9% від числа відновлень у пацієнтів цієї групи). У 2 відновленнях (5,7%) були порушення крайового прилягання фотокомпозита до емалі, у 1 (2,9%) – крайове забарвлення на межі матеріалу. Ще в 1 відновленому зубі (2,9%) було діагностовано підвищену чутливість на термічні подразники, однак після консервативних лікувальних заходів вона зникла. Порушень за естетичними критеріями було також

небагато, 1 відновлення (2,9%) мало невідповідність за кольором у межах припустимої, у 2 відновленнях (5,7%) була встановлена підвищена шорсткість поверхні фотокомпозита. Отже, у пацієнтів 1 групи в даний термін за клінічними критеріями без урахування естетичних відхилень було виявлено 5 порушень у 4 відновленнях (11,4%).

Огляд відновлених зубів осіб 2 групи показав, що усі відновлення, виготовлені у пацієнтів цієї групи з склоіономерного цементу, зберегли свою цілісність, однак порушень стану було більше, ніж у пацієнтів 1 групи, зокрема, в 5 відновленнях (14,7% від вихідної кількості в осіб даної групи) виявлені дефекти крайового прилягання цементу до емалі, на межі цих відновлень встановлено також крайове забарвлення. За кольором 4 відновлення (11,8%) відрізнялися від твердих тканин, 8 відновлень (23,5%) мали дещо підвищену шорсткість, однак у всіх випадках відхилення були у межах припустимого. Загалом, без зазначених естетичних відхилень у пацієнтів 2 групи встановлено 10 порушень у 5 відновленнях (14,7%).

У пацієнтів 3 групи, як і в осіб попередньої групи, жодного випадку елімінації відновлень з композита хімічного затвердіння не було. У той же час, у 3 відновленнях (10,7% від вихідного числа) було виявлено порушення крайового прилягання матеріалу, у 4 відновленнях (14,7%) межа контурувалася за рахунок крайового забарвлення. Встановлені естетичні вади стосувалися кольорової невідповідності у 5 відновленнях (17,9%) та підвищеної шорсткості поверхні композита у 6 відновленнях (21,4%), при цьому усі порушення не виходили за межі припустимого. Якщо не враховувати відхилення за двома останніми критеріями, то в осіб 3 групи у цей термін визначено 7 порушень, які виявлені у 4 відновленнях (14,3%).

Усі встановлені за клінічними критеріями порушення у стані відновлень, за отриманої згоди пацієнтів, були виправлені, у зубі з вторинним карієсом було виконано нове відновлення з фотокомпозиційного матеріалу. Слід зазначити, що достатньо часто в одному відновленні реєстрували відхилення за двома або більшим числом критеріїв. Внаслідок виявлених порушень та проведених втручань, з подальшого дослідження у 1 групі було виключено 2 особи (10,5%), у 2 групі – 3 особи (18,8%), у 3 групі – 2 пацієнти (14,3%). Відновлення з естетичними відхиленнями, за згоди пацієнтів, відполірували та, зважаючи на їх невідповідність за кольором у межах припустимої, залишили для подальшого спостереження.

До обстеження у термін 12 місяців мали бути залучені, загалом, 42 пацієнти (85,7% від вихідної кількості), однак 1 пацієнт (2,4% від їх кількості у даний термін), внаслідок непереборних

обставин, не мав можливості продовжити участь у дослідженні, тому на огляд з 1 групи з'явилися 17 пацієнтів (89,5% від початкового числа осіб даної групи), з 2 групи – 12 осіб (75% від вихідного числа у групі), з 3 групи – також 12 пацієнтів (87,5% від початкової кількості осіб цієї групи). Загалом, було оглянуто та обстежено 82 відновлення (84,5% від вихідної кількості). У ході огляду відновлень зубів осіб 1 групи встановлено, що знов, як і у попередній термін, 1 відновлення (3,2% від їх числа у даний термін у пацієнтів цієї групи) було відсутнім, крім того, були виявлені клінічні ознаки вторинного карієсу. Порушення крайового прилягання фотокомпозита зафіксовано у 3 відновленнях (8,6%), крайове забарвлення на межі – у 4 відновленнях (11,4%). Більш обнадійливі результати стосувалися естетичних критеріїв, зокрема, кольорова невідповідність у межах допустимої визначена в 1 відновленні (3,2%), дещо підвищена шорсткість – у 5 відновленнях (16,1%).

У пацієнтів 2 групи випадків елімінації відновлень не було, однак у 6 відновленнях (22,2% від кількості у цей строк в осіб даної групи) встановлено порушення крайового прилягання склоіономерного цементу, у 8 відновленнях (29,6%) контурувалися межі за рахунок крайового забарвлення. За естетичними критеріями невідповідність за кольором встановлена у 5 відновленнях (18,5%), підвищена шорсткість – в 11 (40,7%).

Огляд осіб 3 групи показав, що у відновленнях, виконаних з композита хімічного затвердіння, не дивлячись на те, що усі вони збережені, порушень стану було ще більше. Дефекти крайового прилягання визначені у 7 відновленнях (29,2% від їх числа в цей строк у пацієнтів даної групи), крайове забарвлення – у 6 відновленнях (25%). Поруч з 1 відновленням (4,2%), щодо якого виявлено і порушення крайового прилягання, і крайове забарвлення, діагностовано також вторинний карієс. Естетичних відхилень також було більше, ніж у пацієнтів двох попередніх груп. Невідповідність за кольором зареєстрована у 7 відновленнях (29,2%), підвищена шорсткість поверхні композита – у 12 (50%), тобто у половини відновлень.

У термін 12 місяців у пацієнтів 1 групи за клінічними критеріями встановлено, загалом, 9 порушень у 5 відновленнях (16,1% від числа обстежених у даний строк), в осіб 2 групи було 14 порушень у 9 відновленнях (33,3%), у пацієнтів 3 групи – також 14 порушень у 7 відновленнях (29,2%). Суттєва різниця у показниках кількості порушень та відновлень з ними пояснюється тим, що найчастіше в одному відновленні фіксували одразу два або більше відхилень. Звертає на себе увагу, що тільки у пацієнтів 1 групи за загальними підсумками обстеження у строки 6 та 12 місяців виявлена

відсутність 2 відновлень (5,7% від початкової кількості виготовлених з фотокомпозиційного матеріалу), причому в 1 з цих зубів діагностовано також вторинний карієс. Можливо, елімінація фотокомпозиційних відновлень у пришийковій ділянці зубів пов'язана з таким явищем, як абфракція, виникнення якої пояснюють суттєвою відмінністю модулів еластичності твердих тканин, зокрема, емалі та дентину, і фотокомпозита [7, 8]. Необхідно зазначити, що в обох випадках пришийкові відновлення були достатньо великими за об'ємом, тому їх випадіння можна пов'язати певним чином і з іншим відомим явищем, що є притаманним фотокомпозитам, а саме, з полімеризаційною усадкою.

За результатами дослідження встановлена відносно невелика сумарна кількість порушень крайового прилягання та випадків крайового забарвлення на межі відновлень з фотокомпозита, у контрольні терміни їх було, відповідно, 3 та 7. І якщо порівнювати наведені значення з показниками таких відхилень у відновленнях з склоіономерного цементу, в яких відповідні загальні показники кількості за зазначеними критеріями у згадані терміни становили 10 та 14, і композита хімічного затвердіння, кількісні показники наведених відхилень у них складала 7 та 13, то стає очевидним, що у фотокомпозиційних відновленнях їх значно менше, зокрема, у термін 12 місяців, відповідно, у 2 та 1,9 раза. Однак слід також згадати про післяопераційну чутливість твердих тканин, яка зустрічалася тільки після роботи з фотокомпозиційним матеріалом, такі порушення були виявлені у 3 відновлених цим матеріалом зубах (8,6%). Це певним чином нівелює переваги застосованого для відновлення фотокомпозита.

У той же час, було доведено беззаперечне домінування фотокомпозиційного матеріалу в естетичній оцінці стану відновлень, зокрема, за критеріями, які включали кольорову відповідність та шорсткість поверхні, у фотокомпозиційних відновленнях зустрічалися лише поодинокі відхилення, а у відновленнях з склоіономерного цементу та композита хімічного затвердіння їх було у декілька разів більше.

**Висновки.** У застосуванні фотокомпозиційного матеріалу для відновлення зубів з пришийковими каріозними ураженнями слід зважати на ймовірність виникнення ефекту абфракції з подальшим випадінням відновлень та підвищений ризик розвитку післяопераційної чутливості у відновлених зубах. Виготовлені з склоіономерного цементу та композита хімічного затвердіння пришийкові відновлення суттєво поступаються фотокомпозиційним відновленням також за естетичними критеріями.

**Перспективи подальших досліджень.** Необхідно шукати шляхи оптимізації підходів до відновлення зубів з пришийковими каріозними ураженнями, з одного боку, за рахунок адекватного вибору реставраційних матеріалів, а також удосконалення

їх складу і властивостей, з іншого ж, ймовірно, слід переглянути методологічні прийоми опромінення матеріалів світлового затвердіння, зокрема, фотокомпозитів.

## References

1. Borysenko AV, Nespryadko VP, Borysenko DA. *Kompozytsionnye plombyrovochnye y oblytsovochnye materiyaly* [Composite filling and facing materials]. K: VSY Medytyna; 2015. 320 s. [Ukrainian]
2. de Azevedo Miranda D, Sotto-Maior JA, de Oliveira MF, de Oliveira SL. Evaluation of the Irradiance Emitted by Different Modes of Photoactivation with and without the use of Luminous Tip. *J Clin Res Dent*. 2018;1(1):1-4. doi: 10.33309/2639-8281.010108
3. Al-Sunbul H, Silikas N, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dent Mater*. 2016;32(8):998-1006. PMID: 27240744. doi: 10.1016/j.dental.2016.05.006
4. Udod OA, Tsentilo VG, Adamenko OM. Svitlova polimeryzatsiya fotokompozytsiynykh materialiv: suchasni pidkhody ta osoblyvosti provedennya [Light polymerization of photocomposite materials: current approaches and specifics]. *Visn Probl Biol Med*. 2018;4(147):72-76. [Ukrainian]. doi: 10.29254/2077-4214-2018-4-2-147-72-77
5. Brayilko NM, Vodoriz YaYu, Lemeshko AV. Doslidzhennya germetyzuyuchykh vlastyvostryy adgezyvnykh system 5 ta 7 pokolin [Research on sealing power of adhesive systems 5 and 7 generations]. *Visn Probl Biol Med*. 2019;4(153):287-290. [Ukrainian]. doi: 10.29254/2077-4214-2019-4-1-153-287-290
6. Ryuge G. Klinichni kryteriyi otsinky restavratsiy [Clinical criteria for evaluating restorations]. *Klin Stom*. 1998;3:40-46. [Ukrainian]
7. Grippo JO, Simring M, Coleman TA. Abfraction, Abrasion, Biocorrosion, and the Enigma of Noncarious Cervical Lesions: A 20-Year Perspective. *J Esthet Restor Dent*. 2012 Feb;24(1):10-23. PMID: 22296690. doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00487.x
8. Brayilko NM, Tkachenko IM. Doslidzhennya napruzhenno-deformovanogo stanu systemy «plomba-zub» v pryshykovykh defektakh zubiv [Follow-up of the stress-strained steel of the "filling-tooth" system in cervical defects of teeth]. *Aktualni problemy suchasnoyi medytyny: Visnyk Ukrayinskoyi medychnoyi stomatologichnoyi akademiyi*. 2020;4(72):108-114. [Ukrainian]. doi: 10.31718/2077-1096.20.4.108

UDC 616.314-071.3-74-77

### Clinical Study of Restoration of Teeth from Different Materials

**Udod O. A., Dramaretska S. I., Apiekunov G. Yu.**

**Abstract.** *The purpose of the study was a comparative clinical evaluation of direct cervical restorations of teeth made from different materials.*

**Materials and methods.** In 49 patients aged from 22 to 37 years, direct restoration of 97 teeth with cervical carious lesions was carried out. Group 1 included 19 people (39.6% of the number of examined) with 35 restorations (36.1% of the number of restorations) from photocomposite, group 2 – 14 people (29.2%), in whom 34 restorations were performed (35.1%) with glass ionomer cement, in 15 patients (31.3%) of group 3 28 restorations (28.9%) were performed with chemically hardening composite. The examination was carried out the next day, after 6 and 12 months according to clinical and aesthetic criteria.

**Results and discussion.** The next day, in patients of group 1, 2 restored teeth (5.7% of their number in patients of the group) had increased sensitivity. After 6 months, 1 restoration (2.9%) was missing in patients of group 1, 2 restorations (5.7%) had marginal fit violations, 1 (2.9%) – had marginal coloration, and 1 restored tooth (2.9%) was diagnosed with hypersensitivity. In patients of group 2, in 5 restorations (14.7%) defects of marginal fit and marginal coloration were detected. In persons of group 3, in 3 restorations (10.7%) the marginal fit was violated, in 4 (14.7%) – coloration. In the period of 12 months, in persons of group 1, 1 restoration (3.2% of their number at this time) was again absent, secondary caries was detected, defects in the marginal fit of the photocomposite were recorded in 3 restorations (8.6%), marginal coloration – in 4 (11.4%). In patients of group 2, in 6 restorations (22.2% of the number in this period), the marginal fit of the glass ionomer was violated, in 8 (29.6%) – marginal coloration. In patients of group 3, defects in the marginal fit of the chemical composite were identified in 7 restorations (29.2% of the number in this period), marginal coloration – in 6 (25%), secondary caries was found along with 1 restoration (4.2%).

The undisputed dominance of the photocomposite material in the aesthetic evaluation of the state of restorations was proven, in particular, according to criteria that included color matching and surface roughness, only single deviations were found in photocomposite restorations, and in restorations from glass ionomer cement and chemically hardening composite, they were found several times more.

*Conclusion.* When using photocomposite material to restore teeth with cervical carious lesions, the possibility of the abfraction effect with subsequent loss of restorations and the increased risk of postoperative sensitivity in the restored teeth should be taken into account.

**Keywords:** cervical caries, direct restoration, photocomposite, glass ionomer cement, chemically hardening composite.

**ORCID and contributionship:**

Olexandr Udod : 0000-0001-6790-1936 <sup>A,D,E,F</sup>

Svitlana Dramaretska : 0000-0002-9387-0712 <sup>A,B,C,D</sup>

Heorhii Apiekunov : 0000-0003-3351-4019 <sup>A,B,D</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Svitlana Dramaretska**

Kramatorsk Donetsk National Medical University,

Department of Dentistry No1

39, Mashynobudivnykiv Blvd., Kramatorsk 84313, Ukraine

phone: +380950385209, e-mail: s.i.dramaretska@dnmu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 22.12.2022

Accepted 07.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.183  
 УДК 616.31-071-74-77-085.46  
 Удод О. А., Кібішаурі М. В.

## ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОПРОНИКНОСТІ МІЖ СТОМАТОЛОГІЧНИМИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Донецький національний медичний університет,  
 Краматорськ, Україна

*Мета* – у лабораторних умовах вивчити мікропроникність між порціями відновлювальних матеріалів за різної підготовки поверхонь.

*Матеріали і методи.* У дослідженні використані 50 зразків відновлювальних матеріалів циліндричної форми діаметром 5,0 мм та висотою 4,0 мм, розподілені на п'ять груп по 10 зразків. Зразки 1 групи склалися з двох порцій фотокомпозита без попередньої підготовки. Зразки 2 групи виготовляли з двох порцій, між якими наносили адгезивну систему V покоління. У зразках 3 групи вертикальну поверхню першої порції фотокомпозита зволожували, виконували адгезивну підготовку, вносили другу порцію. У зразках 4 групи вертикальну поверхню порції полірували та виконували аналогічні заходи. Зразки 5 групи склалися з склоіономерного цементу та фотокомпозита. Поверхні зразків, крім межі, ізолювали, зразки занурювали на добу в барвник, розпилювали і оцінювали глибину його проникнення межею на вертикальних розпилах у балах та за комп'ютерною програмою у міліметрах.

*Результати.* Мікропроникність у зразках 1 групи складала  $1,3 \pm 0,15$  бала та була достовірно ( $p < 0,05$ ) найнижчою серед усіх груп, крім 2 групи. Показник у зразках 2 групи становив  $1,7 \pm 0,15$  бала з недостовірною ( $p > 0,05$ ) відмінністю від наведеного показника, у зразках 3 групи –  $1,9 \pm 0,18$  бала з достовірною ( $p < 0,05$ ) різницею, між собою два останні показники мали недостовірну різницю ( $p > 0,05$ ). Достовірно ( $p < 0,05$ ) найвища мікропроникність була у зразках 4 групи –  $4,1 \pm 0,18$  бала. У зразках 5 групи показник дорівнював  $2,6 \pm 0,16$  бала ( $p < 0,05$ ). За комп'ютерним аналізом зображення у зразках 1 групи барвник заглибився на  $0,55 \pm 0,15$  мм, що є достовірно ( $p < 0,05$ ) найнижчим показником. У зразках 2 групи він складав  $1,20 \pm 0,18$  мм, у зразках 3 групи –  $1,31 \pm 0,12$  мм (різниця недостовірною,  $p > 0,05$ ). Достовірно ( $p < 0,05$ ) більшим був показник у зразках 5 групи –  $2,13 \pm 0,16$  мм, у зразках 4 групи він становив  $3,65 \pm 0,19$  мм та був достовірно ( $p < 0,05$ ) найвищим, перебільшуючи у 6,6 раза показник зразків 1 групи.

*Висновки.* Найнижчі показники мікропроникності за двома оцінками встановлені між порціями фотокомпозиційного матеріалу без будь-якої підготовки їх поверхонь. Найвища мікропроникність

виявлена у разі нанесення фотокомпозита на відполіровану поверхню матеріалу.

**Ключові слова:** фотокомпозиційний матеріал, склоіономерний цемент, адгезивна техніка, мікропроникність.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано в рамках науково-дослідної теми кафедри стоматології №1 Донецького національного медичного університету «Оптимізація діагностики, лікування та профілактики стоматологічних захворювань», № державної реєстрації 0121U114440.

**Вступ.** Прямому відновленню зруйнованих внаслідок уражень каріозного або некаріозного походження зубів, що здійснюється за допомогою реставраційних матеріалів світлового затвердіння, найчастіше з яких у сучасній клінічній практиці застосовують фотокомпозити, передує відповідна адгезивна підготовка твердих тканин, що складають стінки та дно відпрепарованих у відновлюваних зубах порожнин [1, 2]. Найбільш використовуваними у такій підготовці у теперішній час вважають адгезивні системи V покоління, причому обов'язковою умовою застосування цих систем є тотальне кислотне протравлення емалі та дентину, після чого на їх поверхню за певними вимогами наносять, власне, адгезивну систему на визначені рекомендаціями фірм-виробників час з наступним опроміненням світловим потоком фотополімеризатора постійної інтенсивності [3, 4]. Етап адгезивної підготовки цілком обґрунтовано вважають одним з найважливіших у процесі прямого відновлення зубів, тому що фотокомпозиційні матеріали, як відомо, не володіють здатністю самостійно приєднуватися ані до емалі, ані до дентину, і лише за застосування адгезивних систем вони фіксуються до твердих тканин, що, у свою чергу, забезпечує якісне крайове прилягання фотокомпозита, мінімізує мікропроникність на межі відновлень і твердих тканин відновлюваних зубів, зменшує ризик виникнення у подальшому ускладнень [5, 6].

Найчастіше для побудування прямих реставрацій зубів, особливо великого об'єму, зважаючи на необхідність зменшення наслідків полімеризаційної напруги під час опромінення фотокомпозита, застосовують технологію пошарового

внесення матеріалу. Кожна порція фотокомпозита підлягає впливу світлового потоку для затвердіння, при цьому на зовнішній поверхні цієї порції утворюється шар, інгібований киснем, за рахунок наявності якого відбувається приєднання наступної порції матеріалу [2, 7]. У разі відсутності на поверхні порції фотокомпозита з різних причин шару, що інгібований киснем, необхідно знов провести адгезивну підготовку з подальшим нанесенням наступних порцій.

Однак цілком закономірно виникає питання щодо щільності прилягання цих порцій до відповідних поверхонь з вдруге проведеною адгезивною підготовкою та ймовірності розшарування і руйнування усієї змодельованої реставрації. Таке ж питання стосується і відновлень, які виконані у «сендвіч-техніці», зокрема, за відкритого її варіанту, у разі, коли базис таких відновлень виготовлений з інших, ніж фотокомпозити, матеріалів, а саме, з склоіономерних цементів [8, 9]. Тим більше, що відкрита «сендвіч-техніка» зі сполученням склоіономерних цементів та фотокомпозиційних матеріалів найчастіше застосовується для відновлення уражених контактних та оклюзійних поверхонь зубів бічної групи, причому функціонування таких реставрацій відбувається в умовах високого жувального навантаження, яке виникає під час прийому їжі [10]. Отже, за зазначених клінічних обставин цілком можливе виникнення щілин чи мікропросторів між порціями одного або різних матеріалів, що підвищує ризик розвитку ускладнень.

**Мета дослідження** – у лабораторних умовах вивчити мікропроникність між порціями відновлювальних матеріалів за різних варіантів підготовки поверхонь в їх зразках.

**Матеріали і методи дослідження.** Для лабораторного дослідження мікропроникності, яке було проведене на кафедрі стоматології №1 Донецького національного медичного університету, були використані 50 зразків відновлювальних матеріалів. Їх виготовляли з застосуванням спеціальної роз'ємної форми, що являла собою дві прямокутні пластини з органічного скла розмірами 170,0мм×30,0мм×4,0мм, які були з'єднані за допомогою чотирьох гвинтів, розміщених у кутах пластин перпендикулярно до їх поверхонь. У першій з пластин попередньо були зроблені 10 отворів діаметром 5,0 мм. Після щільного з'єднання двох пластин утворювалися 10 комірок циліндричної форми діаметром 5,0 мм, дно яких обмежувала друга пластина без отворів. У ці комірки розміщували випробувані відновлювальні матеріали, світлову полімеризацію яких проводили безперешкодно, зважаючи на прозорість пластин з органічного скла. Затверділі після завершення світлового впливу зразки матеріалів витягували з роз'ємної

форми, роз'єднавши пластини шляхом розкручування гвинтів. Далі пласкі горизонтальні поверхні зразків шліфували та полірували.

Усі досліджувані зразки за виготовленням були розподілені на п'ять груп, по 10 зразків у кожній. Зразки 1 групи склалися з двох порцій одного фотокомпозиційного матеріалу, які послідовно формували у комірках у вертикальному напрямку та полімеризували світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора у режимі «м'який старт» протягом рекомендованого фірмою-виробником часу з двох горизонтальних боків комірок. Кожна порція фотокомпозита складала, таким чином, половину зразка циліндричної форми. Зразки 2 групи також виготовляли з того ж фотокомпозиційного матеріалу послідовно з двох його порцій, але після внесення першої з них і світлової полімеризації на її вільну вертикальну поверхню наносили шар адгезивної системи V покоління, здійснювали світловий вплив на неї, а потім формували увесь зразок другою порцією цього ж матеріалу та знов впливали світловим потоком протягом необхідного для затвердіння часу. У зразках 3 групи після формування та затвердіння першої порції того ж самого фотокомпозита на її вільну вертикальну поверхню мікрокапіляром наносили краплю дистильованої води, підсушували поверхню струменем повітря, потім виконували ті ж заходи адгезивної підготовки, що і у зразках попередньої групи, вносили другу порцію фотокомпозиційного матеріалу і формували увесь зразок з опроміненням його світловим потоком. Першу порцію у зразках 4 групи виготовляли, як і у попередніх групах, після затвердіння фотокомпозита порцію витягували з роз'ємної форми, її вертикальну поверхню шліфували та полірували, промивали, підсушували струменем повітря і знов розміщували у комірці роз'ємної форми, після чого виконували щодо вертикальної поверхні заходи адгезивної підготовки, заповнювали вільну половину комірки другою порцією фотокомпозита та здійснювали опромінення. У зразках 5 групи першу порцію виготовляли з гібридного склоіономерного цементу потрібного затвердіння, опромінювали його світловим потоком, відповідно до рекомендацій фірми-виробника, потім проводили кислотне протравлення вертикальної поверхні, промивали та підсушували струменем повітря, далі знов виконували адгезивну підготовку та вносили фотокомпозиційний матеріал, який у зразках цієї групи складав другу порцію. Фотокомпозит полімеризували світловим потоком так, як і у зразках усіх попередніх груп.

Для створення умов штучного старіння кожний виготовлений зразок відновлювальних матеріалів почергово занурювали спочатку в емність з водою за температури 5°C на 30 секунд, потім в

ємність, температура води в якій становила 55°C, на той самий час. Далі усі поверхні зразків, крім однієї пласкої горизонтальної, повністю вкривали подвійним шаром ізолюючого зуботехнічного лаку, на зазначеній поверхні лак наносили так, щоб межа двох порцій матеріалів залишалася вільною. На наступному етапі усі зразки розміщували на добу в ємність з барвником, зокрема, з 2% водним розчином метиленового синього, після чого зразки звільняли від лаку, промивали, висушували та оцінювали наявність забарвлення на межі порцій відновлювальних матеріалів. Потім зразки за допомогою бормашини, використовуючи водяне охолодження, розпилювали за середньою лінією у вертикальному напрямку перпендикулярно до межі матеріалів і вивчали глибину проникнення барвника цією межею за допомогою збільшувальної оптичної техніки.

Для візуальної оцінки мікропроникності за глибиною проникнення барвника межею двох порцій відновлювальних матеріалів у балах була розроблена власна шкала. В 1 бал оцінювали відсутність забарвлення, 2 бали реєстрували за глибини проникнення барвника на  $\frac{1}{4}$  довжини межі, 3 бали – коли барвник сягав половини довжини межі, 4 бали – за проникнення на  $\frac{3}{4}$  межі, 5 балів – за забарвлення усїєї довжини межі.

У вивченні мікропроникності використовували також цифрову фотозйомку досліджуваної поверхні зразків з наступним аналізом отриманого цифрового зображення за використання комп'ютерної програми «Dental Quality» [11]. Показники глибини проникнення барвника межею двох порцій відновлювальних матеріалів, тобто довжину її забарвленої ділянки, вираховували у міліметрах, що дозволяє більш точно визначити глибину забарвлення межі у зразках різних груп та порівняти між собою. Однак, у той же час, слід зазначити, що застосована оцінка мікропроникності у балах створює можливість для порівняння отриманих у даному дослідженні показників з результатами інших досліджень, в яких вивчали зразки з іншими метричними параметрами.

Усі кількісні показники, що отримані у дослідженні зразків різних груп, були оброблені за варіаційною статистикою з застосуванням пакету MS Excel 2010 з обрахуванням середніх значень та визначенням ступеня вірогідності їх відмінності.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Вивчення межі порцій відновлювальних матеріалів, яка залишалася вільною від ізолюючого лаку та контактувала протягом доби з барвником, у зразках різних груп до виготовлення їх вертикальних розпилів показало, що повністю зафарбованою вона виявилася у зразках 4 та 5 груп. У всіх 10 зразках (100%) цих груп за рахунок суцільного

зафарбування чітко контурувалася межа між двома порціями матеріалів. Що стосується 2 та 3 груп, то повністю зафарбованою лінія з'єднання двох порцій фотокомпозита була, відповідно, у 7 (70%) та 8 зразках (80%), в інших зразках, тобто у 3 зразках (30%) 2 групи та 2 зразках (20%) 3 групи, фарбування межі було дещо переривчастим. У 1 групі, навпаки, з усїєї кількості лише у 3 зразках (30%) була визначена суцільно зафарбована межа, у тих 7 зразках (70%), що залишилися, межа між порціями фотокомпозита була зафарбована тільки на окремих ділянках, які, тим не менш, за довжиною переважали незафарбовані ділянки.

Подальше дослідження мікропроникності за глибиною проникнення барвника межею двох порцій відновлювальних матеріалів на вертикальних розпилах зразків продемонструвало її мінімальне значення у зразках 1 групи, в яких до першої порції фотокомпозита додавали другу з цього ж матеріалу без будь-якої додаткової підготовки їх поверхонь. Мікропроникність у цих зразках складала  $1,3 \pm 0,15$  бала та була достовірно ( $p < 0,05$ ) найнижчою серед показників зразків усїх інших груп, крім 2 групи. У зразках двох наступних за порядковою нумерацією груп отримані значення мікропроникності були достатньо близькими одне до одного, зокрема, показник у зразках 2 групи, в яких на вертикальну поверхню першої порції фотокомпозита наносили адгезивну систему з її світловою полімеризацією, після чого вносили наступну порцію фотокомпозита, становив  $1,7 \pm 0,15$  бала з недостовірною ( $p > 0,05$ ) відмінністю від наведеного показника зразків 1 групи, у зразках 3 групи, які відрізнялися від зразків попередньої групи зволоженням вертикальної поверхні першої порції фотокомпозита, він дорівнював  $1,9 \pm 0,18$  бала з уже достовірною ( $p < 0,05$ ) різницею щодо такого у зразках 1 групи. Слід зазначити, що між собою наведені показники мали недостовірну відмінність ( $p > 0,05$ ). Найвища мікропроникність, причому достовірно ( $p < 0,05$ ) підтверджена, була встановлена у зразках 4 групи, вона, складаючи  $4,1 \pm 0,18$  бала, сягнула максимального у дослідженні значення. Саме у зразках цієї групи застосовували полірування вертикальної поверхні першої порції фотокомпозита перед адгезивною підготовкою та нанесенням другої порції. Від даного показника у бік зниження достовірно ( $p < 0,05$ ) відрізнявся показник мікропроникності у зразках 5 групи, які склалися з відповідних порцій склоіономерного цементу та фотокомпозита. Цей показник дорівнював  $2,6 \pm 0,16$  бала.

Подібна тенденція була встановлена і у ході вивчення глибини проникнення барвника за допомогою комп'ютерного аналізу цифрового зображення поверхонь вертикальних розпилів зразків матеріалів різних груп, який дозволяє визначити

цей показник з певною точністю в одиницях метричної системи. За отриманими даними, у зразках 1 групи барвник заглибився межею двох порцій фотокомпозита на  $0,55 \pm 0,15$  мм. Цей показник прогнозовано виявився достовірно ( $p < 0,05$ ) найнижчим. Наступний показник глибини проникнення барвника у зразках 2 групи, який складав  $1,20 \pm 0,18$  мм, перевищував попередній більш, ніж у 2 рази, причому, зрозуміло, перевищення було достовірним ( $p < 0,05$ ). У той же час, цей показник лише незначно та, природньо, недостовірно ( $p > 0,05$ ) відрізнявся від такого, встановленого у зразках 3 групи, який складав  $1,31 \pm 0,12$  мм. У свою чергу, останній показник перевищував отриманий у зразках 1 групи у 2,4 рази ( $p < 0,05$ ). Далі за збільшенням розташувався показник глибини проникнення барвника у зразках 5 групи –  $2,13 \pm 0,16$  мм, він перевищував відповідне значення, зафіксоване у зразках 1 групи, уже майже у 4 рази та також достовірно ( $p < 0,05$ ) відрізнявся від усіх зазначених показників. Глибина проникнення барвника межею двох порцій була достовірно ( $p < 0,05$ ) найвищою знов, як і за попереднього визначення, у зразках 4 групи, цей показник становив  $3,65 \pm 0,19$  мм та у 6,6 рази був більшим за такий показник, виявлений у зразках 1 групи.

Отже, якщо порція фотокомпозиційного матеріалу нашаровується на попередню порцію цього ж матеріалу, який вже полімеризований світловим потоком, без будь-яких додаткових адгезивних чи інших заходів та втручань, мікропроникність між цими порціями є мінімальною. Приєднання наступної порції фотокомпозита до попередньо затверділої в умовах відсутності контамінації, як відомо, відбувається за рахунок наявності на поверхні полімеризованого матеріалу шару, який інгібований киснем. Саме такий механізм забезпечує з'єднання [2, 12]. Додаткове нанесення на цю поверхню адгезивної системи без її попереднього зволоження або після нього підвищує мікропроникність на межі порцій. Водночас максимальна мікропроникність,

тобто проникнення барвника майже на усю довжину межі, досягається за умови внесення порції фотокомпозита на вже відполіровану поверхню цього матеріалу. За цих обставин приєднання фотокомпозита є практично неможливим, і це певним чином має враховуватися у клінічних ситуаціях, коли виникає необхідність проведення корекції стану прямих фотокомпозиційних відновлень безпосередньо у порожнині рота пацієнтів [13, 14]. У такому разі слід застосовувати додаткові заходи з забезпечення макромеханічної ретенції або виконувати реставрації наново. Достатньо високий показник мікропроникності виявився у зразках, які склалися з склоіономерного цементу та фотокомпозита, і це має бути певним застереженням, однак у клінічних умовах за застосування відкритої «сендвіч-техніки», як правило, фотокомпозиційний матеріал перекриває певну площу склоіономерного цементу без позначення чіткої межі між матеріалами, тим не менш, на оформлення цієї межі під час прямого відновлення зубів з ураженням їх контактних та оклюзійних поверхонь у «сендвіч-техніці» та забезпечення максимально щільного прилягання фотокомпозита до склоіономеру за дещо обмеженого візуального контролю необхідно звернути особливу увагу.

**Висновки.** Найнижчі показники мікропроникності за двома методами оцінки встановлені між порціями фотокомпозиційного матеріалу без будь-якої додаткової підготовки їх поверхонь до з'єднання. Найвища мікропроникність виявлена у разі нанесення фотокомпозита на відполіровану поверхню попередньої порції.

**Перспективи подальших досліджень.** Наступні лабораторні дослідження мають бути максимально наближеними до клінічних умов та враховувати, за можливості, час, який пройшов від світлового опромінення до початку дослідження, та строки затвердіння різних матеріалів, вплив температурних та інших чинників, що діють у порожнині рота.

## References

1. Paolone G. The Continuous Evolution of Composites for Direct Restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2022 Feb;43(2):96-98. PMID: 35077191
2. Borysenko AV, Nespryadko VP, Borysenko DA. *Kompozytsionnye plombyrovocnyye y oblytsovochnyye materyaly* [Composite filling and veneering materials]. K: VSY Medytsyna; 2015. 320 s. [Russian]
3. Bedran-Russo A, Leme-Kraus AA, Vidal MPC, Teixeira CE. Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth-Adhesive Interface. *Dent Clin North Am*. 2017 Oct;61(4):713-731. PMID: 28886765. doi: 10.1016/j.cden.2017.06.001
4. Gutierrez NC, Moecke SE, Caneppele TMf, Perote CccL, Batista GR, Huhtalla MFrl, et al. Bond Strength of Composite Resin Restoration Repair: Influence of Silane and Adhesive Systems. *Contemp Dent Pract*. 2019 Aug 1;20(8):880-886. PMID: 31797841. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2632
5. Frattes FC, Augusto MG, Torres CRG, Pucci CR, Borges AB. Bond Strength to Eroded Enamel and Dentin Using a Universal Adhesive System. *J Adhes Dent*. 2017;19(2):121-127. PMID: 28439576. doi: 10.3290/j.jad.a38099

6. Smiyanov YuV, Lakhtin YuV, Romanyuk AM, Bilozhko OV. Shchilnist prylyagannya restavratsiyynogo materialu do emali zubiv z riznym formuvanniam krayu karioznoyi porozhnyny [Adhesion density of the restorative material to the enamel of teeth with different formation of the edge of the carious cavity]. *Zhurnal klinichnykh ta eksperymentalnykh medychnykh doslidzhen*. 2019;7(1):20-26. [Ukrainian]. doi: 10.21272/eumj.2019;7(1):20-27
7. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl 1:59-66. PMID: 21564116. doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01296.x
8. Naoum SJ, Mutzelburg PR, Shumack TG, Thode D, Martin FE, Ellakwa AE. Reducing composite restoration polymerization shrinkage stress through resin modified glass-ionomer based adhesives. *Aust Dent J*. 2015 Dec;60(4):490-6. PMID: 25476699. doi: 10.1111/adj.12265
9. Anastasiadis K, Koulaouzidou EA, Palaghias G, Eliades G. Bonding of Composite to Base Materials: Effects of Adhesive Treatments on Base Surface Properties and Bond Strength. *J Adhes Dent*. 2018;20(2):151-164. PMID: 29675514. doi: 10.3290/j.jad.a40302
10. Rombult LM, Lyschchyn MZ, Lyschchyna NV. Osoblyvosti tekhniky plombuvannya dystalnykh ta mezialno-dystalnykh karioznykh porozhnyn molyariv ta premolyariv nanogibrydnymy kompozytamy [Features of the filling technique of distal and mesial-distal carious cavities of molars and premolars with nanohybrid composites]. *Viyiskova medytsyna Ukrainy*. 2019;4(19):52-57. [Ukrainian]. doi: 10.32751/2663-0761-2019-04-07
11. Udod OA, Shamayev VV. Komp'yuterna programa «Dental Quality» [Computer program "Dental Quality"]. *Svidotstvo pro reyestratsiyu avtorskogo prava na tvir № 22641 vid 13.11.2007 r.* [Ukrainian]
12. Fugolin APP, Pfeifer CS. New Resins for Dental Composites. *DentRes*. 2017 Sep;96(10):10851091. PMID: 28732183. PMCID: PMC5582688. doi: 10.1177/0022034517720658
13. Martin J, Fernandez E, Estay J, Gordan VV, Mjor IA, Moncada G. Minimal invasive treatment for defective restorations: five-year results using sealants. *Oper Dent*. 2013 Mar-Apr;38(2):125-33. PMID: 22788726. doi: 10.2341/12-062C
14. Stape THS, Tulkki O, Salim IA, Jamal KN, Mutluay MM, Tezvergil-Mutluay A. Composite repair: On the fatigue strength of universal adhesives. *Dent Mater*. 2022 Feb;38(2):231-241. PMID: 35027240. doi: 10.1016/j.dental.2021.12.003

UDC 616.31-071-74-77-085.46

### Laboratory Study of Micropermeability between Dental Restorative Materials

Udod O. A., Kibishauri M. V.

**Abstract.** *The purpose of the work was to study the micropermeability between portions of restorative materials under different surface preparation in laboratory conditions.*

**Materials and methods.** The study used 50 samples of cylindrical restorative materials with a diameter of 5.0 mm and a height of 4.0 mm, divided into five groups 10 samples each. The samples of group 1 consisted of two portions of photocomposite without preliminary preparation. The samples of group 2 were produced from two portions, between which the V generation adhesive system was applied. In the samples of group 3, the vertical surface of the first portion of the photocomposite was moistened, adhesive preparation was performed, and the second portion was added. In the samples of group 4, the vertical surface of the portion was polished and similar measures were taken. Group 5 samples consisted of glass ionomer cement and photocomposite. The surfaces of the samples, except for the border, were isolated, the samples were immersed for a day in the dye, sprayed and the depth of its penetration was estimated through the border on vertical cuts in points and by a computer program in millimeters.

**Results and discussion.** Micropermeability in the samples of group 1 was  $1.3 \pm 0.15$  points and was significantly ( $p < 0.05$ ) the lowest among all groups except group 2. The indicator in the samples of group 2 was  $1.7 \pm 0.15$  points with an unreliable ( $p > 0.05$ ) difference from the given indicator, in the samples of group 3 –  $1.9 \pm 0.18$  points with a significant ( $p < 0.05$ ) difference, the last two indicators had an unreliable difference ( $p > 0.05$ ) between them. Significantly ( $p < 0.05$ ) the highest micropermeability was in the samples of group 4 –  $4.1 \pm 0.18$  points. In samples of group 5, the indicator was equal to  $2.6 \pm 0.16$  points ( $p < 0.05$ ). According to the computer analysis of the image in the samples of group 1, the dye deepened by  $0.55 \pm 0.15$  mm, which is reliably ( $p < 0.05$ ) the lowest indicator. In the samples of group 2, it was  $1.20 \pm 0.18$  mm, in the samples of group 3 –  $1.31 \pm 0.12$  mm (the difference was not significant,  $p > 0.05$ ). The indicator was significantly ( $p < 0.05$ ) higher in the samples of group 5 –  $2.13 \pm 0.16$  mm, in the samples of group 4 it was  $3.65 \pm 0.19$  mm and was significantly ( $p < 0.05$ ) the highest, exaggerating by 6.6 times the indicator of the samples of group 1.

A significantly high indicator of micropermeability was found in the samples consisting of glass ionomer cement and photocomposite, and this should be a certain warning, however, in clinical conditions, when using an open "sandwich technique", as a rule, photocomposite material overlaps a certain area of glass ionomer cement without marking a clear border between materials. Nevertheless, it is necessary to pay special attention

to the formation of this border during the direct restoration of teeth with damage to their contact and occlusal surfaces in the “sandwich technique” and to ensure the tightest adhesion of the photocomposite to the glass ionomer with somewhat limited visual control.

**Conclusion.** The lowest indicators of micropermeability according to two estimates were established between portions of the photocomposite material without any preparation of their surfaces. The highest micropermeability was found in the case of applying the photocomposite to the polished surface of the material.

**Keywords:** photocomposite material, glass ionomer cement, adhesive technique, micropermeability.

**ORCID and contributionship:**

Olexandr Udod : 0000-0001-6790-1936 <sup>A,E,F</sup>

Maiia Kibishauri : 0000-0002-1255-9448 <sup>A,B,C,D</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Maiia Kibishauri**

Donetsk National Medical University,

Department of Dentistry No1

39, Mashynobudivnykiv Blvd., Kramatorsk 84313, Ukraine

phone: +3809660663736, e-mail: kibishauri@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 07.12.2022

Accepted 24.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.189

УДК 616.311.2+616.314.17.) – 06:616.1/.4] -036

Фурдичко А. І., Федун І. Р., Ільчишин М. П.,  
Ган І. В., Пасічник М. А.

## ОЦІНКА СТАНУ ТКАНИН ПАРОДОНТА У ХВОРИХ ІЗ СОМАТИЧНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького,  
Львів, Україна

*Метою* роботи було дослідити вплив супутньої соматичної патології на стан тканин пародонта.

*Матеріали та методи.* У дослідження було залучено 104 пацієнти, віком 28-46 років, із захворюваннями тканин пародонта, які мали соматичну патологію. Серед обстежених було 35 осіб (1 група) із патологією гепатобіліарної системи, 37 осіб (2 група) із патологією шлунково-кишкового тракту, та 32 особи (3 група) із патологією серцево-судинної системи. У групу порівняння увійшли 30 осіб із захворюваннями тканин пародонта без загальносоматичної патології.

Із метою визначення глибини та поширеності запального процесу ясен застосовували показник числа Свракова. Стан гігієни порожнини рота оцінювали за допомогою індексів Silness-Loe і Stallard. Для оцінки вираженості запалення ясен визначали папілярно-маргінально-альвеолярний індекс – РМА (С. Parma, 1960). Кровоточивість ясен, яка є невід'ємною ознакою їх запального стану, оцінювали на підставі індексу кровоточивості ясенних сосочків – РВІ (papilla bleeding index) за Muhlemann. Стан зубів, кісткової тканини альвеолярного відростка, щелеп оцінювали за допомогою ортопантомографії.

*Результати дослідження та їх обговорення.* Серед усіх обстежених хворих на захворювання тканин пародонта на тлі соматичної патології найвищий відсоток відведених на хронічний генералізований пародонтит II ступеню тяжкості, натомість у пацієнтів групи порівняння виявлено найбільшу кількість хронічного генералізованого пародонтиту початкового – I ступеню тяжкості.

Число Свракова у хворих на захворювання пародонта на тлі соматичної патології вірогідно ( $p < 0,05$ ) перевищує показники у пацієнтів групи порівняння. При цьому суттєвої відмінності між результатами 1, 2 та 3 груп немає.

Найвищі значення індексів гігієни Silness-Loe та Stallard зафіксовано у хворих на патологію серцево-судинної системи, що вірогідно ( $p < 0,05$ ) перевищувало дані у групі порівняння, проте істотно не відрізнялось від результатів, отриманих у групах осіб хворих на патологію гепатобіліарної системи та шлунково-кишкового тракту.

Показники індексу РМА мали найвищі значення у групі осіб із патологією гепатобіліарної системи ( $64,25 \pm 8,19\%$ ), що суттєво ( $p < 0,05$ ) перевищувало результати, отримані у групі порівняння та у осіб 2 та 3 груп.

Найвищий показник індексу кровоточивості складав  $1,98 \pm 0,22$  бала у 1-й групі хворих, який істотно перевищує показники у групі осіб без соматичної патології та у групі хворих з патологією шлунково-кишкового тракту та серцево-судинної системи.

*Висновки.* Проведені дослідження свідчать, що наявність соматичної патології сприяє розвитку захворювань тканин пародонта, а також, безумовно, обтяжує їх перебіг, що доведено результатами індексної оцінки.

**Ключові слова:** пародонтит, соматична патологія, пародонтальні індекси.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота є фрагмент науководослідної роботи кафедри терапевтичної стоматології ЛНМУ ім. Д. Галицького «Розпрацювання та удосконалення методів діагностики, профілактики та лікування хвороб пародонту, карієсу та його ускладнень», № державної реєстрації 0120U002139.

**Вступ.** Стоматологічні захворювання складають не лише загальномедичну, але й соціальну проблему, поміж них, захворювання тканин пародонта займають чільне місце, характеризуючись значним поширенням серед населення усього світу [5]. Оскільки захворювання тканин пародонта виникають внаслідок низки причин, передумовою їх розвитку можуть бути зміни в різних органах і системах організму людини. Численні дослідження доводять, що розвиток і перебіг хвороб пародонта патогенетично тісно пов'язаний із системними захворюваннями організму, які часто є визначальними факторами у розвитку цих стоматологічних хвороб [1-4].

У пацієнтів із захворюваннями печінки та жовчовивідних шляхів виявлене 100 % ураження тканин пародонта. Відзначається етіологічний зв'язок між хронічними захворюваннями печінки та пародонтом. Зокрема, при хронічних гепатитах

виявляється більша частота стоматологічної патології, ніж у здорових осіб, а наявність цирозу печінки значно впливає на глибину пародонтальних кишень та втрату прикріплення [2, 5].

Шлунково-кишковий тракт і тканини пародонта перебувають у тісному анатомічному, нервовому і гуморальному взаємозв'язку. Захворювання пародонта при патології шлунково-кишкового тракту зустрічається у 68–90 % обстежених пацієнтів [6]. Провідною ланкою у розвитку такої синтропії є порушення ряду регуляторних механізмів: дисбаланс імунної та ендокринної систем, порушення мікроциркуляції, нейрогуморальної регуляції, психосоматичних взаємин, зміни в метаболізмі сполучної тканини, мінеральному обміні та дефіцит вітамінів [5, 6]. Аналізуючи зв'язок захворювань пародонта та шлунково-кишкового тракту, більшість авторів встановили, що патологія органів травлення частіше передуює появі захворювань пародонта. Інтенсивність та тяжкість захворювань пародонта збільшувалась пропорційно тривалості та тяжкості основного захворювання [7, 8].

Серцево-судинні захворювання, основою яких залишається атеросклероз, є найбільш поширеною причиною захворюваності та смертності дорослого населення всього світу [9]. Багаточисельні спостереження, підтверджують зв'язок між клінічно діагностованими захворюваннями пародонта та патологією серцево-судинної системи, оскільки ці хвороби патогенетично пов'язані із розвитком змін усєї судинної системи. [10-12].

**Метою дослідження** було вивчити вплив супутньої соматичної патології на стан тканин пародонта.

**Матеріал та методи дослідження** У дослідження було залучено 104 пацієнти, віком 28-46 років, із захворюваннями тканин пародонта, які мали соматичну патологію. Обстеження проводили на базі Стоматологічного медичного центру ЛНМУ ім. Данила Галицького.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Пацієнти брали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, що підтверджується особистим підписанням відповідної інформованої згоди. Кожен пацієнт особисто був проінформований щодо обов'язків і прав та можливості завершити дослідження в будь-який момент його проведення без будь-яких наслідків та пояснення причин своїх дій.

Серед обстежених було 35 осіб (1 група) із патологією гепатобіліарної системи (ГБС), 37 осіб (2 група) із патологією шлунково-кишкового тракту (ШКТ), та 32 особи (3 група) із патологією серцево-судинної системи (ССС).

До обстежених із патологією ГБС увійшли хворі на хронічний безкам'яний холецистит, неалкогольний стеатогепатоз та стеатогепатит. Серед пацієнтів із патологією ШКТ були хворі на хронічний гастрит, виразкову хворобу шлунку та дванадцятипалої кишки. До 3-ї групи увійшли хворі на ішемічну хворобу серця, стенокардію.

У групу порівняння увійшли 30 осіб із захворюваннями тканин пародонта без загальносоматичної патології.

Критеріями виключення стали пацієнти із: зубоцелепними деформаціями та аномаліями зубних рядів, патологічною стертістю, ортодонтичними апаратами, пацієнти з хронічними вірусними гепатитами, ВІЛ-інфекцією, активною формою туберкульозу, наявністю супутніх захворювань інших органів та систем, аутоімунною патологією, алергічними захворюваннями, наявністю пухлин будь-якої локалізації. Також, особиста відмова хворого від обстеження та лікування.

Клінічне обстеження хворих починали із скарг пацієнта, збору анамнезу захворювання і життя, та оцінки загального соматичного статусу. При опитуванні пацієнтів звертали увагу на тривалість захворювань – як пародонта, так і загальносоматичної патології, характер їхнього перебігу, можливі причини виникнення, ефективність лікувальних заходів, які проводилися лікарями-стоматологами та лікарями відповідного профілю під час стаціонарного лікування, що могли б бути інформативними для дослідження.

У процесі об'єктивного дослідження звертали увагу на стан слизової оболонки порожнини рота, ясен, піднебіння, язика. Наступний етап – визначали тип прикусу, стан зубних рядів і положення окремих зубів, якість реставрацій та ортопедичних конструкцій, наявність або відсутність контактних пунктів. Обстежуючи зубні ряди, враховували їх цілісність, наявність нависаючих країв пломб, фіксували наявність каріозних порожнин, клиноподібних дефектів, ерозій, гіпоплазії емалі та флюорозу. Діагностували наявність над'ясенних та під'ясенних зубних відкладень.

Із метою визначення глибини та поширеності запального процесу ясен застосовували показник числа Свракова (ЧС). Стан гігієни порожнини рота оцінювали за допомогою індексів Silness-Loe і Stallard. Для оцінки вираженості запалення ясен визначали папілярно-маргінально-альвеолярний індекс – РМА (С. Рагма, 1960). Кровоточивість ясен, яка є невід'ємною ознакою їх запального

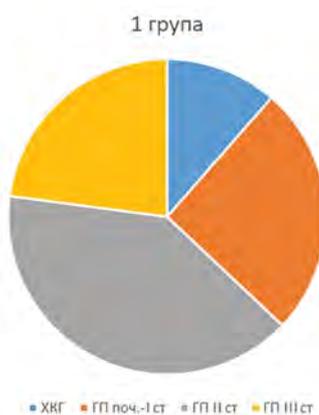
стану, оцінювали на підставі індексу кровоточивості ясенних сосочків – РВІ (papilla bleeding index) за Muhlemann.

Стан зубів, кісткової тканини альвеолярного відростка, щелеп оцінювали за допомогою ортопантомографії. На ортопантомограмах визначали тип деструкції альвеолярного відростка (вертикальний, горизонтальний, змішаний), тяжкість перебігу захворювань пародонта оцінювали за ступенем резорбції міжзубних кісткових перетинок. Статистичну обробку результатів власних досліджень здійснювали за допомогою комп'ютерної програми для варіаційно-статистичного аналізу даних медико-біологічних досліджень „GraphPad Prism 5”.

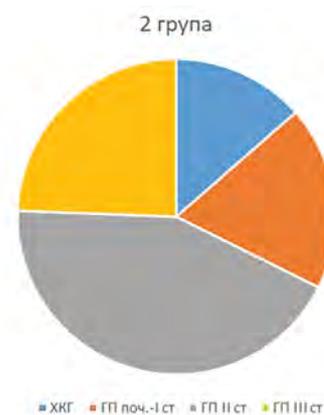
**Результати дослідження та їх обговорення.** У 1-й групі обстежених діагностовано 4 особи (11,4%) з хронічним катаральним гінгівітом (ХКГ), 9 осіб (25,7%) з хронічним генералізованим пародонтитом початкового – I ступеню тяжкості (ХГП поч.-I ст.), 14 осіб (40,0%) із хронічним пародонтитом II ступеню тяжкості (ХГП II ст.) та 8 осіб (22,9%) із хронічним пародонтитом III ступеню тяжкості (ХГП III ст.). Серед осіб 2-ї групи виявлено ХКГ у 5 осіб (13,5%), ХГП поч.-I ст. у 7 осіб (18,9%), ХГП II ст. – у 16 осіб (43,2%), та ХГП III ст. – у 9 осіб (24,4%). У обстежених хворих 3-ї групи виявлено ХКГ у 7 пацієнтів (21,9%), ХГП поч.-I ст. у 5 осіб (15,6%), ХГП II ст. – у 12 осіб (37,5%), та ХГП III ст. – у 8 осіб (25%). Серед осіб групи порівняння виявлено ХКГ у 6 осіб (20,0%), ХГП поч.-I ст. у 12 осіб (40,0%), ХГП II ст. – у 9 осіб (30,0%), та ХГП III ст. – у 3 осіб (10,0%).

Отже, серед усіх обстежених хворих на захворювання тканин пародонта на тлі соматичної патології найвищий відсоток відведений на ХГП II ст, натомість у пацієнтів групи порівняння виявлено найбільшу кількість ХГП поч.-I ст. тяжкості. Візуалізація результатів представлена на **рисунках 1-4**.

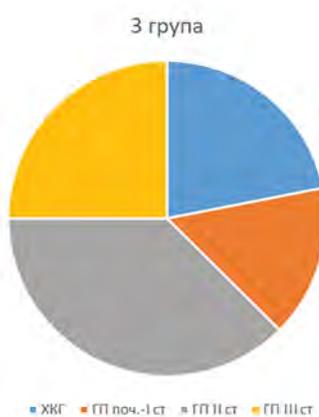
Результати дослідження гігієнічних та пародонтальних індексів обстежених 1-3 груп та групи порівняння представлено в **таблиці 1**.



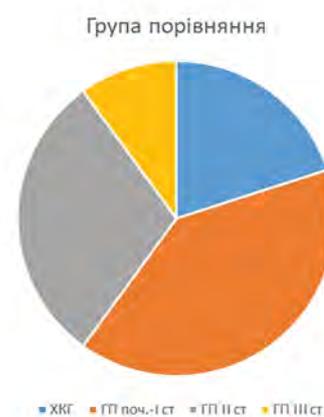
**Рисунок 1** – Частка захворювань пародонта серед осіб 1-ї групи



**Рисунок 2** – Частка захворювань пародонта серед осіб 2-ї групи



**Рисунок 3** – Частка захворювань пародонта серед осіб 3-ї групи



**Рисунок 4** – Частка захворювань пародонта серед осіб групи порівняння

**Таблиця 1** – Індексна оцінка стану гігієни порожнини рота та тканин пародонта у обстежених усіх груп

Групи	Група порівняння n=30	Група 1 (хворі із патологією ГБС) n=35	Група 2 (хворі із патологією ШКТ) n=37	Група 3 (хворі із патологією ССС) n=32
Показники				
ЧС, бали	1,69±0,12	2,21±0,14*	2,14±0,13*	2,19±0,17*
S-L, бали	1,19±0,12	2,17±0,39*	2,15±0,31*	2,19±0,37*
Stallard, бали	1,21±0,15	2,21±0,31*	2,17±0,33*	2,22±0,36*
PMA, %	39,67±1,60	64,25±8,19** °	59,31±6,73*	58,73±6,33*
PBI, бали	1,11±0,23	1,98±0,22*x °	1,91±0,18*	1,92±0,10*

**Примітки:** \* – показник вірогідності (p < 0,05) у порівнянні з групою порівняння; # – показник вірогідності (p < 0,05) у порівнянні з 1-ю групою; x - показник вірогідності (p < 0,05) у порівнянні з 2-ю групою; ° - показник вірогідності (p < 0,05) у порівнянні з 3-ю групою

Аналіз показників, представлених у **таблиці 1**, свідчить, що ЧС у хворих на захворювання пародонта на тлі соматичної патології вірогідно (p < 0,05) перевищує показники у пацієнтів групи порівняння. При цьому суттєвої відмінності між результатами 1, 2 та 3 груп немає.

Досліджуючи індекси гігієни S-L та Stallard, зафіксовано найвищі значення у хворих на патологію ССС, що вірогідно ( $p < 0,05$ ) перевищувало дані у групі порівняння, проте істотно не відрізнялось від результатів, отриманих у групах осіб хворих на патологію ГБС та ШКТ.

Встановлено, що показники індексу РМА мали найвищі значення у групі осіб із патологією ГБС ( $64,25 \pm 8,19\%$ ), що суттєво ( $p < 0,05$ ) перевищувало результати, отримані у групі порівняння та у осіб 2 та 3 груп.

Схожі результати бачимо, аналізуючи дані індексу кровоточивості – найвищий його показник складає  $1,98 \pm 0,22$  бала у 1-й групі хворих, який істотно перевищує показники у групі осіб без соматичної патології та у групі хворих з патологією ШКТ та ССС.

За даними низки авторів захворювання пародонта зустрічаються у 90 % дорослого населення (старших 35 років), серед загальної структури стоматологічних захворювань їх поширеність досягає максимально 85 % [1, 2, 4, 5]. На сьогодні проведено безліч досліджень, які свідчать про значний вплив захворювань органів та систем організму людини на розвиток патологічних процесів

порожнини рота [3, 6, 7, 9, 11, 12]. Однак, залишається відкритим багато питань пов'язаних із захворюванням тканин пародонта у осіб із соматичною патологією. Результати проведених досліджень засвідчують, що ризик виникнення захворювань пародонта тісно пов'язаний із системною патологією організму, яка однозначно, негативно впливає на важкість їх перебігу.

**Висновки.** Проведені дослідження свідчать, що наявність соматичної патології сприяє розвитку захворювань тканин пародонта, а також, безумовно, обтяжує їх перебіг, що доведено результатами індексної оцінки. Так, показник числа Свракова в усіх пацієнтів з соматичною патологією перевищував результати у групі порівняння; гігієнічні індекси були зафіксовані у хворих із патологією ССС; а пародонтальні індекси мали найнегативніші показники у хворих із захворюваннями ГБС.

**Перспективи подальших досліджень.** Отримані результати досліджень у майбутньому будуть сприяти розпрацюванню ефективного комплексу лікувально-профілактичних заходів у хворих із захворюваннями тканин пародонта на тлі соматичної патології.

## References

1. Dereyko LV, Plyeshkova VV. Vzayemozv'yazok mizh parodontytom i zahalnym stanom zdorov'ya [The relationship between periodontitis and general health. Implantology]. *Implantolohiya. Parodontolohiya. Osteolohiya*. 2011;2. S:76-84. [Ukrainian]
2. Kashivska RS. Stan tkanyn parodonta u khvorykh na heneralizovanyy parodonty pry zakhvoryuvannyakh hepatobiliarnoyi systemy ta obgruntuvannya medykamentoznoyi korektsiyi vyyavlenykh porushen [The condition of periodontal tissues in patients with generalized periodontitis in diseases of the hepatobiliary system and the rationale for drug correction of the detected disorders]. Abstr. PhD. (Med.). Ivano-Frankivsk; 2016. 17 s. [Ukrainian]
3. Furdychko AI, Ilchyshyn MP, Fedun IR, Barylyak AY, Slaba OM, Khoroz LM. Periodontal status in patients with diseases of hepatobiliary system, burdened with tobacco and drug addiction. *Wiad Lek*. 2020;3:517-521. doi: 10.36740/WLek202003121
4. Prodanchuk AI, Kiyun ID, Kroytor MO. Zakhvoryuvannya parodonta i somatychna patolohiya [Periodontal disease and somatic pathology]. *Bukovynskyy medychnyy visnyk*. 2012;2(62):164-8. [Ukrainian]
5. Furdychko AI. Kliniko-eksperymentalne obgruntuvannya kompleksnoho likuvannya ta profilaktyky zakhvoryuvan parodontu u khvorykh z hepatobiliarnoyu patolohiyeyu [Clinical and experimental substantiation of complex treatment and prevention of periodontal diseases in patients with hepatobiliary pathology]. Abstr. Dr. Sci. (Med.). Odesa; 2019. 39 s. [Ukrainian]
6. Manashchuk NV, Chorniy NV, Shmanko VV. Vzayemozv'yazok patolohiyi parodonta ta patolohiyi shlunkovo-kyslykovoho traktu [Relationship between periodontal pathology and gastrointestinal tract pathology]. *Klinichna stomatolohiya*. 2011;1-2:23-7. [Ukrainian]
7. Shvets IYe. Likuvannya heneralizovanoho parodontytu u khvorykh na khronichni zapalni protsesy shlunkovo-kyshkovoho traktu z vykorystanniam mineralnoyi vody kurortu Morshyn [Treatment of generalized periodontitis in patients with chronic inflammatory processes of the gastrointestinal tract using the mineral water of the Morshyn resort]. Abstr. PhD. (Med.). Lviv; 2016. 20 s. [Ukrainian]
8. Zolotukhina OL, Romanova YuH, Maslov OV. Vyznachennya poshyrenosti oralnoyi infektsiyi helicobacter pylori u tyutyunozaleznykh patsiyentiv iz khronichnym heneralizovanyym parodontytom na tli khronichnoho hiperatsydnoho hastrytu vprodovzh likuvannya [Determination of the prevalence of oral helicobacter pylori infection in tobacco-dependent patients with chronic generalized periodontitis against the background of chronic hyperacid gastritis during treatment]. *Suchasni problemy medytsyny*. 2020;4(40):50-4. [Ukrainian]. doi: 10.31071/promedovsity2020.04.050

9. Boychenko OM, Hasyuk NV, Paliy OV. Struktura ta zakhvoryuvanist khvorob parodonta u patsiyentiv iz ishemichnoyu khvoroboyu sertsya [The structure and morbidity of periodontal diseases in patients with coronary heart disease]. *Svit medytsyny ta biolohii*. 2013;9(1):21-2. [Ukrainian]
10. Boychenko OM, Stupak OP, Hasyuk NV. Prooksydantno-antyoksydantnyy stan krovi ta rotovoyi ridyny u khvorykh na heneralizovanyy parodontyt na tli ishemichnoyi khvoroby sertsya [Prooxidant-antioxidant status of blood and oral fluid in patients with generalized periodontitis against the background of coronary heart disease]. *Aktualni problemy suchasnoyi medytsyny*. 2014;14,3(47):23-6. [Ukrainian]
11. Sukhovolets IO, Matsko NV. Vplyv sertsevo-sudynnoyi patolohiyi na perebih zapalno-dystrofichnykh zakhvoryuvan tkanyh parodonta [The influence of cardiovascular pathology on the course of inflammatory and dystrophic diseases of periodontal tissues]. *Klinichna stomatolohiya*. 2014;4:18-21. [Ukrainian]
12. Cherkasova OV. Analiz ta perspektyvy likuvannya heneralizovanoho parodontytu u patsiyentiv molodoho viku z arterialnoyu hipertenziyeyu [Analysis and prospects of treatment of generalized periodontitis in young patients with arterial hypertension]. *Ukrayinskyi naukovo-medychnyy molodizhnyy zhurnal*. 2013; 3(75):43-6. [Ukrainian]

UDC 616.311.2+616.314.17.) – 06:616.1/.4] -036

### Assessment of the Condition of Periodontal Tissues in Patients with Somatic Pathology

**Furdychko A. I., Fedun I. R., Ilchyshyn M. P., Gan I. V., Pasichnyk M. A.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to investigate the influence of concomitant somatic pathology on periodontal tissues.*

*Materials and methods.* 104 patients, aged 28–46 years, with diseases of periodontal tissues, who had somatic pathology, were involved in the study. The examined persons were divided into groups: 35 persons (group 1) with pathology of the hepatobiliary system, 37 persons (group 2) with pathology of the gastrointestinal tract, and 32 persons (group 3) with pathology of the cardiovascular system.

The comparison group included 30 people with periodontal tissue diseases without somatic pathology.

To determine the depth and prevalence of the inflammatory process of the gums the Svrakov's number indicator was used. Oral hygiene was assessed according to the Silness-Loe and Stallard indices. The papillary-marginal-alveolar index (C. Parma, 1960) was determined to assess the severity of gum inflammation. Bleeding gums were assessed by the gum's papilla bleeding index according to Muhlemann.

Statistical processing of the research results was carried out with a computer program for variational and statistical analysis of medical and biological research data "GraphPad Prism 5".

*Results and discussion.* Patients with diseases of periodontal tissues against the background of somatic pathology had the highest percentage of chronic generalized periodontitis of the II degree, in contrast patients of the comparison group had the highest percentage of chronic generalized periodontitis of the initial – I degree.

Svrakov's number in patients with periodontal disease against the background of somatic pathology significantly ( $p < 0.05$ ) exceeded the indicators of patients of the comparison group. At the same time, there is no significant difference between the results of groups 1, 2 and 3.

The highest values of the indexes of Silness-Loe and Stallard were recorded in patients with the cardiovascular system pathology, which significantly ( $p < 0.05$ ) exceeded the data in the comparison group, but did not significantly differ from the results of patients with pathology of hepatobiliary system and gastrointestinal tract.

The papillary-marginal-alveolar index data were the highest in patients with hepatobiliary system pathology ( $64.25 \pm 8.19\%$ ), which significantly ( $p < 0.05$ ) exceeded the results of the comparison group and in individuals of groups 2 and 3.

The highest indicator of the bleeding index is  $1.98 \pm 0.22$  points in patients of the 1<sup>st</sup> group, which significantly exceeds the indicators in the group of people without somatic pathology and in the group of patients with pathology of gastrointestinal tract and cardiovascular system.

*Conclusion.* The conducted studies show that the presence of somatic pathology contributes to the development of periodontal tissue diseases, and certainly aggravates their course, which is proven by the results of the index assessment.

**Keywords:** periodontitis, somatic pathology, periodontal indices.

**ORCID and contributionship:**

Anastasiya I. Furdychko : 0000-0002-8677-428X<sup>D,F</sup>

Irena R. Fedun : 0000-0002-1671-6893<sup>A,E</sup>

Marta P. Ilchyshyn : 0000-0001-8226-8913<sup>C,F</sup>

Iryna V. Gan : 0000-0003-2605-5029<sup>B</sup>

Maryana A. Pasichnyk : 0000-0003-3437-7554<sup>B</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR:**

**Anastasiya I. Furdychko**

Danylo Halytsky Lviv National Medical University

Department of Therapeutic Dentistry

69, Pekarska Str., Lviv 79010, Ukraine

phone: +380676880214, e-mail: anfurd111@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 25.12.2022

Accepted 17.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/JMBS08.01.195

УДК 616.314-089.23

Цуперяк С. С., Мочалов Ю. О.

## РЕТРОСПЕКТИВНА ОЦІНКА ДЕФІЦИТУ ДОСТУПНОЇ КІСТКИ У ПАЦІЄНТІВ В УКРАЇНІ ЗА ДАНИМИ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕНТАЛЬНИХ ІМПЛАНТАТІВ РІЗНИХ РОЗМІРІВ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,  
Ужгород, Україна

**Мета:** визначення кількості випадків клінічних випадків дентальної імплантації при дефіциті висоти альвеолярного гребня за даними обсягів споживання стоматологічними закладами охорони здоров'я дентальних імплантатів різних конструкцій за 10 років.

**Матеріали та методи.** Дослідження було проведено на основі наданої інформації про реалізацію дентальних імплантатів виробництва корпорації «DENTIUM» «SuperLine» та «SuperLine NEW» (Корея) від офіційного постачальника в Україні (група компаній «Стаміл») за період 2013–2022 рр.

**Результати.** Для досягнення оптимального рівня остеоінтеграції важливим фактом є якість та достатній об'єм кісткової тканини навколо дентального імплантата. У випадках дефіциту доступної кістки додатковою опцією у виборі тактики лікування є установка дентальних імплантатів зменшеної довжини. В порівнянні із дентальними імплантатами стандартної та збільшеної довжини короткі імплантати демонстрували вищу частоту відторгнення та передчасної дезінтеграції. Довжина дентального імплантата – критичний фактор тривалого успішного функціонування імплантатів, який неоднозначно оцінений і описаний у фаховій літературі.

В розрахунках на декаду питома вага випадків дефіциту висоти альвеолярного гребня щелеп (недостатність кісткової тканини) становила 30,03%. Середнє значення цього показника дорівнювало  $28,80 \pm 6,74\%$  ( $M=30,95\%$ ), мінімальне значення – 19,11% та максимальне – 38,08%. Випадків «компенсації» малої довжини імплантата збільшенням його діаметру (6,00 і 7,00 мм) в загальній структурі виконаних операцій було тільки 1,42%, середньорічна кількість випадків застосування коротких дентальних імплантатів збільшеного діаметру (від 6,00 мм) становила  $0,67 \pm 0,28\%$  ( $M=0,56\%$ ). Аналіз динаміки використання коротких дентальних імплантатів (7,00 мм та 8,00 мм) протягом десяти років виявив нерівномірність, у імплантатів довжиною 8,00 мм – показник коливався в межах 15,00–30,00%. Використання коротших конструкцій (довжиною 7,00 мм) не мало таких критичних змін – незначні відхилення від 5,00%.

**Висновки.** Отримані результати дозволили непрямим способом визначити поширеність дефіциту висоти альвеолярного гребня у пацієнтів «імплантологічного профілю» в Україні протягом останніх 10 років.

**Ключові слова:** стоматологія, імплантація, альвеолярний гребінь, кістка, дефіцит.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження є фрагментом планової науково-дослідної теми «Впровадження сучасних матеріалів та технологій в стоматологічну практику», № держ. реєстрації 0119U102057.

**Вступ.** Відновлення зубних рядів у пацієнтів з частковою та повною адентією із застосуванням конструкцій з опорами на дентальні імплантати зараз визнано ефективним і передбачуваним методом лікування, серйозною альтернативою для часткового та повного знімного протезування. Успішність функціонування таких конструкцій визначено можна окреслити їх високим рівнем естетики та надійними біомеханічними характеристиками, що своєю чергою залежить від остеоінтеграції імплантатів. Визначальними факторами досягнення остеоінтеграції вважають хірургічну техніку, конструкцію імплантата, якість його поверхні, біосумісність його матеріалу та умови функціонального навантаження. Для досягнення оптимального рівня остеоінтеграції також важливим фактом є якість та достатній об'єм кісткової тканини навколо дентального імплантата. Тому в окремих випадках можливості установки дентального імплантата можуть бути обмежені дефіцитом товщини та/або висоти альвеолярного відростка щелепи або ж близьким розташуванням окремих анатомічних структур (як то верхньощелепний синус, або нижньощелепний канал [1]). Тому в таких випадках додатковою опцією у виборі тактики лікування є установка дентальних імплантатів зменшеної довжини.

В порівнянні із дентальними імплантатами стандартної та збільшеної довжини короткі імплантати демонстрували вищу частоту відторгнення та передчасної дезінтеграції. Причиною цього можна вважати зменшений контакт «кістка-поверхня імплантату», що може негативно впливати на первинну стабілізацію конструкції,

а також збільшене співвідношення довжини штучної коронки до внутрішньокісткової частини конструкції, що може спричиняти підвищений стрес на навколишню кісткову тканину [2].

Успішне функціонування конструкції з опорою на дентальні імплантати залежить від шляху та напрямку передачі стресових навантажень від дентального імплантату на навколишню кісткову тканину, відсутність розтягу при таких деформаціях позитивно впливає на строк користування такими ортопедичними конструкціями. Як відомо із принципів механіки, навантаження на дентальний імплантат, яке передається на кісткову тканину, призводить до максимальної концентрації стресових моментів в пришийковій ділянці імплантату. Тобто, навантаження, прикладене до двох матеріалів є найвищим в зоні початкового прикладання. В кістковій тканині механічне навантаження призводить до двох видів деформацій – стискання та розтягнення. І, як показує практика, сили розтягнення є на 30,00% меншими від сил стискання. Стосовно людської кісткової тканини, то кортикальна пластинка від природи є більш витривалою до стискання, і менше – до зсуву. Тому, нефізіологічне навантаження кісткової тканини прискорює її резорбцію, а надлишкові стресові навантаження непрямым чином стимулюють остеокласти, що призводить до виразного зменшення обсягів тканини. З іншої сторони, для інтеграції дентального імплантату навантаження є критично необхідним, оскільки без його не відбувається активація остеоцитів, і можуть запускатися процеси апоптозу в кістковій тканині [3, 4].

Довжина дентального імплантату – критичний фактор тривалого успішного функціонування імплантатів, який неоднозначно оцінений і описаний у фаховій літературі. Наявні думки щодо присутності негативного впливу зменшення довжини на тривалість «життя» конструкції, і наявні протилежні точки зору про відсутність описаних кореляцій. Дійсно, короткі дентальні імплантати самі не витримують навантаження, або ж вони спричиняють вищий стрес та нерівномірний його розподіл у навколишній кістковій тканині при функціонуванні. Rubo та Capello Souza (2010) показали, що рівень стресу в навколишній кістковій тканині зменшується в середньому на 14,00% при збільшенні довжини імплантата від 10,00 до 13,00 мм [5].

Ortega-Oller зі співавт. (2014) показали в свою чергу, що вузькі дентальні імплантати мають нижчі рівні «виживання» – 3,30 мм мали рівень відторгнення в 3,92 раза вище, ніж імпланти звичайного діаметру. Рівень «виживання» для імплантатів діаметром менш ніж 3,00 мм – 75,00%, більше-рівне 3,00 мм – 87,00%. Для кращого функціонування вузьких імплантатів, вони мусять бути навантажені не пізніше 3 міс після встановлення [6].

Для встановлення детальних імплантатів при дефіциті кісткової тканини використовують ряд особливих хірургічних методик – методика обходження анатомічних перешкод та вибір імплантату меншого розміру, виведення та переміщення судинно-нервового пучка [7, 8]. Тому на сучасному етапі розвитку реконструктивної хірургії щелепно-лицевої ділянки у випадках дефіциту кісткової тканини щелеп для проведення імплантації запропоновані 5 груп втручань – направлена кісткова регенерація, кісткові блоки, аугментація стінки верхньощелепної пазухи та дистракційний остеогенез. Імплантати довжиною 7,00 мм та 9,00 мм «виживають» гірше за 6,00 мм [9, 10]. Також, відомий доволі цікавий клінічний факт – Pommer та ін. (2011) і Misch та ін. (2006) встановили, що збільшення діаметра дентального імплантату не може компенсувати вищі ризики відторгнення при його малій довжині [11, 12].

Для покращення розуміння термінології в клінічній практиці Al-Johany та ін. у 2016 році запропонували спрощену класифікацію дентальних імплантатів за їх розмірами:

за шириною:

- екстравузькі – менше за 3,00 мм
- вузькі – від  $\geq 3,00$  мм до  $< 3,75$  мм
- стандартні – від 3,75 мм до  $< 5,00$
- широкі – від 5,00 мм і більше

за довжиною:

- екстракороткі –  $\geq 6,00$  мм
- короткі –  $> 6,00$  мм,  $< 10,00$  мм
- стандартні –  $\geq 10,00$  мм,  $< 13,00$  мм
- довгі – 13,00 і більше [13].

Відштовхуючись від правила потреби у збереженні 2 мм «безпечного» об'єму кісткової тканини при плануванні дентальної імплантації, у відступі від анатомічних утворів та кортикальної пластинки – для уникнення травми та зниження гіпотетичного рівня резорбції кісткової тканини із початком навантаження імплантату стоматологічною ортопедичною конструкцією та остаточної перебудови кісткової тканини (ремоделювання) та розвитку явища саусеризації [14, 15], можна непрямым способом визначити кількість таких клінічних випадків в практиці.

**Метою дослідження** було визначення кількості клінічних випадків дентальної імплантації при дефіциті висоти альвеолярного гребня за даними обсягів споживання стоматологічними закладами охорони здоров'я дентальних імплантатів різних конструкцій за 10 років.

**Матеріал та методи дослідження.** Дослідження було проведено на основі отриманих від торговельних організацій даних про обсяги закупівлі дентальних імплантатів виробництва корпорації «DENTIUM» «SuperLine» та «SuperLine NEW»

(Корея) від офіційного постачальника в Україні (група компаній «Стаміл») стоматологічними закладами охорони здоров'я в різних містах України за період 2013–2022 рр. З електронних баз даних було отримано інформацію про рух дентальних імплантатів різної довжини загалом та за кожний рік з обраного періоду дослідження. Дані було знеособлено із вилученням інформації, яка може становити службову та комерційну таємницю. Опрацьовані таблиці були проаналізовані із використанням програмного пакета Microsoft Excel 2016. Були застосовані методи табличного, графічного аналізу та описової статистики. За основну гіпотезу було прийнято положення, що випадки застосування дентальних імплантатів, коротших за 10 мм, пов'язані із дефіцитом висоти альвеолярного гребня і відповідно з недостатністю місця для встановлення конструкції дентального імплантату, який має найвищі рівні «вживання».

**Результати дослідження та їх обговорення.** Проведені розрахунки показали, що за період 2013–2022 рр. було офіційно реалізовано понад 13 тис. дентальних імплантатів виробництва «DENTIUM» (Корея) систем «SuperLine» та «SuperLine NEW». Переважна більшість таких ви-

робів мала довжину тіла від 10,00 мм до 14,00 мм, що в перерахунку за десять років склало 69,97%. Дескриптивний аналіз даних показав, що мінімальний відсоток запитів на такі конструкції дентальних імплантатів спостерігався у 2021 році (61,92%), а максимальний – у 2017-му (80,89%). Середнє значення обсягу реалізації дентальних імплантатів з довжиною 10,00 мм і вище становило  $71,20 \pm 6,74\%$  ( $M=69,95\%$ ). Відповідно, похідною величиною від таких даних може бути питома вага випадків внутрішньокісткової дентальної імплантації, коли висота та об'єм кісткової тканини були зменшені (гіпотетично – дефіцит). В розрахунках на декаду питома вага таких випадків – 30,03%. При виконанні описового аналізу було встановлено, що середнє значення цього показника дорівнювало  $28,80 \pm 6,74\%$  ( $M=30,95\%$ ). Мінімальне значення було відзначено у 2017 році – 19,11% та максимальне – у 2021 (38,08%). Відповідно, можна допустити, що саме в такі роки (2021, 2022 та 2013) було виконано більше випадків дентальної імплантації в зонах з дефіцитом висоти кісткової тканини, або ж змінювалося відношення до питання розширення показань до застосування імплантатів коротких розмірів (**табл. 1**).

**Таблиця 1** – Питома вага використання дентальних імплантатів стандартної та збільшеної довжини та розрахунок випадків дефіциту кісткової тканини протягом 2013–2022 рр.

Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	За весь період	M±m, (Median)
Обсяг імплантатів довжиною 10 мм і вище, %	66,10	73,79	78,91	79,64	80,89	76,46	65,47	65,68	61,92	63,12	69,97	$71,20 \pm 6,74$ ( $M=69,95$ )
Питома вага випадків дефіциту висоти кісткової тканини, %	33,90	26,21	21,09	20,36	19,11	23,54	34,53	34,32	38,08	36,88	30,03	$28,80 \pm 6,74$ ( $M=30,95$ )

Подальший аналіз в підгрупах застосування обсягів коротких імплантатів показав, в переважній більшості випадків використовувалися дентальні імплантати довжиною 8,00 мм – в обсязі десятирічної реалізації їх питома вага становила 24,92%. Відповідно, до обсягів застосування таких конструкцій можна припустити, що вона є тотожною питомій вазі випадків мінімального дефіциту висоти кісткової тканини альвеолярного гребня щелеп – 2,00 мм. Застосування методів описової статистики дозволило розрахувати середній показник відсотка таких клінічних випадків –  $23,92 \pm 5,71\%$  ( $M=25,37\%$ ).

Найменшим такий показник був у 2017 році – 15,20%, також – у 2016 (16,63%) та 2015 (18,11%) роках, найвищим – у 2021 (31,86%), 2022 (30,49%) та 2019 – 30,05% (**табл. 2**).

Майже в чотири рази меншою була питома вага використання дентальних імплантатів довжиною 7,00 мм. Так в структурі застосування конструкцій різної довжини за десять років їх було 5,11%. Середній відсоток використання у загальній структурі показника становив  $4,89 \pm 1,22\%$  ( $M=4,97\%$ ). Найвищим відсоток використання 7-міліметрових імплантатів був відзначений у 2022 році – 6,39%, та у 2020 (6,31%) і 2021 (6,22%) роках. Найменшим такий показник був у 2015 році – 2,98%, також – у 2014 (3,21%) та 2016 (3,73%) роках. Це може бути непрямим показником частоти клінічних випадків дентальної імплантації, коли дефіцит кісткової тканини був в 3,00 мм. Такі результати вказують на те, що переважно в клінічних випадках дефіциту кісткової тканини, коли виконувалася дентальна імплантація, недостача становила 2 мм.

**Таблиця 2** – Питома вага використання дентальних імплантатів стандартної та збільшеної довжини та розрахунок випадків дефіциту кісткової тканини протягом 2013–2022 рр.

Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	За весь період	M±m, (Median)
7 мм, %	6,16	3,21	2,98	3,73	3,91	5,45	4,49	6,31	6,22	6,39	5,11	4,89±1,22 (M=4,97)
8 мм, %	27,74	22,99	18,11	16,63	15,20	18,09	30,05	28,01	31,86	30,49	24,92	23,92±5,71 (M=25,37)

Наступною гіпотезою, обраною для перевірки, було визначення клінічних випадків, коли недостатню висоту альвеолярного гребня намагалися компенсувати вибором дентального імплантату

збільшеного діаметра – 6,00 і 7,00 мм. В цьому дослідженні такими конструкціями були комбінації 6,00×7,00 мм і 6,00×8,00 мм та 7,00×7,00 мм і 7,00×8,00 мм (табл. 3).

**Таблиця 3** – Питома вага використання дентальних імплантатів збільшеного діаметра при дефіциті кісткової тканини протягом 2013–2022 рр.

Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	За весь період	M±m, (Median)
6,00×7,00 мм	0,17	0,00	0,12	0,21	0,23	0,00	0,12	0,84	0,00	0,40	0,22	0,21±0,17 (M=0,15)
6,00×8,00 мм	0,86	0,37	0,25	0,53	0,15	0,13	0,47	0,39	0,24	0,47	0,35	0,39±0,16 (M=0,38)
7,00×7,00 мм	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,13	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03±0,03 (M=0,00)
7,00×8,00 мм	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02±0,03 (M=0,00)
Загалом, %	1,03	0,37	0,37	0,85	0,38	0,40	0,71	1,29	0,39	0,87	1,42	0,67±0,28 (M=0,56)

За проаналізовану декаду років таких випадків імплантації в загальній структурі виконаних операцій було тільки 1,42%; розрахунок середніх значень показав, що середньорічна кількість випадків застосування коротких дентальних імплантатів збільшеного діаметра (від 6,00 мм) становила 0,67±0,28% (M=0,56%).

Аналіз динаміки використання коротких дентальних імплантатів (7,00 мм та 8,00 мм) протягом десяти років виявив нерівномірність у в структурі річного пулу постачання дентальних імплантатів довжиною 8,00 мм – показник від 2013-го року із майже 30,00% значення поступово знизився до 15,00% у 2017-му році. Після чого він почав зростати, і з 2019-го він незначно коливався біля значення в 30,00% (рис. 1). Водночас використання коротших конструкцій (довжиною 7,00 мм) не мало таких критичних змін протягом 2013–2022 рр., – незначні відхилення в зоні 5,00%.

В тому числі було проаналізовано динаміку застосування коротких дентальних імплантатів збільшеного діаметра – 6,00 мм і вище. Варто зазначити, що такий показник у загальній структурі не відігравав істотного значення, коливаючись в межах 1,00%. Такі отримані дані дозволяють висунути гіпотезу, що протягом десяти років дослідження кількість пацієнтів із дефіцитом кісткової тканини 3,00 мм була стабільно несуттєвою у структурі пацієнтів «імплантологічного профілю».



**Рис. 1** – Динаміка обсягів використання дентальних імплантатів короткої довжини в 2013–2022 рр.

Ще меншою і стабільною була частка пацієнтів зі зменшеною висотою альвеолярного гребня, яку намагалися компенсувати більшим діаметром внутрішньокісткового дентального імплантату – стабільно, в межах 1,00%.

Зовсім інша ситуація була з пацієнтами, у яких дефіцит висоти складав 2,00 мм, їх кількість різко коливалася – від 15,00 до 30,00%. Що може означати нерівномірність випадків фіксації в клінічних умовах саме такого незначного дефіциту висоти альвеолярного гребня щелеп, розширення клінічних показань до застосування дентальних імплантатів довжиною в 8,00 мм.

Варто зазначити, що застосування дентальних імплантатів меншої довжини є загальносвітовою тенденцією. Так, Pauletto зі співавт. (2021) вказують, що протягом перших 5 років функціонування короткі дентальні імплантати дають більш позитивні результати в частині збереження рівня кортикальної пластинки альвеолярного гребня та обсягу кісткової тканини, ніж імплантати стандартного розміру, встановлені з одночасним виконанням елементів кісткової пластики й аугментації альвеолярного відростка. Автори вказують на вищий економічний ефект при застосуванні коротких імплантатів [16].

Також, Renouard та Nisand (2006) на основі проведеного аналізу доступних джерел літератури виявили тенденцію – вищий відсоток невдачі при застосуванні коротких імплантатів у більш давніх дослідженнях, коли дентальні імплантати встановлювалися за стандартним протоколом, незалежно від кількості кісткової тканини та її якості. В новіших дослідженнях, за умови індивідуалізації протоколу та врахування умов для проведення імплантації, рівень «виживання» коротких дентальних імплантатів став наочно вищим і в окремих випадках наближається до такого показника у виробів стандартних розмірів. Також автори вказують на можливий негативний вплив локальних умов (як то якість кісткової тканини, її об'єм та наявність в минулому місцевих патологічних процесів) на виживання коротких імплантатів, і що в такому випадку порівнювати також необхідно й успішність лікування із випадками проведення аугментації, синус-ліфтингу та операцій виведення судинно-нервового пучка з каналу нижньої щелепи [17].

На підтримку описаної тенденції в лікуванні Lombardo зі співавт. (2021), зазначають, що в окремих випадках обсяг кісткової тканини може бути недостатнім для установки дентального імплантату без проведення складного, інвазивного та високовартісного хірургічного лікування, тому установка імплантатів малої довжини може бути адекватною альтернативою операціям аугментації альвеолярного відростка (частини), в тому числі використання коротких (6,00–8,00 мм) та ультракоротких конструкцій – 5,00 мм [18].

**Висновки.** Таким чином, проведене ретроспективне дослідження обсягів використання в клінічній практиці дентальних імплантатів різної довжини за період 2013–2022 рр., дозволило отримати інформацію про поширеність випадків дефіциту висоти альвеолярного гребня у пацієнтів, які зверталися з метою проведення дентальної імплантації. В розрахунках на декаду питома вага таких випадків – 30,03%. Середнє значення цього показника дорівнювало  $28,80 \pm 6,74\%$  ( $M=30,95\%$ ), мінімальне значення було відзначено у 2017 році – 19,11% та максимальне – у 2021 (38,08%). Перевірка гіпотези компенсації малої довжини імплантата збільшенням його діаметру (6,00 і 7,00 мм) показала, що таких випадків імплантації в загальній структурі виконаних операцій було тільки 1,42% розрахунок середніх значень показав, що середньорічна кількість випадків застосування коротких дентальних імплантатів збільшеного діаметра (від 6,00 мм) становила  $0,67 \pm 0,28\%$  ( $M=0,56\%$ ). Аналіз динаміки використання коротких дентальних імплантатів (7,00 мм та 8,00 мм) протягом десяти років виявив нерівномірність в імплантатах довжиною 8,00 мм – показник коливався в межах 15,00–30,00%. Використання коротших конструкцій (довжиною 7,00 мм) не мало таких критичних змін – незначні відхилення від 5,00%. Отримані дані та факти звичайно потребують уточнення в клініці.

**Перспективи подальших досліджень.** Проблема дослідження особливостей умов для проведення хірургічного етапу дентальної імплантації у пацієнтів в Україні є актуальним науковим завданням, яке може вирішуватися із застосуванням різних методик.

## References

1. Sumra N, Desai S, Kulshrestha R, Mishra K, Singh RV, Gaonkar P. Analysis of micromovements and peri-implant stresses and strains around ultra-short implants - A three-dimensional finite-element method study. *J Indian Soc Periodontol*. 2021 Jul-Aug;25(4):288-94. PMID: 34393398. PMCID: PMC8336772. doi: 10.4103/jisp.jisp\_350\_20
2. Karci BL, Oncu E. Comparison of Osteoimmunological and Microbiological Parameters of Extra Short and Longer Implants Loaded in the Posterior Mandible: A Split Mouth Randomized Clinical Study. *Acta Stomatol Croat*. 2021 Sep;55(3):238-47. PMID: 34658370. PMCID: PMC8514233. doi: 10.15644/asc55/3/1

3. Borie E, Orsi IA, de Araujo CP. The influence of the connection, length and diameter of an implant on bone biomechanics. *Acta Odontol Scand*. 2015 Jul;73(5):321-9. PMID: 25598357. doi: 10.3109/00016357.2014.961957
4. Guida L, Bressan E, Cecoro G, Volpe AD, Del Fabbro M, Annunziata M. Short versus Longer Implants in Sites without the Need for Bone Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Materials (Basel)*. 2022 Apr 26;15(9):3138. PMID: 35591482. PMCID: PMC9099984. doi: 10.3390/ma15093138
5. Rubo JH, Capello Souza EA. Finite-element analysis of stress on dental implant prosthesis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010;12:105-13. PMID: 19220846. doi: 10.1111/j.1708-8208.2008.00142.x
6. Ortega-Oller I, Suárez F, Galindo-Moreno P, Torrecillas-Martínez L, Monje A, Catena A, et al. The influence of implant diameter on its survival: a meta-analysis based on prospective clinical trials. *J Periodontol*. 2014 Apr;85(4):569-80. PMID: 23905841. doi: 10.1902/jop.2013.130043
7. Deryabin G, Grybauskas S. Dental implant placement with inferior alveolar nerve repositioning in severely resorbed mandibles: a retrospective multicenter study of implant success and survival rates, and lower lip sensory disturbances. *Int J Implant Dent*. 2021 Jun 9;7(1):44. PMID: 34105021. PMCID: PMC8187674. doi: 10.1186/s40729-021-00334-x
8. Kablan F, Oren D, Zigron A, Redenski I, Srouji S. Expanding The Surgeon's Armamentarium - Use of the Tubing Technique to Preserve the Inferior Alveolar Nerve During Transposition Procedure. *J Oral Implantol*. 2022 Jul 26. PMID: 35881818. doi: 10.1563/aaid-joi-D-20-00382
9. Monje A, Fu JH, Chan HL, Suarez F, Galindo-Moreno P, Catena A, et al. Do implant length and width matter for short dental implants (<10 mm)? A meta-analysis of prospective studies. *J Periodontol*. 2013 Dec;84(12):1783-91. PMID: 23451988. doi: 10.1902/jop.2013.120745
10. Kostenko Y, Mochalov I, Kaminsky R, Nakashidze G, Bun Y, Goncharuk-Khomyn M. Application of synthetic osteoplastic material EasyGraft® in maxilla subantral augmentation (sinus-lift). *Georgian Med News*. 2018 Dec;(285):32-6. PMID: 30702066.
11. Pommer B, Frantal S, Willer J, Posch M, Watzek G, Tepper G. Impact of dental implant length on early failure rates: a meta-analysis of observational studies. *J Clin Periodontol*. 2011 Sep;38(9):856-63. PMID: 21722154. doi: 10.1111/j.1600-051X.2011.01750.x
12. Misch CE, Steingra J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study. *J Periodontol*. 2006 Aug;77(8):1340-7. PMID: 16937587. doi: 10.1902/jop.2006.050402
13. Al-Johany SS, Al-Amri MD, Alsaeed S, Alalola B. Dental Implant Length and Diameter: A Proposed Classification Scheme. *J Prosthodont*. 2017 Apr;26(3):252-60. PMID: 27379723. doi: 10.1111/jopr.12517
14. Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry*. Mosby Elsevier; 2008. 1102 p.
15. Resnik R. *Misch's Contemporary Implant Dentistry*. 4th ed. Mosby Elsevier; 2020. 1264 p.
16. Pauletto P, Ruales-Carrera E, Mezzomo LA, Stefani CM, Taba M Jr, Gonçalves RB, et al. Clinical performance of short versus standard dental implants in vertically augmented bone: an overview of systematic reviews. *Clin Oral Invest*. 2021 Nov;25(11):6045-68. PMID: 34398327. doi: 10.1007/s00784-021-04095-0
17. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res*. 2006 Oct;17 Suppl 2:35-51. PMID: 16968380. doi: 10.1111/j.1600-0501.2006.01349.x
18. Lombardo G, Signoriello A, Marincola M, Liboni P, Bonfante EA, Nocini PF. Survival rates of ultra-short (<6 mm) compared with short locking-taper implants supporting single crowns in posterior areas: A 5-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021 Dec;23(6):904-19. PMID: 34796619. PMCID: PMC9299664. doi: 10.1111/cid.13054

UDC 616.314-089.23

**Retrospective Assessment of Available Bone Deficiency among Ukrainian Patients according to the Usage of Dental Implants of Different Sizes**  
**Tsuperyak S. S., Mochalov Yu. O.**

**Abstract.** The purpose of the study was to determine a number of clinical cases of dental implantation with insufficient height of the alveolar ridge based on data of consumption of the dental implants of various designs in dental healthcare institutions during 10 years.

**Materials and methods.** The research was performed on the provided information on the sales of dental implants produced by the DENTIUM corporation, "SuperLine" and "SuperLine NEW" (Korea) from the official supplier in Ukraine ("Stamil" group of companies) for the period 2013–2022.

**Results and discussion.** Quality and sufficient volume of bone tissue around the dental implant is an important condition to achieve an optimal level of osseointegration. In cases of a shortage of available bone an additional option in the choice of treatment tactics is the installation of short dental implants. Compared with

dental implants of standard and extended length the short implants showed a higher frequency of rejection and early disintegration. The length of the dental implant body is a critical factor in the long-term successful functioning of implants which is ambiguously evaluated and described in the professional literature.

The analysis in the subgroups of the use of short implants showed that in the vast majority of cases, dental implants with a length of 8.00 mm were used – in the volume of ten-year implementation, their specific weight was 24.92%. Accordingly, it can be assumed that the volume of application of such structures is identical to the specific gravity of cases of minimal deficit in the height of the bone tissue of the alveolar crest of the jaws – 2.00 mm. The use of descriptive statistics methods made it possible to calculate the average percentage of such clinical cases –  $23.92 \pm 5.71$  mm ( $M=25.37$  mm).

In calculations per decade the specific weight of cases of the alveolar ridge height deficiency of the jaws (lack of available bone tissue) was 30.03%. The average value was  $28.80 \pm 6.74\%$  ( $M=30.95\%$ ), the minimum – 19.11% and the maximum – 38.08%. There were only 1.42% cases of “compensation” of the short implant length by increasing its diameter (upto 6.00 and 7.00 mm) in the overall structure of the performed operations. The usage of average annual number of short dental implants of increased diameter (from 6.00 mm) was  $0.67 \pm 0.28\%$  ( $M=0.56\%$ ). The analysis of dynamics of the usage of short dental implants (7.00 mm and 8.00 mm) over ten years period revealed unevenness. For implants with a length of 8.00 mm frequency varied between 15.00–30.00%. The usage of shorter structures (length 7.00 mm) did not have such critical changes – minor deviations near 5.00%.

**Conclusion.** The obtained results allowed to determine indirectly the prevalence of the alveolar ridge height deficiency in patients of “implantation cohort” in Ukraine during the last 10 years.

**Keywords:** dentistry, implantation, alveolar ridge, bone, deficiency.

#### ORCID and contributionship:

Serhii S. Tsuperyak : <sup>A,B,C,D</sup>

Yuriy O. Mochalov : 0000-0002-5654-1725 <sup>A,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

**Yuriy O. Mochalov**

Uzhhorod National University,  
Department of Surgical Dentistry and Clinical Subjects  
16-A, Universitetsjka Str., Uzhhorod 880015, Ukraine  
phone: +380679943773, e-mail: yuriy.mochalov@uzhnu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 29.11.2022

Accepted 24.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.202

UDC 613.4:616.379-008.64-053.2

Sheshukova O. V., Kuz I. O.,  
Bauman S. S., Kazakova K. S.,  
Mosiienko A. S., Polishchuk T. V.,  
Trufanova V. P.

## Evaluation of Oral Hygiene and Periodontal Indices of 6–14-Year-Old Children with Insulin-Dependent Diabetes Mellitus

Poltava State Medical University,  
Poltava, Ukraine

*The purpose of the study* was to evaluate oral hygiene and periodontal indices in children with type 1 diabetes mellitus.

*Materials and methods.* 258 children aged 6–14 years were examined, including 129 children with type 1 diabetes mellitus and 129 children without concomitant somatic diseases. All patients were divided into four subgroups according to the presence of gingivitis.

We determined the oral hygiene index-simplified (according to Green, Vermillion, 1964), the papillary-marginal-alveolar index in Parma modification (1960), the gingival index according to Loe, Sillness (1967). The t-test for paired samples was used to compare values. The difference was considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

*Results and discussion.* The worst level of oral hygiene was in group of children with type 1 diabetes mellitus and chronic catarrhal gingivitis because gum bleeding and pain in gums in these children did not allow them to make full efforts and carry out oral hygiene well. Our research showed a statistically significant difference between the patients with type 1 diabetes mellitus and control group in accordance with periodontal indices. Children with diabetes mellitus had the highest values of periodontal indices. The inflammatory processes in the tissues of periodontium in patients with type 1 diabetes mellitus are expanded, so it is very important to recognize them and diagnose them as early as possible.

Periodontal indices in patients of the youngest age subgroup, namely, both the group of patients with diabetes mellitus and the group of children without somatic pathologies were the lowest. The totality of data on periodontal indices in children with chronic catarrhal gingivitis and type 1 diabetes mellitus indicated an average degree of severity of gingivitis, namely, the papillary-marginal-alveolar index was  $42.77 \pm 1.31\%$ , the gingival index was  $1.81 \pm 0.05$  points.

Protective mechanisms in young patients with type 1 diabetes mellitus are changed. Children with this endocrine illness suffer from swelling of the gums and have extreme gum bleeding along with the development of the main endocrinological disease compared to healthy patients of the same age.

According to the results we obtained, we believe that screenings of the oral cavity and preventive programs should emphasize the importance of early diagnosis of gingivitis and periodontitis even during the milk and mixed bite period, particularly in children with type 1 diabetes mellitus.

*Conclusion.* Children with type 1 diabetes mellitus had a worse state of oral hygiene than healthy children. Children with diabetes mellitus had gum bleeding both during the period of temporary bite, and during the period of mixed bite.

**Keywords:** gingivitis, children, diabetes mellitus, oral fluid, oral hygiene index.

**Connection of the study with scientific programs, plans, topics.** The study is conducted in accordance with the plan of research work of the Poltava State Medical University “Improvement of forecasting, diagnostics, treatment and prevention of dental and periodontal diseases in children taking into account exogenous and endogenous risk factors”, State registration number 0122U000204.

**Introduction.** Type 1 diabetes mellitus is an autoimmune disease in individuals who have a genetic predisposition to it, which leads to the destruction of  $\beta$ -cells of the pancreas with the subsequent development of absolute insulin deficiency. Type 1 diabetes mellitus (DM) is characterized by an increase in the concentration of glucose in the blood due to a deficiency of insulin [1, 2, 3].

Research data indicate that children and adolescents make up 8–10% of all patients with type 1 DM [3, 4]. The majority of patients have dental manifestations of DM, and some scientists indicate 100% damage to the organs and tissues of the oral cavity. The presence of type 1 diabetes mellitus in children is the main risk factor for the occurrence of inflammatory periodontal diseases. Children with this endocrine pathology are characterized by the following features: forced frequent eating; violation of self-cleaning processes in the oral cavity; reducing the resistance of the macroorganism and local protective factors; disturbances in the system of oral homeostasis caused by changes in the regulatory, secretory, protective, excretory, mineralizing and digestive functions of the

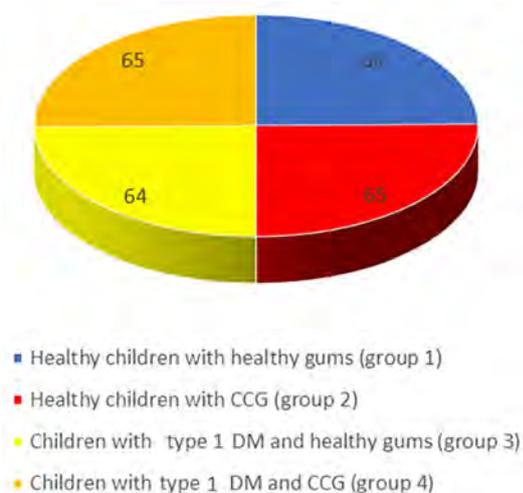
salivary glands; accumulation of dental plaque; the minimum level of anti-infective protection of the oral cavity; increasing the activity of anaerobic microbial flora; hyposalivation, etc. As a result, persons with DM can have complications, primarily related to biological changes caused by hyperglycemia [4-9].

Periodontitis and gingivitis are two kinds of periodontal diseases, known as complications in patients with DM and other systemic diseases [1, 10-15]. Special attention is paid to the condition of periodontium at an early age among patients with type 1 DM [16-20].

**The purpose of the study** was to evaluate oral hygiene indices and periodontal indices in children with type 1 DM.

**Materials and methods.** 258 children aged 6–14 years were examined, including 129 children with type 1 DM and 129 children without concomitant somatic diseases. Patients with type 1 DM underwent a routine examination in the endocrinology department of the city clinical hospital in Poltava, Ukraine. Somatically healthy children underwent a routine dental check-up at the city dental clinic in Poltava, Ukraine. All patients were divided into appropriate groups: the first group – 64 children with healthy periodontium and no concomitant diseases; the second group – 65 children without concomitant diseases, but who had chronic catarrhal gingivitis (CCG); the third group – 64 children with type 1 DM and without gingivitis; the fourth group – 65 children with type 1 DM and CCG of various severities.

Each of the groups (21–22 children in each of them) was further divided by age (6–8, 9–11, 12–14 years). The contingent of examined children is shown in **Figure 1**.



**Fig. 1** – The number of examined children, n=258

The participants of our research work and/or their guardians (parents) answered questions related to medical history and dental history. The oral hygiene index-simplified (OHI-S according to Green, Vermillion, 1964) was determined. The condition of the

periodontium was evaluated using the papillary-marginal-alveolar index (the PMA index) in Parma modification (1960). It helps to evaluate the severity of gingivitis and periodontitis. We determined the gingival index (GI) according to Loe, Sillness (1967), which gives an opportunity to find out the degree of gum bleeding and the severity of gingivitis.

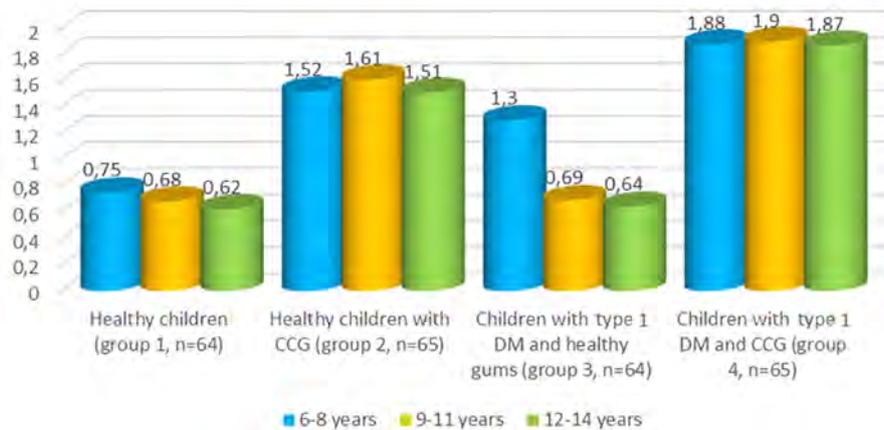
The children who had orthodontic treatment previously or those who were undergoing orthodontic treatment at the time of dental examination, the patients who had treatment of periodontitis or antibiotic treatment during the last 6 months, children with any other somatic diseases except type 1 DM, and those persons who had eruptive gingivitis at the time of dental check-up were excluded from our research. Individuals with diabetes mellitus and any complications other than inflammation processes in periodontium were also excluded.

The materials of our research work comply with the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine, the Helsinki Declaration of Human Rights, the rules of the Tokyo Declaration of the World Medical Association, the legislation of Ukraine, orders of the Ministry of Health of Ukraine, and the requirements of the Doctor’s Ethical Code of Ukraine. Parents of each study patient signed an informed consent to participate in the study and all measures to ensure anonymity of patients were taken.

The findings obtained were statistically processed using Microsoft Office Excel 2016 software pack. The distribution was checked by the Shapiro-Wilk test. The arithmetic mean (M), the representativeness error of the mean (m), and the significance level of the differences in the mean values (p) were calculated. The t-test for paired samples was used to compare values. The difference was considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

**Results and discussion.** The results of oral hygiene according to OHI-S (Green, Vermillion) showed that the index was  $0.69 \pm 0.05$  points in the group of children with healthy periodontium and without type 1 DM. It corresponds to a good level of oral hygiene. The index was  $1.58 \pm 0.05$  points in the group of healthy children with CCG and  $0.87 \pm 0.06$  points in children with type 1 DM without CCG. These values evidenced the satisfactory level of oral hygiene in the above-mentioned groups. The oral hygiene index-simplified, so-called OHI-S (Green, Vermillion) in the group of patients with type 1 DM and CCG was  $1.74 \pm 0.08$  points, it can be regarded as satisfactory, but it was worth considering that the totality of values replying to the above level of oral hygiene, was in the range from 0.7 to 1.8 points. As we see, the latter is almost on the borderline with bad level. The last value can be suggested by the fact that gum swelling, gum bleeding and pain in gums in children with type 1 DM

did not allow them to make full efforts and carry out oral hygiene enough well. The quality of oral hygiene is shown in **Figure 2**.



**Fig. 2** – Oral hygiene indices (OHI-S) in children (M±m), points

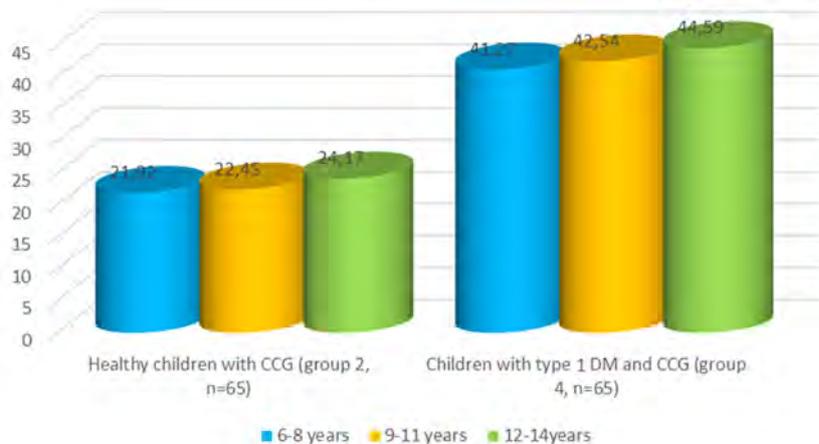
We did not find a significant difference in the oral hygiene indices in groups with type 1 DM compared to children without this endocrine illness, namely between groups 1 and 3. There was no statistically significant difference in oral hygiene indices in children with healthy periodontium with and without type 1 DM ( $p \geq 0.05$ ) in age 9–11 and 12–14 years. Oral hygiene was at a better level in older children. We hypothesized that the reason was that manual skills were not developed well enough in children of primary school age. This approves the opinion of some authors, who note that the oral hygiene indices did not have significant differences between patients with type 1 DM and the control group [2, 3, 8]. However, it disproves the opinion of other authors, who found that the value of oral hygiene indices in patients with type 1 DM was much higher compared to healthy patients [16, 17, 20]. The last statement can be confirmed by comparing groups 1 and 4, and 2 and 4, where the difference was significant ( $p < 0.05$ ).

Our research showed a statistically significant difference between the patients with type 1 DM and the control group in accordance with periodontal indices. It was appropriate with open data in the scientific sources.

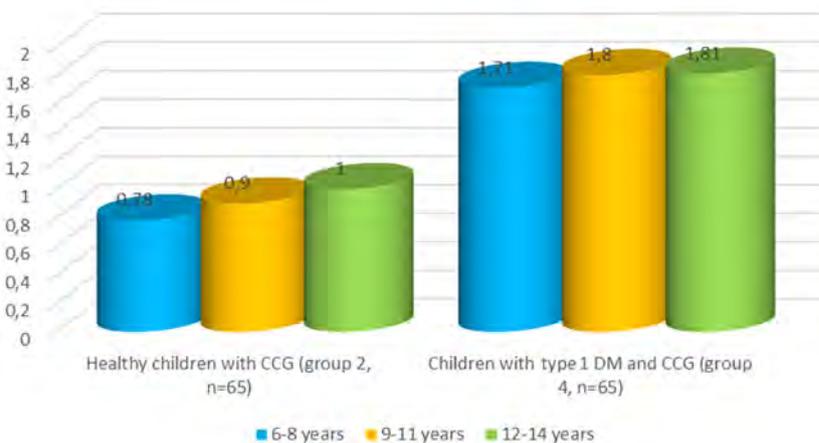
The inflammatory processes in the tissues of periodontium in patients with type 1 DM are expanded, so it is very important to recognize them and diagnose them as early as possible. The condition of the periodontium of the examined patients is shown in **Figures 3 and 4**.

The totality of periodontal indices in children without CCG (both physically healthy and those who had type 1 DM) claims the failure of inflammation. It was equal to zero. The PMA index was  $22.82 \pm 0.78\%$ , and the gingival index (GI) was  $0.88 \pm 0.04$  points in healthy children with CCG. These data correspond to a mild degree of gingivitis.

The totality of data on periodontal indices in children with CCG and type 1 DM indicated an average degree of severity of gingivitis, namely, the PMA index was  $42.77 \pm 1.31\%$ , the gingival index (GI) was  $1.81 \pm 0.05$  points.



**Fig. 3** – The condition of the periodontium of the examined patients, PMA in children (M±m), %



**Fig. 4** – The condition of the periodontium of the examined patients, gingival indices in children (M±m), points

Periodontal indices in patients of the youngest age subgroup, namely, both the group of patients with diabetes mellitus and the group of children without somatic pathologies were the lowest. In our opinion, this can be explained as follows: children from 6 to 8 years old have an accelerated metabolism and a reduced level of leukocyte migration. The vascular response to the inflammation in children of primary school age is slower and the level of immunoglobulins specific to the corresponding plaque bacteria is low. Protective mechanisms in young patients with type 1 DM are changed. Children with this endocrine illness suffer from swelling of the gums and have extreme gum bleeding along with the development of the main endocrinological disease compared to healthy patients of the same age.

The results of our study indicated that children with diabetes mellitus have a higher risk of gum bleeding when we compared them with children without diabetes mellitus. The fact that periodontal indices in children with insulin-dependent diabetes mellitus were the highest could be explained according to the concept of biological changes in the body of young patients with type 1 DM that skewed the immune response of the

body to the dental plaque [14]. Data from the scientific literature indicate that gum bleeding during the period of the permanent bite has its origin in temporary bite [4, 6, 20]. We believe that gum bleeding during the mixed bite period has prognostic value regarding the risk of periodontitis in the future, especially in children with insulin-dependent diabetes mellitus.

Therefore, according to the results we obtained, we believe that screenings of the oral cavity and preventive programs should emphasize the importance of early diagnosis of gingivitis and periodontitis even during the milk and mixed bite period, particularly in children with type 1 DM.

**Conclusion.** Children with type 1 DM had a worse state of oral hygiene than somatically healthy children, its level could be estimated from unsatisfactory to bad. Children with diabetes mellitus had gum bleeding both during the period of temporary bite, and during the period of mixed bite.

**Perspectives of further research** should be focused on the period of primary school age, to investigate the beginning of periodontitis in children better, especially those with severe medical status, such as type 1 diabetes mellitus.

## References

1. Bimstein E, Zangen D, Abedrahim W, Katz J. Type 1 Diabetes Mellitus (Juvenile Diabetes) - A Review for the Pediatric Oral Health Provider. *J Clin Pediatr Dent.* 2019;43(6):417-423. PMID: 31657992. doi: 10.17796/1053-4625-43.6.10
2. Mandura RA, Meligy OAE, Attar MH, Alamoudi RA. Diabetes Mellitus and Dental Health in Children: A Review of Literature. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2021 Sep-Oct;14(5):719-725. PMID: 34934290 PMCID: PMC8645620. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2006
3. Canga M, Malagnino I, Qafmolla A, Xhajanka E, Malagnino VA. The impact of the diabetes on oral health - an observational study. *Wiad Lek.* 2022;75(4 pt 1):753-758. PMID: 35633342. doi: 10.36740/WLek202204101
4. Jensen E, Allen G, Bednarz J, Couper J, Peña A. Periodontal risk markers in children and adolescents with type 1 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Res Rev.* 2021 Jan;37(1):e3368. doi: 10.1002/dmrr.3368
5. Maksymenko AI, Sheshukova OV, Kuz IO, Lyakhova NA, Tkachenko IM. The level of interleukin-18 in the oral fluid in primary school children with chronic catarrhal gingivitis and type I diabetes mellitus. *Wiad Lek.* 2021;74(6):1336-1340. PMID: 34159915. doi: 10.36740/10.36740/WLek202106109
6. Ismail AF, McGrath CP, Yiu CKY. Oral health status of children with type 1 diabetes: a comparative study. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2017 Oct 26;30(11):1155-1159. PMID: 28988224. doi: 10.1515/jpem-2017-0053
7. Pachoński M, Jarosz-Chobot P, Koczor-Rozmus A, Łanowy P, Mocny-Pachońska K. Dental caries and periodontal status in children with type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab.* 2020;26(1):39-44. PMID: 32272827. doi: 10.5114/pedm.2020.93249
8. Geetha S, Pramila M, Jain K, Suresh CM. Oral health status and knowledge among 10-15 years old type 1 diabetes mellitus children and adolescents in Bengaluru. *Indian J Dent Res.* 2019 Jan-Feb;30(1):80-86.
9. Kaskova LF, Honcharenko VA, Klitynska OV. Peculiarities of free radical oxidation and antioxidant protection parameters of the oral fluid in children with chronic catarrhal gingivitis with underlying diabetes mellitus. *Wiad Lek.* 2021;74(4):887-890. PMID: 34155998. doi: 10.36740/WLek202104114
10. Petrushanko TA, Chereda VV, Loban' GA. The relationship between colonization resistance of the oral cavity and individual -typological characteristics of personality: dental aspects. *Wiad Lek.* 2017;70(4):754-757.
11. Shynkevych VI, Kolomiiets SV, Kaidashev IP. Effects of l-arginine and l-ornithine supplementations on the treatment of chronic periodontitis: A preliminary randomized short-term clinical trial. *Heliyon.* 2021 Nov 9;7(11):e08353. PMID: 34816043. PMCID: PMC8593455. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08353
12. Sheshukova OV, Polishchuk TV, Kostenko VG, Trufanova VP, Bauman SS, Davydenko VY. Consideration of childhood psychological factors at dental appointment. *Wiad Lek.* 2018;71(7):1305-1309.

13. Savchenko LG, Digtiar NI, Selikhova LG, Kaidasheva EI, Shlykova OA, Vesnina LE, et al. Liraglutide exerts an anti-inflammatory action in obese patients with type 2 diabetes. *Rom J Intern Med.* 2019 Sep 1;57(3):233-240. PMID: 30901315. doi: 10.2478/rjim-2019-0003
14. Sheshukova OV, Kuz IO, Kostenko VO, Akimov OY, Maksymenko AI, Pysarenko OA, et al. Functioning of NO-cycle in the oral fluid in children of primary school age with type 1 diabetes mellitus in the treatment of chronic catarrhal gingivitis. *Wiad Lek.* 2022;75(3):654-658. PMID: 35522874. doi: 10.36740/WLek202203116
15. Elheeny AAH. Oral health status and impact on the oral health-related quality of life of Egyptian children and early adolescents with type-1 diabetes: a case-control study. *Clin Oral Investig.* 2020 Nov;24(11):4033-4042. PMID: 32468484. doi: 10.1007/s00784-020-03273-w
16. Gunasekaran S, Silva M, O'Connell MA, Manton DJ, Hallett KB. Caries experience and gingival health in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus-A cross-sectional study. *Pediatr Diabetes.* 2022 Jun;23(4):499-506. PMID: 35138695. PMCID: PMC9311150. doi: 10.1111/pedi.13324
17. Zainal Abidin Z, Zainuren ZA, Noor E, Mohd Nor NS, Mohd Saffian S, Abdul Halim R. Periodontal health status of children and adolescents with diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Aust Dent J.* 2021 Mar;66 Suppl 1:S15-S26. PMID: 33864280. doi: 10.1111/adj.12845
18. Kuz IO, Akimov OY, Kostenko VO, Sheshukova OV, Maksymenko AI, Pysarenko OA. Functioning of NO-cycle in the saliva of children with type 1 diabetes mellitus. *Problems of Endocrine Pathology.* 2021;78(4):34-39. doi: 10.21856/j-PEP.2021.4.05
19. Iscan TA, Ozsin-Ozler C, Ileri-Keceli T, Guciz-Dogan B, Alikasifoglu A, Uzamis-Tekcicek M. Oral health and halitosis among type 1 diabetic and healthy children. *J Breath Res.* 2020 Jul 3;14(3):036008. PMID: 32340013. doi: 10.1088/1752-7163/ab8d8b
20. AlMutairi FFJ, Pani SC, Alrobaie FM, Ingle NA. Relationship between type-I diabetes mellitus and oral health status and oral health-related quality of life among children of Saudi Arabia. *J Family Med Prim Care.* 2020 Feb 28;9(2):647-651. PMID: 32318397. PMCID: PMC7114047. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc\_1160\_19

УДК 613.4:616.379-008.64-053.2

### ОЦІНКА ГІГІЄНИ ПОРОЖНИНИ РОТА ТА ПОКАЗНИКІВ ПАРОДОНТУ В ДІТЕЙ 6–14 РОКІВ З ІНСУЛІНОЗАЛЕЖНИМ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ

**Шешукова О. В., Кузь І. О., Бауман С. С., Казакова К. С., Мосієнко А. С., Поліщук Т. В., Труфанова В. П.**

**Резюме.** Мета – оцінити показники гігієни порожнини рота та стан пародонту у дітей, хворих на цукровий діабет 1 типу.

**Налаштування та дизайн.** Обстежено 258 дітей віком 6-14 років, з них 129 дітей з цукровим діабетом 1 типу та 129 дітей без супутніх соматичних захворювань. Усі пацієнти були розподілені на чотири підгрупи за наявністю гінгівіту.

**Матеріали і методи.** Визначали гігієнічний індекс ротової порожнини спрощений (ОHI-S за Green, Vermillion, 1964), папілярно-маргінально-альвеолярний індекс (PMA) у модифікації Парма (1960), ясенний індекс (GI) за Loe, Sillness (1967). Для порівняння значень використовували t-тест для парних зразків. Різницю вважали статистично значущою при  $p < 0,05$ .

**Результати.** Найгірший рівень гігієни порожнини рота був у дітей групи з цукровим діабетом 1 типу та хронічним катаральним гінгівітом, оскільки кровоточивість ясен і біль у яснах у цих дітей не дозволяли докладати зусиль і якісно проводити гігієну порожнини рота. Наше дослідження показало статистично значущу різницю між хворими на цукровий діабет 1 типу та контрольною групою за пародонтальними показниками. Діти з цукровим діабетом мали найвищі значення пародонтальних показників. Запальні процеси в тканинах пародонту у хворих на цукровий діабет 1 типу поширені, тому дуже важливо їх розпізнати та діагностувати якомога раніше.

Найнижчими були пародонтальні показники у пацієнтів молодшої вікової підгрупи, а саме як групи хворих на цукровий діабет, так і групи дітей без соматичних патологій. Сукупність даних щодо пародонтальних показників у дітей із ХКГ та цукровим діабетом 1 типу свідчила про середній ступінь тяжкості гінгівіту, а саме: ПМА становив  $42,77 \pm 1,31\%$ , гінгівальний індекс (ГІ) —  $1,81 \pm 0,05$  бала. Діти з цукровим діабетом 1 типу страждають від набряку ясен і сильної кровоточивості ясен, які посилюються разом з розвитком основного ендокринологічного захворювання порівняно зі здоровими пацієнтами того ж віку.

**Висновок.** Діти з цукровим діабетом 1 типу мали гірший стан гігієни порожнини рота, ніж здорові діти. У них була виражена кровоточивість ясен як у період тимчасового прикусу, так і в період змішаного прикусу.

**Ключові слова:** гінгівіт, діти, цукровий діабет, ротова рідина, індекс гігієни порожнини рота.

**ORCID and contributionship:**

Olga V. Sheshukova : 0000-0002-4739-4890 <sup>A,E,F</sup>

Iryna O. Kuz : 0000-0003-0287-4783 <sup>A,B,D</sup>

Sofia S. Bauman : 0000-0002-9029-8968 <sup>B,C,D</sup>

Kateryna S. Kazakova : 0000-0003-2645-5778 <sup>B,C</sup>

Anna S. Mosiienko : 0000-0003-2129-8304 <sup>B,C</sup>

Tetiana V. Polishchuk : 0000-0003-1114-5830 <sup>B,C</sup>

Valentyna P. Trufanova : 0000-0002-7819-0188 <sup>B,C</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR****Sofia S. Bauman**

Poltava State Medical University

Department of Children's Dentistry

12, European St., apt. 37, Poltava 36000, Ukraine

phone: +380663632104, e-mail: [sofiabauman92@gmail.com](mailto:sofiabauman92@gmail.com)

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 27.12.2022

Accepted 15.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.208

УДК 616.72-002.77:616.8-009

Ногас А. О.

### ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ ВЕРХНІХ КІНЦІВОК У ХВОРИХ НА РЕВМАТОЇДНИЙ АРТРИТ

Національний університет водного господарства та природокористування,  
Рівне, Україна

*Мета роботи* – оцінити функціональні порушення верхніх кінцівок у хворих на ревматоїдний артрит з використанням Бостонського опитувальника (Boston Carpal Tunnel Questionnaire, BCTQ).

*Матеріал та методи.* Для оцінки функціонального стану уражених верхніх кінцівок пацієнтів з ревматоїдним артритом було застосовано Бостонський опитувальник (Boston Carpal Tunnel Questionnaire, BCTQ), що складається з двох шкал: шкали тяжкості симптомів (Symptom Severity Scale, SSS) та шкали функціональних порушень (Function Status Scale, FSS), який заповнювався пацієнтом самостійно. Були проведені антропометричні (ІМТ, гоніометрія, динамометрія), рентгенологічні дослідження, ММТ, шкала ВАШ, вивчалися лабораторні показники, визначався суглобовий індекс. Дослідження проводилося на базі ревматологічного відділення КП «Рівненська обласна клінічна лікарня імені Юрія Семенюка», м. Рівне у період з 2016 по 2018 рр. В обстеженні взяли участь 216 пацієнтів, із них жінок – 178 (82%), чоловіків – 38 (18%). Вік пацієнтів – від 25 до 59 років (середній вік –  $46 \pm 0,24$ ).

*Результати.* Під час первинного обстеження виявлено, що у хворих переважав здебільшого помірний (20,3%) та сильний біль (16,6%) в уражених верхніх кінцівках (руки/зап'ястя), який за останні 2 тижні змушував хворих прокидатися вночі: 1 раз – 10,6% пацієнтів, 2–3 рази – 15,7% осіб. Протягом дня 20,3% хворих скаржилися на помірний біль у руці/зап'ясті та 17,5% осіб турбував сильний біль. Більшість хворих (15,7%) зазначили, що біль триває від 10 хв до 60 хв. Щодо функціональних порушень, то найбільші труднощі у хворих виникали при застібанні гудзиків на одязі – 45,3%, виконанні домашньої роботи – 39,8% та при відкриванні пляшки – 36,1% осіб. Прояв місцевих симптомів ураження зап'ястного каналу впливає на загальний фізичний і психологічний стан хворого. Пацієнт втрачає працездатність, концентрацію, знижується якість його життя.

*Висновок.* Доведена актуальність необхідності впровадження концепції фізичної реабілітації/терапії, яка б змогла зменшити рівень наявних функціональних порушень та покращити якість життя пацієнтів з ревматоїдним артритом.

**Ключові слова:** ревматоїдний артрит, опитувальник, синдром зап'ястного каналу, функціональні порушення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Роботу виконано згідно теми НДР «Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні технології відновлення та підтримки здоров'я людини» (№ державної реєстрації 0117U007676), та «Організаційні та методичні особливості фізичної терапії, ерготерапії осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп» (№ державної реєстрації 0122U200755).

**Вступ.** Синдром зап'ястного каналу (**зап'ястковий тунельний синдром**) – це сукупність симптомів, пов'язаних зі здавленням середнього нерва в зап'ястному каналі, що спостерігається в клінічній практиці при ревматоїдному артриті. Даний синдром відносять до компресійних нейропатій, а це означає, що механічне здавлення є причиною несприятливих змін у нерві [1, 2, 3].

Причин виникнення синдрому зап'ястного каналу багато. Він може виникати без видимих причин, але зазвичай супроводжує різні захворювання, стани або є наслідком звичок чи професійних навичок. До станів, які сприяють виникненню даного синдрому, включають і ревматичні захворювання, зокрема ревматоїдний артрит [4, 5].

Внаслідок змін у зв'язках, сухожиллях та контруктури м'язів при ревматоїдному артриті спричиняють значне обмеження рухливості пальців. В результаті кісткових змін, звуження міжсуглобової щілини і руйнування сухожилково-зв'язкового апарату зап'ястя може розвинути його анкілоз. Гіпертрофована синовіальна оболонка в більшості

випадків стискає серединний нерв, спричиняючи розвиток синдрому зап'ясткового каналу [2, 6, 7].

Ураження виникають, як правило, частіше в одній руці (зазвичай домінуючій), але у 30–50% випадків в обох руках. Симптоми зазвичай проявляються в руках, зап'ястках і пальцях [6, 8].

Для ревматоїдного артриту характерні симптоми подразнення нерву вночі, іноді і вдень – це насамперед пекучий біль в долонях, зниження чутливості, оніміння і поколювання. Зазвичай до них приєднуються м'язова слабкість, нездатність скласти пальці в кулак, погіршення рухливості та атрофія м'язів. Уражається периферійна нервова система: це виражається в блідому, а іноді синюшому кольорі руки, сухості шкіри, ламкості нігтів та похолоданні кисті [2, 3].

Прояв місцевих симптомів ураження зап'ясткового каналу впливає на загальний фізичний і психологічний стан хворого. Пацієнт втрачає працездатність, концентрацію, знижується якість його життя [4, 9, 10]. У зв'язку з цим, важливим є дослідження функціонального стану уражених кінцівок при ревматоїдному артриті для формування індивідуального підходу до фізичної реабілітації/терапії тематичних хворих.

На даному етапі поряд з медикаментозною терапією у відновному лікуванні хворих на ревматоїдний артрит важливу роль відведено засобом фізичної реабілітації/терапії [4, 6, 10].

За відсутності належного лікування та реабілітації/терапії протягом перших 5–6 років після встановлення діагнозу захворювання призводить до погіршення загального стану здоров'я, обмеження рухливості уражених суглобів, зниження працездатності, якості життя хворих та виходу на інвалідність [5, 11, 12].

Саме тому, питання лікування та проведення реабілітаційних заходів є надзвичайно важливим для даної категорії хворих, для досягнення тривалої ремісії та покращення якості їх життя.

**Мета дослідження** – оцінити функціональні порушення верхніх кінцівок у хворих на ревматоїдний артрит з використанням Бостонського опитувальника (Boston Carpal Tunnel Questionnaire, BCTQ).

**Матеріал та методи дослідження.** Дослідження проводилося на базі ревматологічного відділення КП «Рівненська обласна клінічна лікарня імені Юрія Семенюка», м. Рівне у період з 2016 по 2018 рр. В обстеженні взяли участь 216 пацієнтів, із них жінок – 178 (82%), чоловіків – 38 (18%). Вік пацієнтів – від 25 до 59 років (середній вік –  $46 \pm 0,24$ ). Після первинного обстеження, методом рандомізації пацієнти були розподілені на дві групи: основну ( $n=96$ ) та групу порівняння ( $n=92$ ), з урахуванням вікових категорій (розподіл на

молодий та середній вік) та функціональної недостатності суглобів.

Критеріями включення були: наявність встановленого діагнозу ревматоїдний артрит на підставі критеріїв ACR/ EULAR 2010 р. [13], та відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України від 11.04.2014 р. № 263 «Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної, третинної медичної допомоги та медичної реабілітації хворих на ревматоїдний артрит» [11].

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964–2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Пацієнти брали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, що підтверджується особистим підписанням відповідної інформованої згоди. Кожен пацієнт особисто був проінформований щодо обов'язків і прав та можливості завершити дослідження в будь-який момент його проведення без будь-яких наслідків та пояснення причин своїх дій.

При первинному обстеженні пацієнтів з ревматоїдним артритом для оцінки функціонального стану уражених верхніх кінцівок (руки/зап'ястя) застосовано Бостонський опитувальник (Boston Carpal Tunnel Questionnaire, BCTQ), що складається з двох шкал: шкали тяжкості симптомів (Symptom Severity Scale, SSS) та шкали функціональних порушень (Function Status Scale, FSS), які заповнювалися пацієнтом самостійно.

Пацієнтам були проведені антропометричні (ІМТ, гоніометрія, динамометрія), рентгенологічні дослідження, ММТ, шкала ВАШ, досліджені лабораторні показники, визначався суглобовий індекс.

Науково обґрунтована та розроблена технологія реабілітаційного втручання з використанням засобів фізичної реабілітації/терапії відповідно до доменів МКФ та з урахуванням чинників, що впливають на якість життя пацієнтів з РА. Автором запропонований Бостонський опитувальник для визначення функціональних порушень верхніх кінцівок пацієнтів з РА. Шкалу функціональних порушень було віднесено до домену діяльності та участі за МКФ.

Проведений аналіз та узагальнення даних науково-методичної та спеціальної літератури, опитування, збір анамнезу, методи математичної статистики. Статистичний аналіз проводили на основі пакета статистичного аналізу Statistica 10 (Serial Number: STA999K347150-W) та MEDCALC®.

**Результати дослідження.** Проведено оцінювання рухових та чутливих порушень верхніх кінці-

вок (руки/зап'ястя) у пацієнтів з ревматоїдним артритом за допомогою Бостонського опитувальника [8]. На рівні структури і функції використовували шкалу тяжкості симптомів. При первинному обстеженні за шкалою тяжкості симптомів Бостонського опитувальника з'ясовано, що у пацієнтів переважав здебільшого помірний (20,3%) та сильний біль (16,6%) в уражених верхніх кінцівках, який за останні 2 тижні змушував хворих прокидатися вночі: 1 раз – 10,6% пацієнтів, 2-3 рази – 15,7% осіб. Протягом дня 20,3% хворих скаржилися на помірний біль у руці/зап'ясті та 17,5% осіб турбував сильний біль. Більшість хворих (15,7%) зазначили, що біль триває від 10 хвилин до 60 хвилин (табл. 1).

**Таблиця 1** – Оцінка больових відчуттів у пацієнтів з ревматоїдним артритом (шкала тяжкості симптомів)

Питання	Кількість пацієнтів (n=216), %
<i>Наскільки сильний біль ви відчуваєте вночі у руці або зап'ясті?</i>	
Вночі мене не турбує біль у руці/зап'ясті	8,7
Легкий біль	7,4
Помірний біль	20,3
Сильний біль	16,6
Дуже сильний біль	5,5
<i>Як часто за останні 2 тижні ви прокидалися через біль у руці/зап'ясті?</i>	
Ніколи	2,7
1 раз	10,6
2-3 рази	15,7
4-5 разів	6,0
Більше 5 разів	8,7
<i>Чи турбує вас зазвичай біль у руці/зап'ясті протягом дня?</i>	
Протягом дня біль мене не турбує	3,7
Протягом дня мене турбує легкий біль	6,9
Протягом дня мене турбує помірний біль	20,3
Протягом дня мене турбує сильний біль	17,5
Протягом дня мене турбує дуже сильний біль	5,5
<i>Як часто протягом дня вас турбує біль у руці/зап'ясті?</i>	
Ніколи	3,7
1-2 рази на день	8,7
3-5 разів на день	7,8
Більше 5 разів на день	8,3
Біль турбує мене постійно	2,7
<i>Як довго в середньому триває епізод болю вдень?</i>	
Вдень біль мене не турбує	3,7
Менше 10 хв	6,4
10-60 хв	15,7
Більше 60 хв	8,7
Біль турбує мене постійно протягом усього дня	5,5

Проведений аналіз порушень чутливості верхніх кінцівок за Бостонським опитувальником показав, що більшість пацієнтів мали помірне відчуття оніміння – 22,6% та спостерігалось виражене відчуття оніміння/зниження чутливості – 15,2% хворих, поколювання – 12,9% осіб, що характерно клінічній симптоматиці при ревматоїдному артриті (синдром зап'ястного каналу). На помірну та виражену слабкість в уражених кінцівках скаржилися 42% хворих, істотне зниження сили в руці спостерігалось у 21,2% пацієнтів. Дрібна моторика пальців кисті була порушена у більшій половині хворих – 69,3% осіб (табл. 2).

Шкала функціональних порушень Бостонського опитувальника (Function Status Scale, FSS)

характеризує труднощі, що виникають при виконанні певних повсякденних дій через проблеми з кистями рук або зап'ястями (однієї або двох) протягом останніх 2 тижнів. Дані дії зумовлені виконанням щоденних справ та самообслуговування: письмо, застібання ґудзиків на одязі, утримання книги при читанні, утримання трубки телефону, відкривання пляшки, домашня робота, перенесення сумок з продуктами, купання та надягання одягу. Враховуючи МКФ, шкалу функціональних порушень віднесено до домену діяльності та участі [1], результати дослідження представлені у табл. 3.

Згідно представлених в табл. 3 даних, найбільші труднощі у пацієнтів виникали при застібанні ґудзиків на одязі – 45,3%, при виконанні домашньої роботи – 39,8% та при відкриванні пляшки – 36,1% осіб.

**Дискусія. Результати** Бостонського опитувальника (шкала функціональних порушень) свідчать про наявні порушення діяльності та участі в обстежених пацієнтів з ревматоїдним артритом. Це негативно впливає на повсякденну активність хворих і значно знижує якість їх життя.

У дослідженні Peregady H.V. (2019) акцентовано увагу на те, що синдром зап'ястного каналу (як найбільш частий варіант тунельного синдрому при запальних хворобах суглобів)

**Таблиця 2** – Оцінка порушень чутливості при первинно-му обстеженні пацієнтів з ревматоїдним артритом (шкала тяжкості симптомів)

Питання	Кількість пацієнтів (n=216), %
<i>Чи є у вас відчуття оніміння (зниження чутливості) в руці?</i>	
Немає	6,9
Є легке відчуття оніміння/зниження чутливості	14,3
Є помірне відчуття оніміння/зниження чутливості	22,6
Є виражене відчуття оніміння/зниження чутливості	15,2
Є дуже виражене відчуття оніміння/зниження чутливості	3,7
<i>Чи є у вас слабкість у руці/зап'ясті?</i>	
Немає	2,3
Є легка слабкість	16,2
Є помірна слабкість	23,1
Є виражена слабкість	18,9
Є істотне зниження сили в руці/зап'ясті	21,2
<i>Чи є в руці/зап'ясті відчуття поколювання?</i>	
Немає	11,5
Легке поколювання	19,4
Помірне поколювання	22,2
Виражене поколювання	12,9
Дуже сильне поколювання	5,5
<i>Наскільки сильно виражене оніміння (втрата чутливості) або відчуття поколювання протягом ночі?</i>	
У мене немає оніміння і поколювання вночі	11,5
Легке	16,6
Помірне	17,5
Сильне	7,4
Дуже сильне	3,2
<i>Скільки разів за останні 2 тижні ви прокидалися від оніміння або відчуття поколювання в руці/зап'ясті?</i>	
Ніколи	6,4
1 раз	17,5
2-3 рази	14,3
4-5 разів	3,2
Більше 5 разів	2,3
<i>Чи відчуваєте ви ускладнення при захопленні та використанні дрібних речей (ключ, олівець)?</i>	
Немає	5,5
Відчуваю легке ускладнення	13,4
Відчуваю помірне ускладнення	23,6
Відчуваю значне ускладнення	20,8
Відчуваю дуже значне ускладнення	11,5

**Таблиця 3** – Оцінка функціональних порушень у пацієнтів з ревматоїдним артритом до курсу фізичної реабілітації/терапії

Виконання дії	Кількість пацієнтів (n=216), %
Труднощі при написанні	27,7%
Застібання ґудзиків на одязі	45,3%
Утримання книги при читанні	24,5%
Утримання трубки телефону	32,4%
Відкривання пляшки	36,1%
Домашня робота	39,8%
Перенесення сумок з продуктами	42,5%
Купання та надягання одягу	37,9%

виявляється в 5–10% від кількості хворих ревматоїдним артритом. Встановлено, що ураження периферійної нервової системи у вигляді периферійної нейропатії спостерігається у 13% від загальної кількості досліджуваних хворих (n=131) на ревматоїдний артрит, яка протікає з моторними, сенсорними, змішаними і вегетативними розладами. Зокрема, автор відмічає, що моторні (судоми, «синдром неспокійних ніг»), сенсорні («позитивні» і «негативні» в співвідношенні 1:3) і змішані розлади констатовані відповідно в 17,7% хворих, 35,3% і 47,1% від загальної кількості хворих. Парестезії встановлені в 92,9% випадків, гіперестезії і гіпералгезії в 42,9%, гіпестезії – в 28,6% осіб. В 52,9% спостережень мали місце вегетативні розлади в співвідношенні «вегетотрофічні : вісцеральні : вегетосудинні» як 1:2:3. Тунельні варіанти периферійної нейропатії виявлені у 29,4% хворих, синдром Гійєна-Барре – у 3,1% від загальної кількості обстежених і у 23,5% від осіб з периферійною нейропатією. Розвинення уражень периферійної нервової системи при артритах значно погіршує якість життя таких пацієнтів, що оцінюється за допомогою спеціальних опитувальників (VRQOL, EYE-Q, PedsQL та ін.) [2].

У дослідженнях Wafaa Mahmoud (2022) синдром зап'ястного каналу був діагностований у 71 із 74 обстежених пацієнтів з ревматоїдним артритом за допомогою досліджень нервової провідності. У більшості обстежених (85,1%) виявлено теносиновіт сухожилля рук на рівні зап'ястя і синовіт променево-зап'ясткового суглоба. Синовіальне запалення та місцеві причини здавлення середнього нерва є факторами, що

впливають на етіологію, патогенез зап'ястного тунельного синдрому у хворих на ревматоїдний артрит та порушують рухову функцію кистей та зап'ястя [3].

Результати даного дослідження підтверджують гіпотезу про те, що у хворих на ревматоїдний артрит спостерігається синдром зап'ястного каналу, який негативно впливає на рухову функцію верхніх кінцівок, повсякденну діяльність і якість життя хворих. Саме тому, постає нагальна потреба вирішення цієї проблеми, зокрема проведення реабілітації/терапії хворих на ревматоїдний артрит, яка буде спрямована на розвантаження ураженого сухожилку, зменшення болю, відновлення функції м'язів і сухожилків, покращення повсякденних дій та якості життя.

**Висновки.** Первинне обстеження пацієнтів з ревматоїдним артритом дає підстави свідчити про наявність болю в уражених кінцівках, оніміння,

поколювання, зниження чутливості, слабкість м'язів за шкалою тяжкості симптомів (Symptom Severity Scale, SSS) Бостонського опитувальника. За шкалою функціональних порушень (Function Status Scale, FSS) виявлено труднощі, які виникали у хворих при виконанні повсякденних справ та самообслуговуванні (застібання ґудзиків на одязі, відкривання пляшки, домашня робота, труднощі при написанні). Для зменшення рівня наявних функціональних порушень та покращення якості життя пацієнтів з ревматоїдним артритом необхідне впровадження концепції фізичної реабілітації/терапії.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у вивченні якості життя хворих з ревматоїдним артритом для формування персоніфікованого підходу до фізичної реабілітації/терапії та практичного впровадження концепції фізичної реабілітації/терапії.

## References

1. WHO. *Mizhnarodna klasyfikatsiia funktsionuvannia, obmezhenia zhyttiedialnosti ta zdorovia: MKF* [International classification of functioning, limitations of life, normality and health: ICF]. Perekl z anhl. K; 2018. 1048 s. [Ukrainian]
2. Perepada HV. Peryferychna neiropatiia u khvorykh na revmatoidnyi artryt [Peripheral neuropathy in patients with rheumatoid arthritis]. *ScienceRise*. 2019;1(28):24-31. [Ukrainian]. doi: 10.15587/2519-4798.2019.155807
3. Mahmoud W, El Naby MMH, Awad AA. Carpal tunnel syndrome in rheumatoid arthritis patients: the role of combined ultrasonographic and electrophysiological assessment. *Egypt Rheumatol Rehabil*. 2022;49:62. doi: 10.1186/s43166-022-00147-9
4. Bakaliuk T, Barabash S, Bondarchuk V. *Praktychni navychky fizychnoho terapevta* [Practical skills of a physical therapist]. Dydaktychni materialy. K; 2022. 164 s. [Ukrainian]
5. Nohas AO, Karpynskyi Alu. Rukhova aktyvnist u fizychnii rehabilitatsii khvorykh na revmatoidnyi artryt [Movement activist in physical rehabilitation of patients with rheumatoid arthritis]. *Molodizhnyi naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Fizyчне vykhovannia i sport*. 2017;1(37):130-135. [Ukrainian]
6. Hont AA, Zarudna OI. Revmatoidnyi artryt - istoriia, suchasni pohliady, taktyka, rezultat [Rheumatoid arthritis - history, modern views, tactics, result]. *Medsestrynstvo*. 2020;4:30-36. [Ukrainian]. doi: 10.11603/2411-1597.2020.4.11870
7. Salaffi F, Di Carlo M, Carotti M, Sarzi-Puttini P. The effect of neuropathic pain symptoms on remission in patients with early rheumatoid arthritis. *Curr Rheumatol Rev*. 2019;15:154-161. PMID: 30081788. doi: 10.2174/1573397114666180806142814
8. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH, et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(11):1585-1592. PMID: 8245050. doi: 10.2106/00004623-199311000-00002
9. Babak Ola, Rozhdestvenska AO, Zhelezniakova NM. *Vedennia khvoroho z suhlobovym syndromom. Suchasna praktyka vnutrishnoi medytsyny z nevidkladnymy stanamy* [Management of a patient with joint syndrome. Modern practice of internal medicine with emergency conditions]. Metod vkaз dlia studentiv ta likariv-interniv. Kharkiv: KhNMU; 2021. 40 s. [Ukrainian]
10. Grygus I, Nohas A. Recourses use modern aspects of physical rehabilitation of patients with rheumatoid arthritis. *Nowoczesne aspekty rehabilitacji pacjentów z reumatoidalnym zapaleniem stawów. Badania naukowe w rehabilitacji*. Redaktor: Teresa Pop. Rzeszów: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego; 2014. s. 80-87.
11. Nakaz MOZ Ukrainy № 263 vid 11.04.2014. Revmatoidnyi artryt adaptovana klinichna nastanova, zasnovana na dokazakh [Adapted evidence-based clinical practice guideline for rheumatoid arthritis]. 2014. [Ukrainian]. Available from: [https://www.dec.gov.ua/wp-content/uploads/2019/11/2014\\_263\\_ykpm�\\_ra.pdf](https://www.dec.gov.ua/wp-content/uploads/2019/11/2014_263_ykpm�_ra.pdf)
12. Fraenkel L, Bathon JM, England BR. American College of rheumatology guideline for the treatment of rheumatoid arthritis. *Arthritis Care Res*. 2021;73:924-39. PMID: 34101387. PMID: PMC9273041. doi: 10.1002/acr.24596

13. Studenic P, Aletaha D, de Wit M, Stamm TA, Alasti F, Lacaille D, et al. 2022. American College of Rheumatology/EULAR Remission Criteria for Rheumatoid Arthritis: 2022 Revision. *Ann Rheum Dis.* 2023 Jan;82(1):74-80. PMID:36274193. doi: 10.1002/art.42347

UDC 616.72-002.77:616.8-009

### **Assessment of Functional Disorders of the Upper Limbs in Patients with Rheumatoid Arthritis**

**Nogas A. O.**

**Abstract.** *The purpose of the study* was to assess functional disorders of the upper limbs in patients with rheumatoid arthritis using the Boston Carpal Tunnel Questionnaire.

**Materials and methods.** To assess the functional status of the affected upper limbs of patients with rheumatoid arthritis, the Boston Carpal Tunnel Questionnaire was used, which consists of two scales: the Symptom Severity Scale and the Function Status Scale, which were filled out by the patients themselves. The study was conducted on the basis of rheumatology department of the Municipal Enterprise “Yuriy Semeniuk Rivne Regional Clinical Hospital” in Rivne during the period from 2016 to 2018. 216 patients took part in the examination, of which 178 (82%) were women and 38 (18%) were men. The patients’ age is from 25 to 59 years old (average age is  $46 \pm 0.24$ ). The inclusion criteria were: the presence of an established diagnosis of rheumatoid arthritis based on the ACR/EULAR 2010 criteria, and in accordance with the Order of the Ministry of Health of Ukraine dated April 11, 2014 No. 263 “Unified clinical protocol of primary, secondary, of tertiary medical care and medical rehabilitation of patients with rheumatoid arthritis”, the presence of informed consent of patients to participate in the study. Patients’ rights were respected in accordance with the Declaration of Helsinki “Ethical Principles of Medical Research Involving Human Subjects” developed by the World Medical Association, “Universal Declaration of Bioethics and Human Rights (UNESCO)”.

**Results and discussion.** During the initial examination, it was found that the majority of patients had moderate (20.3%) and severe pain (16.6%) in the affected upper limbs (hands / wrists), which in the last two weeks had caused the patients to wake up at night: once – 10.6% of patients, 2–3 times – 15.7% of patients. During the day, 20.3% of patients complained of moderate pain in a hand / wrist, and 17.5% of people were bothered by severe pain. The majority of patients (15.7%) noted that the pain lasted from 10 to 60 minutes. As for functional disorders, the greatest difficulties for patients occurred when buttoning clothes – 45.3%, doing household chores – 39.8%, and opening a bottle – 36.1% of patients.

Manifestation of local symptoms of damage to the carpal tunnel affects the general physical and psychological condition of the patient. The patient loses work capacity, concentration, and the quality of his / her life decreases.

**Conclusion.** Considering the above results, we are convinced of the need to implement the concept of physical rehabilitation/therapy, which would be able to reduce the level of existing functional disorders and improve the quality of life for patients with rheumatoid arthritis.

**Keywords:** rheumatoid arthritis, questionnaire, carpal tunnel syndrome, functional disorders.

#### **ORCID and contributionship:**

Anzhela O. Nogas : 0000-0003-1287-9828 <sup>A-F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### **CORRESPONDING AUTHOR**

**Anzhela O. Nogas**

National University of Water and Environmental Engineering,  
Department of Medical and Biological Disciplines  
24, Volynska Str., Rivne 33018, Ukraine  
phone: +380968052284, e-mail: a.o.nogas@nuwm.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 14.12.2022

Accepted 10.01.2023

Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review

DOI: 10.26693/jmbs08.01.214

УДК 611.728.3:616.379-008.64

Петрунів Х. В., Лапковський Е. Й.

## ЕФЕКТИВНІСТЬ КОРЕКЦІЇ ОЗНАК САРКОПЕНІЇ У ОСІБ ПОХИЛОГО ВІКУ З ЕНДОПРОТЕЗОМ КОЛІННОГО СУГЛОБА

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
Івано-Франківськ, Україна

**Мета:** оцінити ефективність впливу розробленої програми фізичної терапії на параметри саркопенії у осіб похилого віку з тотальним ендопротезуванням колінного суглоба у віддаленому періоді після операції.

**Об'єкт та методи.** У дослідженні прийняли участь 80 осіб похилого віку. Контрольну групу склали 13 чоловіків, 15 жінок, у яких не було здійснено операції тотального ендопротезування суглобів нижніх кінцівок, без ознак саркопенії. Групу порівняння склали 11 чоловіків, 16 жінок з тотальним ендопротезуванням колінного суглоба та діагностованою саркопенією з низьким терапевтичним (реабілітаційним) комплаєнсом щодо рекомендованого за результатами первинного обстеження активного реабілітаційного втручання. Основну групу склали 9 чоловіків, 16 жінок з тотальним ендопротезуванням колінного суглоба та діагностованою саркопенією з високим рівнем терапевтичного (реабілітаційного) альянсу щодо рекомендованого за результатами первинного обстеження активного реабілітаційного втручання. Для них була розроблена та впроваджена програма фізичної терапії тривалістю 6 місяців, що містила наступні елементи: терапевтичні вправи, функціональне тренування, масаж нижніх кінцівок та попереку, кінезіологічне тейпування оперованих кінцівок; рекомендації щодо харчування; навчання пацієнтів. Ефективність програми оцінювали за динамікою показників китичної динамометрії, Edmonton Frail Scale, опитувальником SarQoL.

**Результати.** У пацієнтів похилого віку з ендопротезом колінного суглоба та саркопенією виявлено низьку силу (за величиною китичної динамометрії), суб'єктивну фізичну слабкість, складнощі у виконанні активностей повсякденного життя (за опитувальником Edmonton Frail Scale), що призвело до погіршення якості життя (за опитувальником SarQoL). Розроблена програма фізичної терапії виявила статистично значуще кращий вплив на показники сили, стан фізичної слабкості та параметрів якості життя у порівнянні із вихідними показниками за усіма досліджуваними параметрами ( $p < 0,05$ ). Низька реабілітаційна комплаєнтність пацієнтів похилого віку з ендопротезом колінного суглоба та саркопенією, незважаючи на інформованість щодо ризиків цієї поліморбідності,

асоціювалась з відсутністю покращення стану через аналогічний період спостереження.

**Висновки.** Пацієнти похилого віку із наслідками тотального ендопротезування колінного суглоба та саркопенією потребують розробки програм фізичної терапії з урахуванням та корекцією специфіки кожного стану, наявності порушень фізичного статусу та порушення виконання активностей повсякденного життя, що підвищує якість життя цього контингенту хворих.

**Ключові слова:** реабілітація, стареча астенія, геріатрія, ендопротезування суглобів нижніх кінцівок.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана згідно плану науково-дослідних робіт Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, та є фрагментом НДР «Використання немедикаментозних засобів і природних факторів для покращення фізичного розвитку, функціональної і фізичної підготовленості організму», № державної реєстрації 0110U001671.

**Вступ.** Основною причиною ендопротезування великих суглобів нижніх кінцівок є виражений больовий синдром [1]. У пацієнтів, які страждають на важкий деформуючий остеоартроз, тотальне ендопротезування (ТЕП) визнано найбільш ефективним методом лікування, що дозволяє усунути артралгію та покращити фізичну функцію в умовах, коли консервативна медикаментозна терапія дегенеративних захворювань суглобів виявилася неефективною [1, 2]. Але упродовж останніх десятиліть очікування пацієнтів від операції змінилися: вони хочуть не просто усунення болю, а й можливості повернутись до активного способу життя.

Автори огляду, опублікованого в «Lancet» [3], називають ТЕП кульшового суглоба операцією століття, оскільки вона призвела до революційного поліпшення результатів лікування пацієнтів старших вікових груп з деформуючим остеоартрозом, забезпечуючи відновлення функції суглоба та, відповідно, покращення якості життя на тривалий термін.

Середній вік пацієнтів, які потребують ендопротезування суглобів нижніх кінцівок, становить

близько 70 років [1, 4]. Оцінка частоти ендопротезування суглобів в окремих вікових групах показала, що найбільшого значення цей показник досягає у пацієнтів віком 70–79 років, перевищуючи 400 випадків на 100 тисяч населення на рік [2, 3]. Серед пацієнтів переважають жінки, їхня частка становить приблизно 60 % [1, 3].

Проте одночасно із віком збільшується й кількість супутніх та асоційованих з віком захворювань, спричиняючи стани коморбідності, поліморбідності, специфічних геріатричних синдромів [5, 6]. Відповідно, демографічні та соціальні проблеми України, зумовлені низькою народжуваністю, високою смертністю, старінням населення, наслідками воєнних дій ставлять нові акценти щодо напрямів науково-дослідної роботи у галузі геронтології та, зокрема серед геронтологічних хворих, які потребують ортопедичного відновного лікування та наступної за ними реабілітації та соціалізації.

Остеоартроз колінного суглоба (КС) представляє собою хронічне дегенеративне захворювання, що характеризується руйнуванням суглобового хряща, прогресуючою деформацією суглоба та втратою його функцій. Застосування консервативних методів лікування не завжди дає бажаний ефект і часто призводить до необхідності ТЕР [1]. Проте, зі свого боку, оперативне втручання викликає травму тканин та провокує імунну відповідь. У пацієнтів після ТЕР КС часто визначається довгостроковий дефіцит сили чотириголового м'яза стегна [4]. Нездатність відновити м'язову активацію призводить до поганих хірургічних та функціональних результатів, що може прискорити прогресування остеоартрозу в інших суглобах нижніх кінцівок та загалом погіршити якість життя пацієнтів [2]. Зниження фізичної активності та загальної мобільності на фоні больового синдрому у осіб старших вікових груп запускає замкнене коло рухових геріатричних синдромів – старечої астенії, саркопенії, ризику падіння, тощо [7,8], що стверджує необхідність розробки та впровадження сучасних програм рухової реабілітації для пацієнтів після ТЕР КС.

Залежно від причини розвитку виділяють первинну (таку, що розвивається внаслідок вікових змін) та вторинну саркопенію - обумовлену низькою фізичною активністю, порушенням харчування, хронічними захворюваннями, зокрема, запальними. Розвиток саркопенії характеризується зменшенням кількості та обсягу м'язових фібрил з переважним зниженням кількості швидких м'язових волокон 2-го типу, зниженням контрактильних здатностей м'язів, інфільтрацією їх жировою (міостеатоз) та сполучною тканиною [9]. Діагноз саркопенії встановлюється за наявності

зниженої м'язової маси у поєднанні принаймні з 1 із 2 критеріїв – низька м'язова сила або порушення м'язової функції [10].

Методи фізичної терапії довели свою проти-запальну, знеболювальну, трофікостимулюючу дію на перед- та післяопераційних етапах відновлення пацієнтів після ендопротезування суглобів кінцівок; численні рекомендації та протоколи докладно регламентують реабілітаційні втручання у перші дні-тижні-місяці після ТЕР [4]. Проте навіть ті пацієнти, які виконували регламентовану активну рухову програму упродовж першого року після операції, надалі мало відвідують реабілітаційні заклади внаслідок низької терапевтичної комплаєнтності, що є частою для осіб з довготривалою потребою у відновних втручаннях у поєднанні з відсутністю больових відчуттів [2, 11]. Засоби рухового відновлення, зокрема - фізичної терапії - мають прямий корегуючий вплив на етіопатогенез саркопенії [11, 12, 13].

Відсутність робіт, присвячених особливостям фізичної терапії пацієнтів похилого віку з руховими наслідками ТЕР КС у поєднанні з геріатричними синдромами, зумовила актуальність виконання представленої роботи.

**Мета дослідження:** оцінити ефективність впливу розробленої програми фізичної терапії на параметри саркопенії у осіб похилого віку з ТЕР КС у віддаленому періоді після операції.

**Матеріал та методи дослідження.** У процесі дослідження було обстежено 80 осіб похилого віку на базі центру відновної медицини і реабілітації «Аравмед», м. Івано-Франківськ.

Критерії включення у дослідження:

- похилий вік за критеріями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) (60-75 років);
- мінімум 1 рік після операції первинного ТЕР КС;
- показання до ТЕР КС – зміни, асоційовані з остеоартрозом колінного суглоба;
- операція ТЕР КС виконана після досягнення нижньої вікової межі похилого віку (не молодше 60 років);
- саркопенія як поєднаний із геріатричним синдромом старечої астенії стан, діагностована за результатами китичної динамометрії окремо чоловіків та жінок згідно критеріїв European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) [10];
- здатність пацієнта до самостійного пересування без допоміжних засобів пересування;
- згода на активну участь у виконанні рекомендованих відновних втручань та / або обстежень.

Критерії виключення:

- ТЕП КС, перенесене у молодому або середньому віці;
- ТЕП КС внаслідок травми КС, ревматоїдного артриту, тощо;
- ускладнений перебіг післяопераційного періоду (інфекція ендопротезу, перелом кістки, вивих ендопротезу, тощо);
- наявність важкої соматичної супутньої патології (зокрема, онкологічна патологія, ниркова недостатність, важка серцева недостатність, деменція важкого ступеня);
- загострення наявної хронічної патології на момент дослідження;
- наявність у неоперованому КС рентгенологічних ознак остеоартрозу 3 ступеня та вище;
- невідповідність критеріям дослідження.

Контрольну групу (КГ) склали 13 чоловіків, 15 жінок віком  $69,4 \pm 0,6$  років, у яких не було здійснено операції ТЕП суглобів нижніх кінцівок, без ознак саркопенії та старечої астенії (frailty).

Групу порівняння (ГП) склали 11 чоловіків, 16 жінок похилого віку (середній вік –  $68,3 \pm 0,9$  років) з ТЕП КС та діагностованою саркопенією з низьким терапевтичним (реабілітаційним) комплексом щодо рекомендованого за результатами первинного обстеження активного реабілітаційного втручання. Вони були інформовані щодо ускладнень та ризиків саркопенії та некорегованих реабілітацією змін рухового стереотипу внаслідок ТЕП; також їм була надана інформація щодо оптимальних величин фізичного навантаження для осіб похилого віку [15] та нормалізації харчування згідно рекомендацій ВООЗ [16].

Основну групу (ОГ) склали 9 чоловіків, 16 жінок похилого віку (середній вік –  $70,3 \pm 0,5$  років) з ТЕП КС та діагностованою саркопенією з високим рівнем терапевтичного (реабілітаційного) альянсу щодо рекомендованого за результатами первинного обстеження активного реабілітаційного втручання. Для них була розроблена та впроваджена програма фізичної терапії (ФТ), ефективність якої представлена у даному дослідженні. Програма тривала 6 місяців (тривалість зумовлена необхідністю комплексної корекції саркопенії); містила наступні елементи: терапевтичні вправи, функціональне тренування, масаж нижніх кінцівок та попереку, кінезіологічне тейпування оперованих кінцівок (чотириохоголового м'яза стегна, коліна); рекомендації щодо харчування; навчання пацієнтів. Її метою було: корекція явищ порушення рухового стереотипу як наслідку ТЕП КС, нівелювання явищ саркопенії як на рівні її рухових проявів, так і на рівні етіопатогенезу цього геріатричного стану; полегшення виконання активностей повсякденного

життя, покращення психо-емоційного стану, та – як результат – покращення якості життя.

Основою кінезітерапії як основного метода, який впливав на м'язову дисфункцію, було виконання терапевтичних вправ різної спрямованості, відпрацювання навичок нормального рухового стереотипу та ходи на платформах для функціонального тренування «PROCEDOS PLATFORM 9™ Pro» та «PROCEDOS WALL9» [17]. Реабілітаційні рухові заняття проводились тричі на тиждень; упродовж першого місяця – очно, другого-четвертого місяців – у гібридному форматі (очно та самостійно), шостого – самостійно з періодичним очним контролем.

У програмі фізичної терапії хворі проходили курси масажу: загального, нижніх кінцівок та спини, метою яких було покращення кровопостачання та трофіки м'яких тканин для прискорення подолання м'язової слабкості; покращення еластичності м'язів, зв'язок, сухожилків; зменшення неприємних відчуттів після реабілітаційних тренувань; покращення психоемоційного стану.

З метою зниження ризиків нестабільності оперованого КС, покращення пропріоцепції за рахунок додаткової стимуляції м'яких тканин проводили кінезіологічне тейпування чотириохоголового м'яза стегна та передньо-бокових поверхонь КС.

Рекомендації щодо харчування були складені з врахуванням особливостей потреб осіб старших вікових груп з саркопенією: збільшити вживання білка до 1-1,5 г на кг тіла, додатково вживати вітамін Д або отримувати природню або штучну інсоляцію; збільшити вживання овочів та фруктів. Для покращення комплаєнтності допомагали обрати продукти з представленими характеристиками, що були доступними по ціні та відповідали особистим уподобанням.

Навчання пацієнтів полягало у навчанні самостійного відтворення вправ у домашніх умовах, самоконтролі стану з позицій безпеки реабілітаційного тренування та ефективності занять; створення безпечного середовища для профілактики ризиків падіння; навчання принципам харчування. Намагалися виробити у пацієнтів цілісний усвідомлений підхід до свого здоров'я, якого вони могли б дотримуватись самостійно упродовж тривалого часу.

Обрані методи обстеження осіб похилого віку характеризували перебіг саркопенії та ознаки її вираженості та впливу на життєдіяльність та якість життя.

Китичну динамометрію, що є маркером саркопенії, визначали як усереднений після трьох спроб результат сильнішої руки; критерії низької сили оцінювали диференційовано для чоловіків та жінок [10].

Різні аспекти функціонування осіб похилого віку з саркопенією оцінювали за Едмонтонською шкалою слабкості (астенії) - Edmonton Frail Scale (EFS). EFS оцінює 9 областей: когнітивні якості, загальний стан здоров'я, функціональну незалежність, соціальну підтримку, прийом ліків, харчування, настрої, континенцію та функціональну ефективність. Кожне запитання оцінювали як 0, 1, 2 бали; відповідно загальна оцінка EFS коливалась від 0 до 17 балів. Важка слабкість визначається як 12-17 балів; помірна – як 10-12; середня – 6-11 балів; відсутність слабкості – оцінка 5 або менше балів [18].

Якість життя оцінювали за спеціальним опитувальником SarQoL (Health-related quality of life questionnaire specific to sarcopenia), призначеним для оцінки якості життя у людей похилого та старечого віку з саркопенією [19]. Він складається з 22 питань, що містять 55 пунктів, відповіді на які оцінюються за 4-бальною шкалою Лікерта, де вищі показники відображали кращу якість життя. Опитувальник включає сім доменів: «Фізичне та психічне здоров'я»; «Здатність до пересування»; «Склад тіла»; «Функціональність»; «Повсякденна діяльність»; «Дозвілля» та «Страхи». Кожну область, а також загальну оцінку опитувальника оцінювали за трансформованою шкалою від 0 до 100, у якій вищий бал означає кращу якість життя.

Дослідження проводилося з урахуванням принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини в якості об'єкта дослідження». У всіх включених у дослідження осіб було отримано інформовану згоду на участь у ньому. Протокол дослідження було обговорено та затверджено на засіданні комісії з біоетики Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, рішенням якої воно було схвалено.

З метою досягнення цілей та завдань, поставлених у дослідженні, всі отримані у результаті обстеження пацієнтів дані були підсумовані й оброблені статистичними методами дослідження. Це дозволило систематизувати, узагальнити, а також інтерпретувати отримані результати. Обробка даних (розрахунок середнього арифметичного значення ( $\bar{x}$ ) та середнього квадратичного відхилення (S); оцінка достовірності отриманих показників за критерієм Стьюдента) проводилася за допомогою пакету статистичних програм Microsoft

Excel 6.0. Критичний рівень значимості при перевірці статистичних гіпотез у даному дослідженні приймали рівним 0,05.

**Результати дослідження.** Китична динамометрія є простим скринінговим методом виявлення саркопенії у осіб похилого віку; на відміну від інших функціональних тестів дослідження, які характеризують втрату м'язової маси, й на які впливають зміни рухових патернів внаслідок супутньої патології, при даному методі напряму визначається м'язова слабкість. При первинному обстеженні виявлено, що чоловіки та жінки ГП та ОГ характеризувались зниженою силою китичного захвату: їх значення були менше референсних та нижчими відповідних показників у осіб КГ: у чоловіків ГП – на 28,5%, ОГ – на 29,2%, у відповідних групах жінок – на 34,1% та 30,5% ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

**Таблиця 1** – Динаміка результатів китичної динамометрії у осіб похилого віку з наслідками ТЕП КС та саркопенією під впливом програми ФТ ( $\bar{x} \pm S$ )

Сила китиці, кг	КГ	ГП		ОГ	
		Перше обстеження	Повторне обстеження	До ФТ	Після ФТ
Чоловіки	30,93±0,54	22,11±0,70*	22,41±0,41*	21,90±1,13*	28,50±0,44*°□
Жінки	18,77±0,28	12,37±0,51*	11,93±0,46*	13,05±0,60*	17,66±0,57*°□

**Примітки:** \* –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами КГ та ГП, ОГ; ° –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами при первинному / до ФТ та повторному / після ФТ обстеження; □ –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами ГП та ОГ

Пацієнти з наслідками ТЕП КС визначали свою слабкість внаслідок саркопенії як статистично значуще відносно КГ ( $p < 0,05$ ) погіршення за субшкалами Edmonton Frail Scale оцінювання загального стану здоров'я, функціональної незалежності, соціальної підтримки, прийому ліків, харчування, настрою, континенції, функціональної ефективності (табл. 2). Загальний бал за цією шкалою відповідав слабкості внаслідок астенії середнього ступеня важкості, був майже вдвічі гіршим показника КГ у осіб ГП та ОГ.

Погіршення якості життя, обґрунтоване даними попереднього обстеження, у осіб з наслідками ТЕП КС визначалось як статистично значуще гірше значення відносно показників КГ за всіма доменами опитувальника SarQoL ( $p < 0,05$ ) (табл. 3). Загальне відставання за показниками якості життя від представників КГ у осіб ГП становило 27,2%, ОГ- 29,6%.

Отриману упродовж первинного обстеження інформацію використовували для розробки індивідуалізованих, цілеспрямованих функціональних тренувань в рамках розробленої програми фізичної терапії, а також як обґрунтування для підвищення терапевтичної комплаєнтності пацієнтів.

**Таблиця 2** – Динаміка ступеня астенії за Edmonton Frail Scale у осіб похилого віку з наслідками ТЕП КС та саркопенією під впливом програми ФТ ( $\bar{x} \pm S$ )

Підшкала, бали	КГ (n=28)	ГП (n=27)		ОГ (n=25)	
		Перше обстеження	Повторне обстеження	До ФТ	Після ФТ
Когнітивні якості	0,36±0,09	0,50±0,09	0,54±0,09	0,48±0,10	0,52±0,10
Загальний стан здоров'я	0,79±0,14	1,71±0,11*	1,82±0,12*	1,64±0,15*	1,32±0,12*°□
Функціональна незалежність	0,68±0,09	1,79±0,13*	1,89±0,12*	1,88±0,12*	1,32±0,17*°□
Соціальна підтримка	0,32±0,09	0,79±0,11*	0,79±0,12*	0,64±0,11*	0,72±0,11*
Приєм ліків	0,54±0,14	0,93±0,09*	1,00±0,10*	0,76±0,10*	0,64±0,10°□
Харчування	0,25±0,08	0,57±0,09*	0,61±0,09*	0,60±0,10*	0,32±0,09°□
Настрій	0,32±0,09	0,64±0,09*	0,75±0,08*	0,76±0,09*	0,40±0,10°□
Континенція	0,32±0,09	0,50±0,09*	0,54±0,09*	0,44±0,10*	0,32±0,09°□
Функціональна ефективність	0,46±0,09	1,50±0,09*	1,50±0,09*	1,40±0,10*	1,16±0,11*°□
Загальний бал	3,93±0,28	8,30±0,30*	9,43±0,31*	8,60±0,30*	6,72±0,36*°□

**Примітки:** \* –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами КГ та ГП, ОГ; ° –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами при первинному / до ФТ та повторному / після ФТ обстеженнях; □ –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами ГП та ОГ

**Таблиця 3** – Динаміка результатів визначення якості життя за опитувальником SarQoL у осіб похилого віку з наслідками ТЕП КС та саркопенією під впливом програми ФТ ( $\bar{x} \pm S$ )

Домен опитувальника, бали	КГ (n=28)	ГП (n=27)		ОГ (n=25)	
		Перше обстеження	Повторне обстеження	До ФТ	Після ФТ
Фізичне та психічне здоров'я	74,75±1,21	57,50±1,47*	57,07±1,44*	54,92±1,60*	62,68±1,48*°□
Здатність до пересування	74,89±0,98	49,25±1,23*	48,61±1,32*	46,64±1,48*	56,54±1,41*°□
Склад тіла	66,93±1,09	47,82±1,03*	48,32±1,03*	47,36±1,32*	55,72±1,21*°□
Функціональність	76,57±1,08	59,86±1,56*	60,29±1,15*	57,92±1,56*	66,92±1,57*°□
Активності повсякденного життя	72,07±1,17	47,73±1,46*	46,93±1,42*	45,92±1,47*	56,00±1,33*°□
Дозвілля	62,89±1,33	37,79±1,78*	38,43±1,68*	40,60±1,45*	50,40±1,39*°□
Страхи	80,50±1,09	70,61±1,6*	69,93±1,24*	71,72±1,45*	80,92±1,16°□
Загальний бал	72,66±0,35	52,89±0,55*	52,80±0,52*	51,15±0,70*	61,27±0,61*°□

**Примітки:** \* –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами КГ та ГП, ОГ; ° –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами при первинному / до ФТ та повторному / після ФТ обстеженнях; □ –  $p < 0,05$  – статистично значуща різниця між відповідними параметрами ГП та ОГ

За результатами первинного обстеження представники ГП та ОГ не відрізнялись між собою ( $p > 0,05$ ), тобто були співставимими. Це дало можливість проводити наступне дослідження, спрямоване на корекцію виявлених функціональних порушень.

Зважаючи на значну неоднорідність контингенту пацієнтів старших вікових груп з коморбідною та поліморбідною патологією у поєднанні з геріатричними синдромами [9, 12, 13], саме засоби фізичної терапії дозволяють досягнути вираженого покращення якості життя у пацієнтів з наслідками ТЕП суглобів нижніх кінцівок у віддаленому періоді внаслідок нормалізації виконання активностей повсякденного життя, здатності до пересування, відновлення моторних стереотипів [2, 4].

Результати китичної динамометрії у осіб ОГ покращились відносно вихідного результату, але не досягнули цифрових значень норми ( $p < 0,05$ ).

У порівнянні із вихідними даними приріст сили китиці становив 30,1% у чоловіків ОГ, 35,3% – у жінок ОГ. Це стверджує необхідність довготривалих відновних стратегій для подолання явищ саркопенії на рівні трофічної та функціональної перебудови м'язових волокон.

У той же час програма фізичної терапії виражено позитивно вплинула на суб'єктивні відчуття, пов'язані з функціональною активністю пацієнтів з ТЕП КС. Доведена ефективність низької фізичної активності як предиктора ускладнень саркопенії [20] та ефективність рухових занять при цих порушеннях [21, 22].

За підшкалами слабкості Edmonton Frail Scale було отримано наступний результат. За шкалою когнітивних якостей не було відмічено змін в жодній групі обстежених осіб у порівнянні з вихідними даними та показниками КГ ( $p > 0,05$ ). Відбулось статистичне значуще суб'єктивне покращення

стану здоров'я осіб ОГ у порівнянні з вихідним результатом та параметрами ГП. За підшкалою функціональної незалежності у осіб ОГ виявлено збільшення кількості рухових завдань, які вони виконували без допомоги. Рівень соціальної підтримки не змінився обох групах осіб з ТЕП КС. Пацієнти ОГ2 відмічали зменшення кількості препаратів для корекції свого стану на фоні покращення загального самопочуття; нормалізацію настрою; покращення нутритивного статусу, контролю тазових органів. У них виражено покращилась функціональна ефективність. У цілому за загальною оцінкою шкалою представники ОГ виявили покращення на 21,9% у порівнянні з вихідним обстеженням та досягнення нижньої межі слабкості середнього ступеня важкості, хоча параметрів КГ не було досягнуто ( $p > 0,05$ ).

Покращення функціонування вплинуло на покращення якості життя: за всіма доменами опитувальника SarQoL відмічено статистично значуще покращення у осіб ОГ; сумарне позитивна динаміка становила 19,8%, хоча досягнення рівня КГ не було досягнуто ( $p > 0,05$ ).

При повторному обстеженні осіб ГП, які характеризувались низьким рівнем терапевтичної комплаєнтності, встановлено, що позитивної динаміки у їх стані за всіма досліджуваними показниками не відбулося ( $p > 0,05$  відносно вихідних даних). Це свідчить про те, що, незважаючи на інформованість щодо ризиків саркопенії та відсутності регулярної рухової реабілітації, спрямованої на наслідки ТЕП КС, ці пацієнти не виконували наданих рекомендацій або виконували їх несистематично або у неповному обсязі.

#### Висновки

1. У пацієнтів похилого віку з ендопротезом колінного суглоба та саркопенією виявлено низьку силу (за величиною китичної

динамометрії), суб'єктивну фізичну слабкість, складнощі у виконанні активностей повсякденного життя (за опитувальником Edmonton Frail Scale), що призвело до погіршення якості життя (за опитувальником SarQoL).

2. Розроблена програма фізичної терапії із застосуванням функціонального тренування на платформах «PROSEDOS», терапевтичних вправ, масажу, корекції харчування, навчання пацієнтів виявила статистично значуще кращий вплив на показники сили, стан фізичної слабкості та параметрів якості життя у порівнянні із вихідними показниками за усіма досліджуваними параметрами ( $p < 0,05$ ).
3. Низька реабілітаційна комплаєнтність пацієнтів похилого віку з ендопротезом колінного суглоба та саркопенією, незважаючи на інформованість щодо ризиків цієї поліморбідності, асоціювалась з відсутністю покращення стану через аналогічний період спостереження.
4. Пацієнти похилого віку із наслідками тотального ендопротезування колінного суглоба та саркопенією потребують розробки програм фізичної терапії з урахуванням та корекцією специфіки кожного стану, наявності порушень фізичного статусу та порушення виконання активностей повсякденного життя, що підвищує якість життя цього контингенту хворих.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у практичному визначенні впливу розробленої програми фізичної терапії на показники ортопедичного статусу нижньої кінцівки у пацієнтів похилого віку із наслідками тотального ендопротезування колінного суглоба та саркопенією.

#### References

1. Katz JN, Arant KR, Loeser RF. Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review. *JAMA*. 2021;325(6):568-578. PMID: 33560326. PMCID: PMC8225295. doi: 10.1001/jama.2020.22171
2. Canovas F, Dagneaux L. Quality of life after total knee arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(1S):S41-S46. PMID: 29183821. doi: 10.1016/j.otsr.2017.04.017
3. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet*. 2007;370(9597):1508-1519. PMID: 17964352. doi: 10.1016/S0140-6736(07)60457-7
4. Hurley M, Dickson K, Hallett R, Grant R, Hauari H, Walsh N, et al. Exercise interventions and patient beliefs for people with hip, knee or hip and knee osteoarthritis: a mixed methods review. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;4(4):CD010842. PMID: 29664187. PMCID: PMC6494515. doi: 10.1002/14651858.CD010842.pub2
5. Petermann-Rocha F, Balntzi V, Gray SR, Lara J, Ho FK, Pell JP, et al. Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022;13(1):86-99. PMID: 34816624 PMCID: PMC8818604. doi: 10.1002/jcsm.12783
6. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Ageing 2019: Highlights. United Nations; New York, NY, USA: 2019. Available from: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2019-Highlights.pdf>
7. Fernandes LV, Paiva AEG, Silva ACB, de Castro IC, Santiago AF, de Oliveira EP, et al. Prevalence of sarcopenia according to EWGSOP1 and EWGSOP2 in older adults and their associations with unfavorable health

- outcomes: a systematic review. *Aging Clin Exp Res*. 2022;34(3):505-514. PMID: 34398438. doi:10.1007/s40520-021-01951-7
8. Nascimento CM, Ingles M, Salvador-Pascual A, Cominetti MR, Gomez-Cabrera MC, Viña J. Sarcopenia, frailty and their prevention by exercise. *Free Radic Biol Med*. 2019;132:42-49. PMID: 30176345. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.08.035
  9. Wiedmer P, Jung T, Castro JP, Pomatto LCD, Sun PY, Davies KJA, et al. Sarcopenia - Molecular mechanisms and open questions. *Ageing Res Rev*. 2021;65:101200. PMID: 33130247. doi: 10.1016/j.arr.2020.101200
  10. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31. PMID: 30312372 PMCID: PMC6322506. doi: 10.1093/ageing/afy169
  11. Aravitska MG. Analiz individualnykh shlyakhiv pokrashchennya komplayensu khvorykh ozhyrinyam yak aspekt vyznachennya tsiley reabilitatsiyi [Analysis of Individual Ways of Compliance Improvement in Obese Patients as an Aspect of Determining Rehabilitation Goals]. *Ukr Zh Med Biol Sportu*. 2019;6(22):362-369. [Ukrainian]. doi: 10.26693/jmbs04.06.362
  12. Didokha IV, Aravitska MG. Vplyv zasobiv fizychnoyi terapiyi na riven kineziofobiyi, somatychni markery sarkopeniyi ta pokaznyky ryzyku padinnya u osib pokhylogo viku z khvoroboyu Parkinsona [Effects of physical therapy on the level of kinesiophobia, somatic markers of sarcopenia and indicators of fall risk in elderly persons with Parkinson's disease]. *Art of Medicine*. 2021;2(18):50-58. [Ukrainian]. doi: 10.21802/artm.2021.2.18.50
  13. Koval N, Aravitska M. Efektyvnist korektsiyi pokaznykiv ryzyku padinnya ta fizychnoho statusu v osib pokhylogo viku z starechoyu asteniyeyu ta metabolichnym syndromom zasobamy fizychnoyi terapiyi [Effect of physical therapy on fall-risk and physical status in older adults with frailty and metabolic syndrome]. *Ukr Zh Med Biol Sportu*. 2020;5(6):282-91. [Ukrainian]. doi: 10.26693/jmbs05.06.282
  14. Naseeb MA, Volpe SL. Protein and exercise in the prevention of sarcopenia and aging. *Nutr Res*. 2017;40:1-20. PMID: 28473056. doi: 10.1016/j.nutres.2017.01.001
  15. American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 10th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2018.
  16. WHO. Healthy diet [web source]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
  17. PROSEDOS. Powered by Gray's Institute [web source]. Available from: <https://procedos.com/>
  18. Rolfson DB, Majumdar SR, Tsuyuki RT, Tahir A, Rockwood K. Validity and reliability of the Edmonton frail scale. *Age Ageing*. 2006;35(5):526-9. PMID: 16757522. PMCID: PMC5955195. doi: 10.1093/ageing/af1041
  19. Beaudart C, Biver E, Reginster J-Y, Rizzoli R, Rolland Y, Bautmans I, et al. Development of a self-administered quality of life questionnaire for sarcopenia in elderly subjects: the SarQoL. *Age Ageing*. 2015;44(6):960-6. PMID: 26433796. PMCID: PMC4621234. doi: 10.1093/ageing/afv133
  20. Sobhani A, Sharifi F, Fadayevatan R, Kamrani AAA, Moodi M, Khorashadizadeh M, et al. Low physical activity is the strongest factor associated with frailty phenotype and frailty index: data from baseline phase of Birjand Longitudinal Aging Study (BLAS). *BMC Geriatr*. 2022;22(1):498. PMID: 35689187. PMCID: PMC9188172. doi: 10.1186/s12877-022-03135-y
  21. Coll PP, Phu S, Hajjar SH, Kirk B, Duque G, Taxel P. The prevention of osteoporosis and sarcopenia in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2021;69(5):1388-1398. PMID: 33624287. doi: 10.1111/jgs.17043
  22. Zhao H, Cheng R, Song G, Teng J, Shen S, Fu X, et al. The Effect of Resistance Training on the Rehabilitation of Elderly Patients with Sarcopenia: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(23):15491. PMID: 36497565. PMCID: PMC9739568. doi: 10.3390/ijerph192315491

UDC 611.728.3:616.379-008.64

### Effectiveness of Correction of Sarcopenia Signs in Elderly People with Knee Arthroplasty

*Petrniv Kh. V., Lapkovskiy E. Y.*

**Abstract.** The purpose of the study was to evaluate the effectiveness of the developed physical therapy program on the parameters of sarcopenia in elderly people with total knee arthroplasty in the remote period after surgery.

**Materials and methods.** During the research, 80 elderly people were examined. The control group consisted of 13 men and 15 women who did not undergo total endoprosthetic surgery of the joints of the lower limbs, without signs of sarcopenia. The comparison group consisted of 11 men and 16 women with total knee arthroplasty and diagnosed sarcopenia with low therapeutic (rehabilitation) compliance with the active rehabilitation intervention recommended based on the results of the initial examination. The main group consisted of 9 men, 16 women with total knee arthroplasty and diagnosed sarcopenia with a high level of therapeutic (rehabilitation) alliance regarding the active rehabilitation intervention recommended by the results of the initial examination. For them, a 6-month long physical therapy program was developed and implemented, which included

the following elements: therapeutic exercises, functional training, massage of the lower limbs and lower back, kinesiological taping of the operated limbs; dietary recommendations; patient education. The effectiveness of the program was evaluated by the dynamics of the grip strength indicators, the Edmonton Frail Scale, and the SarQoL questionnaire.

*Results and discussion.* In elderly patients with knee arthroplasty and sarcopenia, low strength (according to the value of grip strength), subjective physical weakness, difficulties in performing activities of daily living (according to the Edmonton Frail Scale questionnaire), were revealed, which led to a deterioration in the quality of life (according to the SarQoL questionnaire). The developed physical therapy program revealed a statistically significantly better effect on strength indicators, the state of physical weakness and quality of life parameters in comparison with the initial indicators for all studied parameters ( $p < 0.05$ ). Low rehabilitation compliance in elderly patients with knee arthroplasty and sarcopenia, despite being aware of the risks of this polymorbidity, was associated with a lack of improvement over a similar follow-up period.

*Conclusion.* Elderly patients with the consequences of total knee arthroplasty and sarcopenia require the development of physical therapy programs taking into account and correcting the specifics of each condition, the presence of physical status disorders and impaired performance of activities of daily life, which increases the quality of life of this contingent of patients.

**Keywords:** rehabilitation, senile asthenia, geriatrics, endoprosthesis of lower limb joints.

#### ORCID and contributionship:

Khrystyna V. Petruniv : 0000-0002-7642-6062 <sup>A,B,C,D</sup>

Eduard Y. Lapkovskiy : 0000-0002-7717-2236 <sup>A,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

##### Khrystyna V. Petruniv

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,  
Department of Physical Therapy, Ergotherapy  
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk 76018, Ukraine  
phone: +380671288074, e-mail: kristina.petruniv@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 27.12.2022

Accepted 16.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.222

УДК 615.825:616.831-005(045)

Ріпка А. О., Худецький І. Ю.,

Антонова-Рафі Ю. В., Куріло С. М.

## ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ЗАСОБІВ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ ХВОРИХ З ІШЕМІЧНИМ ІНСУЛЬТОМ

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Київ, Україна

*Метою роботи* стала розробка програми фізичної терапії людей після ішемічного інсульту на стаціонарному етапі відновлення та опис її ефективності.

*Матеріал та методи.* Дослідження проводилося з листопада 2021 року по листопад 2022 року у відділенні фізичної та медичної реабілітації Київської міської клінічної лікарні №6, де надається планова спеціалізована медична допомога пацієнтам з неврологічними та ортопедичними патологіями. Для реабілітаційного обстеження хворих використовували ряд функціональних проб і показників. Для досягнення поставленої мети використовували такі методи дослідження: аналіз спеціальної наукової та методичної літератури, клініко-інструментальні методи дослідження (огляд, Шкала рівноваги Берга, ВАШ, ММТ Ловетта, Тест викреслювання зірок, Тест Встати і пройти, 10-метровий тест, Індекс Рівермід, Модифікована шкала Ренкіна, Монреальська шкала когнітивних дисфункцій, Госпітальна шкала депресії та тривоги), методи математичної статистики. Для того, щоб оцінити ефективність розробленої програми фізичної терапії пацієнтів з ішемічним інсультом, було проведено дослідження 20 пацієнтів, на базі стаціонарного реабілітаційного відділення, вік яких складав 45-65 років.

*Результати.* Доведено позитивний вплив новітніх методів та засобів фізичної терапії, які значно прискорюють процес одужання, а саме: дзеркальна гімнастика, постізометрична релаксація, кінезіотерапія у реабілітаційній клітці, що у доповненні з класичною програмою фізичної терапії виявляють результативність та чинять позитивний вплив на процес відновлення пацієнтів після ішемічного інсульту на стаціонарному етапі реабілітації.

*Висновок.* Спираючись на отримані результати дослідження контрольної та основної групи, можна зробити висновок, що додавання дзеркальної гімнастики, кінезіотерапії у реабілітаційній клітці, постізометричної релаксації, міостимуляції плегічних м'язів та ідеомоторних вправ до класичної програми фізичної терапії хворих після ішемічного інсульту є дієвим способом у боротьбі з прогресуванням даного захворювання.

**Ключові слова:** фізична терапія, нервова система, ішемічний інсульт, кінезіотерапія, механотерапія, лікувальний масаж, преформовані фактори.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дана робота виконана відповідно до плану НДР кафедри біобезпеки і здоров'я людини КПІ ім. Ігоря Сікорського «Розробка технологій фізичної терапії та технічних засобів їх здійснення», № держ. реєстрації 0117U002933.

**Вступ.** У світі поширеність інсульту складає 100-300 випадків на 100 тисяч населення, тобто близько 16 мільйонів випадків щорічно. Інсульт є другою за поширеністю (після ішемічної хвороби серця) причиною смерті у світі і спричиняє близько 5,7 мільйонів смертей на рік. Для відновлення пацієнтів з ішемічним інсультом доцільно використовувати комплексну програму фізичної терапії, що передбачає використання новітніх засобів реабілітації, які можуть значно підвищити швидкість та якість відновлення втрачених функцій хворого [1].

Неврологічна реабілітація має на меті зменшити порушення та інвалідність, щоб люди з серйозним інсультом могли повернутися до звичайного самообслуговування та повсякденної діяльності настільки незалежно, наскільки це можливо [2]. Нові стратегії покращення відновлення базуються на зростаючому розумінні того, як типи тренувань, прогресивне відпрацювання навичок, пов'язаних із виконанням завдань, вправи для зміцнення та підготовки, нейростимуляція, а також лікарські та біологічні маніпуляції можуть викликати адаптацію на багатьох рівнях нервової системи [3].

Згідно статистики по Україні, цереброваскулярні захворювання є другою найчастішою причиною смертності, на їхню частину припадає близько 14% померлих. Щорічно фіксують 100-110 тисяч випадків інсультів, понад 30% з яких вражають людей працездатного віку. Від 30 до 40% хворих помирають упродовж місяця після інсульту, до 50% – протягом року. Частка людей, що стають залежними від сторонньої допомоги після інсульту становить 20-40%, повністю відновлюються до рівня повноцінного життя до захворювання лише близько 10% хворих [4]. Для відновлення пацієнтів

з ішемічним інсультом доцільно використовувати комплексну програму фізичної терапії, що передбачає використання новітніх засобів реабілітації, які можуть значно підвищити швидкість та якість відновлення втрачених функцій хворого. Такими засобами можуть бути дзеркальна гімнастика, заняття кінезіотерапією у реабілітаційній клітці, ідеомоторні вправи, постізометрична релаксація та електроміостимуляція плегічних м'язів, їхня ефективність була доведена у даному дослідженні [5]. Мозковий інсульт – це гостре порушення мозкового кровообігу, що супроводжується структурними та морфологічними змінами у тканині мозку і стійкими органічними неврологічними симптомами, що спостерігаються довше доби. За характером патологічного процесу виділяють два види інсульту – геморагічний та ішемічний (інфаркт мозку). Співвідношення частоти геморагічних інсультів до ішемічних складає близько 1:4.

Ішемічний інсульт буває емболічним, здебільшого зумовленим кардіогенною або артеріальною емболією, а також неемболічним (тромбоз, нетромботичне розм'якшення). Часто причини розвитку ішемічного інсульту не вдається з'ясувати достовірно [6].

Найчастіше ішемічний інсульт розвивається у віці від 50 до 69 років, чоловіків це захворювання вражає частіше, ніж у жінок. Ішемічний інсульт є наслідком складного комплексу процесів, які спричиняють розвиток взаємопов'язаних гемодинамічних і метаболічних порушень. Захворювання може бути зумовлене порушенням притоку крові в судини мозку, розладами мозкового кровотоку та погіршеним венозним відтоком [7].

Серед багатьох механізмів, що безпосередньо зумовлюють ішемічний інсульт провідне місце належить тромбоемболічним і гемодинамічним чинникам. Ішемічний інсульт може розвиватися або внаслідок повної закупорки просвіту судини або за механізмом судинної мозкової недостатності, що виникає у басейні стенозованої судини і посилюється через порушення системної гемодинаміки [8].

У патогенезі ІІ мають значення також фізико-хімічні властивості крові, підвищення її коагуляції в мозковому кровотоці. Підвищення в'язкості цільної крові є одним із механізмів тромбоутворення за умови вазопаретичних порушень.

Так як нервові клітини головного мозку керують усіма функціями організму, то при некрозі певної ділянки головного мозку деякі функції можуть бути порушеними. Кожна половина мозку забезпечує і контролює функціонування протилежної половини тіла, тому пошкодження однієї половини мозку проявляється патологічними змінами на протилежному боці тіла [9].

До можливих чинників ризику відносять інтоксикацію нікотинном, зловживання алкоголем, надмірну масу тіла та недостатню фізичну активність. Ця група вміщує чинники, що характеризують спосіб життя та піддаються корекції, а також такі, що не контролюються – стать, вік, спадкова схильність тощо. До цієї групи також відносять зміни деяких біохімічних та фізіологічних показників (агрегація тромбоцитів, рівень гематокриту).

Як одні з найважливіших чинників ризику розвитку інсульту розглядають цукровий діабет, гострі та хронічні інфекції, високий рівень фібриногену в плазмі крові [6].

**Метою дослідження** стало вивчення ефективності додавання новітніх засобів відновлення у класичну програму фізичної терапії хворих на ішемічний інсульт на стаціонарному етапі лікування.

**Матеріал та методи дослідження.** Дослідження проводилося з листопада 2021 року по листопад 2022 року у відділенні фізичної та медичної реабілітації Київської міської клінічної лікарні №6, яка надає планову спеціалізовану медичну допомогу хворим з неврологічною та ортопедичною патологією. Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009р., № 616 від 03.08.2012 р. Всі пацієнти надали письмову інформовану згоду на проведення досліджень.

В дослідженні взяли участь 20 пацієнтів з ішемічним інсультом, що перебували на стаціонарному етапі відновлення. Хворі були як чоловічої, так і жіночої статі. Цих хворих розділили на 2 групи – основну групу (ОГ) та контрольну групу (КГ). Основна група займалася за авторською програмою, а контрольна група – за програмою, рекомендованою у науково-методичній літературі.

За результатами огляду пацієнтів та під час збирання анамнезу було виявлено, що на момент звернення в лікувальну установу усі хворі мали ряд порушень, пов'язаних з ураженням головного мозку: знижені показники рівноваги, координації та швидкості ходи, сили м'язів, активності у повсякденному житті, рівня самообслуговування, когнітивних можливостей, був присутній больовий синдром, неглект (синдром ігнорування), та відзначався значний рівень депресії та тривоги у більшості пацієнтів.

Для реабілітаційного обстеження пацієнтів була використана низка функціональних тестів та індексів. Для обстеження функції організму використовувались: Шкала рівноваги Берга, Візуально-

аналогова шкала болю, Мануально-м'язовий тест Ловетта, Тест викреслювання зірок. Для обстеження діяльності використовувались: Тест «Встати і пройти», 10-метровий тест, Індекс Рівермід. Для обстеження участі використовувались: Модифікована шкала Ренкіна, Монреальська шкала когнітивних функцій. Для обстеження факторів середовища використовувалася Госпітальна шкала депресії та тривоги.

**Результати дослідження.** Було оцінено 20 пацієнтів, 10 пацієнтів було віднесено до основної групи (ОГ) і 10 – до контрольної (КГ), вихідні показники досліджуваних параметрів у пацієнтів обох груп статистично значуще не відрізнялися ( $p > 0,05$ ). Вікова група пацієнтів – від 45 до 65 років.

Пацієнти контрольної групи проходили реабілітацію за програмою, рекомендованою у методично-науковій літературі за темою. До неї входили такі компоненти: лікувальна гімнастика, лікувальний масаж, пасивна розробка плегічних або спастичних м'язів, використання преформованих факторів, кінезіотейпування. Класична програма не включала в себе дзеркальну гімнастику, заняття кінезіотерапією у реабілітаційній клітці, ідеомоторні вправи, постізометричну релаксацію та електроміостимуляцію плегічних м'язів.

Для пацієнтів основної групи в програму фізичної терапії було включено дзеркальну гімнастику, заняття кінезіотерапією у реабілітаційній клітці, ідеомоторні вправи, постізометричну релаксацію та електроміостимуляцію плегічних м'язів, додавання яких значно покращило ефективність програми фізичної терапії, що буде нижче доведено за допомогою проведеного статистичного аналізу. Показники функціональних тестів на початку програми, на 14<sup>й</sup> день впровадження програми, та на 30 день впровадження програми представлені в **таблицях 1-3**.

При порівнянні даних, отриманих під час тестувань у 1, 14 та 30 дні застосування програм фізичної терапії, можна визначити, що модернізована програма фізичної терапії, за якою відновлювалися пацієнти з ОГ виявилася значно ефективніша за класичну програму, впроваджену у відновленні КГ.

За даними досліджень, показник рівноваги за Шкалою рівноваги Берга змінився у КГ на 24,2, а у ОГ на 25,2, тобто результати ОГ на 3,9% кращі, ніж у КГ. Показник болю за ВАШ змінився у КГ на 4,9, а у ОГ на 5, тобто результати ОГ на 2% кращі, ніж у КГ. Показник сили м'язів за ММТ Ловетта змінився у КГ на 2,5,

**Таблиця 1** – Показники функціональних тестів пацієнтів до початку програми

Показники	ОГ, Хсер	КГ, Хсер	р
Шкала рівноваги Берга	14, 9±0,7	14,7±0,7	<0,05
ВАШ	5,8±0,3	5,7±0,3	<0,05
ММТ Ловетта	1,8±0,1	1,4±0,1	<0,05
Тест викреслювання зірок	45,2±2,3	45,7±2,3	<0,05
Тест Встати і пройти	41,4±2,1	40,8±2,0	<0,05
10-метровий тест	42,1±2,1	43±2,2	<0,05
Індекс Рівермід	2,4±0,1	2,3±0,1	<0,05
Модифікована шкала Ренкіна	4,4±0,2	4,4±0,2	<0,05
Монреальська шкала когнітивних дисфункцій	17±0,9	15±0,8	<0,05
Госпітальна шкала депресії та тривоги	30±1,5	31±1,6	<0,05

**Таблиця 2** – Показники функціональних тестів пацієнтів на 14 день впровадження програми

Показники	ОГ, Хсер	КГ, Хсер	р
Шкала рівноваги Берга	25,7±1,3	24,8±1,2	<0,05
ВАШ	3,5±0,2	3,4±0,2	<0,05
ММТ Ловетта	3,3±0,2	2,6±0,1	<0,05
Тест викреслювання зірок	49±2,5	47,2±2,4	<0,05
Тест Встати і пройти	29,2±1,5	33,3±1,7	<0,05
10-метровий тест	38,4±1,9	41,1±2,0	<0,05
Індекс Рівермід	6,9±0,3	4,7±0,2	<0,05
Модифікована шкала Ренкіна	2,8±0,1	3,6±0,2	<0,05
Монреальська шкала когнітивних дисфункцій	23,1±1,2	18,9±0,9	<0,05
Госпітальна шкала депресії та тривоги	20,7±1,0	25,9±1,3	<0,05

**Таблиця 3** – Показники функціональних тестів пацієнтів на 30 день впровадження програми

Показники	ОГ, Хсер	КГ, Хсер	р
Шкала рівноваги Берга	40,1±2,0	38,9±1,9	<0,05
ВАШ	0,8±0,0	0,8±0,0	<0,05
ММТ Ловетта	4,5±0,2	3,9±0,2	<0,05
Тест викреслювання зірок	51,5±2,6	48,9±2,5	<0,05
Тест Встати і пройти	18,9±0,9	26,3±1,3	<0,05
10-метровий тест	34,9±2,0	38,5±1,9	<0,05
Індекс Рівермід	10,9±0,5	6,5±0,3	<0,05
Модифікована шкала Ренкіна	1,7±0,1	2,4±0,1	<0,05
Монреальська шкала когнітивних дисфункцій	28,5±1,4	23±1,1	<0,05
Госпітальна шкала депресії та тривоги	11,8±0,6	19,6±1,0	<0,05

а у ОГ на 2,7, тобто результати ОГ на 7,4% кращі, ніж у КГ. Показник тяжкості неглекту за Тестом викреслювання зірок змінився у КГ на 3,2, а у ОГ на 6,3, тобто результати ОГ на 49,2% кращі, ніж у КГ. Показник координації та швидкості ходи за тестом Встати і пройти змінився у КГ на 14,5, а у ОГ на 22,5, тобто результати ОГ на 35,5% кращі, ніж у КГ. Показник швидкості ходи за 10-метровим тестом змінився у КГ на 4,5, а у ОГ на 7,2, тобто результати ОГ на 37,4% кращі, ніж у КГ. Показник активності у повсякденному житті за Індексом Рівермід змінився у КГ на 4,2, а у ОГ на 8,5, тобто результати ОГ на 50,5% кращі, ніж у КГ. Показник рівня самообслуговування за Модифікованою шкалою Ренкіна змінився у КГ на 2, а у ОГ на 2,7, тобто результати ОГ на 25,9% кращі, ніж у КГ. Показник когнітивних можливостей за Монреальською шкалою когнітивних дисфункцій змінився у КГ на 8, а у ОГ на 11,5, тобто результати ОГ на 30,4% кращі, ніж у КГ. Показник депресії та рівня тривоги за Госпітальною шкалою депресії та тривоги змінився у КГ на 11,4, а у ОГ на 18,2, тобто результати ОГ на 37,3% кращі, ніж у КГ.

#### **Обговорення результатів дослідження.**

Ішемічний інсульт – це захворювання, наслідками якого є високий ризик інвалідизації пацієнтів, значне зниження якості їхнього життя та десоціалізація хворих. На сьогоднішній день це захворювання з великою вірогідністю подальшої інвалідизації. Тому пацієнтам після ішемічного інсульту необхідно якнайшвидше впровадження комплексних заходів відновлення, спрямованих на адаптацію до нових умов життя, враховуючи втрачені та знижені функції, і максимально можливе відновлення останніх до початкового рівня (до захворювання).

Устіновим О.В. (2015) доведено, що ранній початок реабілітації (як тільки буде досягнуто стабілізації основних вітальних функцій (гемодинаміки, дихання)) має позитивний вплив на відновлення функцій та когнітивний статус пацієнта впливає на перебіг і результати процесу реабілітації, тому всім пацієнтам з інсультом необхідно оцінювати когнітивний статус у динаміці під час проведення реабілітації та при виписуванні [5]. Гев'як О.М. та ін. (2010) довели, що дослідження сили м'язів уражених кінцівок у хворих за мануальним м'язовим тестом показало, що процес відновлення порушених функцій певною мірою залежить від серцевої патології (ІХС, серцева недостатність) та віку хворих (похилий вік) та те, що участь фахівця фізичної реабілітації є обов'язковою у лікуванні хворих у гострому періоді ішемічного інсульту [10].

У неврологічній реабілітації використовується широкий спектр методів лікування та підходів

з різних філософських підходів. Дослідження на підтримку різних підходів дуже різноманітні: велика кількість досліджень на підтримку використання деяких методів, тоді як інші підходи мають обмежені докази на підтримку їх використання, але покладаються на попередні докази [11, 12, 13].

Наразі проведено недостатньо досліджень, присвячених сучасним методам та засобам фізичної терапії хворих з даною патологією, що спираються на засади доказової медицини. Минулі дослідження фокусувалися насамперед на класичних методах реабілітації, наприклад лікувальному масажі, лікуванні положенням, застосуванні застарілих преформованих факторів та заняттях лікувальною гімнастикою. Однак, протягом останніх років з'явилися новітні методи та засоби фізичної терапії, які значно прискорюють процес одужання [14]. Саме такими методами і є дзеркальна гімнастика, постізометрична релаксація, кінезіотерапія у реабілітаційній клітці, що у доповненні з класичною програмою фізичної терапії виявляють результативність та чинять позитивний вплив на процес відновлення пацієнтів після ішемічного інсульту [15, 16]. Ефективність реабілітації багато в чому залежить від індивідуальної програми, розробленої професіоналом. Основою програм є індивідуальний підхід і повернення пацієнта до найбільш повноцінного життя та адаптації в соціумі. Хороші результати реабілітації можливі тільки при комплексному підході [17, 18].

**Висновки.** Спираючись на отримані результати дослідження контрольної та основної групи, можна зробити висновок, що додавання дзеркальної гімнастики, кінезіотерапії у реабілітаційній клітці, постізометричної релаксації, міостимуляції плегічних м'язів та ідеомоторних вправ до класичної програми фізичної терапії хворих після ішемічного інсульту є дієвим способом у боротьбі з прогресуванням даного захворювання. Запропонована методика сприяє відновленню показників рівноваги, координації та швидкості ходи, сили м'язів, активності у повсякденному житті, рівня самообслуговування, когнітивних можливостей, зменшує больовий синдром, тяжкість неглекту, рівень депресії та тривоги. Подані матеріали можуть бути використаними у процесі діяльності спеціалізованих лікувальних, реабілітаційних та оздоровчих закладів, медичних центрів, а також для практичного вивчення студентами вищих навчальних закладів за спеціальністю «Фізична терапія, ерготерапія».

**Перспективи подальших досліджень.** В подальшому планується провести дослідження впливу реабілітаційних втручань на довготривалому етапі відновлення пацієнтів.

## References

1. Vsesvitniy den borotby z insultom [World Stroke Day]. KNP KhOR Oblasnyi tsentr hromadskoho zdorov'ya. 2020. [Ukrainian]. Available from: <http://khocz.com.ua/insult-posidaie-druge-misce-sered-prichin-smerti-sered-doroslogo-naselennja/>
2. Kozolkin OA, Vizir IV, Sikorska MV, Laponov OV. *Reabilitatsiya patsiyentiv z zakhvoryuvannyamy nervovoi systemy* [Rehabilitation of patients with diseases of the nervous system]. Navchalno-metodychnyi posibnyk. Zaporizhzhya: ZDMU; 2019. 183 s. [Ukrainian]
3. Kozolkin OA, Vizir IV, Sikorska MV. *Fizychna terapiya v reabilitatsiyi patsiyentiv z zakhvoryuvannyamy nervovoi systemy* [Physical therapy in the rehabilitation of patients with diseases of the nervous system]. Navchalno-metodychnyi posibnyk. Zaporizhzhya: ZDMU; 2020. 177 s. [Ukrainian]
4. Den borotby z insultom [Stroke Day]. Tsentr hromadskoho zdorov'ya MOZ Ukrainy. 2020. [Ukrainian]. Available from: <https://phc.org.ua/news/29-zhovtnya-vsesvitniy-den-borotbi-z-insultom>
5. Ustinov OV. Reabilitatsiya pislya ishemichnoho insultu [Rehabilitation after ischemic stroke]. Ukrayinskyi medychnyi chasopys. 2015;2015:1-5. [Ukrainian]. Available from: <https://www.umj.com.ua/article/90478/ishemichnij-insult-medichna-reabilitaciya>
6. Vinnychuk SM, Dubenko YeH. *Nervovi khvoroby* [Nervous diseases]. K: Ukrainskyi medychnyi un-t; 2001. 397 s. [Ukrainian]
7. Hostryi ishemichnyi insult [Acute ischemic stroke]. Tsentr endovaskulyarnoi neyrorethenkhirurhiyi NAMN Ukrainy. 2022. [Ukrainian]. Available from: <https://npc-kiev.com.ua/treat/ishemichnyj-insult/>
8. Kovalenko OYe, Hostyeva HV, Duplyak LM, Dluhosh LV. Aktualni pytannya etiopatogenezu hostrykh porushen mozkovoho krovoobihu ta dyferentsiyovanoho likuvannya patsiyentiv u nayhostrishyi period ishemichnoho insultu [Actual issues of etiopathogenesis of acute disorders of cerebral blood circulation and differentiated treatment of patients in the most acute period of ischemic stroke]. *Ukrainskyi medychnyi chasopys*. 2018;2(124) III/IV. [Ukrainian]. doi: 10.32471/umj.1680-3051.124.124543
9. Marunenka IM, Nevedomska YeO, Volkovska HI. *Anatomiya, fiziologiya, evolyutsiya nervovoi systemy* [Anatomy, physiology, evolution of the nervous system]. Navch posibnyk. K: Tsentr uchbovoi literatury; 2013. 184 s. [Ukrainian]
10. Hev'yak OM, Payenok AV, Kulmatytskyi AV, Bilyanskyi OYu. Fizychna reabilitatsiya v hostromu periodi ishemichnoho insultu [Physical rehabilitation in the acute period of ischemic stroke]. *Mizhnarodnyi nevrolohichnyi zhurnal*. 2010;8(38). [Ukrainian]. Available from: <http://www.mif-ua.com/archive/article/15236>
11. Insult: fizioterapevtychni pidkhody do likuvannya [Stroke: physiotherapeutic approaches to treatment]. [Ukrainian]. Available from: [https://www.physio-pedia.com/Stroke:\\_Physiotherapy\\_Treatment\\_Approaches](https://www.physio-pedia.com/Stroke:_Physiotherapy_Treatment_Approaches)
12. Kartashev VP, Makhov AS, Natalia V. Karpova NV, Komarov MN. Physical Rehabilitation of Patients After Ischemic Stroke. *Biomed Pharmacol J*. 2020;13(4). doi: 10.13005/bpj/2073
13. de Athayde Costa E Silva A, Viana da Cruz Júnior AT, Cardoso do Nascimento NI, Andrade Candeira SR, do Socorro Soares Cardoso Almeida A, Santana de Castro KJ, et al. Positive Balance Recovery in Ischemic Post-Stroke Patients with Delayed Access to Physical Therapy. *Biomed Res Int*. 2020 Jan 24;2020:9153174. PMID: 32047819. PMCID: PMC7003254. doi: 10.1155/2020/9153174
14. Tong Y, Cheng Z, Rajah GB, Duan H, Cai L, Zhang N, et al. High Intensity Physical Rehabilitation Later Than 24 h Post Stroke Is Beneficial in Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial (RCT) Study in Mild to Moderate Ischemic Stroke. *Front Neurol*. 2019 Feb 19;10:113. PMID: 30837938. doi: 10.3389/fneur.2019.00113
15. The Ultimate Guide to Stroke Exercises 2020 Sep 21. [Ukrainian]. Available from: <https://www.neofect.com/us/blog/the-ultimate-guide-to-stroke-exercises>
16. Nevrolohichna reabilitatsiya [Neurological rehabilitation]. Available from: [https://sos-na.com.ua/ua/reabilitaciya/nevrologicheskaya\\_reabilitaciya/](https://sos-na.com.ua/ua/reabilitaciya/nevrologicheskaya_reabilitaciya/)
17. Nevrolohichna reabilitatsiya [Neurological rehabilitation]. Available from: <https://www.meddiagnostica.com.ua/uk/publ-kats/nevrologichna-reabilitaciya-2/>

UDC 615.825:616.831-005(045)

### Using the Latest Means in Physical Therapy of Patients with Ischemic Stroke

**Ripka A. O., Khudetskyi I. Yu.,**

**Antonova-Rafi Yu. V., Kurilo S. M.**

**Abstract.** *The purpose of the study* was to develop a physical therapy program for people after an ischemic stroke at the inpatient recovery stage and describe its effectiveness.

**Materials and methods.** The following effective and objective methods of assessing the functional state of patients after ischemic stroke were used in the study: analysis of special scientific and methodical literature,

clinical and instrumental research methods (survey, Berg balance scale, VAS, MMT Lovett, Cross-out test stars, Stand and Walk Test, 10-meter test, Rivermead Index, Modified Rankin Scale, Montreal Cognitive Dysfunction Scale, Hospital Depression and Anxiety Scale), methods of mathematical statistics.

In order to evaluate the effectiveness of the developed program of physical therapy for patients with ischemic stroke, a study was conducted of 20 patients, aged 45-65, at the inpatient rehabilitation department. The proposed method contributes to the restoration of balance, coordination and gait speed, muscle strength, activity in everyday life, level of self-care, cognitive abilities, reduces pain syndrome, severity of neglect, level of depression and anxiety. The presented materials can be used in the process of activity of specialized medical, rehabilitation and health facilities, medical centers, as well as for practical study by students of higher educational institutions specializing in "Physical therapy, occupational therapy".

The study was conducted from November 2021 to November 2022 in the department of physical and medical rehabilitation of Kyiv City Clinical Hospital No. 6, which provides scheduled specialized medical care to patients with neurological and orthopedic pathologies.

**Results and discussion.** 20 patients were evaluated, 10 patients were assigned to the main group and 10 – to the control group. The initial indicators of the studied parameters in patients of both groups did not differ statistically significantly ( $p > 0.05$ ). The age group of patients is from 45 to 65 years old. The effectiveness of rehabilitation largely depends on the individual program developed by a professional. The basis of the programs is an individual approach and the patient's return to the most fulfilling life and adaptation in society. Positive results of rehabilitation are possible only with a comprehensive approach to restoring lost functions.

**Conclusion.** Based on the obtained results of the study of the control and main groups, it can be concluded that the addition of mirror gymnastics, kinesiotherapy in the rehabilitation cage, postisometric relaxation, myostimulation of the plegic muscles and ideomotor exercises to the classical program of physical therapy for patients after ischemic stroke is an effective way to combat progression of this disease.

**Keywords:** physical therapy, nervous system, ischemic stroke, kinesiotherapy, mechanotherapy, therapeutic massage, preformed factors.

#### ORCID and contributionship:

Anastasiia Ripka : 0000-0003-4369-3196<sup>B,D</sup>

Igor Khudetskyi : 0000-0003-0815-6950<sup>A,C,E</sup>

Yuliia Antonova-Rafi : 0000-0002-9518-4492<sup>A,B,D,E,F</sup>

Serhii Kurilo : 0000-0003-0734-0369<sup>E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

##### Yuliia V. Antonova-Rafi

National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute,

Department of Biosecurity and Human Health

37, Pobedy Ave., Kyiv 03056, Ukraine

phone: +380675063994, e-mail: antonova-rafi@ukr.net

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 29.11.2022

Accepted 27.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.228

УДК 616.727.2-009.12:615.825

Русанов А. П.<sup>1,2</sup>, Рой І. В.<sup>2</sup>, Борзих Н. О.<sup>2</sup>,

Кудрін А. П.<sup>2</sup>, Вітомський В. В.<sup>1,3</sup>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ МОБІЛІЗАЦІЇ ТА ІШЕМІЧНОЇ КОМПРЕСІЇ ПРИ АДГЕЗИВНОМУ КАПСУЛІТІ ТА МІОФАСЦІАЛЬНОМУ БОЛЬОВОМУ СИНДРОМІ

<sup>1</sup>Національний університет фізичного виховання і спорту України,  
Київ, Україна

<sup>2</sup>ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України»,  
Київ, Україна

<sup>3</sup>ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології  
та кардіохірургії МОЗ України»,  
Київ, Україна

*Мета роботи* – дослідити вплив кінцевоамплітудної мобілізації та ішемічної компресії на амплітуду руху та показники болю у пацієнтів з адгезивним капсулітом плечового суглоба та міофасціальним больовим синдромом грудного відділу.

*Матеріал та методи дослідження.* У дослідженні взяли участь 20 пацієнтів. Гоніометрія плечового суглобу, оцінка болю за числовою шкалою у кінцевих точках амплітуди руху та тригерних точках (при застосуванні тиску 2,5 кг·см<sup>-2</sup>) виконувалися до втручання, у кінці першого тижня терапії, у кінці другого та третього тижня.

Фізична терапія починалася після обстеження та консультації лікаря ортопеда-травматолога. Усі пацієнти 5 разів на тиждень (3 тижні) отримували інтенсивну кінцевоамплітудну мобілізацію, котра проводилася фізичним терапевтом, та ішемічну компресію, котра виконувалася пацієнтом. Використовували мобілізаційні прийоми від I до V ступеня інтенсивності за системою класифікації Maitland. Визначалася локалізація активних та латентних тригерних точок, виконувалося їх відмічання на індивідуальній карті, котра надавалася пацієнту. Пацієнт проходив інструктаж щодо прийомів та способів впливу на тригерні точки різної локалізації. Компресія виконувалася з середнім рівнем болю або вище середнього та тривалістю 30 секунд для кожної тригерної точки.

*Результати.* Встановлено наявність відмінностей у результатах амплітуди з врахуванням фактору часу оцінки. Показник медіани для пасивного відведення зріс на 65,5°, а для згинання на 115,5°. Амплітуда пасивної активної внутрішньої ротації зросла на 73°, а зовнішньої на 72°. Відповідно до тесту Фрідмана аналогічні результати отримано й при порівнянні показників болю, котрий оцінювався у момент досягнення максимальної амплітуди руху. Динаміка медіан становила від 5 до 6 балів. Показник медіани болю у тригерній точці знизився на 5,5 бала за три тижні фізичної терапії.

*Висновки.* Фізична терапія, котра складається з комбінації кінцевоамплітудної мобілізації та ішемічної компресії, є ефективною для збільшення пасивної та активної амплітуди рухів у плечовому суглобі, зменшення болю при досягненні кінцевих точок діапазону рухів, а також зменшення болю у тригерних точках.

**Ключові слова:** фізична терапія, реабілітація, опорно-руховий апарат, плечовий суглоб, біль.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Роботу виконано згідно плану НДР НУФВСУ на 2021-2025 рр. за темою «Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп засобами фізичної терапії», № державної реєстрації 0121U107926.

**Вступ.** Для адгезивного капсуліту плечового суглобу (АКПС) є характерною поступова і хвороблива втрата амплітуди активних і пасивних рухів [1]. Розповсюдженість АКПС у загальній популяції становить 3% [2]. У пацієнтів відзначають погіршення працездатності та якості життя [3]. Водночас, разом з АКПС розвивається певний ступінь міостатичної контрактури або скутості плечового поясу [4], що є підґрунтям для виникнення міофасціального больового синдрому (МБС). Це узгоджується з тими факторами, що латентні міофасціальні тригерні точки (ТТ) відзначають при різних захворюваннях опорно-рухового апарату [5, 6] і навіть у м'язах плечового поясу 45-55 % молодих людей з відсутньою симптоматикою [7, 8]. У наукових дослідженнях встановлено негативний вплив МБС на різні аспекти якості життя [9].

Фізична терапія (ФТ) відіграє ключову роль у лікуванні пацієнтів з АКПС [10, 11, 12, 13, 14] та МБС [15, 16], як і при інших патологіях опорно-рухового апарату [17, 18, 19]. Одним з поширених методів ФТ при АКПС є кінцевоамплітудна мобілізація (КАМ) [14], а при МБС широко застосовують ішемічну компресію (ІК). Водночас проблема ФТ

пацієнтів з АКПС та МБС висвітлена недостатньо у науковій літературі. Причинами цього може бути те, що МБС часто не помічають як діагноз, оскільки він має ознаки та симптоми, котрі додатково накладаються на симптоми і біль при інших патологічних станах [20].

**Мета роботи** – дослідити вплив КАМ та ІК на амплітуду руху та показники болю серед пацієнтів з АКПС та МБС грудного відділу.

**Матеріал та методи дослідження.**

*Учасники.* У дослідженні взяли участь 20 пацієнтів, котрі проходили лікування у ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України». Перед ФТ пацієнти виконували діагностичні дослідження та отримували консультацію лікаря ортопеда-травматолога.

Жоден з пацієнтів не мав внутрішньосуглобових ін'єкцій кортикостероїдів у анамнезі перед консультацією лікаря ортопеда-травматолога, проте 5 пацієнтів отримали ін'єкцію після консультації лікаря, котра проводилася перед ФТ. Один пацієнт з групи отримував ФТ раніше. Нестероїдні протизапальні засоби впродовж програми ФТ приймав один пацієнт.

Критерії включення у дослідження були такими: односторонній АКПС, МБС у грудному відділі, біль і обмеження діапазону рухів у плечовому суглобі принаймні у 2 напрямках (згинання менше 120°, внутрішня і зовнішня ротація менше 50 % норми), відсутність особливих патологічних знахідок при УЗД дослідженні. Критерії виключення: травми плеча, операції на плечі або маніпуляції під анестезією в анамнезі; неврологічні захворювання, що впливають на функціонування плеча під час повсякденної діяльності; біль або розлади ліктя, зап'ястка або кисті; інші патологічні стани плеча (розрив ротаторної манжети, тендиніт, остеоартрит тощо).

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ІСН GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Пацієнти брали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, що підтверджується особистим підписанням відповідної інформованої згоди. Кожен пацієнт особисто був проінформований щодо обов'язків і прав та можливості завершити дослідження в будь-який момент його проведення без будь-яких наслідків та пояснення причин своїх дій.

*Методи.* Досліджувалися історії хвороб. Гоніометрія плечового суглобу, оцінка болю у кінцевих точках амплітуди руху та тригерних точках (ТТ)

виконувалися до втручання, у кінці першого тижня терапії, у кінці другого та у кінці третього тижня терапії.

Вимірювалися активна та пасивна амплітуди. Відведення вимірювали у фронтальній площині, а згинання у сагітальній площині. Гоніометр розташовувався відповідно до методичних рекомендацій [21]. Зовнішню та внутрішню ротацію у обстежених пацієнтів вимірювали в положенні лежачи з відведеним плечем на 15° та невеликою пружною подушечкою чи складеним рушником під ліктем.

Оцінка болю у кінцевих точках амплітуди руху та у ТТ проводилася за числовою шкалою [22]. Числова шкала болю оцінює інтенсивність болю від 0 до 10 в діапазоні від «немає болю» до «найсильніший біль». Оцінка локального болю у ТТ виконувалася при застосуванні тиску 2,5 кг·см<sup>-2</sup>, котрий виконувався за допомогою цифрового тензозметра VTSYIQI. Реєструвався показник найбільшого балу болю серед ТТ.

*Втручання.* ФТ починалася після обстеження та консультації лікаря ортопеда-травматолога. Усі пацієнти 5 разів на тиждень отримували мобілізацію, котра проводилася фізичним терапевтом, та ІК, котра виконувалася пацієнтом. Мобілізація використовувалася у формі інтенсивної КАМ [23, 24]. При виконанні мобілізації використовувалися методи, котрі були описані Maitland [25] та досі використовуються у практиці та досліджуються у наукових дослідженнях. Використовувалась оцінка інтенсивності мобілізаційних прийомів за 5-бальною системою класифікації Maitland [25]: від ступеня I (невелика амплітуда на початку амплітуди руху) до ступеня V (мала амплітуда та висока швидкість в кінці обмеженої амплітуди / зони скутості).

При виконанні процедури КАМ пацієнт перебував у положенні лежачи на спині. На початку кожної процедури фізичний терапевт виконував оцінювання амплітуди руху у плечовому суглобі пацієнта в усіх основних напрямках руху. У кожній кінцевій точці амплітуди оцінювалося кінцеве відчуття, щоб застосувати техніку мобілізації в зоні скутості. Потім фізичний терапевт виконував ритмічну мобілізацію у середній амплітуді (ступінь II-III) та масаж (прийоми розминання) для підготовки анатомічних структур до більш інтенсивного впливу. Після цього руки фізичного терапевта розташовувалися близько до плечового суглоба та головки плечової кістки, щоб працювати з коротким важелем.

Плечова кістка переміщувалася у положення максимального згинання в сагітальній площині. Після 8-10 повторень мобілізації (ступінь III-IV з перевагою IV) в цьому кінцевому положенні напрямком мобілізації змінювався шляхом зміни площини підйому плеча або зміни ступеня його ротації.

Далі мобілізація виконувалася при відведенні плеча та ротаціях. При мобілізації у амплітуді відведення зверталася особлива увага на фіксацію лопатки для зменшення її рухливості. У кожному напрямку мобілізації виконувалося від 8 до 10 повторень, а ступінь мобілізації і тривалість стресового впливу змінювалися залежно від переносимості пацієнтом.

Пасивна мобілізація суглобів IV ступеня виконувалася як пасивний коливальний рух або як тривале розтягування з чи без крихітних коливань амплітуди на межі діапазону. Використовувалися низькошвидкісні мобілізації. Фізичний терапевт міг впродовж процедури повернути плече у положення у котрому вже виконував мобілізацію та виконати повторну мобілізацію. Мобілізація V ступеня інтенсивності використовувалися високошвидкісними поштовхами та малою амплітудою.

Досягнення максимально можливого розслаблення навколишніх м'язів є важливим і необхідним для найкращого виконання мобілізації. Впродовж процедури фізичний терапевт контролював рівень рефлекторної м'язової активності (напруження) шляхом пальпації. Періодично виконувалися заходи для зменшення надмірного напруження. Для мінімізації рефлекторної м'язової активності використовувалися зміни інтенсивності мобілізації або напрямку, повторення руху плечем по всій амплітуді. З цією ж метою могла використовувалися техніка дистракції (у положенні лежачи на спині) з або без одночасного виконання руху у плечовому суглобі.

Пацієнти були проінструктовані інформувати терапевта про ступінь і характер болю під час і після процедури. Якщо біль негативно впливав на виконання технік мобілізації (через збільшення рефлекторної м'язової активності), то терапевт змінював напрямок або ступінь мобілізації, як описано раніше. Якщо пацієнт відчував тупий біль, без посилення рефлекторної м'язової активності, то методи мобілізації продовжували. Пацієнтам повідомляли, що біль може тривати кілька годин після процедури. Якщо біль посилювався або тривав понад 4 години після терапії, тоді інтенсивність мобілізаційних технік зменшувалася під час наступного сеансу.

При збільшенні амплітуди рухів у плечовому суглобі мобілізаційні методи виконувалися під більшими кутами згинання та відведення. У цих нових позиціях змінене положення головки плечової кістки вимагало індивідуального налаштування напрямку додаткових рухів у суглобі відповідно до «увігнуто-опуклих» правил, викладених F.M. Kaltenborn [26]. Модифікація технік мобілізації полягала в більшій абдукції або аддукції,

більшому згинанні або розгинанні, більшій внутрішній чи зовнішній ротації, або комбінованих коригувань. КАМ проводив кваліфікований фізичний терапевт з багаторічним досвідом роботи з тематичними пацієнтами. Кожен пацієнт отримував 15 процедур впродовж 3 тижнів. Тривалість процедури складала 20-25 хвилин.

Пацієнтам радилося виконувати всю активність, зокрема побутову, з максимально можливою амплітудою руху у плечовому суглобі.

Крім того, для терапії МБС використовувалася ІК. Фізичним терапевтом визначалася локалізація активних та латентних ТТ, виконувалося їх відмічання на індивідуальній карті, котра надавалася пацієнту. Пацієнт проходив інструктаж щодо прийомів та способів впливу на ТТ різної локалізації. Зокрема, при локалізації ТТ у верхній частині трапецієподібного м'яза пацієнту показувалося як виконати пальпацію ТТ та безпосередньо ІК здоровою верхньою кінцівкою, а також невеликим пружним м'ячем (діаметр 6-10 см) чи зрізаним конусом. Відзначимо, що ІК однієї ТТ виконувалася з середнім рівнем болю або вище середнього та тривалістю 30 секунд.

При локалізації ТТ у середній частині трапецієподібного м'яза (у ділянці медіального краю лопатки) пацієнту показувалося як виконати точний пошук ТТ та безпосередньо ІК за допомогою згадуваного м'яча/зрізаного конуса. Зокрема, пацієнту показувалося, що необхідно здоровою рукою завести м'яч/зрізаний конус за спину і встановити у зоні ТТ. Потім пацієнт мав підійти до стіни і поступово спертися на стінку, натиснувши м'ячем/зрізаним конусом на м'язи у ділянці ТТ. Виконавши повороти / переміщення тулуба з дуже малою амплітудою дещо праворуч чи ліворуч / вгору чи вниз, пацієнту необхідно було віднайти найбільш чутливу точку (з можливою іррадіацією болю / типовим болем), тобто саме ТТ, та виконати ІК. У цій частині грудного відділу ІК однієї ТТ також виконувалася з середнім рівнем болю або вище середнього та тривалістю 30 секунд для кожної ТТ. За аналогічним алгоритмом виконувалася ІК у зоні круглих м'язів та інших локалізаціях за умови наявності активних чи латентних ТТ, котрі визначалися на консультації.

При виконанні ІК пацієнтам радилося виконувати повільне поглиблене дихання з подовженою фазою видиху та намагатися з кожним видихом максимально розслабити м'язи у ділянці виконання ІК. Пацієнт виконував декілька повторень обробки послідовності ТТ. Тривалість ІК складала 15-20 хвилин.

*Статистичний аналіз.* Отримані результати були опрацьовані методами математичної статистики. Використовували SPSS Statistics 21.

Для результатів показників розраховувалися медіана (Me) та верхній і нижній квантилі (25%; 75%), оскільки у результатах жодного показника не спостерігалася відповідність закону нормального розподілу, котра перевірялася критерієм Шапіро-Вілка. Для порівняння результатів чотирьох оцінювань використовувався критерій Фрідмана.

**Результати дослідження.** Серед обстежених пацієнтів показники Me (25%;75%) для віку становили 55 (51,5; 59) років, а для показника тривалості симптомів 4 (2; 5) місяців. Локалізація АКПС на правій стороні спостерігалася у 8 пацієнтів (40 %), а на домінуючій верхній кінцівці у 7 пацієнтів. Водночас у п'яти осіб локалізація була на домінуючій правій кінцівці.

Для оцінки перенесення процедури КАМ у кінці першого, шостого, одинадцятого та останнього заняття ФТ пацієнти оцінювали максимальний біль впродовж процедури за 10-бальною шкалою: 10 (9; 10), 8 (7,25; 9), 7,5 (5; 8) та 4 (3; 5,75) бала. Отримані результати підтверджують інтенсивність КАМ, а останній з них вказує на те, що на останньому занятті вже не виконувалися найбільш інтенсивні прийоми.

Отримані результати тесту Фрідмана підтвердили наявність відмінностей у результатах амплітуди з врахуванням показника часу оцінки (табл. 1). Це вказує на ефективність використаної ФТ для покращення амплітуди у всіх досліджених напрямках, а також активного та пасивного руху.

**Таблиця 1** – Показники Me (25%;75%) амплітуди рухів у плечовому суглобі, градуси

Амплітуда		Термін вимірювання				p*
		до	1 тиждень	2 тиждень	3 тиждень	
Відведення	пасивне	59,5 (35,5;66,5)	79 (53,5;93,8)	105 (94,3;115)	125 (112,3;126)	<0,001
	активне	56,5 (29;63,8)	78,5 (47,3;90,5)	103 (87,3;113,3)	123,5 (107,8;125)	<0,001
Згинання	пасивне	64,5 (55,3;95)	98 (67,8;138)	165 (120,3;167,8)	180 (166,5;180)	<0,001
	активне	63 (51,3;91)	97 (63,5;134)	160,5 (115,5;165)	179 (162,5;179)	<0,001
Внутрішня ротація	пасивна	17 (14,3;23,3)	27,5 (25;34,8)	49,5 (40,5;57)	90 (79;90)	<0,001
	активна	12,5 (11;20,5)	25,5 (21,3;33,8)	45 (38;54,8)	88,5 (76;89)	<0,001
Зовнішня ротація	пасивна	18 (16,3;24)	28 (25,5;35,8)	50,5 (39;58)	90 (83,8;90)	<0,001
	активна	15 (12,3;21)	26 (23;33,5)	46 (37;56,3)	89 (76,5;89)	<0,001

**Примітка:** \* - за критерієм Фрідмана

Відповідно до тесту Фрідмана аналогічні результати отримано й при порівнянні показників болю, котрий оцінювався у момент досягнення максимальної амплітуди руху і оцінювався у визначені терміни (табл. 2). Це вказує на те, що біль у всіх досліджених напрямках руху також поліпшився впродовж ФТ.

Показник болю у ТТ при першій оцінці склав 9 (9; 9) балів. Значення Me (25%;75%) для результатів другого та третього оцінювання становили 8 (7,25; 8) балів та 6 (5; 6) балів. Заключне оцінювання встановило, що показник болю у ТТ склав 3,5 (3; 4,75) балів. Отримані результати тесту Фрідмана підтвердили наявність відмінностей у результатах з врахуванням показника часу оцінки ( $p < 0,001$ ).

**Дискусія.** Отримані результати вказують на ефективність використаної серед пацієнтів з АКПС та МБС фізичної терапії, котра складалася з КАМ та ІК для ТТ. Зокрема показник Me для пасивного відведення зріс на 65,5°, а для згинання на 115,5°.

**Таблиця 2** – Показники Me (25%;75%) болю при досягненні максимальної амплітуди руху у плечовому суглобі, бали

Рух		Термін вимірювання				p*
		до	1 тиждень	2 тиждень	3 тиждень	
Відведення	пасивне	9 (9;10)	8 (7,3;8)	7 (5;8)	4 (3;4,8)	<0,001
	активне	9 (8;9)	8 (6,3;8)	6,5 (4;7)	3 (2;4,8)	<0,001
Згинання	пасивне	9 (9;10)	8 (8;9)	7 (5;8)	4 (3;4,8)	<0,001
	активне	9 (8;9)	8 (6,3;8)	6,5 (4;7)	3 (2;4,8)	<0,001
Внутрішня ротація	пасивна	9 (9;9)	8 (7;8)	7 (5;7)	3 (3;4,8)	<0,001
	активна	9 (8;9)	7,5 (6,3;8)	6,5 (4;7)	3 (2;4,8)	<0,001
Зовнішня ротація	пасивна	9 (9;9)	8 (7;8)	6,5 (5;7,8)	3 (3;5)	<0,001
	активна	9 (8;9)	8 (6,3;8)	6,5 (4;7)	3 (2;5,5)	<0,001

**Примітка:** \* - за критерієм Фрідмана

Амплітуда пасивної внутрішньої ротації зросла на 73°, а зовнішньої на 72° для показника Me. Показник Me для активного відведення зріс на 67°, а для згинання на 116° за чотири тижні ФТ. Амплітуда активної внутрішньої ротації зросла на 76°, а зовнішньої на 74° для показника Me. Враховуючи представлені у літературі [21] данні слід відмітити, що заключні показники Me досягли значень норми. Динаміка показників Me для оцінок болю при досягненні максимальної амплітуди рухів становила від 5 до 6 балів. Показник Me для болю у ТТ знизився на 5,5 бала за три тижні ФТ.

Дослідження, котрі вивчали вплив КАМ та ІК на показники амплітуди та болю у пацієнтів з АКПС та МБС відсутні. Проте ефективність мобілізації вивчалася для пацієнтів з адгезивним капсулітом, а компресія для пацієнтів з МБС.

У одній з попередніх робіт було встановлено, що ефективність КАМ, котра проводилася двічі на тиждень впродовж 3 місяців серед пацієнтів з АКПС [23], полягала у тому, що середнє значення активної амплітуди відведення збільшилося з 91° до 151°, згинання в сагітальній площині з 113° до 147°, а зовнішньої ротації з 13° до 31°. Також спостерігалася збільшення пасивної амплітуди рухів, зокрема: відведення з 96° до 159°, згинання в сагітальній площині з 120° до 154°, зовнішня ротація з 21° до 41°. Порівняно з результатами Н. М. Vermeulen та співавторів [23], отримані результати були більш виражені, проте у їх роботі не вказується рівень болю, котрий досягався під час проведення КАМ.

Оцінка користі від мобілізації плечового суглобу у рамках дослідження ефективності додаткового застосування пропріоцептивної нейром'язової фасилітації серед пацієнтів з АКПС була виконана у роботі Р. Mahendran та D. Chetia [27]. Терапія проводилася 5 разів на тиждень впродовж 4 тижнів. Дослідники встановили, що амплітуда активного відведення зросла майже на 20° у групі мобілізації, а показник болю зменшився з 6,8 до 4,5 бала. Ця динаміка є меншою ніж отримана, але у роботі авторів мобілізація не вказувалася як інтенсивна чи кінцевоамплітудна, а також не оцінювався рівень болю при виконанні мобілізації.

Аналіз ефективності КАМ (техніка Maitland і Vermeulen, мобілізація лопатки) та стандартної

програми ФТ (пасивна мобілізація середнього діапазону, розтягування, активні вправи, фізіотерапія), котрий був виконаний у дослідженні J.L. Yang та співавторів [28], встановив, що КАМ була більш ефективною серед пацієнтів з АКПС при оцінюванні на 4 та 8 тижні за умови, що терапія проводилася двічі на тиждень впродовж 8 тижнів.

Щодо ІК, то у попередніх дослідженнях встановлено її ефективність для впливу на латентні міофасціальні ТТ ромбоподібних м'язів, зокрема болювий поріг при натиску [29]. Про клінічний ефект компресії (3 сеанси впродовж тижня) у осіб із міофасціальними ТТ у верхньому трапецієподібному м'язі вказується у дослідженні М. ZiaeiFar, а саме звертається увага на значну зміну інтенсивності болю через 2 тижні та 3 місяці порівняно з початковими оцінками. Зокрема перед втручанням оцінка болю за візуально-аналоговою шкалою склала 6,23 бала, через тиждень - 3,2 бала, через два тижні - 2,6 бала, а через 3 місяці - 3,33 бала [30].

Результати, котрі були отримані при вивченні ефективності ІК у пацієнтів з АКПС та МБС, узгоджуються з висновками попередніх досліджень та доповнюють представлені у літературі дані.

**Висновки.** Фізична терапія, котра складається з комбінації КАМ та ІК, є ефективною серед пацієнтів з АКПС і МБС для збільшення пасивної та активної амплітуди рухів у плечовому суглобі, зменшення болю при досягненні кінцевих точок діапазону рухів, а також зменшення болю у ТТ.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у дослідженні впливу КАМ та ІК на показники якості життя, активності та участі серед пацієнтів з АКПС і МБС.

## References

1. Rangan A, Brealey SD, Keding A, Corbacho B, Northgraves M, Kottam L, et al. Management of adults with primary frozen shoulder in secondary care (UK FROST): a multicentre, pragmatic, three-arm, superiority randomised clinical trial. *Lancet*. 2020 Oct 3;396(10256):977-989. PMID: 33010843. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31965-6
2. Lundberg BJ. The frozen shoulder. Clinical and radiographical observations. The effect of manipulation under general anesthesia. Structure and glycosaminoglycan content of the joint capsule. Local bone metabolism. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1969;119:1-59. doi: 10.3109/ort.1969.40.suppl-119.01
3. Sattar MA, Luqman WA. Periarthritis: another duration-related complication of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1985 Sep-Oct;8(5):507-10. PMID: 4053938. doi: 10.2337/diacare.8.5.507
4. Page P, Labbe A. Adhesive capsulitis: use the evidence to integrate your interventions. *N Am J Sports Phys Ther*. 2010 Dec;5(4):266-73.
5. Ahmed S, Khatib S, Haddad C, Babineau J, Furlan A, Kumbhare D. Effect of aerobic exercise in the treatment of myofascial pain: a systematic review. *J Exerc Rehabil*. 2018 Dec 27;14(6):902-910. PMID: 30656147. PMID: PMC6323330. doi: 10.12965/jer.1836406.205
6. Tabatabaiee A, Ebrahimi-Takamjani I, Ahmadi A, Sarrafzadeh J, Emrani A. Comparison of pressure release, phonophoresis and dry needling in treatment of latent myofascial trigger point of upper trapezius muscle. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2019;32(4):587-594. PMID: 30584120. doi: 10.3233/BMR-181302
7. Lugo LH, García HI, Rogers HL, Plata JA. Treatment of myofascial pain syndrome with lidocaine injection and physical therapy, alone or in combination: a single blind, randomized, controlled clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016 Feb 24;17:101. PMID: 26911981. PMID: PMC4766655. doi: 10.1186/s12891-016-0949-3

8. Cummings TM, White AR. Needling therapies in the management of myofascial trigger point pain: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001 Jul;82(7):986-92. PMID: 11441390. doi: 10.1053/apmr.2001.24023
9. Roldan CJ, Hu N. Myofascial Pain Syndromes in the Emergency Department: What Are We Missing? *J Emerg Med.* 2015 Dec;49(6):1004-10. PMID: 26153029. doi: 10.1016/j.jemermed.2015.04.027
10. Challoumas D, Biddle M, McLean M, Millar NL. Comparison of treatments for frozen shoulder: a systematic review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open.* 2020;3:e2029581. PMID: 33326025. PMCID: PMC7745103. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.29581
11. Rangan A, Hanchard N, McDaid C. What is the most effective treatment for frozen shoulder? *BMJ.* 2016 Aug 23;354:i4162. PMID: 27554676. doi: 10.1136/bmj.i4162
12. Rusanov AP, Roi IV, Borzykh NO, Kudrin AP, Vitomskiy VV. The Role of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation in the Physical Therapy of Patients with Adhesive Capsulitis of the Shoulder Joint. *Ukr J Med Biol Sport.* 2022;7(5):35-40. doi: 10.26693/jmbs07.05.035
13. Rusanov AP, Vitomskiy VV. Physical Therapy in the Treatment of Adhesive Capsulitis of the Shoulder Joint. *Ukr J Med Biol Sport.* 2022; 7(6): 31-37. doi: 10.26693/jmbs07.06.031
14. Rusanov AP, Vitomskiy VV, Vitomska MV. The role of mobilization techniques in the physical therapy of patients with adhesive capsulitis of the shoulder joint. *Art of Medicine.* 2022;24(4):181-6. doi: 10.21802/artm.2022.4.24.181
15. Barbero M, Schneebeli A, Koetsier E, Maino P. Myofascial pain syndrome and trigger points: evaluation and treatment in patients with musculoskeletal pain. *Curr Opin Support Palliat Care.* 2019 Sep;13(3):270-276. PMID: 31313700. doi: 10.1097/SPC.0000000000000445
16. Fleckenstein J, Zaps D, Rüger LJ, Lehmeier L, Freiberg F, Lang PM, et al. Discrepancy between prevalence and perceived effectiveness of treatment methods in myofascial pain syndrome: results of a cross-sectional, nationwide survey. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010 Feb 11;11:32. PMID: 20149248. PMCID: PMC2836281. doi: 10.1186/1471-2474-11-32
17. Fedorenko S, Onopriienko I, Vitomskiy V, Vitomska M, Kovelska A. Influence of a psychotype of a patient with musculoskeletal disorder on the degree of work disability. *Georgian Med News.* 2021;4(313):66-71.
18. Fedorenko SM, Vitomskiy VV, Lazarieva OB, Doroshenko EYu, Vitomska MV, Onopriienko IV. Quality of life using the EQ-5D-5L and the features of its dynamics among the orthopedic profile patients in outpatient program of physical therapy. *Zaporozhye Med J.* 2020;22(3):315-22. doi: 10.14739/2310-1210.2020.3.204898
19. Vitomskiy VV, Lazarieva OB, Ra'ad Abdul Hadi Mohammad Alalwan, Vitomska MV. Restoration of ankle joint, quality of life dynamics and assessment of achilles tendon rupture consequences. *Pedagog Psychol Med-Biol Probl Physical Train Sports.* 2017;21(6):308-14. doi: 10.15561/18189172.2017.0608
20. Friction JR, Steenks MH. Diagnostiek en behandeling van myofasciale pijn [Diagnosis and treatment of myofascial pain]. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 1996 Jul;103(7):249-53. [Dutch]
21. Clarkson HM, Gilewich GB. *Musculoskeletal assessment: joint motion and muscle testing.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, A Wolters Kluwer; 2013. 520 p.
22. Markman JD, Gewandter JS, Frazer ME. Comparison of a Pain Tolerability Question With the Numeric Rating Scale for Assessment of Self-reported Chronic Pain. *JAMA Netw Open.* 2020 Apr 1;3(4):e203155. PMID: 32310281 PMCID: PMC7171555. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.3155
23. Vermeulen HM, Obermann WR, Burger BJ, Kok GJ, Rozing PM, van Den Ende CH. End-range mobilization techniques in adhesive capsulitis of the shoulder joint: A multiple-subject case report. *Phys Ther.* 2000 Dec;80(12):1204-13. PMID: 11087307. doi: 10.1093/ptj/80.12.1204
24. Vermeulen HM, Rozing PM, Obermann WR, le Cessie S, Vliet Vlieland TP. Comparison of high-grade and low-grade mobilization techniques in the management of adhesive capsulitis of the shoulder: randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2006 Mar;86(3):355-68. PMID: 16506872. doi: 10.1093/ptj/86.3.355
25. Maitland GD. *Peripheral manipulation.* 2nd ed. London, UK: Butterworths; 1977.
26. Mangus BC, Hoffman LA, Hoffman MA, Altenburger P. Basic principles of extremity joint mobilization using a Kaltenborn approach. *J Sport Rehabil.* 2002;11:235-250. doi: 10.1123/jsr.11.4.235
27. Mahendran P, Chetia D. Combined effects of joint mobilization with proprioceptive neuromuscular facilitation in Subjects with adhesive capsulitis of shoulder. *J CAR Institute Med Sci.* 2013;6(1):5-11.
28. Yang JL, Jan MH, Chang CW, Lin JJ. Effectiveness of the end-range mobilization and scapular mobilization approach in a subgroup of subjects with frozen shoulder syndrome: a randomized control trial. *Man Ther.* 2012 Feb;17(1):47-52. PMID: 21944980. doi: 10.1016/j.math.2011.08.006
29. Fahmy EM, Ibrahim AR, Elabd AM. Ischemic Pressure vs Postisometric Relaxation for Treatment of Rhomboid Latent Myofascial Trigger Points: A Randomized, Blinded Clinical Trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2021 Feb;44(2):103-112. PMID: 33715788. doi: 10.1016/j.jmpt.2020.07.005
30. Ziaefar M, Arab AM, Mosallanezhad Z, Nourbakhsh MR. Dry needling versus trigger point compression of the upper trapezius: a randomized clinical trial with two-week and three-month follow-up. *J Man Manip Ther.* 2019 Jul;27(3):152-161. PMID: 30935341 PMCID: PMC6598483. doi: 10.1080/10669817.2018.1530421

UDC 616.727.2-009.12:615.825

**Effectiveness of Mobilization and Ischemic Compression in Adhesive Capsulitis and Myofascial Pain Syndrome****Rusanov A. P., Roi I. V., Borzykh N. O., Kudrin A. P., Vitomskyi V. V.**

**Abstract.** *The purpose of the study* was to investigate the effect of end-range mobilization and ischemic compression on the range of motion and pain scores in patients with adhesive capsulitis of the shoulder joint and myofascial pain syndrome in the thoracic spine.

**Materials and methods.** 20 patients participated in the study. Goniometry of the shoulder joint, pain assessment on a numerical scale at the endpoints of the range of motion and trigger points (when applying a pressure of 2.5 kg×cm<sup>-2</sup>) were performed before the intervention, at the end of the first week of therapy, at the end of the second and third week.

Physical therapy began after an examination and consultation with an orthopedic traumatologist. All patients received intensive end-range mobilization performed by a physical therapist and ischemic compression performed by the patient 5 times a week (3 weeks). Mobilization techniques from I to V degrees of intensity according to the Maitland classification system were used. Localization of active and latent trigger points was determined, their marking was carried out on an individual map, which was provided to the patient. The patient was instructed in techniques and methods of influencing trigger points of various locations. Compression was performed with an average or above average pain level and a duration of 30 seconds for each trigger point.

**Results and discussion.** The existence of differences in the results of the amplitude was established, taking into account the time factor. The median score for passive abduction increased by 65.5° and for flexion – by 115.5°. The amplitude of passive internal rotation increased by 73°, and external – by 72°. According to Friedman's test, similar results were obtained when comparing pain indicators, which were assessed at the endpoints of the range of motion. The dynamics of medians was from 5 to 6 points. The median trigger point pain score decreased by 5.5 points after three weeks of physical therapy.

The results obtained when studying the effectiveness of ischemic compression in patients with adhesive capsulitis of the shoulder joint and myofascial pain syndrome are consistent with the conclusions of previous studies and complement the data presented in the literature.

**Conclusion.** Physical therapy, which consists of a combination of end-range mobilization and ischemic compression, is effective in increasing passive and active range of motion in the shoulder joint, reducing pain at the end of the range of motion, and reducing pain at trigger points.

**Keywords:** physical therapy, rehabilitation, musculoskeletal system, shoulder joint, pain.

**ORCID and contributionship:**Andrii P. Rusanov : 0000-0002-4357-7059 <sup>A,F</sup>Iryna V. Roi : 0000-0002-4138-4691 <sup>F</sup>Nataliia O. Borzykh : 0000-0002-3733-7905 <sup>F</sup>Anton P. Kudrin : 0000-0002-8156-2755 <sup>F</sup>Volodymyr V. Vitomskyi : 0000-0002-4582-6004 <sup>B,C</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,

C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,

E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR****Volodymyr V. Vitomskyi**

National University of on Physical Education and Sport,  
Department of Physical Therapy and Occupational Therapy  
1, Fizkultury St., Kyiv 03150, Ukraine  
phone: +380442876405, e-mail: vitomskiyvova@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 14.12.2022

Accepted 11.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.235  
УДК 616.7:616–001:616–08–07  
Савельєв М. А.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЛЮДЕЙ З ТРАВМАМИ І ЗАХВОРЮВАННЯМИ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО І НАДЗВИЧАЙНОГО СТАНІВ

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Київ, Україна

*Мета* – розглянути основні методики підвищення фізичної активності людей-інвалідів, які пересуваються на візках, в умовах надзвичайних ситуацій, військового конфлікту, стихійних лих тощо.

*Матеріал та методи дослідження.* Дослідження фізичної реабілітації осіб-інвалідів (на візках) проводилося автором упродовж багатьох років роботи тренером Київського регіонального центру з фізичної культури і спорту інвалідів «Інваспорт» та продовжилось під час військових дій у країні 2022–2023 рр. з акцентуванням на проблемах реабілітації хворих в умовах військового та/або надзвичайного станів. Для активізації фізичної активності людей-інвалідів (на візках) в обмежених військовими діями умовах рекомендовано звернути особливу увагу на вправи для м'язів шиї, суглобів і м'язів верхніх кінцівок; вправи для нижніх кінцівок і органів тазу; вправи для м'язів спини і тулуба; вправи на рівновагу, дихальні вправи, тощо. Корисними будуть і процедури масажу і самомасажу.

*Результати.* Ефективність реабілітаційних заходів і, як наслідок, успішний результат підтримання фізичної активності людей з травмами хребта і інвалідністю в обмежених умовах військового і надзвичайного станів насамперед залежить від своєчасного початку і вірного вибору реабілітаційних програм, від їх загального фізичного і психічного станів, наявності супутніх захворювань і ускладнень, а також від ситуації навколо. Люди з інвалідністю (на візку) або з травмою і захворюванням хребта повинні займатися терапевтичними вправами, робити фізичні вправи аби не втратити фізичну дієздатність, адаптуватись до обставин і мобілізувати функціональні резерви організму.

*Висновки.* Комплексна реабілітація є невід'ємною складовою терапії пацієнтів з травмами хребта, людей з інвалідністю (на візках) тощо. Фізичні вправи не тільки впливають на розвиток рухової активності осіб з інвалідністю, а й підвищують супротив організму до несприятливих чинників навколишнього середовища, активуючи вегетативні системи, стимулюючи і нормалізуючи функції усіх систем організму. Поступове пристосування організму до фізичного навантаження призводить до адаптації, мобілізації і використання

функціональних резервів організму. Фізичне тренування є адаптаційним процесом, яке запускає приховані резерви організму.

**Ключові слова:** реабілітаційні заходи, травми опорно-рухового апарату, травми хребта, інвалід на візку, фізична реабілітація інвалідів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Стаття є фрагментом зведених планів НДР «Розробка технологій фізичної терапії та технічних засобів їх здійснення» (№ держ. реєстрації 0117U002933), та «Вплив гравітаційних тренувань на відновлення опорно-рухового апарату при фізичній реабілітації пацієнтів з травмами хребта» (затверджено 26.09.2021 р. № 2/21) кафедри біобезпеки і здоров'я людини Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

**Вступ.** Фізична активність людей з травмами хребта і захворюваннями опорно-рухового апарату в умовах військового і надзвичайного станів стикається з багатьма різноманітними проблемами і обмеженнями. В умовах військового або надзвичайного станів це стає набагато складнішим, оскільки транспортні послуги, реабілітаційні і спортивні заклади або взагалі не працюють, або працюють в незвичному режимі [1, 2]. Додатково людина-інвалід отримує значне навантаження на психоемоційному рівні.

Фізична терапія є невід'ємною складовою реабілітаційного процесу, причому методи фізичної реабілітації розподіляють на активні, пасивні і психореґулюючі.

Кінезіотерапія відноситься до активних форм реабілітаційного процесу. До методик кінезіотерапії належать лікувальна гімнастика, елементи спорту, вправи на тренажерах (механотерапія), гідрокінезіотерапія, підвісна терапія тощо [1].

**Метою роботи** було розглянути основні методики підвищення фізичної активності людей-інвалідів, які пересуваються на візках, в умовах надзвичайних ситуацій, військового конфлікту, стихійних лих тощо.

**Матеріал та методи.** У роботі використовувались наступні методи дослідження: аналіз

науково-методичної літератури та інформаційних джерел за темою дослідження; інструментальні методи дослідження, соціологічні методи дослідження, методи оцінки функціонального стану.

Дослідження фізичної реабілітації осіб-інвалідів (на візках) проводилося автором упродовж багатьох років роботи тренером Київського регіонального центру з фізичної культури і спорту інвалідів «Інваспорт» та продовжилось під час військових дій у країні 2022–2023 рр. з акцентуванням на проблемах реабілітації хворих в умовах військового та/або надзвичайного станів.

Дослідження виконувалось з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964–2013 рр.); Закону України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» (зі змінами 2021–2022 рр.), наказів МОЗ України № 57 від 07.02.2008 р. «Про затвердження державних соціальних нормативів у сфері реабілітації інвалідів» (зі змінами) та № 623 від 8.10.2007 р. «Про затвердження форм індивідуальної програми реабілітації інваліда, дитини-інваліда та порядку їх складання»; постанови Кабінету Міністрів України № 321 від 5 квітня 2012 р. «Про затвердження Порядку забезпечення технічними та іншими засобами реабілітації осіб з інвалідністю, дітей з інвалідністю та інших окремих категорій населення і виплати грошової компенсації вартості за самостійно придбані технічні та інші засоби реабілітації, переліків таких засобів» (в редакції постанови Кабінету Міністрів України № 362 від 14.04.2021 р.).

Для покращення фізичної активності людей-інвалідів (на візках) в обмежених військовими діями умовах зверталася особлива увага на вправи для м'язів шиї, суглобів і м'язів верхніх кінцівок; вправи для нижніх кінцівок і органів тазу; вправи для м'язів спини і тулуба; вправи на рівновагу, дихальні вправи тощо. Корисними будуть і процедури масажу і самомасажу.

**Результати дослідження.** В обстановці військового конфлікту в місцях надзвичайного стану, природного лиха тощо виникає так званий бойовий стрес, або дистрес [3]. За таких умов зміни в організмі людини відбуваються не тільки на фізичному, а й на психоемоційному рівнях. При цьому починають працювати адаптаційні механізми, які можуть виражатися, наприклад, у вигляді шоку, мобілізації чи, навпаки, виснаження організму [4].

Виникає ціла низка взаємопов'язаних і взаємоумовлених реакцій організму, а саме: тривоги (від шоку до протишоку); опірності (мобілізація організму); стабілізації; виснаження і, як результат, можливе виникнення великої кількості різних соматичних захворювань [3, 4].

На думку фахівців [1], до механізмів тонізуючого впливу вправ терапевтичних вправ належать: суттєве підвищення кровообігу і лімфообігу; підвищення збудженості нейронів; збільшення вентиляції легень; нормалізація функції травного каналу; стимуляція гемопоезу; збільшення кровопостачання м'язів; стимуляція кори надниркових залоз та ін.

Трофічний механізм лікувального ефекту від фізичних вправ передбачає попередження атрофічних і дегенеративних процесів; підсилення регенерації і репарації; покращення окисно-відновних процесів; підвищення вмісту кальцію у кістках тощо [1].

Вправи лікувальної гімнастики активізують компенсаційні процеси, пригнічують патологічні рефлекси і нормалізують функціонування органів, систем організму в цілому.

Таким чином, фізичне тренування стимулює різноманітні фізіологічні процеси, збільшує здатність організму до розвитку пристосувальних процесів та створює комплексну лікувально-відновлювальну дію на весь організм хворого.

Тренувальний процес включає загальне і спеціальне тренування. Загальне тренування призначене для оздоровлення і укріплення організму, тоді як спеціальне має на меті відновлення втрачених функцій організму і спрямоване саме на ту область (орган), де має місце порушення функцій [1].

Для продовження фізичної активності в обмежених умовах рекомендуються вправи, які можна розподілити на декілька великих груп. Це, зокрема вправи для м'язів шиї [5]; вправи для суглобів і м'язів верхніх кінцівок [6]; вправи для м'язів спини і тулуба та вправи на рівновагу; вправи для нижніх кінцівок і органів тазу; дихальні вправи [9, 10]; фізичні вправи при неврозах [1, 11].

#### **Обговорення результатів дослідження.**

Для підтримання фізичної форми людини-інваліда (на візку), підвищення фізичної активності людей, що зазнали травми хребта рекомендовані наступні вправи:

*1. Вправи для м'язів шиї.* Різноманітні нахили голови, повороти, розтягнення м'язів шиї убік, вперед, назад за допомогою руки, яка додає зусиль на розтягнення або на супротив. Вправи слід виконувати повільно, уникаючи різких рухів. Ці вправи забезпечують підвищення постачання кисню до відділів головного мозку, активізують кровопостачання до м'язів шиї і шийних хребців [5].

*2. Вправи для суглобів і м'язів верхніх кінцівок.* Спеціально для суглобів використовувалася суглобова гімнастика, яка допомагала зміцнити і відновити зв'язки, весь кістково-суглобовий апарат шляхом роботи з м'язами і сухожиллями, оточуючими кожне зчленування. Це, зокрема, вправи

на обертання в кистьовому, ліктьовому і плечовому суглобах; вправи на розтягнення зв'язок. Застосування суглобової гімнастики на практиці довело ефективність її впровадження з метою якнайшвидшого відновлення рухової активності [13–17]. До спеціальних вправ суглобової гімнастики, зокрема, належать: вправи для розвитку координації рухів та функції рівноваги, суглобова гімнастика для усунення контрактур та інші види. Виконання особливо-інвалідом спеціальних вправ спрямовано на розвиток здатності до диференціювання м'язових зусиль і довільного розслаблення м'язів. При виконанні вправ важливою є участь окремих м'язових груп в одному русі. Усі вправи виконуються у статичному та / або динамічному режимах [14, 17]. Основний фокус вправ повинен бути спрямований на зміцнення таких м'язів, як триголовий м'яз плеча, двоголовий м'яз плеча та дельтоподібний м'яз, оскільки сила саме зазначених м'язів є вирішальною для навичків сидання у людей з травмами хребта [7, 18].

**3. Вправи для м'язів спини і тулуба; вправи на рівновагу.** Серед таких вправ, по-перше, найбільш ефективними є вправа перевертання на правий/лівий боки. Самостійна здатність пацієнта переходити в «положення на бік» сприяє профілактиці ускладнень, а також зменшує навантаження на родичів і супроводжуваних осіб стосовно догляду за хворим. Вміння перевертатись на бік є важливим компонентом для наступної рухової дії – «перехід в сидяче положення». У положенні «лежачи на животі», можна виконувати вправи для зміцнення м'язів спини, підіймаючи тулуб. А лежачи на спині, виконувалися вправи для зміцнення м'язів черевного пресу; підтягування ніг, зігнутих в колінах, до грудної клітини; для масажу внутрішніх органів черевної порожнини.

У лікувально-гімнастичному комплексі значне місце приділялося вправам для черевного преса [17, 18].

Тренування у «вихідному положенні», сидячи з прямими ногами – таким чином збільшується площа опори. Подалі в положення «сидячи з опущеними ногами», тому що така позиція тіла є більш функціональною і навіть складнішою в плані тренування. Додатково тренується здатність тримати рівновагу, що полягає у виведенні корпусу пацієнта за межі площі опори і здатності повертати тіло в стійке положення. Для ускладнення навантаження вправи можна виконувати в інвалідному візку або на стільці. Це різноманітні нахили, скручування тулуба тощо; можна використовувати обтяження – гантелі, грузи на передпліччя та ін.

За допомогою асистента можна дещо ускладнити вправи, якщо асистент легкими поштовхами виводить пацієнта за межі площі опори. Завдання

хворого – утримувати сидяче положення. При цьому можна додати до вправи прийом і передавання пацієнтом різноманітних предметів – гантелей, м'яча, пляшок з водою тощо. Завдання модна ускладнити зміною положення предметів і збільшенням швидкості їх передавання. Можна додати також «імітацію боксу».

**4. Вправи для нижніх кінцівок і органів тазу.** Якщо є можливість вставати на ноги, то пацієнта потрібно спонукати до цього. Якщо немає можливості виконувати рухи ногами самостійно, то потрібно стояння в «коліноупорі» з ходунками, з ходунками в ортезах (лонгетах) або біля стіни. Робити рухи тазом вперед, назад, вправо/вліво та по колу.

Для зміцнення м'язів тазового дна необхідна насамперед вправа для м'яза, що піднімає задній прохід і спричинює активну напругу промежини, довільне стискання та розтискання зовнішнього сфінктера, втягування у себе прямої кишки, що відбувається при одночасному скороченні сідничних м'язів. Великі сідничні м'язи, зближуючись, створюють міцну опору для м'яза, що стискає і закриває задній прохід, сприяючи також зміцненню (посиленню) самих м'язів тазового дна [8]. Швидке стиснення та розтискання м'язів промежини масажує і тонізує сечостатеві органи (тазові), викликаючи приплив артеріальної та відтік венозної крові.

**5. Дихальні вправи.** Дихальні вправи використовуються для профілактики застійних явищ у легенях, поліпшення їх вентиляції тощо; вони запобігають посттравматичним та/або післяопераційним легневим ускладненням, тренують відповідну мускулатуру, збільшуючи рухливість грудної клітини і діафрагми, забезпечують нормальний газообмін у тканинах [9, 10, 17].

Фахівці відзначають такі механізми дії фізичних вправ при захворюваннях органів дихання, а саме: фізичні вправи стимулюють функцію зовнішнього дихання, тобто є умовно-рефлекторними подразниками дихальної системи і пропріоцептивними регуляторами дихального рефлексу; нормалізують порушену функцію зовнішнього дихання; вправи збільшують рухливість грудної клітки, стимулюють екскурсію діафрагми, зміцнюють дихальну мускулатуру, удосконалюють механізм дихання і координацію дихання й рухів; вправи підвищують продуктивність кашлю, впливаючи на рецепторний апарат і кашльовий центр, сприяють виведенню мокротиння; фізичні вправи поліпшують регенераторні процеси.

Дихальні вправи є особливо сприятливим, коли вони поєднуються з енергійними рухами рук і корпусу. Це так зване *активне (динамічне) дихання* [19]. Інший вид дихання – *пасивне (статичне) дихання*. Саме з нього і необхідно починати

заняття з гімнастики, а також завершувати ним складні і важкі фізичні вправи – по 2–3 дихальних рухів у повному спокої. *Діафрагмальне дихання* призводить до розширення грудної порожнини у вертикальному напрямку і таким чином звільняє місце для повітря під час вдиху. *Черевне дихання*. Права рука на животі, ліва – на грудній клітці. Надуваємо сильно живіт – вдих. Втягуємо живіт – видих. І такі вправи необхідно повторювати до 8–10 разів. Можна також ускладнити такі вправи використанням рук, натисканням на грудну клітку руками при видиху тощо.

Для дихальних вправ можна використовувати і достатньо відомі авторські методики, зокрема, метод вольової ліквідації глибокого дихання К. П. Бутейко; парадоксальна дихальна гімнастика О. М. Стрільникової; сучасні східні дихальні системи (цигун, тай-цзі, хатха-йога та ін.) [7, 10].

**6. Фізичні вправи при неврозах.** У результаті бойових дій та військового стану серед населення і особливо – серед людей з інвалідністю спостерігається виникнення неврозів через постійні стресові ситуації. Одним із найбільш дієвих реабілітаційних засобів відновлення організму людини при неврозах є терапевтичні вправи, які не тільки поліпшують ефективність лікування, а й запобігає потенційним ускладненням при захворюваннях, прискорює відновлення систем і органів організму. Під впливом вправ у пацієнтів розвиваються, вдосконалюються і закріплюються зв'язки, посилюється регулюючий вплив кіркових і підкіркових центрів на вегетативні системи, опорно-руховий апарат тощо. При цьому рефлекторний компонент доповнюється гуморальним, оскільки при виконанні їх до крові поступають гормони, метаболіти та інші біологічно активні компоненти, що здійснюють стимулюючу дію на функцію органів і систем. Важливими є й ті позитивні емоції, що виникають у процесі кінезіотерапії [1, 5, 10, 20].

Як зазначають фахівці [11], при лікуванні неврозів найбільш ефективним є застосування комплексної терапії – зокрема, застосовується індивідуальна чи групова психотерапія, рекомендується відпочинок, зміна обстановки, лікувальна гімнастика і масаж поряд з медикаментозним лікуванням пацієнта.

При розробці спеціальних реабілітаційних програм застосування терапевтичних вправ при неврозах використовують такі методики: релаксація; концентрація; аутогенне тренування [11, 21].

Щоб встановити ефективність занять лікувальною гімнастикою для хворих на неврози, запропоновано декілька спеціальних проб і тестів, зокрема, проба на швидкість активних рухів, координаторна проба, проба Ашнера, а також декілька показників фізичної підготовленості пацієнта [11, 21].

**7. Самомасаж (СМ)** – є необхідною складовою при виконанні фізичних вправ, зокрема, класичний СМ сприяє зміцненню пресу, поліпшенню перистальтики кишківника та виконується за допомогою рук, масажної щітки або спеціального масажера і починається з погладжуючих кругових рухів з наростаючою подальшою інтенсивністю [12]. Баночний масаж передбачає застосування медичних банок і значно прискорює кровообіг, але має ряд протипоказань. СМ шиї, основне завдання якого розслабити м'язи і активізувати мікроциркуляцію кровотоку шкіри, починається із задньої поверхні шиї – від лінії росту волосся до сьомого шийного хребця. Масаж здійснюється круговими натискальними рухами. Окремо масажувалася область голови, здійснюючи точкові і кругові рухи пальців рук.

**Висновки.** Комплексна реабілітація є невід'ємною складовою терапії пацієнтів з травмами хребта, людей з інвалідністю (на візках) тощо. Успішний результат лікування, повне чи часткове відновлення втрачених функцій організму людини багато в чому визначається своєчасним початком і правильністю вибору реабілітаційних програм. Вибір методів і засобів фізичної реабілітації і фізичної активності осіб-інвалідів в обмежених умовах військового та надзвичайного станів залежить від їх загального фізичного, психічного стану, наявності супутніх захворювань і ускладнень. Поступове пристосування організму до фізичного навантаження призводить до адаптації, мобілізації і використання функціональних резервів організму.

**Перспективи подальших досліджень.** Оскільки сучасна відновлювальна медицина базується не тільки на традиційній фізичній реабілітації, а й на застосуванні новітніх технологій на основі досягнень сучасної науки, то саме в цих напрямках буде продовжено дослідження. І головним результатом медичної реабілітації людей з травмами хребта та інвалідів на візку буде не тільки повернення їх до незалежного способу життя, а й суттєве покращення якості життя.

## References

1. Kozolkin OA, Vizir IV, Sikorska MV, Laponov OV. *Reabilitatsiya patsiyentiv z zakhvoryuvannyamy nervovoyi systemy* [Rehabilitation of patients with diseases of the nervous system]. Navch-metod posibn dlya magistriv medytsyny IV kursu medychnogo f-tu zakladiv vyshchoyi osvity III-IV rivnya akredytatsiyi po spets «Medytsyna» kvalifikatsiyi profesiynoyi «Likar». Zaporizhzhya: ZDMU; 2019. 183 p. [Ukrainian]

2. Chernenko VV. Patogenez, diagnostyka ta likuvannya krystalurii [Pathogenesis, diagnosis and treatment of crystalluria]. *Zdorov'ya Ukrainy: medychna gazeta*. 2019;1:2–4. [Ukrainian]
3. Oros MM, Gal AV. Stres, dystres, yogo vydy ta korektsiya [Stress, distress, its types and correction]. *Liky Ukrainy*. 2021;7(253):32–35. doi: 10.37987/1997-9894.2021.7(253).245660. [Ukrainian]
4. Nechitaylo IS, Myloslavskya OV. Psykhologichnyy dystres naselennya Ukrainy pid chas viyny [Psychological distress of the population of Ukraine during the war]. *Osobystist, suspilstvo, viyna: tezy dop uchasnykiv mizhnar psykhol forumu. MVS Ukrainy, Kharkiv nats un-t vnutr sprav, Nats politsiya Ukrainy ta in. Kharkiv, 15 Apr 2022*. Kharkiv: KhNUVS; 2022. p. 85–87. [Ukrainian]
5. Kindzer BM, Babych NL, Sirenko RR, Rybchych IYe, Ilnytskyy IM, Petrenko NV. Metodyka fizychnoyi terapiyi sambistiv iz vykorystanniam zasobiv kineziologichnogo teypuvannya pry travmakh shyyi [Methodology of physical therapy of sambi athletes using kinesiological taping for neck injuries]. *Naukovyy chasopys NPU imeni MP Dragomanova*. 2021;11(143):75–83. [Ukrainian]
6. Butko KM. Problema medychnoyi i psykhologichnoyi reabilitatsiyi osib iz travmatychnym ushkozhenyem verkhnikh kintsivok [The problem of medical and psychological rehabilitation of persons with traumatic injuries of the upper limbs]. *Medychna psykhologiya*. 2016;2(11):6–9. [Ukrainian]
7. Sologubova S. Vykorystannya vprav dlya zmitsnennya m'yaziv spyny pry pryomyi kontrolnykh normativ u vuzakh [Use of exercises to strengthen back muscles during control standards submission in universities]. *Fizychna kultura, sport ta zdorov'ya natsiyi*. 2015;19(1):411–416. [Ukrainian]
8. Markovych O, Chyzhyshyn B, Korobko L, Prymachok L. Osoblyvosti likuvalnoyi fizykultury pry osteoartrozakh suglobiv nyzhnikh kintsivok [Peculiarities of physical therapy for osteoarthritis of the joints of the lower extremities]. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*. 2022;2:20–23. doi: 10.31891/pcs.2022.2.3. [Ukrainian]
9. Al-Khavamdekh KhM, Vitomskyy VV, Vitomska MV, Gavrelyuk SV. Vplyv dykhalnykh vprav na tryvogu ta depresiyu kardiokhirurgichnykh patsiyentiv u ramkakh stacionarnoyi programy fizychnoyi terapiyi [The effect of breathing exercises on anxiety and depression of cardiac surgical patients as part of an inpatient physical therapy program]. *Art of Medicine*. 2020;4(16):13–20. [Ukrainian]. doi: 10.21802/artm.2020.4.16.13
10. Gerasymov A. Porivnyalnyy analiz dekompresiynykh sposobiv kinezyterapiyi poperekovogo viddilu khrebta ta dykhalnykh vprav Tsygun v aspekti likuvannya bolovogo syndromu [Comparative analysis of decompression methods of kinesitherapy of the lumbar spine and Qigong breathing exercises in the aspect of pain syndrome treatment]. *Sportyvna medytsyna, fizychna terapiya ta ergoterapiya*. 2021;2:98–105. [Ukrainian]
11. Pyurko VYe, Kazakova SM. Fizychna reabilitatsiya yak metod vplyvu na zdorov'ya lyudey pry nevrozakh [Physical rehabilitation as a method of influencing the health of people with neuroses]. *Zdorov'ya lyudyny v suchasnomu kulturno-osvitnomu prostori. Sumy, 22 Mar 2019*. 2019. p. 61–67. [Ukrainian]
12. Korolchuk AP, Sulyma AS. *Masazh zahalnyi i samomasazh* [General massage and self-massage]. Vinnytsya; 2018. 128 s. [Ukrainian]
13. Sokolovskyy VS. *Likuvalna fizychna kultura* [Therapeutic physical culture]. Odesa: Odes derzh med un-t; 2005. 487 p. [Ukrainian]
14. Achkas AEE, Epifanov V. *Medical rehabilitation*. 2020. 736 p. doi: 10.33029/9704-4843-4-MR-2-2020-1-736
15. Marchenko OK. *Fizychna reabilitatsiya khvorykh z travmamy y zakhvoryuvannyamy nervovoyi systemy* [Physical rehabilitation of patients with injuries and diseases of the nervous system]. K: Olimpiyska literatura; 2006. 195 p. [Ukrainian]
16. Vitsko S. Zagalni polozhennya ta pryntsyipy fizychnoyi reabilitatsiyi invalidiv z travmatychnym urazhenyem khrebta ta spynnogo mozku [General provisions and principles of physical rehabilitation of disabled persons with traumatic damage to the spine and spinal cord]. *Moloda sportyvna nauka Ukrainy*. 2003; 298–302. [Ukrainian]
17. Marunych VV, Shevchuk VI, Yavorovenko OB. *Metodychnyy posibnyk z pytan reabilitatsiyi invalidiv* [Methodical manual on issues of rehabilitation of the disabled people]. Vinnytsya: Vlasyuk O; 2006. 212 p. [Ukrainian]
18. Mukhin VM. *Fizychna reabilitatsiya* [Physical rehabilitation]. Pidruchnyk dlya vyshchykh navchalnykh zakladiv fizychnoho vykhovannya ta sportu. 3e vydannya. K: Olimpiyska literatura; 2009. 488 c. [Ukrainian]
19. Okamoto G. *Osnovy fizychnoyi reabilitatsiyi* [Basics of physical rehabilitation]. Navch posib; per z angl Kobiva Yu, Dobrynina KA. Lviv; 2002. 232 p. [Ukrainian]
20. Kozryyev AV. *Efektivnist zastosuvannya kinezio- ta traktsiyonoyi terapiyi u reabilitatsiyi khvorykh na popereko-vo-kryzhovyy osteokhondroz khrebta z urakhuvannyam yogo klinichnykh proyaviv* [The effectiveness of the use of kinesi- and traction therapy in the rehabilitation of patients with lumbosacral osteochondrosis of the spine, taking into account its clinical manifestations]. Berlin; 2018. p. 66–68. [Ukrainian]
21. Suprunenko MV. Autogenne trenuvannya i metody yogo vykorystannya [Autogenic training and methods of its use]. *Naukovyy chasopys NPU imeni MP Dragomanova*. 2021;5(136):120–124. [Ukrainian]. doi: 10.31392/NPU-nc.series15.2021.5(136).28
22. Dovggy IL, Svyrydova NK. Reabilitatsiya khvorykh, yaki perenesly ishemichnyy insult metodamy ozonoterapiyi, kineziterapiyi, fizioterapiyi i akupunktury [Rehabilitation of patients who have suffered an ischemic stroke by

methods of ozone therapy, kinesitherapy, physiotherapy and acupuncture]. *Skhidno-yevropeyskyy neurologichnyy zhurnal*. 2016;6:4–9. [Ukrainian]. PMID: 22510977. doi: 10.33444/2411-5797.2016.6(12).4-9

23. Sergeyev V, Tuchak A, Krendelyeva V. Klasychnyy masazh u poyednanni z tochkovym ta liniynym drevnoskhidnym [Classical massage in combination with point and linear ancient eastern massage]. *Molodizhnyy naukovyy visnyk Skhidnoyevropeyskogo natsionalnogo universytetu imeni Lesi Ukrayinky*. 2013;10:64–68. [Ukrainian]

UDC 616.7:616–001:616–08–07

### Ensuring Physical Activity of People with Injuries and Diseases of the Musculoskeletal System in Military and Emergency Conditions

Saveliev M. A.

**Abstract.** *The purpose of the study was to consider the main methods of increasing the physical activity of people with disabilities (in wheelchairs) in emergency situations, military conflicts, natural disasters, etc.*

**Materials and methods.** The study of physical rehabilitation of people with disabilities (in wheelchairs) was conducted by the author during many years working as a trainer of the Kyiv Regional Center for Physical Culture and Sports for the Disabled “Invasport” and continued during the military actions in the country in 2022–2023 with an emphasis on the problems of rehabilitation of patients in military and emergency conditions.

In order to increase the physical activity of people with disabilities (in wheelchairs) in conditions limited by military operations, it is recommended to pay special attention to exercises for the muscles of the neck, joints, and muscles of upper limbs; exercises for the lower limbs and pelvic organs; exercises for back and trunk muscles; balance exercises, breathing exercises, etc. Massage and self-massage procedures will also be useful in such situations.

**Results and discussion.** The effectiveness of rehabilitation and, as a result, the successful outcome of maintaining the physical activity of people with spinal injuries and disabilities largely depends on the early start and correct selection of rehabilitation programs. In addition, the choice of methods and means of physical rehabilitation and physical activity for people with disabilities in the limited military and emergency conditions depends on their general physical and mental condition, the presence of accompanying diseases and complications, as well as on the surrounding circumstances. However, regardless of the difficulties and surrounding circumstances, people with disabilities (in a wheelchair) or with an injury and spine diseases must be engaged in physical therapy and do physical exercises in order not to lose the physical capacity for action, even limited, to be able to adapt to the circumstances and mobilize functional reserves of their bodies.

**Conclusion.** Comprehensive rehabilitation is an integral part of therapy for patients with spinal injuries, people with disabilities (in wheelchairs), etc. Physical exercises not only affect the development of the motor activity of people with disabilities but also increase the body's resistance to adverse environmental factors, activating vegetative systems, stimulating and normalizing functions of body systems. The gradual adaptation of the body to physical exertion leads to adaptation, mobilization and use of the body's functional reserves. Physical training itself is an adaptation process that activates the body's hidden reserves.

**Keywords:** rehabilitation measures, injuries of the musculoskeletal system, spine injuries, people with disabilities in wheelchairs, physical rehabilitation of people with disabilities.

#### ORCID and contributionship:

Mykhailo A. Saveliev : 0000-0002-0916-6475<sup>A-F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

**Myhailo A. Saveliev**

National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute,  
Department of Biosecurity and Human Health  
37, Pobedy Ave., Kyiv 03056, Ukraine  
phone: +380973895022, e-mail: cdsms63@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 14.12.2022

Accepted 11.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

## ПОГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

DOI: 10.26693/jmbs08.01.241

УДК 616-001:616.12-008:341.33

Лазоришинець В. В., Руденко М. Л.,  
Сіромаха С. О., Андрущенко Т. А.

### ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТРУКТУРИ ХВОРОБ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ, ТРАВМ І БОЙОВИХ ПОРАНЕНЬ ГРУДНОЇ КЛІТКИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Державна установа «Національний інститут серцево-судинної хірургії  
імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України»,  
Київ, Україна

*Мета роботи* – вивчити частоту хвороб системи кровообігу, частоту і характер отриманих травм і бойових поранень грудної клітки для забезпечення належної якості надання висококваліфікованої медичної допомоги кардіохірургічного профілю.

*Об'єкт і методи.* У дослідження увійшли військовослужбовці, які приймають участь у бойових діях та отримали травми і бойові поранення грудної клітки, а також потребують хірургічного лікування з приводу хвороб системи кровообігу. Представлені результати аналізу первинної облікової медичної документації, клінічних даних, дослідження нозологічних форм хвороб системи кровообігу, травм і бойових поранень грудної клітки у військовослужбовців.

*Результати.* На базі Державної установи «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України» розпочато роботу по створенню клінічного реєстру хвороб системи кровообігу, травм і бойових поранень грудної клітки у військовослужбовців і цивільних осіб. Встановлені основні види травм і бойових поранень грудної клітки, з'ясовані нозологічні форми хвороб системи кровообігу.

Під час надання спеціалізованої кардіохірургічної допомоги на базі Державної установи «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України» у 3 випадках з 7 виникла необхідність у залученні фахівців інших медичних спеціальностей. Конкретизувавши клінічні випадки бойових травм і поранень грудної клітки встановлено в яких саме фахівцях виникла потреба у консультуванні та спільному оперативному втручанні: торакальний хірург, хірург ортопед-травматолог, нейрохірург та інші.

Обґрунтовано доцільність створення мультидисциплінарних медичних команд, затвердження їх графіку роботи/чергувань на час воєнного стану. Відповідно до медичних протоколів країн НАТО високоспеціалізовані фахівці передбачені лише на 4 рівні медичної допомоги.

*Висновки.* При аналізі клінічних форм травм і бойових поранень грудної клітки обґрунтована доцільність створення мультидисциплінарних медичних команд для забезпечення належної якості надання медичної допомоги та підвищення її ефективності.

**Ключові слова:** хвороби системи кровообігу, бойове поранення грудної клітки, травма грудної клітки, мультидисциплінарні медичні команди.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано в межах бюджетного фінансування, запланованого до виконання у 2023-2025 роках під науковим керівництвом академіка Василя Лазоришинця.

**Вступ.** Від початку проведення антитерористичної операції (АТО)/ операції Об'єднаних сил (ООС) на Сході України високоспеціалізована медична допомога носила дещо хаотичний характер, виключенням не стала і кардіохірургічна допомога. Зазначене обумовлено декількома важливими факторами: повномасштабним вторгненням РФ в Україну, станом медицини в Україні після тривалого реформування медичної галузі та відсутності бойового досвіду з часів II Світової війни.

Лише невелика група військових медиків мала досвід з організації надання висококваліфікованої медичної допомоги пораненим в умовах бойових дій, отриманий під час служби в місіях ООН, військових конфліктах в Афганістані, Лівії та інших. Але активні бойові дії на території України вимушили негайно діяти і розгорнути мережу військових

шпиталів та напрацювати порядок їх роботи. Для збереження життя багатьох військовослужбовців і цивільних потрібно забезпечити негайну евакуацію на різні рівні медичної допомоги, що є визначальним фактором при багатьох видах поранень які несуть загрозу життю. До таких видів травм і поранень належать: бойові травми і поранення грудної клітки та хвороби системи кровообігу (ХСК), які вимагають забезпечення надання негайної хірургічної допомоги.

Для вирішення потреб щодо забезпечення висококваліфікованої медичної допомоги хірургічного профілю керівництвом військових медиків було прийнято рішення взяти за основу існуючі стандарти країн НАТО, досвід ведення бойових дій яких сформував чіткі вимоги до рівнів надання медичної допомоги, їх вимог та обсягів.

Основною метою військової медицини країн НАТО є три постулати, це збереження: життя, зору і кінцівок. Для забезпечення даних потреб медичної служби НАТО була створена об'єднана система травм та реєстр травм (від англ. Joint Theater Trauma System – JTTS), метою якої є надання своєчасної повноцінної медичної допомоги кожному пораненому і травмованому військовому [1].

Клінічні практичні настанови з лікування бойових травм і поранень серця та магістральних судин, які інтегровані у JTTS наголошують на труднощах пов'язаних з умовами проведення сучасних бойових дій, що полягають в обмеженні технічних і кадрових ресурсів. Зазначене вимагає від військових медиків володіння прийомами серцево-судинної хірургії (а саме: накладання тимчасових судинних шунтів для забезпечення хірургічної стабілізації пораненого та його подальшої евакуації), здатності прийняття рішення щодо надання скороченого або повного обсягу спеціалізованої серцево-судинної допомоги [2].

Згідно принципів тактичної медицини (від англ. Tactical Combat Casualty Care – TCCC) забезпечується етапне надання заходів невідкладної медичної допомоги, першої лікарської та хірургічної стабілізації, яка в свою чергу базується на доктринах багатоетапного хірургічного лікування (від англ. Damage Control Surgery – DCS). Далі слідує евакуація на відповідний рівень медичної допомоги [3].

У зоні АТО/ООС широко впроваджена практика при бойових пораненнях і травмах серця та магістральних судин проводити евакуацію відразу на IV найвищий рівень спеціалізованої медичної допомоги.

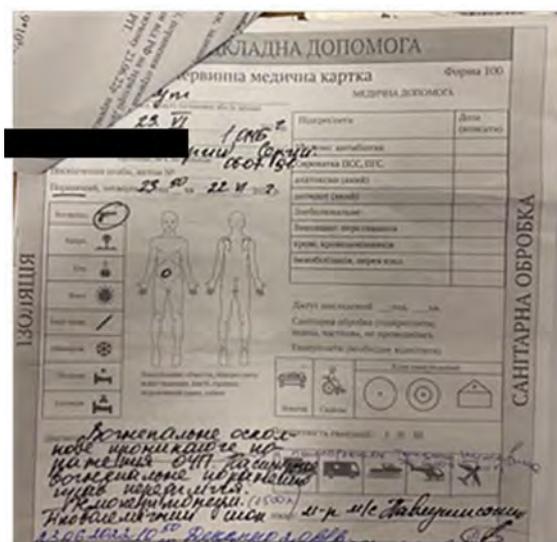
Таким чином, враховуючи все зазначене, реєстрація кількості осіб поранених/травмованих військових і цивільних осіб, що потребують висококваліфікованої спеціалізованої кардіохірургічної допомоги, вивчення її структури та забезпечення її якості є надзвичайно актуальним.

Вище зазначене обумовило **мету дослідження** – вивчити частоту ХСК у військових і цивільних, частоту і характер отриманих бойових поранень і травм грудної клітки для забезпечення належної якості надання висококваліфікованої спеціалізованої медичної допомоги кардіохірургічного профілю.

**Матеріал та методи дослідження.** У дослідження увійшли військовослужбовці, які приймають участь у активних бойових діях (n=146). Вік учасників дослідження варіював від 19 до 64 років, середній вік становив 43,06±4,07. Всі учасники дослідження (виключно чоловічої статті) перебували на лікуванні у Державній установі «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України» з приводу ХСК, бойових поранень і травм грудної клітки.

Матеріали використані у дослідженні не порушують принципів біоетики і можуть бути опубліковані у статті (витяг з протоколу №2 засідання Комісії з біоетики Державної установи «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України» від 02 липня 2022 року). Всі пацієнти, які брали участь у дослідженні, підписали інформовану добровільну згоду.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Відповідно до основ медичної допомоги ТССС всі військові мають бути обізнані щодо: серцево-легеневої реанімації, контролю кровотечі, іммобілізації, накладання пов'язок, транспортування поранених та евакуації, комунікації з іншими рівнями медичної допомоги, а також вміти заповнювати звітності щодо обліку випадків бойових поранень і травм, які будуть супроводжувати бійців під час евакуації до медичних закладів (**рисунк 1**).



**Рисунк 1** – Зразок заповненої форми 100. НЕВІДКЛАДНА ДОПОМОГА

**Первинна медична карта.** При вивченні первинної облікової документації військових (форми 100) з'ясовано, що вони поступили до Інституту з медичних закладів, які розташовані у безпосередній близькості до районів проведення бойових дій. а саме з медичних закладів, які відповідають III рівню у системі медичного забезпечення, а отже, потерпіли потребували спеціалізованої кардіохірургічної допомоги IV рівня тому, були скеровані до Державної установи «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України».

Для вивчення частоти і нозологічних клінічних одиниць ХСК, бойових поранень і травм грудної клітки учасники дослідження були розподілені на 14 клінічних груп: 1 група з ішемічною хворобою серця (ІХС), (n=40); 2 група з патологією клапанів серця (n=15); 3 група з порушеннями ритму серця (ПРС), (n=35); 4 група з кардіоміопатіями (КМП), (n=6); 5 група з інфекційним ендокардитом (ІЕ), (n=4); 6 група з патологією аорти (n=6); 7 група тромбоемболією легеневої артерії (ТЕЛА), (n=1); 8-13 клінічні групи з комбінованою патологією серцево-судинної системи (ССС), (n=20); 14 група з бойовими пораненнями і травмами грудної клітки (n=19). Характеристика вибірки за клінічними групами ХСК представлена у **таблиці 1**.

Аналіз частот ХСК у військовослужбовців, які брали участь у бойових діях показав, що патологія ССС має тенденцію до переходу з компенсованого стану до загострення/декомпенсації. Вочевидь дане явище зумовлене бойовим стресом військових, так як стресовий фактор є провідним етіологічним чинником ХСК, з другої групи модифікуючих медико-соціальних факторів ризику розвитку ХСК за класифікацією ВООЗ [4].

Бойовий стрес і посттравматичні стресові розлади (ПТСР) призводять до стійкого збудження вегетативних центрів регуляції кровообігу, виснаження депресорних факторів регуляції артеріального тиску і запускають каскад патогенетичних реакцій, що зумовлює загострення більшості ХСК [5]. Гіперактивність вегетативних центрів на тлі бойового стресу і ПТСР під час воєнного часу призводить до патологічних змін у ССС обумовлюючи загострення її патологічних станів і прогресування СН.

На особливу увагу заслуговує 15 клінічна група вибірки – бойові поранення і травми грудної клітки (n=19, 13,1 %). При детальному її клінічному

**Таблиця 1** – Характеристика вибірки військових за клінічними групами ХСК

№ п/п	Нозологічна група	Величина показника (M ± m) в групах		
		n, %	Середній вік	Вік початку хвороби
<i>Хвороби системи кровообігу</i>				
1	ІХС	40 (27,5)	48,5±7,9	42,8±7,8
2	патологія клапанів серця	15 (10,2)	41,4±12,7	34,8±12,2
3	ПРС	35 (23,9)	39,1±8,2	33,2±7,9
4	КМП	6 (4,1)	35,3±19,5	31,5±18,9
5	ІЕ	4 (2,7)	39,2±24,4	39,2±24,4
6	патологія аорти	6 (4,1)	44,5±20,2	38,2±19,8
7	ТЕЛА	1 (0,7)	57,0±13,1	57,0±13,1
<i>Комбінована патологія серцево-судинної системи</i>				
8	ІХС, патологія клапанів	5 (3,4)	47,0±22,3	41,6±22,0
9	ІХС, ПРС	2 (1,4)	52,0±35,3	46,5±35,2
10	ІХС, міксому серця	1 (0,7)	45,0±49,8	37,0±48,2
11	ІХС, КМП	1 (0,7)	56,0±49,6	51,0±49,9
12	патологія клапанів, ІЕ	9 (6,1)	45,7±16,6	45,7±16,6
13	патологія клапанів, ПРС	2 (1,4)	30,1±32,4	30,1±32,4
<i>Травми і бойові поранення грудної клітки</i>				
14	бойові поранення і травми грудної клітки	19 (13,1)	34,6±10,9	34,6±10,9

аналізі встановлені клінічні різновиди та особливості бойових поранень і травм грудної клітки (**таблиця 2**).

З даних, що містить **таблиця 2**, відомо, що множинні і поєднанні бойові травми/поранення грудної клітки становили в даній вибірці 10,5% (2 особи) і 26,3% (5 осіб) відповідно, що разом

**Таблиця 2** – Клінічні особливості бойових поранень і травм грудної клітки

№ п/п	Клінічна особливість/ різновид	показник (M ± m)
		n, %
<i>Травми і бойові поранення грудної клітки (n=19)</i>		
1	множинна травма/ поранення	2 (10,5)
2	поєднана травма/поранення	5 (26,3)
3	проникаюча травма/поранення грудної клітки	19 (100)
3.1.	проникаюча з ураженням серця	19 (100)
4	з пенетрацією в міокард	14 (73,7)
5	вид поранення:	
5.1	мінно-вибухове	11 (57,8)
5.2	осколкове	5 (26,3)
5.3	вогнепальне	2 (10,5)
5.4	колото-різане	1 (5,3)
6	ускладнення:	
6.1	гемопневмоторакс	8 (42,2)
6.2	ателектаз легенів	4 (21,1)

становить 36,8% випадків бойових травм і поранень грудної клітки, тобто понад 1/3.

Проаналізувавши більш детально механізм ушкодження/травмування грудної клітки за первинною медичною обліковою документацією (форма 100), а також за медичною карткою амбулаторного/стаціонарного хворого (форма №027/о) з'ясовано, що під час надання спеціалізованої кардіохірургічної допомоги на базі Державної установи «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України» у 3 випадках з 7 виникала необхідність у залученні фахівців інших медичних спеціальностей. Конкретизувавши клінічні випадки бойових травм і поранень грудної клітки встановлено в яких саме фахівцях виникла потреба у консультуванні та спільному оперативному втручанні: торакальний хірург, хірург ортопед-травматолог, нейрохірург та інші.

Вищезазначене обумовлює доцільність створення мультидисциплінарних медичних команд, затвердження їх графіку роботи/чергувань на час

воєнного стану. Адже відповідно до медичних протоколів країн НАТО високоспеціалізовані фахівці передбачені лише на 4 рівні медичної допомоги.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Під час воєнного стану важливим є створення клінічних реєстрів ХСК, травм і бойових поранень грудної клітки у військовослужбовців і цивільних осіб. Робота над клінічним реєстром ХСК, травм і бойових поранень грудної клітки вже розпочата на базі Державної установи «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України». Встановлені основні види травм і бойових поранень грудної клітки та з'ясовані нозологічні форми ХСК. В результаті вивчення медичної документації (форм первинної облікової документації: 100; 027/о), аналізу клінічних форм травм і бойових поранень грудної клітки обґрунтована доцільність створення мультидисциплінарних медичних команд для забезпечення належної якості надання медичної допомоги на IV рівні.

## References

1. Emergency War Surgery. 4<sup>th</sup> Edition, 2013. 538 p.
2. Bondarevskiy AO, Koval BM, Rohovskiy VM. Klinichni praktychni nastanovy medychnoi sluzhby NATO z ush-kodzhennya sudyn [Clinical practice guidelines of the NATO medical service on vascular damage]. *Khirurgiya Ukrainy*. 2017;1(61):11-7. [Ukrainian]
3. Lazoryshynets VV, Khomenko IP, Korda MM. *Boyova travma sertsya, hrudnoi aorty ta mahistralnykh sudyn kintsivok* [Combat injury of the heart, thoracic aorta and main vessels of the limbs]. Posibnyk. Pid zahalnoyu redaktsiyeyu akademika NAMN Ukrainy, chl-kor NAN Ukrainy, d-ra med nauk, prof Tsymbalyuka VI.; Kyiv-Ternopil; 2019. 427 s. [Ukrainian]
4. Beaglehole R. *The World Health Report 2004. Changing History*. 2004. p. 120-4.
5. Nomenclature and criteria for diagnosis of ischemic heart disease. Report of the Joint International Society and Federation of Cardiology/World Health Organization task force on standardization of clinical nomenclature. *Circulation*. 2006;59(3):607-9. PMID: 761341. doi: 10.1161/01.CIR.59.3.607

UDC 616-001:616.12-008:341.33

### **Study of the Features of the Structure of the Cardiovascular System Diseases, Injuries and Combat Wounds of the Chest during Martial Law**

**Lazoryshynets V. V., Rudenko M. L., Siromakha S. O., Andrushchenko T. A.**

**Abstract.** *The purpose of the work was to study the frequency of diseases of the cardiovascular system, the frequency and nature of received injuries and combat wounds of the chest in order to ensure the proper quality of the provision of highly qualified medical care of the cardiosurgical profile.*

**Materials and methods.** *The study included military personnel who took part in combat operations and received injuries and combat wounds of the chest, as well as requiring surgical treatment for diseases of the cardiovascular system. The study was carried out on the basis of the State Institute "Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery affiliated to National Academy of Medical Sciences of Ukraine".*

**Results and discussion.** *The article presents the results of the analysis of the primary accounting medical documentation, clinical data, research on the evacuation routes of servicemen with diseases of the cardiovascular system, injuries and combat chest wounds received during hostilities. According to the basics of medical care, all military personnel must be knowledgeable about cardiopulmonary resuscitation, bleeding control, immobilization, dressings, transportation of the wounded and evacuation, communication with other levels of medical care, and be able to fill out reports on accounting for combat wounds and injuries that will accompany soldiers during evacuation to medical facilities.*

After analyzing in more detail the mechanism of damage/injury to the chest according to the primary medical record documentation, as well as according to the medical card of the outpatient/inpatient patient, it was found that during the provision of specialized cardiocirculatory care in 3 cases out of 7, there was a need for the involvement of specialists from other medical specialties. Having specified the clinical cases of combat injuries and wounds of the chest, it was established in which specialists there was a need for consultation and joint surgical intervention: a thoracic surgeon, an orthopedic trauma surgeon, a neurosurgeon, and others. The above determines the expediency of creating multidisciplinary medical teams, approving their work schedule/shifts during martial law.

**Conclusion.** The study has begun on creating a clinical registry of diseases of the circulatory system, injuries and combat wounds of the chest in military personnel and civilians. The main types of injuries and combat wounds of the chest were established, nosological forms of diseases of the circulatory system were clarified. When analyzing the clinical forms of injuries and combat wounds of the chest, the feasibility of creating multidisciplinary medical teams to ensure the proper quality of medical care and increase its efficiency was substantiated.

**Keywords:** cardiovascular system diseases, chest combat wound, chest trauma, multidisciplinary medical teams.

#### **ORCID and contributionship:**

Vasyl V. Lazoryshynets : 0000-0002-1748-561X<sup>A,E,F</sup>

Mykola L. Rudenko : 0000-0002-0292-3250<sup>A,B,C,D,E</sup>

Serhii O. Siromakha : 0000-0002-7031-5732<sup>A,B,C,D,E</sup>

Tetiana A. Andrushchenko : 0000-0003-2858-8267<sup>A,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### **CORRESPONDING AUTHOR**

##### **Mykola L. Rudenko**

State-owned enterprise National Institute of Cardiovascular Surgery named after MM Amosov NAMS Ukraine  
Department of Innovative and Cardiac Surgical Technologies  
6, Amosov St., Kiev 03110, Ukraine  
phone: +38(044)2754022, e-mail: nicolay.rudenko@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 12.12.2022

Accepted 08.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.246

УДК 611-013.85:618.39-021.3

Гарвасюк О.В.

## ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИКЛАДАННІ ПРЕДМЕТУ ПАТОМОРФОЛОГІЯ

Буковинський державний медичний університет,  
Чернівці, Україна

**Мета.** Розглянути та запропонувати застосування можливостей інтерактивного плакату та інтелект-карт, а також скрайбінг та застосування Веб-квестів.

**Результати.** Перед педагогічним складом закладу вищої освіти сьогодення постає не просте завдання – завоювати увагу та прихильність сучасного студента. Переважна більшість студентів належать до покоління Зет (з 2003 р.н.), для яких є пріоритетним спілкування в мережі Інтернет. Вони найкраще сприймають інформацію візуально (картинки, зображення, відео). Покоління Зет це талановиті, креативні, творчі особистості, лідери від природи, а свої почуття виражають за допомогою смайлів та різноманітних емоджів, статусів у соціальних мережах.

Введення інформаційно-комунікаційних технологій є необхідною складовою освіти, за допомогою цих технологій методи активного запам'ятовування навчального матеріалу можуть бути значно покращені. Для інтенсивного впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освіту потрібно підготувати викладацький склад навчального закладу, який би вправно володів інформаційною культурою та компетентністю на рівні сучасного студента, а може і навіть дещо краще. В статті мова піде про можливості інформаційних технологій для покращення освітнього процесу. Такими є, наприклад, використання наочного матеріалу за допомогою інтерактивних плакатів та інтелект карт (mind maps), а також новітніх методик проведення занять – Веб-квестів, застосування методики скрайбінг при викладенні матеріалу практичного заняття чи лекції.

**Висновки.** Дистанційна освіта підкреслила роль викладача, зробивши його наставником, консультантом та ментором. Викладацький склад закладу вищої освіти в режимі дистанційного навчання координує пізнавальний процес студента

та постійно удосконалює дистанційні курси дисципліни в системі Moodle, підвищує власну творчу креативність та кваліфікацію відповідно до інновацій та ліцензійних умов. Використання інтерактивних можливостей дистанційної освіти потрібно використовувати також і в ході очного навчання, це допоможе студенту краще засвоювати навчальний матеріал.

**Ключові слова:** інтерактивний плакат, інтелект-карти, скрайбінг, Веб-квест.

**Вступ.** Введення інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) відбувається у всі ланки системи освіти, органи управління та навчальні заклади. За допомогою ІКТ методи активного запам'ятовування навчального матеріалу можуть бути значно покращені [1]. Для інтенсивного впровадження ІКТ в освіту потрібно підготувати викладацький склад навчального закладу, який би вправно володів інформаційною культурою та компетентністю на рівні сучасного студента, а може і навіть дещо краще. Інформаційна культура – прояв загальної культури особистості у сфері використання інформаційних технологій (ІТ). Інформаційна компетентність – сукупність знань, навичок та вмінь, необхідних для ефективного використання комп'ютерних ІТ і систем [2].

Дистанційна освіта підкреслює роль викладача, робить його наставником, консультантом та ментором, а в деяких випадках і центром психологічної підтримки. Викладацький склад закладу вищої освіти в режимі дистанційного навчання координує пізнавальний процес студента та постійно удосконалює дистанційні курси дисципліни в системі Moodle, підвищує власну творчу креативність та кваліфікацію відповідно до інновацій та ліцензійних умов, які висувуються до сучасного педагога вищої школи [3]. Під час дистанційної освіти відбувається позитивний вплив на самого

студента. Зокрема, відбувається підвищення творчого та інтелектуального потенціалу студента за рахунок самоорганізації, прагнення до знань, використання сучасних ІТ, уміння самостійно приймати відповідальні рішення [4, 5].

**Мета дослідження.** Розглянути та запропонувати деякі прийоми викладення навчального матеріалу, передусім застосування можливостей інтерактивного плакату та інтелект-карт, а також методику викладення навчального матеріалу – скрайбінг та застосування Веб-квестів.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Спершу варто зупинитися на обговоренні питання про покоління. Отже, покоління – це відносно автономні соціальні спільноти, які об'єднані спільною історичною локалізацією, подібним історичним досвідом, загальними характеристиками на індивідуальному та системному рівнях, найбільш загальною конфігурацією життєвого шляху. Відповідно, різні покоління – це різні цінності та сприйняття інформації, різний досвід. Саме тому викладач повинен володіти знаннями про особливості осіб (студентів), задля того, щоб з ними ладнати якнайкраще.

Таким чином, покоління Y (1983-2003 р.н.) – особи, які готові вислухати іншого, мотивовані та орієнтовані на мету. Люди покоління Y впевнені у собі, оптимістичні, комунікабельні, та керуються принципом «створи себе сам». Покоління Y – це покоління вільнодумців, вони люблять свободу, цінують її понад усе, абсолютно відкидають вже застарілі канони. Надмірно довіряють інформації з онлайн-сервісів та слідкують за сучасними трендами у діджитал тенденціях, моді тощо [6].

Викладачі сьогодення мають справу зі студентами покоління Зет (з 2003 р.н.). Саме тому сучасному педагогу потрібно орієнтуватися в загальній характеристиці осіб, з якими має справу. Отож, для покоління Зет пріоритетне спілкування в мережі в порівнянні з спілкуванням в реальному часі, найкраще сприймають інформацію візуально (картинки, зображення, відео). Покоління Зет це талановиті, креативні, творчі особистості, лідери від природи, а свої почуття виражають за допомогою смайлів та різноманітних емоджів, статусів у соціальних мережах [7]. Головне для таких осіб це увага до особистості кожного в групі. Потрібно пам'ятати, що їх життя повністю пов'язане з технологіями, вони ростуть ніби «в обіймах» з гаджетами, легко ладнають з усіма сучасними ІТ. Осіб покоління Зет потрібно постійно мотивувати, адже вони не будуть робити те, чого не забажали самі [5].

Перед педагогічним складом закладу вищої освіти постає не просте завдання – завоювати увагу та прихильність сучасного студента. Існує декілька методичних рекомендацій-принципів для

покращення навчального процесу незалежно від форми викладання предмету, режиму навчання тощо. Отже, традиційний принцип «краще один раз показати, ніж 100 разів сказати» має бути першочерговим. Увесь матеріал, який викладається, найкраще візуалізувати; робити все швидко та швидко реагувати на запити, постійно креативити, планувати хід практичного заняття заздалегідь [8]. Сучасний викладач повинен постійно мотивувати та пояснювати, для чого студенту та чи інша інформація, практичні навички тощо. Завдання, які роздає викладач, повинні бути творчі, максимально цікаві для студента, зрозумілі та чіткі. В процесі навчання викладач повинен залучати до командної роботи абсолютно всіх учасників, не орієнтуватись лише на окремих студентів («сильних» чи «слабких»). Обов'язковим залишається принцип «давати спробувати проявити себе». Враховуючи особливості цього покоління, проводити значну частину часу в соціальних мережах та в Інтернеті, викладачі щонайменше повинні заводити групи в мобільних застосунках для швидкого контакту з академічними групами. Для ефективного налагодження контакту з контингентом сучасного студента викладачу необхідно бути навіть дещо публічною особою, тобто висвітлювати деякі аспекти своєї роботи на сторінках соціальних мереж, показувати світлини та залишати цікаві дописи. Таким чином, сьогодення кидає неабиякий виклик викладацькому складу закладів вищої освіти [5, 8]. Саме тому, колектив кафедри патологічної анатомії ЗВО Буковинський державний медичний університет намагається вдало та ефективно маневрувати сучасними ІТ, в режимі дистанційного навчання максимально ближче бути до студентів академічних груп та мотивувати їх своїм прикладом. Досвід створення груп в мобільних застосунках Viber, WhatsApp чи Telegram проявив себе якнайкраще в режимі дистанційної освіти. Адже в такий спосіб швидко та легко обмінюватися інформацією та документами між собою.

Постійний пошук нових дидактичних підходів та засобів при використанні сучасних та різноманітних методів навчання сприятиме підготовці спеціалістів, які володіють не тільки знаннями та навичками професійної діяльності, а й стратегічно мислять, системно підходять до аналізу і вирішення реальних ситуацій [9]. Для майбутніх лікарів насамперед важливим є аспект клінічного мислення. Таким чином, усі наявні можливості сучасного викладення матеріалу допоможуть майбутньому фахівцю медичної галузі розвивати його.

Сучасні ІТ пропонують викладачу різноманітні способи та засоби для покращення освітнього процесу. Такими засобами є, наприклад, використання наочного матеріалу за допомогою

інтерактивних плакатів та інтелект карт (mind maps), а також новітніх методик проведення занять – Веб-квестів [10, 11, 12, 13]. Таким чином, викладацький склад кафедри патологічної анатомії вміло оснащує навчальний процес додатковим ілюстративним матеріалом, виходячи з теми практичного заняття чи лекції з березня 2020 року. Отже, розглянемо обрані можливості сучасного оформлення наочного матеріалу.

Інтерактивний плакат – спосіб демонстрації інформації на основі одного центрального зображення, до якого у вигляді міток прикріплюються посилання на веб-ресурси, документи та об'єкти мультимедійного формату (відео, аудіо, презентація, слайд-шоу, опитування тощо) [14]. Головна перевага такого плаката – його інтерактивність. Вважається, що інтерактивність – це тренд сучасності. Об'єкт навчання може знайомитися зі запропонованою інформацією в будь-якому зручному порядку, відкривати тільки потрібні матеріали. За допомогою інтерактивних плакатів можна зібрати і узагальнити матеріал з будь-якої теми, створити дайджест публікацій, віртуальну виставку або навіть подорож [14, 15]. Для створення інтерактивних плакатів можна користуватися різними онлайн-сервісами. Проте найбільш вживаними сервісами є Genial.ly та ThingLink сервіси. Genial.ly – це онлайн-сервіс для створення інтерактивного контенту (презентації, мультимедійні плакати, інфографіки). Сервіс можна використовувати для створення інтерактивних біографій, стрічок часу, введення математичних і фізичних формул, результатів експериментів. Для створення інтерактивних плакатів спершу потрібно розібратися у «словнику» застосунку. ThingLink – це сервіс для створення мультимедійних плакатів та інших освітніх матеріалів (електронних дидактичних матеріалів, мультимедійних конспектів, інтерактивних блок-схем будови, інтерактивних плакатів у вигляді проєктів з певної тематики та навіть інтелектуальних карт для мозкового штурму з внесенням міток і коментарів). Інтерактивні плакати ефективно себе зарекомендували для кожного циклу тем з дисципліни патоморфологія. Мова йде, наприклад, про цикл тем «Пухлинний процес» для студентів 2-го та 3-го курсів спеціальностей Стоматологія та Медицина, який складається з п'яти тем, що присвячені пухлинам в залежності від їхнього походження. Так, наприклад, теми з одного циклу предмету патоморфологія можна зручно вмістити на одному інтерактивному плакаті із зазначенням необхідної чи важливої інформації. Такою інформацією служить алгоритм опису макропрепаратів до підсумкового модульного контролю (ПМК), номери та нотатки з конкретних макропрепаратів, фотографії макропрепаратів чи наочні

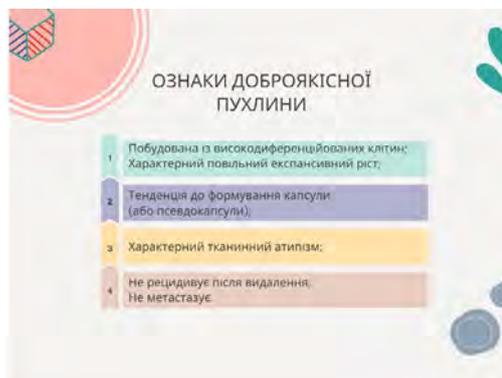
матеріали з тестовим завданням Єдиного державного кваліфікаційного іспиту (ЄДКІ) Крок 1, тощо. Також можна прикріпити графіки консультацій та відробіток, графік складання ПМК чи посилання на сайт кафедри. Наприкінці семестру можна отримати 4-5 інтерактивних плакатів з дисципліни з усією необхідною інформацією для підготовки до ПМК та будь-яких іспитів в майбутньому.

Інтелект-карти (mind maps, ментальні карти, «карти розуму», карти пам'яті) – широкоживаний спосіб наочного представлення структурованої інформації. Мережеві інтелектуальні карти – метод демонстрації інформації, заснований на візуалізації мислення. Такий спосіб представлення будь-якої структурованої інформації дозволяє студенту краще засвоїти значний обсяг матеріалу. Особливостями використання ментальних карт є задіяння обох півкуль головного мозку. Ліва півкуля головного мозку в цьому випадку відповідає за операції з послідовностями, операції з числами, аналіз, логіку та мову. Права півкуля – за просторову орієнтацію, цілісність сприйняття, уяву, ритм та колір [16].

На **рисунку 1** та **2** структуровано зображено матеріал за допомогою інтелект-карт з предмету патоморфологія, практичного заняття студентів третього курсу спеціальності Медицина на тему «Загальне вчення про пухлини. Морфологічні особливості пухлин з тканин, що походять з мезенхіми».



**Рис. 1** – Макроскопічна діагностика пухлин (ментальна карта)



**Рис. 2** – Ознаки доброякісних пухлин (ментальна карта)

Теорія «Mind Maps» вперше була представлена після публікації книги Тоні Бьюзена «Працюю головою» у 1974 р., і з тих пір вдало використовується у навчальному процесі по всьому світу. Принципи застосування інтелект-карт полягають в тому, що увага студентів концентрується на центральному об'єкті (емфаза), інтенсивно використовуються графічні зображення, відбувається робота з кольорами та комбінування всіх видів емоційно-чуттєвого сприйняття (синестезія).

Об'ємні зображення, варіювання шрифтів, товщини ліній і масштабу графіки, використані стрілки для підкреслення зв'язків між елементами інтелект-карти, застосування аббревіатур, використання ключових слів, виділення блоків важливої інформації, використання послідовності у викладі думок в загальному чинять позитивний ефект на процеси запам'ятовування та засвоєння інформації студентом. Використання ментальних карт допомагає студенту подолати об'ємні теми за допомогою структурованості викладеного матеріалу [17].

Колективом кафедри патологічної анатомії використовуються ментальні карти як на практичних заняттях, так і на лекціях. Це ефективний спосіб демонстрації матеріалу, який так чи інакше має ієрархію.

Методологія проведення практичного заняття може містити елементи рольової гри. Ефективно себе зарекомендувало використання Веб-квесту. Академічна група ділиться на дві або три частини в залежності від кількості учасників, завдання роздається всім однакове, але з використанням різних макропрепаратів, ситуаційних задач, тестових завдань тощо. Як тільки учасники навчального процесу відчувають конкуренцію – робота стає більш плідною, натомість студенти стають набагато мотивованішими. Веб-квест – проблемне завдання з елементами рольової гри. Технологія Веб-квест передбачає використання ІТ для вирішення професійних завдань шляхом пошуку необхідної інформації, оформлення результатів роботи у вигляді комп'ютерних презентацій, інфографік, флеш-роликів, баз даних тощо [18].

Технологія Веб-квесту розроблена професорами-дослідниками Берні Доджем (Bernie Dodge) і Томом Марчем (Tom March) у США в Університеті Сан-Дієго у 1995 р. Практика використання Веб-квестів на практичних заняттях сприяє самонавчанню та самоорганізації, навчає роботи в команді (планування, розподіл функцій, взаємодопомога, взаємоконтроль), умінню знаходити кілька способів вирішення проблемного питання, обирати найбільш раціональний спосіб вирішення ситуації, обґрунтовувати свій вибір та засвоювати навички публічних виступів [19]. В роботі принциповими є

чіткість і зрозумілість самого завдання Веб-квесту, ходу виконання та оцінювання. Викладач відповідальний за описання критеріїв і параметрів оцінки виконання Веб-квесту. Особлива увага звертається на відповідність критеріїв типу завдання, чіткість описання критеріїв і параметрів оцінки. Підсумки складаються з короткого та точного опису тих досягнень, якими зможуть оволодіти учасники після виконання того чи іншого Веб-квесту [20].

Скрайбінг (англ. «scribe» у значенні «drive a pen» – водити ручкою; або «scribe» – робити ескіз, нарис) – технологія візуалізації (метод розповіді чи пояснення), яка супроводжується ілюстрацією головного змісту сказаного, це мистецтво відображати хід думок рисунками у реальному часі паралельно з доповіддю. На екрані послідовно відображаються ключові елементи, шляхом застосування простих графічних примітивів (символів, слів, малюнків, схем, діаграм тощо) в унісон голосовому супроводу [21]. Завдяки залученню візуалізації, головною метою скрайбінгу є допомогти студенту краще опанувати зміст навчального матеріалу та ефективніше запам'ятати сенс нової інформації. Появу цієї технології пов'язують з роботою британського художника Ендрю Парка, який винайшов її спеціально для британської організації наукових знань. Головна перевага такого способу викладення матеріалу полягає в тому, що інформація подається у максимально зрозумілому форматі. Також до переваг використання скрайбінгу належить яскравість доповіді лектора, адже для створення картинки залучають різноманітні типи зображень – малюнки, піктограми, символи, окремі ключові слова (написи, гасла), схеми, діаграми тощо [22].

На **рисунку 3** графічно зображено види росту пухлин із циклу тем «Пухлинний процес», а саме практичного заняття за темою «Загальне вчення про пухлини. Морфологічні особливості пухлин з тканин, що походять з мезенхіми» для студентів 3-ого курсу спеціальності «Медицина». Рисунок



**Рис. 3** – Види росту пухлин (технологія візуалізації – скрайбінг)

був створений за допомогою програми Paint 3D в ході пояснення студентам основних принципів відмінностей різних видів росту пухлин.

Під час викладення матеріалу складається враження, що ілюстрування відбувається ніби «на льоту», але саме це і надає процесу особливої емоційності і можливості концентрувати увагу слухача на основних смислових об'єктах, що узагальнюється лаконічністю, інформативністю та креативністю представлення інформації. У працях закордонних авторів обґрунтовується доцільність використання скрайбінгу на різних етапах навчального процесу – на початку вивчення теми, при узагальненні вивченого матеріалу, у процесі розгляду окремих аспектів теми чи контролю вивченого матеріалу [23, 24]. За результатами викладення матеріалу можна змонтувати відео, яке в головних рисах зберігатиме суть доповіді, або ж можна зберегти створені в процесі лекції чи практичного заняття зображення. Наступні інструменти, які можна використовувати для створення відеоскрайбінгу – це Power Point, PowToon, GoAnimate, Sparkol VideoScribe та Animaker.

**Висновки.** Завдяки перетворенню навчального матеріалу з патологічної анатомії на форму ще більш наочного та зорового образу з кожним засвоєним практичним заняттям, методи викладення матеріалу скрайбінг, застосування Веб-квесту та використання ментальних карт та інтерактивних плакатів забезпечують більшу системність, охоплення значної частини матеріалу, глибше засвоєння, зароджуючи інтерес до предмету в цілому.

**Перспективи подальших досліджень.** Запропоновані методи викладення навчального матеріалу – скрайбінг та застосування Веб-квестів, використання ментальних карт та інтерактивних плакатів. При викладенні студентам патоморфології ці методи покращують навички синтезу та аналізу, систематизують набуті знання із дисципліни, допомагають ефективніше та глибше запам'ятовувати обсяги інформації, і безумовно засвідчують потребу подальшого розширення застосування сучасних інтерактивних методик викладення навчального матеріалу та проведення практичних занять та їхнього активного впровадження в процес навчання.

## References

1. Buinyts'ka OP. *Informatsiini tekhnologii ta tekhnichni zasoby navchannia* [Information technologies and technical means of education]. K: Tsentр uchbovoi literatury; 2012. 240 p. [Ukrainian]
2. Adonin S, Kuriacha N. Suchasni metody vykladannia z vykorystanniam informatsiinykh tekhnologii [Modern teaching methods with the use of information technologies]. *Efektivna ekonomika* [Internet]. 2021;4. [Ukrainian]. Available from: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4\\_2021/87.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2021/87.pdf). doi: 10.32702/2307-2105-2021.4.85
3. Paul A, Leung D, Salas RME, Cruz TE, Abras C, Saylor D, et al. Comparative effectiveness study of flipped classroom versus online-only instruction of clinical reasoning for medical students. *Med Educ Online*. 2023;28(1):2142358. PMID: 36333903. PMCID: PMC9645276. doi: 10.1080/10872981.2022.2142358
4. Yashchenko E, Levandovska I. Dystantsiina osvita v osvittii diial'nosti vyschoi shkoly: vyklyky chasu [Distance Education in a High School Educational Activity: Challenges of Time]. *Humanitarian Studies: History and Pedagogy*. 2021;1:124-34. [Ukrainian]. doi: 10.35774/gsip2021.01.124
5. Kucherenko N. Dystantsiine navchannia yak vyklyk suchasnoi universytets'koi osvity: filosofsk'o-pravovyi vymir [Remote study as a question of modern university education: philosophical and legal measurement]. *Journal of Lviv Polytechnic National University. Series: Legal Sciences*. 2018;906:34-40. [Ukrainian]
6. Singh K, Bharatha A, Sa B, Adams OP, Majumder MAA. Teaching anatomy using an active and engaging learning strategy. *BMC Med Educ*. 2019;19(1):149. PMID: 31096975. PMCID: PMC6524257. doi: 10.1186/s12909-019-1590-2
7. Lisetska IS. Dystantsiina forma navchannia studentiv-medykiv yak vyklyk s'ohodennia [Distance form of learning medical students as a challenge of today]. *Modern Pediatrics. Ukraine*. 2020;7:81-6. [Ukrainian]. doi: 10.15574/SP.2020.111.81
8. Mala I. Dystantsiine navchannia yak diievyi instrument upravlins'koi osvity [Distance learning as an effective tool of management education]. *Scientific Notes of «KROK» University*. 2022;2:132-51. [Ukrainian]. doi: 10.31732/2663-2209-2022-66-132-151
9. Taylor DCM, Hamdy H. Adult learning theories: implications for learning and teaching in medical education: AMEE Guide N 83. *Med Teach*. 2013;35(11):e1561-72. PMID: 24004029. doi: 10.3109/0142159x.2013.828153
10. Sanford J, Jacobs M, Townsend-Rocchiccioli J. Using the WebQuest to engage learners in the online classroom. *Nurse Educ*. 2007;32(5):197-8. PMID: 17828018. doi: 10.1097/01.nne.0000289382.29255.c0
11. Gundogan B, Koshy K, Kurar L, Whitehurst K. How to make an academic poster. *Ann Med Surg (Lond)*. 2016;11:69-71. PMID: 29225822. PMCID: PMC5714380. doi: 10.1016/j.amsu.2016.09.001
12. Palomares V, Patel A, Wagner E, McCarthy E, Adams W, Fitz M. The implementation of scribing within a medical school's pre-clinical curriculum: pilot study. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):315. PMID: 35468791. PMCID: PMC9040319. doi: 10.1186/s12909-022-03379-7

13. Bagley MB, Smith AG, Morton DA, Chow CJ. «I really liked the chance to talk about it»: Students' Reflections on the Process of Completing Paper Puzzles, a Novel Active Learning Activity. *Med Sci Educ*. 2022;32(6):1503-11. PMID: 36415501. PMCID: PMC9672609. doi: 10.1007/s40670-022-01682-y
14. Bos LDJ. How to chair a poster discussion session. *Breathe (Sheff)*. 2019;15(2):131-4. PMID: 31191725. PMCID: PMC6544801. doi: 10.1183/20734735.0017-2019
15. Lytvynova SG, Mamuta MS, Rybalko OO. Modeliuvannia interaktyvnykh elektronnykh plakativ [Modeling of electronic interactive posters]. *Physic Mathemat Educ*. 2018;4:96-100. [Ukrainian]. doi: 10.31110/2413-1571-2018-017-3-015
16. Łopińska M, Gielecki JS, Żurada A. Flipped spotters learning model: An innovative student activity-based strategy. A preparation tool for anatomy practical examinations in medical education. *Anat Sci Educ*. 2022;15(5):886-97. PMID: 34398534. doi: 10.1002/ase.2132
17. Czerwinski GPV, Cogo ALP. Webquest and blog as educational strategies in school health. *Rev Gaucha Enferm*. 2018;39:e20170054. PMID: 29995071. doi: 10.1590/1983-1447.2018.2017-0054
18. Liang W, Fung D. Development and evaluation of a WebQuest-based teaching programme: Students' use of exploratory talk to exercise critical thinking. *Int J Educ Res*. 2020;104:101652. PMID: 32901172. PMCID: PMC7471859. doi: 10.1016/j.ijer.2020.101652
19. Herliand TM, red. *Veb-kvest u profesiinomu navchanni* [Web-quest in professional education ]. K; 2016. 141 p. [Ukrainian]
20. Jahromi ZB, Mosalanejad L, Rezaee R. The effect of web quest and team-based learning on students' self-regulation. *J Adv Med Educ Prof*. 2016;4(2):80-7.
21. Nahorniak S. Skraibinh yak produktyvnyi ta interaktyvnyi zasib dlia vizualizatsii informatsii [Scribbling as a productive and interactive tool for visualization of information]. *Humanities Science Current Issues*. 2022;2(55):238-45. [Ukrainian]. doi: 10.24919/2308-4863/55-2-38
22. Belousova L, Zhiteneva N. Vizualizatsiia navchal'noho materialu z vykorystanniam tekhnolohii skraibinh u profesiinii diial'nosti vchytelia [Visualization of learning material using technologies of scribing in teachers'professional activities]. *Physic Mathemat Educ*. 2016;1:39-47. [Ukrainian]
23. Vasan NS, DeFouw DO, Compton S. Team-based learning in anatomy: an efficient, effective, and economical strategy. *Anat Sci Educ*. 2011;4(6):333-9. PMID: 21998012. doi: 10.1002/ase.257
24. Shojaei A, Feili A, Kojuri J, Norafshan A, Bazrafkan L. The blacksmith approach: a strategy for teaching and learning in the medical anatomy course (a qualitative study). *BMC Med Educ*. 2022;22(1):728. PMID: 36266705. PMCID: PMC9584281. doi: 10.1186/s12909-022-03800-1

UDC 611-013.85:618.39-021.3

### Experience in Using Information and Communication Technologies in Teaching Pathomorphology

**Garvasiuk O. V.**

**Abstract.** The information and communication technologies introduction is a necessary component in education. With the help of these technology methods of active memorization of educational material can be significantly improved. In terms of an intensive information and communication technologies implementation in education, it is necessary to prepare the teaching staff of a higher education institution. Namely, to develop skillfully possessed information culture and competence at the level of a modern student, or maybe even a little better. The article is about the possibilities of improvement of information technologies in the educational process. These are, for example, the use of visual material with the help of interactive posters and mind maps, as well as the latest methods of conducting classes – WebQuests, the use of the scribing technique when presenting the material of a practical lesson or lecture.

*The purpose of the study* was to consider and propose some methods of presenting educational material, first of all, the use of the possibilities of an interactive poster and mind maps, as well as the method of presenting educational material – scribing and the use of WebQuests.

*Results and discussion.* The teaching staff of a higher education institution today faces a difficult task – to win the attention and affection of a modern student. The vast majority of students belong to generation Z (born in 2003), for whom communication on the Internet is a priority. They best perceive information visually (pictures, images, videos). Generation Z are talented, creative, imaginative individuals, leaders by nature, and express their feelings with the help of emoticons and various emojis, statuses in social networks. Distance education has emphasized the role of the teacher by making him or her a guide, adviser and tutor. The teaching staff of the higher education institution in the distance learning mode coordinates the student's cognitive process and constantly improves the distance courses of the discipline in the Moodle system, increases own original creativity and qualification in accordance with innovations and license conditions. The use of

interactive possibilities of distance education should also be used during face-to-face training, it will help students to learn the educational material better.

Constant search for new didactic approaches and tools, the use of modern and diverse teaching methods will contribute to the training of specialists who possess not only the knowledge and skills of professional activity, but also think strategically, systematically approach the analysis and solution of real situations. For future doctors, it is a primarily important aspect of clinical thinking. Thus, all the available possibilities of modern presentation of the material will help future specialists in the medical field to develop it.

*Conclusion.* Thanks to the transformation of the educational material in pathological anatomy to the form of an even more visual image or layering of knowledge with each learned practical lesson, the methods of presenting the material scribing, using WebQuests, using mind maps and interactive posters ensure greater systematicity, coverage of significant parts of the material, deeper assimilation, generating interest in the subject as a whole.

**Keywords:** interactive poster, mind maps, scribing, WebQuest.

#### **ORCID and contributionship:**

Oleksandra V. Garvasiuk : 0000-0002-1936-2015 <sup>A,B,C,D,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### **CORRESPONDING AUTHOR**

**Oleksandra V. Garvasiuk**

Bukovinian State Medical University,

Department of Pathological Anatomy

2, Theater Square, Chernivtsi 58000, Ukraine

phone: +380506681333, e-mail: olexandra.garvasuk@bsmu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 21.11.2022

Accepted 23.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.253

УДК 378.147:611.013:611.018/.018.1

Лисаченко О. Д., Шепітько В. І.,  
Борута Н. В., Стецук Є. В.,  
Пелипенко Л. Б., Вільхова О. В.,  
Волошина О. В.

## КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ ГІСТОЛОГІЇ, ЦИТОЛОГІЇ ТА ЕМБРІОЛОГІЇ

Полтавський державний медичний університет,  
Полтава, Україна

**Мета** – розкрити особливості компетентнісного підходу до вивчення гістології, цитології та ембріології здобувачами вищої медичної освіти.

**Методи** – аналіз, узагальнення та систематизація відомостей науково-методичної роботи.

**Результати.** Компетентнісний підхід до навчання окреслює особливості набуття компетентностей, необхідних здобувачам освіти для подальшого навчання та використання в майбутній професійній діяльності.

В процесі навчання здобувачі-медики набувають наступних компетентностей: *інтегральних* – здатність розв'язувати задачі й проблеми у професійній діяльності охорони здоров'я; *загальних* – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях і професійній діяльності; *спеціальних* – здатність до оцінювання результатів лабораторних досліджень, встановлення діагнозу, характеру лікування захворювань; вміння використовувати знання для подальшої діагностики патологічних змін в клініці; навички виконання медичних маніпуляцій тощо.

На сьогоднішній день в медичних закладах вищої освіти при вивченні теоретичних та клінічних дисциплін ефективно поєднують традиційні й інноваційні методи навчання, які забезпечують особистісно зорієнтований підхід до навчання, розвивають критичне мислення і пізнавальну діяльність студентів-медиків, сприяють їх самовдосконаленню та набуттю професійних компетентностей.

При визначенні форм педагогічної діяльності на кафедрі гістології, цитології та ембріології перевагою користується компетентнісний підхід до вивчення гістології - однієї з фундаментальних дисциплін, завданням якої є вивчення мікроскопічної та ультрамікроскопічної будови структур людського організму з особливостями їх будови, розвитку і змін за різних умов життєдіяльності. Компетентнісний підхід до навчання є запорукою набуття здобувачами освіти якісних знань, умінь та навичок, які відповідатимуть сучасним потребам медичної галузі й очікуванням пацієнтів.

**Висновки.** Завдяки компетентнісному підходу до навчання відбувається успішна реалізація поставлених здобувачам вищої медичної освіти

завдань: набуття професійних компетентностей, отримання якісних знань, умінь і навичок, формування клінічного мислення, розвиток комунікабельності, розумових та практичних здібностей.

**Ключові слова:** здобувачі вищої освіти, компетентнісний підхід, професійні компетентності.

**Вступ.** Компетентність є комбінацією знань, умінь та практичних навичок, професійних, світоглядних і громадянських якостей, способів мислення та морально-етичних цінностей, що визначають здатність особистості успішно здійснювати подальшу професійну й навчальну діяльність [1]. Компетентності випускника закладу вищої медичної освіти повинні відповідати очікуванням медичної галузі, включати навички і знання, які є результатом їх навчання та стануть в нагоді при подальшому навчанні чи в майбутній лікарській діяльності.

**Мета роботи:** розкрити особливості компетентнісного підходу до вивчення дисципліни гістологія, цитологія та ембріологія здобувачами вищої медичної освіти.

**Методи дослідження:** аналіз, узагальнення та систематизація відомостей науково-методичної роботи.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Компетентності бувають: інтегральні, загальні та спеціальні. Інтегральні компетентності полягають у розвитку навичок, що сприяють формуванню висококваліфікованого спеціаліста, який може проявити себе в різних життєвих та професійних ситуаціях. Загальні - направлені на формування спеціальних знань та умінь, в основі яких лежать здатності до навчання, мислення, аналізу і відтворення отриманих знань, використання сучасних інформаційних та комунікаційних технологій, виховання почуття відповідальності [2, 3]. Спеціальні компетентності важливі для успішної професійної діяльності майбутнього фахівця та залежать від предметної області де їх здобувають.

У здобувачів-медиків компетентності мають свою специфічну направленість: *інтегральні* – здатність розв'язувати задачі й проблеми у професійній діяльності охорони здоров'я; *загальні* –

здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях і професійній діяльності. До *спеціальних* компетентностей відносять: здатність до визначення структурних компонентів органів і систем; вміння використовувати отримані знання для подальшої діагностики патологічних змін в клініці; здатність до оцінювання результатів лабораторних досліджень; здатність до встановлення діагнозу, принципів та характеру лікування захворювань; навички виконання медичних маніпуляцій тощо.

Метою компетентнісного підходу до освітнього процесу є формування у здобувачів освіти здатності втілювати компетентності в реальному житті. Компетентнісний підхід - це підхід до викладання й навчання, в якому чітко окреслені компетентності, що потрібно набуті [4]. Американський дослідник Річард А. Ворхіс вважає компетентнісний підхід до навчання мостом між традиційною навчальною парадигмою та майбутньою освітньою революцією. Останнім часом в США зріс запит на здатність освітніх інституцій демонструвати переконливі результати своєї роботи та вимагаються докази інституційної ефективності за допомогою впровадження стандартів компетенцій [5].

В Україні компетентнісний підхід регулюється на законодавчому рівні. У 2006 році Європейський парламент та Рада ЄС виклали рекомендації стосовно компетентнісного підходу «Про основні компетенції і навчання протягом усього життя». Бажання України приєднатись до Європейського простору зумовило проведення змін в освітньому процесі. У 2014 році прийнято Закон України «Про вищу освіту», де на національному рівні окреслено траєкторію змін у вищій освіті нашої країни [6, 7].

На кафедрах морфологічного профілю, у тому числі й гістології, цитології та ембріології, здобувачі освіти навчаються досліджувати різні рівні організації живого, біологічні явища і процеси, вивчають будову та функції окремих органів, систем та організму людини в нормі та при розвитку патологічних процесів, навчаються використовувати набуті знання в подальшому навчанні та у практичній діяльності лікаря. Одночасно, здобувачі засвоюють «м'які» навички, які сприятимуть їх соціальній адаптації та затребуваності в професійній діяльності [8].

Гістологія одна з фундаментальних дисциплін, завданням якої є вивчення мікроскопічної та ультрамікроскопічної будови структур людського організму з особливостями їх будови, розвитку і змін при різних умовах життєдіяльності. Когнітивний компонент спеціальної компетентності є одним з основних у визначенні форм педагогічної діяльності при викладанні гістології, який визначається рівнем теоретичних знань, практичних навичок та умінням їх застосовувати. Підвищення рівня

професійної компетентності майбутніх лікарів відбувається шляхом запровадження нових методологічних підходів та застосуванням новітніх технологій навчання при вивченні дисципліни [9].

У цьому аспекті вивчення гістології, цитології та ембріології потребує розробки і впровадження нових підходів до набуття студентами теоретичних знань та реалізації отриманих практичних навичок й професійних компетентностей у практику. На сьогоднішній день необхідною вимогою в медичних закладах вищої освіти є ефективне поєднання та впровадження традиційних й інноваційних методів навчання. Основні методичні інновації в освіті пов'язані з застосуванням інтерактивних методів і технологій, завдяки яким відбувається процес пізнання та отримання знань здобувачами освіти. Характерною ознакою інтерактивних методів навчання є організація продуктивної взаємодії між здобувачами освіти, які в процесі навчання роблять індивідуальний внесок у вирішення поставленого завдання шляхом обміну знаннями й ідеями. Новітні методики та технології забезпечують особистісно зорієнтований підхід до навчання, розвиток критичного мислення та пізнавальну діяльність здобувачів освіти, сприяють якісній організації аудиторної й поза аудиторної самостійної роботи, самовдосконаленню та самовихованню майбутнього медика.

У розвитку компетентностей майбутнього лікаря важливе місце займає формування основ клінічного мислення, яке є необхідним для подальшого навчання та професійної діяльності, вказує на цілісність і завершеність медичної освіти та складає основу лікарської діяльності. Наявність клінічного мислення дозволяє лікарю самостійно приймати рішення щодо лікування та подальшого ведення пацієнта [10].

Прикладом методу, завдяки якому розвиваються компетентності є метод роботи з матеріалом у малих групах. Він сприяє засвоєнню здобувачами знань, розвиває навички роботи в команді та навички аналізу й подачі інформації у вигляді презентацій. Кожна з міні груп знайомиться зі своєю частиною завдання, освоює теоретичний матеріал, готує та демонструє презентацію іншій. Даний метод доречний у випадках, коли матеріал теми можна розділити на окремі блоки. Наприклад, при вивченні кровотворення групу можна поділити на декілька підгруп (по 3–4 студенти) і запропонувати матеріал для вивчення підтем: еритроцитопоез, гранулоцитопоез, тромбоцитопоез, лімфоцитопоез. Можна дати завдання по характеристиці клітинних елементів та процесів, що відбуваються в кожному з 6 класів гістогенетичних рядів (згідно сучасної схеми постембріонального гемоцитопоезу): I – клас поліпотентних клітин; II – частково

детермінованих; III – уніпотентних; IV – морфологічно розпізнаваних (бластів); V – дозріваючих; VI – зрілих клітин. Студенти не лише дають морфологічну характеристику цих клітин, а й описують процеси, які з ними відбуваються в межах свого класу. Завдяки цьому методу відбувається відпрацювання комунікативних навичок та розв'язання поставлених перед здобувачами завдань.

Для майбутніх лікарів комунікативні навички надзвичайно важливі в їх професійній діяльності. Участь в обговоренні дає змогу досягати результатів навчання у сфері пізнання не лише на рівні запам'ятовування й відтворення, а й на інших рівнях таксономії Блума Андерсона.

Для вирішення поставлених завдань на заняттях з гістології можна використати метод оцінки переваг та недоліків (табл. 1).

**Таблиця 1** – Використання методу оцінки переваг та недоліків

Мікроскопічна та гістологічна техніка							
Об'єкти гістологічного дослідження		Етапи виготовлення препаратів		Методи мікроскопії		Об'єкти мікроскопічного вивчення	
Характеристика ...	Обмеження та артефакти ...	Характеристика ...	Обмеження та артефакти ...	Характеристика ...	Обмеження та артефакти ...	Характеристика ...	Обмеження та артефакти ...

При визначенні та порівнянні гістологічних структур, можна скористатись методом порівнянь (пошуку спільних та відмінних рис) (табл. 2).

**Таблиця 2** – Використання методу порівнянь

На гістологічному препараті представлений орган нервової системи, зовні вкритий сполучнотканиною капсулою	
Містить мультиполярні нейрони різноманітні за функцією	Містить уніполярні чутливі нейрони
Назвати та описати орган...	Назвати та описати орган...
Назвати спільні риси даних органів...	
Назвати відмінні риси в будові, функціях та локалізації даних органів...	

Засвоєння практичних навичок на заняттях з гістології сприяє більш глибокому вивченню дисципліни, заохочує здобувачів до участі в наукових гуртках та створення наочних засобів навчання (гістологічних препаратів, презентацій, відеофільмів), розвиває творчу індивідуальність і здатність до сприйняття інновацій, відіграє важливу роль в досягненні професіоналізму майбутніх медиків [11].

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Компетентнісний підхід до навчання сприяє розвитку комунікабельності, розумових і практичних здібностей здобувачів освіти, полегшує адаптаційний процес у майбутніх медиків та є запорукою набуття якісних знань, умінь та навичок, що відповідають сучасним потребам медичної галузі. Компетентнісний підхід потребує подальшого розвитку, вдосконалення та впровадження в педагогічний процес.

## References

- Kulbashna YA., Hudaryan OO, Nykonov VV, Idashkina NH. Identyfikatsiya spetsial'nykh kompetentnostey mahistra v haluzi stomatolohiyi: proekt [Identification of special competencies of a master's degree in the field of dentistry: project]. *Medychni perspektyvy*. 2016;21(4):23–27. [Ukrainian]
- Frolova OA, Skorodulina YeYu. Model of information competence of a student in the segment of higher medical education. *Smol Med Al*. 2018;3:22–26.
- Kozlova YuV, Trysak NS, Lyalina AYU. Znachennya kompetentnostey studenta medychnoho vyshchoho zakladu osvity u naukovo-osvitn'omu protsesi z dystsypliny «patofiziolohiya» [The importance of the competencies of a student of a medical higher education institution in the scientific and educational process in the discipline «pathophysiology»] *Medychna osvita*. 2021; 2:87-93. [Ukrainian]
- Myhal' A, Trambovetska N, Yeromenko N, Ilnashchuk O. *Kompetentnisnyy pidkhid u medychniy osviti* [Competency approach in medical education] *Metodychnyy posibnyk*. K; 2021. 78 s. [Ukrainian]
- Voorhees RA. Competency-Based learning models: A necessary future. *New Direct Institut Res*. 2001;(110): 5-13. doi: 10.1002/ir.7
- Rekomendatsiya 2006/962/YES Yevropeys'koho Parlamentu ta Rady (ES) «Pro osnovni kompetentsiyi dlya navchannya protyahom us'oho zhyttya» vid 18 hrudnya 2006 roku № 2006/962/YES. [Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and the Council (EC) “On core competences for lifelong learning” dated December 18, 2006 No. 2006/962/EC]. [Ukrainian]. Available from: [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994\\_975](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_975)

7. Zakon Ukrainy «Pro vyshchu osvitu» vid 01.07. 2014 r. № 1556-VII [Law of Ukraine “On Higher Education” dated 01.07. 2014 No. 1556-VII]. [Ukrainian]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18/ed20210716#Text>
8. Yeroshenko HA, Lysachenko OD, Pelypenko LB, Voloshyna OV. Formuvannya kompetentnostey u здобувачів вищої медичної освіти при вивченні деяких дисциплін теоретичного профілю [Competence formation in students of higher medical education when studying some disciplines of a theoretical profile]. // *Mizhdunarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Results of modern scientific research and developmen»*. Madrid, Spain, 2-4 May 2021. 2021. p. 265-68.
9. Lysachenko OD, Yeroshenko HA, Pelypenko LB. Nabuttya kompetentnostey studentamy-medykamy v protsesi vyvchennya histolohiyi, tsytolohiyi ta embriolohiyi [Acquisition of competencies by medical students in the process of studying histology, cytology and embryology]. *Mater VII Mizhnar nauk-prakt konf “Topical issues of science and practice”*. London GB, 02-06 Nov 2020. 2020. p. 439-41. [Ukrainian]
10. Khaniukov O, Kozlov S, Yehudina Y. Formation and improvement of clinical thinking in medical students. *Medicni perspektivi*. 2019;24(1):15–20. doi: 10.26641/2307-0404.2019.1.162170
11. Lysachenko OD, Pelypenko LB, Yakushko OS, Voloshyna OV. Rol' zasvoyennya praktychnykh navychok z histolohiyi, tsytolohiyi ta embriolohiyi u formuvanni profesiynykh kompetentsiy здобувачів-медиків [The role of learning practical skills in histology, cytology and embryology in the formation of professional competencies of medical students]. *Mater Vseukrayins'koyi nauk-prakt konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu «Morfohenez ta reheneratsiya orhaniv lyudyny ta tvaryn v normi, pry patolohiyi ta za umov korektsiyi»*. Poltava, 14 Apr 2022. 2022. s. 78–79. [Ukrainian]

UDC 378.147:611.013:611.018/.018.1

### Competence Approach to the Study of Histology, Cytology and Embryology

**Lysachenko O. D., Shepitko V. I., Boruta N. V., Stetsuk Ye. V., Pelypenko L. B., Vilkhova O. V., Voloshina O. V.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to reveal the features of the competence approach to the study and assimilation of knowledge in histology, cytology and embryology by students of higher medical education.*

*Materials and methods.* Analysis, generalization and systematization of information of scientific and methodical work were used in the study.

*Results and discussion.* A competence approach to the educational process is an approach that clearly outlines the competencies that must be acquired and implemented in real life during future professional activity. Today, medical institutions of higher education combine traditional and innovative teaching methods. The acquisition of professional competencies is more effective due to the application of the latest learning technologies and the introduction of modern methodological approaches in the study of theoretical and clinical disciplines. The latest methods and technologies provide a personally oriented approach to learning, develop critical thinking, cognitive activity, contribute to self-improvement and self-education of the future doctor.

In the process of training, medical students acquire the following competencies: integral – the ability to solve tasks and problems in professional health care activities; general – the ability to apply knowledge in practical situations and professional activities; special – the ability to determine the structural components of organs and systems; the ability to use the acquired knowledge for further diagnosis of pathological changes in the clinic; the ability to evaluate the results of laboratory tests, make a diagnosis, determine the nature of treatment; skills in performing medical manipulations, etc.

When determining the forms of pedagogical activity at the Department of Histology, Cytology, and Embryology, the competence approach to the study of histology is preferred. A competence approach to education is the key to students acquiring high-quality knowledge, skills and abilities that will meet the modern needs of the medical field and the expectations of patients. The examples of the methods used to develop competencies among students include the method of working with material in small groups, evaluating advantages and disadvantages and the method of comparisons (searching for common and distinctive features when determining and comparing histological structures).

*Conclusion.* Thanks to the competence approach to education, the tasks set for higher medical education students are successfully implemented: acquiring professional competencies, acquiring quality knowledge, abilities and skills, forming clinical thinking, developing communication, mental and practical abilities, which will facilitate the adaptive process of future doctors.

**Keywords:** students of higher education, competence approach, professional competencies.

**ORCID and contributionship:**

Olha D. Lysachenko : 0000-0001-8274-3008 <sup>A,B,D</sup>

Volodymyr I. Shepitko : 0000-0001-5570-795X <sup>E,F</sup>

Natalia V. Boruta : 0000-0002-9262-8967 <sup>A,C</sup>

Evgeny V. Stetsuk : 0000-0002-4239-2618 <sup>B,E</sup>

Larisa B. Pelipenko : 0000-0002-7708-2337 <sup>B,C</sup>

Elena V. Vilkhova : 0000-0002-3371-9930 <sup>A,B</sup>

Elena V. Voloshina : 0000-0002-5291-0095 <sup>A,B</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Olha D. Lysachenko**

Poltava State Medical University,

Department of Histology, Cytology and Embryology

23, Shevchenko St., Poltava 36039, Ukraine

phone: +380665189741, e-mail: lysachenkoolga64@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 23.12.2022

Accepted 18.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.258

УДК 614-084:37.091.27]-057.875

Шевченко О. А., Головкова Т. А.,

Онул Н. М., Крамарьова Ю. С.,

Штепа О. П., Щудро С. А.

## ПРОФІЛАКТИЧНА МЕДИЦИНА ЯК СКЛАДОВА ОБ'ЄКТИВНОГО СТРУКТУРОВАНОГО КЛІНІЧНОГО ІСПИТУ (ОСКІ)

Дніпровський державний медичний університет,  
Дніпро, Україна

*Мета.* Розробити оптимальну модель симуляційної та практичної екзаменаційних станцій «гігієна та екологія» як компонентів об'єктивного структурованого практичного (клінічного) іспиту задля актуалізації формування профілактичного способу мислення у здобувачів вищої медичної освіти.

*Основна частина.* У роботі проаналізовано Паспорти симуляційної та практичної станцій ОСКІ, їх методичне та матеріально-технічне забезпечення, що дозволить повноцінно виконувати всі завдання та методики, передбачені алгоритмами оволодіння спеціальних фахових компетенцій. На симуляційній станції у конкретних завданнях (загалом 25 варіантів) відтворено низку реальних ситуацій, розв'язання яких дозволяє оцінити оволодіння студентом фаховими компетентностями, передбаченими стандартом вищої освіти, зокрема: визначення ризиків для здоров'я населення від споживання недоброякісної питної води; визначення харчового статусу пацієнта та відповідності призначення лікувального харчування для профілактики «хвороб цивілізації»; визначення в закладах охорони здоров'я вимог дотримання санітарно-гігієнічного та протиепідемічного режимів; визначення ризиків для здоров'я робітників внаслідок дії факторів трудового процесу; визначення ризиків для здоров'я дитячого населення від впливу чинників довкілля. Практична станція оснащена сучасними аналітичними приладами, що дозволяє студенту продемонструвати свої практичні навички, зокрема: бактеріальне дослідження повітря проведення з оцінкою результатів; дослідження та оцінку параметрів мікроклімату приміщень; дослідження та оцінку параметрів світлового середовища; вимірювання і оцінку іонізуючого опромінювання; професійну гігієну рук у закладах охорони здоров'я.

*Висновки.* В Україні наразі сформувався свій складний комплекс соціальних, техногенних та екологічних проблем, що обумовлює нагальну потребу формування відповідних навичок і вмінь з превентивної медицини у майбутніх лікарів загальної практики. І саме ОСКІ є сучасним типом оцінки практичних знань та вмінь студентів, призначений для перевірки набуття ними клінічної майстерності та компетентностей, які неможливо оцінити традиційними формами іспитів.

**Ключові слова:** ОСКІ, гігієна та екологія, громадське здоров'я, компетентності.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота є фрагментом науководослідної роботи кафедри гігієни, екології та охорони праці Дніпровського державного медичного університету «Наукове обґрунтування комплексу заходів для профілактики порушень здоров'я населення, спричинених дією соціальних, природних та техногенних факторів», № державної реєстрації 0121U114434.

**Вступ.** У сучасному світі здоров'я населення визнано однією з найбільших цінностей, обов'язковим компонентом соціально-економічного розвитку й процвітання будь-якої держави, за порукою її національної безпеки. Наразі актуальною є зміна підходів до збереження здоров'я нації та спрямування зусиль на вирішення проблем у сфері охорони громадського здоров'я [1]. В Україні однією зі складових реформи системи охорони здоров'я визначено промоцію громадського здоров'я через впровадження загальнонаціонального принципу пріоритетності життя і здоров'я людини, безпечного середовища її життєдіяльності, збільшення тривалості життя перед будь-якими іншими інтересами і цілями у сфері господарської діяльності [2, 3].

Отже, актуальним стає правило – «охорона здоров'я в усіх політиках держави», адже профілактична діяльність – один із пріоритетних напрямків сучасної медицини, який включає багатшаровий комплекс заходів [1, 2]. Але, ефективне впровадження превентивних заходів можливе лише за умов майстерного володіння майбутніми лікарями відповідними компетентностями, що має забезпечити зниження показників захворюваності в Україні та покращення очікуваного стану здоров'я населення на всіх рівнях – як суспільному, так і індивідуальному.

З урахуванням вищеозначеного та відповідно до Постанови КМУ від 28 березня 2018 року №334 [4] державна атестація здобувачів за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Магістр» зі спеціальності 222 «Медицина» у Дніпровському державному медичному університеті (ДДМУ) включає проведення

на другому етапі об'єктивного структурованого практичного (клінічного) іспиту (ОСП(К)І), однією з складових якого є станція «Гігієна та екологія» [5]. Практичному втіленню та методичному обґрунтуванню цієї нової форми іспиту останнім часом присвячено велику кількість публікацій [6, 7, 8, 9, 10].

**Мета дослідження.** Розробити оптимальну модель симуляційної та практичної екзаменаційних станцій «гігієна та екологія» як компонентів об'єктивного структурованого практичного (клінічного) іспиту задля актуалізації формування профілактичного способу мислення у здобувачів вищої медичної освіти.

**Основна частина.** Колективом кафедри гігієни, екології та охорони праці Дніпровського державного медичного університету згідно з наказом ДДМУ були розроблені паспорти екзаменаційної симуляційної станції «Первинна профілактика порушень здоров'я, пов'язаних зі способом життя, екологозалежних та професійних захворювань» та практичної екзаменаційної станції «Профілактика інфекційних та неінфекційних хвороб, пов'язаних з наданням медичної допомоги» з дисципліни «Гігієна та екологія» [11].

Теоретичні знання та практичні навички, необхідні випускнику для проходження обох станцій, входять до навчальної програми з дисципліни «Гігієна та екологія», яка вивчається студентами зі спеціальності 222 «Медицина» протягом 2, 3 та 6-го років навчання й включає розділи «Загальні питання гігієни та екології», «Спеціальні питання гігієни та екології», «Гігієнічна оцінка впливу зовнішнього середовища на здоров'я населення». Під час засвоєння програми передбачено відпрацювання студентами практичних навичок з опанування лабораторними методами дослідження з метою гігієнічної діагностики довкілля, створення комплексу профілактичних заходів проти захворювань інфекційного та неінфекційного походження у відповідності до основ чинного законодавства України.

Усі завдання (варіанти) симуляційної станції ОСКІ «Первинна профілактика порушень здоров'я, пов'язаних зі способом життя, екологозалежних та професійних захворювань» з дисципліни «Гігієна та екологія» складено відповідно до вимог чинних нормативних документів в галузі, що визначають алгоритми дій практичного лікаря з первинної профілактики хвороб, у тому числі екологічно зумовлених та професійних захворювань, актуальних для нашої країни. Станція передбачає симуляцію низки практичних ситуацій, розв'язання яких випускником дозволяє оцінити оволодіння ним наступних спеціальних (фахових, предметних) компетенцій, передбачених стандартом вищої освіти зі спеціальності 222 Медицина для другого (магістерського) рівня вищої освіти [12]: здатність

до визначення необхідного переліку лабораторних та інструментальних досліджень та оцінки їх результатів; здатність до визначення необхідного режиму праці та відпочинку при лікуванні та профілактиці захворювань; здатність до визначення характеру харчування при лікуванні та профілактиці захворювань; здатність до визначення принципів та характеру лікування та профілактики захворювань; здатність до проведення санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів; здатність до планування і проведення профілактичних та протиепідемічних заходів щодо інфекційних хвороб; здатність до оцінювання впливу навколишнього середовища, соціально-економічних та біологічних детермінант на стан здоров'я індивідуума, сім'ї, популяції, зокрема: здатність до проведення епідеміологічних та медико-статистичних досліджень здоров'я населення, обробки соціальної, економічної та медичної інформації.

Для симуляційної станції нами запропоновано наступний перелік ситуацій:

1. Визначення ризиків для здоров'я населення від споживання недоброякісної питної води, у тому числі в межах геохімічних провінцій та районів, ендемічних за вмістом фізіологічно активних мікроелементів (фтору, йоду), за вмістом токсичних речовин (важких металів, нітратів тощо) та біологічного забруднення (4 варіанти).
2. Визначення харчового статусу пацієнта та відповідності призначення лікувального харчування для профілактики «хвороб цивілізації» – ожиріння, хвороб порушення кровообігу тощо (4 варіанти).
3. Визначення в закладах охорони здоров'я вимог дотримання санітарно-гігієнічного та протиепідемічного режимів для попередження розповсюдження інфекційних хвороб, пов'язаних з наданням медичної допомоги (ІПНМД), у тому числі бактеріального стану повітря у приміщеннях різного класу чистоти (4 варіанти).
4. Визначення ризиків для здоров'я робітників внаслідок дії факторів трудового процесу з використанням гігієнічної класифікації праці та вміння організувати процедуру профілактичних медичних оглядів працівників певних категорій для профілактики виробничо зумовлених та професійних захворювань (5 варіантів).
5. Визначення ризиків для здоров'я дитячого населення від впливу чинників довкілля, організації освітнього процесу, устаткування та санітарно-технічного обладнання закладів загальної середньої освіти (4 варіанти).

Практична станція «Профілактика інфекційних та неінфекційних хвороб, пов'язаних з наданням медичної допомоги» з дисципліни «Гігієна та екологія» передбачає виконання низки практичних дій та дозволяє оцінити оволодіння випускником спеціальних (фахових, предметних) компетенцій щодо оцінювання впливу навколишнього середовища, соціально-економічних та біологічних детермінант на стан здоров'я індивідуума, сім'ї, популяції, зокрема: володіння методами лабораторного (за окремим списком) дослідження факторів оточуючого середовища; вміння оцінювати зв'язок та вплив соціально-економічних та біологічних чинників на здоров'я індивідуума, сім'ї, популяції здоров'я.

Для покращення підготовки студентів до реалізації практичних завдань на станції нами були розроблені та оприлюднені інформаційно-методичні матеріали та перелік практичних навичок, що має продемонструвати випускник, а саме:

- санація повітряного середовища приміщень закладів охорони здоров'я (ЗОЗ) та контроль бактеріального забруднення (методика проведення і оцінка результатів бактеріального дослідження повітря);
- дослідження та гігієнічна оцінка параметрів мікроклімату у ЗОЗ (методика проведення і оцінка результатів дослідження температури, радіаційного режиму, відносної вологості, швидкості руху та атмосферного тиску повітря приміщень ЗОЗ);
- дослідження та гігієнічна оцінка параметрів світлового середовища (методика вимірювання та оцінка природної освітленості, рівня штучної освітленості, коефіцієнту пульсації джерел світла та/або відеодисплеїв у приміщеннях ЗОЗ);
- контроль радіаційної безпеки (методика вимірювання потужності доз випромінювання на робочих місцях персоналу, у суміжних приміщеннях і на території ЗОЗ);
- професійна гігієна рук у ЗОЗ (гігієнічна обробка рук, обробка рук з водою та милом).

Реалізація студентом практичних навичок на станції «Профілактика інфекційних та неінфекційних хвороб, пов'язаних з наданням медичної допомоги» буде успішною за умови створення якісних методичних посібників, гідної науково-теоретичної підготовки випускника та володіння сучасними методиками визначення факторів навколишнього середовища, а також використання сучасного аналітичного обладнання. Сценарії станції реалізуються у екзаменаційній кімнаті, що імітує одноліжкову палату лікарні. Матеріально-технічне оснащення станції складають:

- нормативно-інструктивні документи;

- прилад бактеріологічного аналізу повітря - аспіратор системи Кротова;
- термоанемометр-гігрометр «TENMARS-4002» для вимірювання температури, вологості та швидкості руху повітря;
- пірометр інфрачервоний «EXTTOOLS GM-333»;
- барометр-анероїд;
- люксометр-пульсометр-яскравомір «RADEX LUPIN»;
- дозиметр «WALCOM FS-2011»;
- комп'ютер-моноблок, або ноутбук;
- рідкий миючий засіб, антисептик для рук, умивальник, рушники паперові.

Для успішного подолання станції студентам на етапі підготовки до іспиту надається детальна покрокова інструкція з користування приладами та матеріали для оцінки (інтерпретації) отриманих даних. Це є важливою складовою методичного забезпечення іспитів, де необхідно чітко і безпомилково виконання методик. Алгоритмізація навчального процесу збільшує якість надання необхідної інформації з метою формування профілактичного мислення здобувача вищої медичної освіти.

Для забезпечення якісної підготовки студентів до виконання завдань практичної гігієнічної станції додатково було створено навчальні відеопосібники, озвучені українською мовою для вітчизняних студентів та англійською мовою – для іноземних студентів, які розміщені для загального доступу на сторінці кафедри на сайті ДДМУ. Протягом навчального року на кафедрі також було організовано проведення консультацій та тренінгів.

Для контролю дій випускників нами розроблено чеклисти (технологічні карти), в яких екзаменатори відзначають правильність дій студентів на кожному етапі [12]. Переміщення здобувачів відбувається за певним маршрутом, де вони виконують завдання в однакових умовах протягом однакового проміжку часу. Дії студента оцінюють в балах, за якими розраховують їх сумарну кількість.

Організація та проведення іспиту – це кропітка робота цілої команди фахівців ДДМУ різного профілю [9]. Оцінювання студентів за методикою стандартизованого клінічного іспиту в ДДМУ відбувається також на станціях (симуляційних та маніпуляційних) з внутрішньої медицини, хірургічних хвороб, акушерства і гінекології, педіатрії та невідкладних станів із залученням до іспитів викладачів відповідних кафедр. Фахівці створеного в ДДМУ міжкафедрального навчально-тренінгового центру забезпечують належний стан кожної станції, допомагають в адаптації сценаріїв до технічних можливостей центру, контролюють проведення інструктажу для студентів [5]. Варто відзначити

також важливість високого рівня організації процесу ОСКІ для мінімізації впливу на підсумкову оцінку студента інших, крім його дій, чинників та врахування всіх складових, необхідних для створення умов демонстрації студентами різних професійних навичок.

#### Висновки

1. В Україні наразі сформувався свій складний комплекс соціальних, техногенних та екологічних проблем, що обумовлює нагальну потребу формування відповідних навичок і вмінь з превентивної медицини у майбутніх лікарів загальної практики.
2. Об'єктивний структурований клінічний іспит (ОСКІ) – сучасний тип оцінки практичних знань та вмінь студентів, призначений для перевірки набуття ними клінічної майстерності та компетентностей, які неможливо оцінити традиційними формами іспитів.

3. Для практичного впровадження профілактичної частини ОСКІ у закладах вищої медичної освіти слід враховувати, що традиційні прийоми захисту та профілактики, які впродовж сторічч були напрацьовані людством для попередження масових інфекційних, екологічних, професійних хвороб та хвороб способу життя, у сучасних умовах виявляються недостатніми та/або малоефективними.

**Перспективи подальших досліджень.** Подальші завдання для забезпечення якості та стандартизації ОСКІ випускників закладів вищої медичної освіти, на нашу думку, мають полягати у перманентному оновленні та актуалізації банку алгоритмів ОСКІ, проведенні практичної частини підсумкових модульних контролів у вигляді пілотних (пробних) ОСКІ, а також подальшому оснащенні тренінгових центрів сучасним приладдям, що дозволить студентам покращити виконання завдань.

#### References

1. WHO-ASPHER Competency Framework for Public Health Personnel in the European Region. Project. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, ASPHER; October 2019.
2. Lekhan VM, Kriachkova LV, Zaiarskyi MI. Analiz reform okhorony zdorov'ya v Ukraini: vid zdobuttya nezalezhnosti do suchasnosti [Analysis of health care reforms in Ukraine: from independence to modern times]. *Ukraine. Health of the nation*. 2018;4(52):5-11. [Ukrainian]
3. Lototska OV, Kondratiuk VA, Sopel OM. Profilaktychna medytsyna yak vazhlyva skladova hromadskoho zdorov'ya [Preventive medicine as an important component of public health]. *Visnyk sotsial'noyi hihiyeny ta orhanizatsiyi okhorony zdorov'ya Ukrayiny*. 2019;2(80):40-43. [Ukrainian]. doi: 10.11603/1681-2786.2019.2.10478
4. *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 28 bereznya 2018 r. № 334. PORYADOK zdiysnennya yedynoho derzhavnogo kvalifikatsiynoho ispytu dlya zdobuvachiv stupenya vyshchoyi osvity mahistr za spetsial'nostyamy haluzi znan' «22 Okhorona zdorov'ya»*. [PROCEDURE for conducting a unified state qualification exam for applicants for a master's degree in the field of knowledge "22 Health Care"]. 2018. [Ukrainian]
5. *Nakaz DDMU vid 28.04.22 №47-OD. Polozhennya pro orhanizatsiyu ta poryadok provedennya obyektivnoho strukturovanoho praktychnoho (klinichnoho) ispytu (OSP(K)I) – II etapu YEDKI dlya zdobuvachiv vyshchoyi osvity stupenya mahistra za osvitn'o- profesiynoyu prohramoyu «Medytsyna» za spetsial'nisty – 222 «Medytsyna» haluz' znan' -22 «Okhorona zdorov'ya»* [Regulations on the organization and procedure of the objective structured practical (clinical) examination (OSP(C)E) - II stage of the USQE for applicants of higher education with a master's degree in the educational and professional program "Medicine" in the specialty 222 "Medicine" field of knowledge -22 "Health care"]. 2022. [Ukrainian]
6. Rozhko MM, Ersteniuk HM, Kapechuk VV, Pelekhan LI, Ivantsiv MO. Z dosvidu zaprovadzhennya ob'yektivnoho strukturovanoho klinichnoho ispytu v Ivano-Frankivskomu natsionalnomu medychnomu universyteti [The experience of implementing the objective structured clinical examination at Ivano-Frankivsk National Medical University]. *Medychna osvita*. 2019;3:15-18. [Ukrainian]
7. Volosovets OP, Kryvopustov SP, Pochynok TV, Shevtsova IO, Sliusar NA, Korkh LM. Model ekzamenatsiynoi pediatrichnoi stantsiyi «Pochatkova ta reanimatsiyna dopomoha novonarodzheniy dytyni» yak komponenty ob'yektivnoho strukturovanoho praktychnoho (klinichnoho) ispytu zdobuvachiv stupenya vyshchoyi osvity mahistr za spetsial'nisty 222 «medytsyna» haluzi znan' 22 «okhorona zdorov'ya» [Model of examination pediatric station "Primary and resuscitation care for newborns" as components of the objective structured practical (clinical) examination for applicants for higher education master's degree in the 222 "Medicine" in the field of knowledge 22 "Health care"]. *Medychna osvita*. 2022;1:43-47. [Ukrainian]
8. Korylchuk NI, Vorontsov OO, Yasnii OR. Provedennya ob'yektivnoho strukturovanoho klinichnoho ispytu [Conducting an objective structured clinical examination]. *Medical education*. 2019;4:18-23. [Ukrainian]
9. Pertseva TO, Shponka IS, Zakharov SV, Khaniukov OO, Kravchenko OI. Zastosuvannya ob'yektivnoho strukturovanoho klinichnoho ispytu yak etapu provedennya atestatsiyi vypuskniv Derzhavnogo zakladu «Dnipropetrovska medychna akademiya Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrainy [Application of an objective structured

- clinical examination as a stage of certification of graduates of the State institution “Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine]. In: *Materialy XVI Vseukr nauk-prakt konf z mizhnar uchastyu “Innovatsiyi u vyshchiiy medychniy ta farmatsevtichniy osviti Ukrainy”*. Ternopil; TNMU: 2019 May 16–17. 2019. p. 28-30. [Ukrainian]
10. Korda MM, Shulhai AH, Pasiaka NV, Petrenko NV, Haliash NB, Bilkevych NA. Ob'ektyvnyi strukturovaniy klinichnyi ispyt yak vymir praktychnoi pidhotovky maybutnoho likarya [An objective structured clinical examination as a measure of the practical training of the future doctor]. *Medychna osvita*. 2019;3:19-24. [Ukrainian]. doi: 10.11603/me.2414-5998.2019.3.10116
  11. Nakaz MON Ukrayiny №1197 vid 08.11.2021 r. Pro zatverdzhennya standartu vyshchoyi osvity zi spetsial'nosti 222 Medytsyna dlya druhooho (mahisters'koho) rivnya vyshchoyi osvity [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1197 of 08.11.2021 On the approval of the standard of higher education in specialty 222 Medicine for the second (master's) level of higher education]. [Ukrainian]. Available from: [https://osvita.ua/doc/files/news/850/85049/222-Medytsyna\\_mahistr\\_09\\_11.pdf](https://osvita.ua/doc/files/news/850/85049/222-Medytsyna_mahistr_09_11.pdf)
  12. Pasport ekzamenatsiynoyi stantsiyi (praktychna) obyektivnoho strukturovanoho praktychnoho (klinichnoho) ispytu (OSKI) zdobuvachiv stupenya vyshchoyi osvity mahistr za spetsial'nisty 222 «Medytsyna» haluzi znan' 22 «Okhorona zdorovya» «Profilaktyka infektsiynikh ta neinfektsiynikh khvorob, pov'yazanykh z nadannyam medychnoyi dopomohy» z dystsypliny «Hihiyena ta ekolohiya» [Passport of the examination station (practical) of the objective structured practical (clinical) examination (OSCE) of higher education degree holders of a master's degree in the specialty 222 “Medicine” of the field of knowledge 22 “Health care” “Prevention of infectious and non-infectious diseases associated with the provision of medical care” from the discipline “Hygiene and ecology”]. [Ukrainian]. Available from: <https://301.dmu.edu.ua/%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B0/%D0%BE%D1%81%D0%BA%D1%96>

UDC 614-084:37.091.27]-057.875

### **Preventive Medicine as a Component of Objective Structured Clinical Examination**

**Shevchenko O. A., Holovkova T. A., Onul N. M.,  
Kramaryova Yu. S., Shtepa O. P., Shchudro S. A.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to develop an optimal model of simulation and practical examination stations “hygiene and ecology” as components of objective structured clinical examination for the actualization of the formation of a preventive way of thinking among students of higher medical training.*

The paper analyzes the Passports of the simulation and practical stations of the objective structured clinical examination, their methodological and logistical support, which will allow to fully perform all the tasks and methods provided by the algorithms for mastering special professional competencies. The simulation station reproduces a number of real-life situations in specific tasks (25 options in total), the solution of which allows to assess the student's mastery of the professional competencies provided by the higher education standard, in particular: determining the risks to public health from the consumption of poor-quality drinking water, determining the nutritional status of the patient and the appropriateness of the prescription of therapeutic nutrition for the prevention of “diseases of civilization”, determining the requirements for compliance with sanitary and epidemiological requirements in health care facilities. The practical station is equipped with modern analytical instruments which allows the student to demonstrate their practical skills, in particular: bacterial air testing with evaluation of the results, research and evaluation of indoor microclimate parameters, research and evaluation of light environment parameters, measurement and evaluation of ionizing radiation, professional hand hygiene in health care facilities. To ensure high-quality training of students to perform the tasks of a practical station additional educational video guides were created, which are posted for general access on the department's page on the website of the University.

**Conclusion.** Ukraine has now formed its own complex set of social, technogenic and environmental problems, which necessitates the development of appropriate skills and abilities in preventive medicine in future general practitioners. Objective structured clinical examination is a modern type of assessment of students' practical knowledge and skills, designed to test their acquisition of clinical skills and competencies that cannot be assessed by traditional forms of examinations. For the practical implementation of the preventive part of objective structured clinical examination in institutions of higher medical education, it should be taken into account that the traditional methods of protection and prevention, which have been developed by mankind over the centuries for the prevention of mass infectious, environmentally dependent, occupational and lifestyle diseases, in modern conditions are insufficient and/or ineffective.

**Keywords:** objective structured clinical examination, hygiene and ecology, public health, competencies.

**ORCID and contributionship:**

Oleksandr A. Shevchenko : 0000-0002-2295-170X<sup>A, D, F</sup>

Tetiana A. Holovkova : 0000-0002-0379-3398<sup>B, D</sup>

Nataliia M. Onul : 0000-0002-4968-3469<sup>D, E</sup>

Yuliia S. Kramaryova : 0000-0003-0388-8992<sup>E</sup>

Oleksandr P. Shtepa : 0000-0002-3738-2204<sup>B</sup>

Svitlana A. Shchudro : 0000-0003-0669-4771<sup>B</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Oleksandr A. Shevchenko**

Dnipro State Medical University,  
Department of Hygiene, Ecology and Occupational Safety  
4, Soborna Square, Dnipro 49027, Ukraine  
phone: +380982932333, e-mail: toxysan@ukr.net

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 25.12.2022

Accepted 14.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.264

УДК 378.147:611.018.1

Шепітько В. І., Боруца Н. В., Стецук Є. В.,  
Лисаченко О. Д., Скотаренко Т. А.,  
Вільхова О. В., Левченко О. А.

## ТЬЮТОРСТВО ЯК УНІВЕРСАЛЬНА ПЕДАГОГІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ДО ВИКЛАДАННЯ ГІСТОЛОГІЇ, ЦИТОЛОГІЇ ТА ЕМБРІОЛОГІЇ

Полтавський державний медичний університет,  
Полтава, Україна

*Мета* – розкрити теоретичні засади впровадження тьюторського підходу до викладання гістології, цитології та ембріології, як універсальної педагогічної технології.

*Методи* – аналіз, узагальнення та систематизація відомостей науково-методичної літератури.

*Результати*. Одним із складників кредитно-модульної системи навчання в закладах освіти III-IV рівнів акредитації є технологія тьюторства. Індивідуалізація освіти сприяла розвитку технологій тьюторства, яка спрямована на розвиток самостійної роботи в навчально-виховному процесі вищої медичної школи, а сам тьютор несе відповідальність не лише за рівень знань, а також за формування особистості майбутнього медика.

Впровадження в навчальний процес тьюторства – це прагнення до виявлення обдарованого молодого покоління, допомогти їм організуватися в освітньому просторі університету та познайомитися із здобувачами з їх мріями, проблемами. Тьютор поступово засвоює якісно відмінну від попереднього досвіду роботи роль, що вимагає опанування технік самоорганізації, здатності брати на себе ініціативу в ситуації невизначеності, культивувавши парадоксальне мислення. Тьютор стає своєрідним взірцем, демонструючи учням певні орієнтації й техніки для самовдосконалення.

Реалізація тьюторства у вищій медичній школі відбувається на підґрунті взаємоповаги та довіри, що створює реальну можливість для здійснення постійного професійного зростання компетентності викладача і збільшення знань здобувача освіти, його самооцінки, формує гнучкість і нестандартність мислення, створює бажання поповнювати власні знання.

Тьюторство є одним із перспективних напрямків розвитку саме індивідуалізації навчання у професійній підготовці майбутніх студентів-медиків, що сприяє до створення цілого комплексу навчальних і навчально-методичних посібників для виконання самостійної роботи; розроблення інтегрованих міжкафедральних завдань; розвитку колегіальних відносин викладачів і здобувачів освіти; розробки завдань, які передбачають нестандартні рішення.

*Висновки*. Тьюторство є однією із форм організації навчального процесу, що передбачає проведення здебільшого індивідуальних консультацій, використання проєктних методик, запровадження інформаційних технологій. Він допомагає формувати навички самоосвіти, саморозвитку та творчого розв'язання професійних завдань, навчання ефективним прийомам розробки та реалізації дослідницьких проєктів у різних сферах практичної діяльності здобувачів.

**Ключові слова:** тьюторство, здобувачі освіти, кафедра гістології, цитології та ембріології.

**Вступ.** Вища медична освіта забезпечує професійну підготовку здобувачів вищої освіти та являється головною складовою реформування галузі охорони здоров'я та реалізації соціальних пріоритетів держави, тому що від рівня підготовки майбутніх фахівців залежить якість надання медичної допомоги населенню країни. Виклики сьогодення, які вносять корективи і в підвищення кваліфікації медиків, сприяють освоєнню інноваційних знань, умінь та навичок, що будуть відповідати сучасному розвитку медичної науки.

Розвиток і якість системи вищої медичної освіти у вищих навчальних закладах України потребують в запровадженні сучасних форм і методів роботи зі здобувачами, які будуть сприяти покращенню організації освітнього процесу шляхом впровадження передових наукових розробок, запровадження сучасної інформатизації навчального процесу, наявності висококваліфікованих викладачів і створення сучасної навчально-методичної бази в медичній галузі [1].

В останні роки все більша увага приділяється створенню таких умов, що сприяють максимальній реалізації і розкриттю потенціалу здобувача вищої освіти. Особливий інтерес викликає тьюторство, як принципово нова педагогічна позиція, і вважається однією із універсальних форм організації навчально-виховної діяльності у вищій школі, оскільки в умовах виконання Болонських реформ відбувається інтернаціоналізація засобів формування фахівця [2].

Сьогодні результативною технологією вважається тьюторська технологія, яка уже відома у

багатьох країнах світу. Термін «тьютор», – педагог-наставник, походить від англійського “tutor” і латинського “tutor”, що означає «спостерігаю», «охороняю», «оберігаю», «пікуюся», «підтримую» [3, 4].

Розглядаємо поняття тьюторство як модульно-тьюторську технологію, що сприяє індивідуалізації в освітньому процесі, створенню власної освітньої траєкторії; забезпечує сприятливі умови для розкриття власних здібностей, креативностей кожного здобувача освіти, формує потреби самостійної індивідуальної роботи двох рівноправних партнерів – тьютора і майбутнього фахівця [5, 6].

Рівень та якість підготовки випускників Полтавського державного медичного університету, насамперед, залежать від рівня компетентності його науково-педагогічних працівників, які безпосередньо займаються навчальною, науковою та виховною діяльністю. Їх професіоналізм визначається не тільки сукупністю знань, умінь і навичок, а ще й особистісними якостями, які відповідають профілізації викладацької діяльності [7].

**Мета роботи:** розкрити теоретичні засади впровадження тьюторського підходу до викладання гістології, цитології та ембріології, як універсальної педагогічної технології.

**Методи дослідження:** аналіз, узагальнення та систематизація відомостей науково-методичної літератури.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Предметом тьюторського супроводу на кафедрі гістології, цитології та ембріології є різна діяльність учасників освітнього процесу, яка направлена на вирішення освітніх задач. Реалізація тьюторства співробітниками кафедри сприяє індивідуалізації освіти, яка направлена на виявлення і розвитку мотивів та інтересів здобувачів вищої освіти, пошуку сучасних освітніх ресурсів для створення індивідуальної освітньої програми молоді. Така робота на кафедрі організовується і здійснюється керуючись принципом суб'єктності, обов'язково з урахуванням інтелектуальних здібностей здобувачів освіти їх можливостей і мотивації на професію.

Для успішної реалізації тьюторства, як універсальної педагогічної технології до викладання цитології, гістології та ембріології – є діяльність студентського наукового гуртка, де саме тьюторство є провідним в організації і контролюванні самостійної роботи здобувачів, саме під час їх роботи в гуртку. Така діяльність молодого покоління сприяє поглибленню і розширенню їх знань, формуванню інтересу до пізнавальної діяльності, оволодінню прийомами процесу пізнання, розвитку здібностей, методам роботи над навчальною літературою та правильному написанню рефератів, доповідей. Успішне виконання самостійної роботи забезпечується за умови вмотивованості, чіткої постановки

пізнавальних завдань, підбору методів, обсягу роботи, встановлення видів консультаційної допомоги (настановні, тематичні, проблемні консультації), критеріїв оцінки, видів і форм контролю.

Головний принцип тьюторства на кафедрі полягає в тому, що найкращі представники зі студентського середовища допомагають іншим у навчальному процесі та самоосвіті. Робота в таких групах сприяє мотивації та взаємної інтелектуальної активності та підвищує ефективність пізнавальної діяльності здобувачів освіти на кафедрі (рис. 1).



Рис. 1 – Робота під керівництвом тьютора з гуртківцями під час проведення експерименту в лабораторії університету

Робота здобувачів освіти в науковому гуртку вже розпочинається на першому курсі, в подальшому дослідництво проводиться в інших формах, хоча й гурткова робота не припиняється. Робота в гуртках не є єдиною формою співвиконання фрагменту науково-дослідної роботи кафедри, але її питома вага найвища серед інших форм. Така діяльність здобувачів освіти в науковій групі кафедри, дозволяє запалити в них вогник творчості, залучити до дослідницького підходу в усіх сферах його діяльності.

Становлення і розвиток студентської наукової групи кафедри гістології, цитології та ембріології та робота в ній молодого покоління, допомагає дослідникам оволодіти методикою наукових експериментів, розвинути навички самостійної пошукової роботи, розвинути творчу ініціативу та здібності до теоретичного аналізу.

Науково-дослідницька робота здобувачів освіти, з використанням тьюторського підходу на кафедрі гістології, цитології та ембріології спрямовується на підготовку соціального працівника-дослідника нової генерації, якому притаманне високий динамізм та культ пошуку. Оскільки, в процесі науково-дослідницької роботи здобувачі освіти, під керівництвом досвідчених викладачів кафедри, набувають навичок користування науковою,

довідниковою, методичною літературою, методами інформаційного пошуку та навичками комп'ютерної обробки даних (рис. 2) [8].



**Рис. 2** – Математична обробка отриманих даних під керівництвом викладача-тьютора із гуртківцем

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Слід зазначити, що сьогодні залучення здобувачів вищої освіти до науково-дослідної роботи (особливо на перших курсах) недостатньо мотивоване та не має чітких зв'язків з майбутньою професією. Тому, такий практичний досвід тьюторства на кафедрі гістології, цитології та ембріології показав зростання інтересу серед молоді до проблеми наукової організації праці кафедри та зростання їх успішності серед студентства.

Отримані здобувачами освіти нові навички та знання, сприятимуть формуванню у них практичних вмій, допоможуть застосовувати здобуті знання в практичних ситуаціях, сприятимуть оволодінню сучасними знаннями з дисципліни, підготують їх самостійно приймати обґрунтовані рішення, здобувати навички міжособистісної взаємодії, а також знаходити компроміс у вирішенні конфліктних ситуацій.

### References

1. Hromoviy V. Individualniy pedahohichniy suprovid uchniv [Individual pedagogical support of students]. [Ukrainian]. Available from: (2010) <http://osvita.ua/school/upbring/1240/?list=0>
2. Volosovets OP. Pytannya yakosti osvity u konteksti vprovadzhennya zasad Bolonskoyi deklaratsiyi u vyshchiiy medychniy shkoli [The question of the quality of education in the context of the implementation of the principles of the Bologna Declaration in a higher medical school]. *Medychna osvita*. 2005;2:12-6. [Ukrainian]
3. Boyko A. Tyutor – yakisno vishcha pedahohichna pozitsiya i noviy prostir dukhovno-moralnoi vzayemodiyi [A tutor is a qualitatively higher pedagogical position and a new space for spiritual and moral interaction]. *Pedahohichni nauki: zbirnik naukovikh prats Poltavskiy natsionalniy pedahohichniy universitet imeni VH Korolenka. Poltava 2011*. 2011;2:4-10. [Ukrainian]
4. Pakhomova T. Shlyakhy vprovadzhennya tyutorskoyi systemy osvity u zarubizhnykh krayinakh [The way of introducing the tutor system of education in foreign countries]. *Problemy pidgotovky suchasnogo vchytelya*. 2012;1(5):220-4. [Ukrainian]
5. Osadcha K. Suchasni modeli pidgotovky pedagogiv do zdiysnennya tyutorskoyi diyalnosti [Modern models of training teachers to carry out tutoring activities]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskogo derzhavnogo pedagogichnogo universytetu imeni Pavla Tychyny*. 2018;1:207-14. [Ukrainian]
6. Forster F, Hounsell D, Thompson S. *Tutoring and Demonstrating: A Handbook*. Edinburgh: Centre for Teaching, Learning and Assessment, University of Edinburgh; 1995. 94 p.
7. Shepitko VI, Boruta NV, Stetsuk YeV, Skotarenko TA, Levchenko OA. Nastavnitstvo na kafedri histolohiyi, tsi-tolohiyi ta embriolohiyi yak holovna skladova v sistemi fakhovoi pidhotovki molodoho vykladacha [Mentoring at the department of histology, cytology and embryology as the main component in the system of professional training of young teachers]. *Aktualni problemi suchasnoi meditsini*. 2022;22(3-4):198-200. [Ukrainian]. doi: 10.31718/2077-1096.22.3.4.198
8. Shepitko VI, Boruta NV, Stetsuk YeV, Yakushko OS, Daniliv OD, Levchenko OA. Robota v studentskiy naukoviy hrupi - vazhliivy etap u stanovlenni molodoho naukovtsya [Working in a student research group is an important stage in the development of a young scientist]. *IX Mizhnarodna naukovo-praktichna konferentsiya «Rozvitok doslidzhen, praktika ta osvita»*. *Florentsiya 2022*. 2022. p. 110-4. [Ukrainian]

UDC 378.147:611.018.1

#### **Tutoring as a Universal Pedagogical Technology for Teaching Histology, Cytology and Embryology**

**Shepitko V. I., Boruta N. V., Stetsuk Ye. V., Lysachenko O. D., Skotarenko T. A., Vilkhova O. V., Levchenko O. A.**

**Abstract.** The purpose of the study was to reveal the theoretical foundations of the implementation of the tutoring approach to the teaching of histology, cytology and embryology as a universal pedagogical technology.

*Materials and methods.* Analyses, generalization and systematization of information from scientific and methodical literature were used in the study.

*Results and discussion.* Tutoring technology is one of the credit-module system of education components in educational institutions of the III-IV levels of accreditation. Individualization of education contributed to the development of tutoring technologies, which are aimed at the development of independent work in the educational process of a higher medical school, and the tutor is responsible not only for the level of knowledge, but also for the formation of the personality of the future doctor. The introduction of tutoring into the educational process is a desire to identify the gifted young generation, to help them organize themselves in the educational space of the university and to get to know the applicants with their dreams and problems. The tutor gradually acquires a different role from previous work experience, which requires mastering self-organization techniques, the ability to take the initiative in a situation of uncertainty, and the cultivation of paradoxical thinking. The tutor becomes a role model, showing students certain orientations and techniques for self-improvement.

Implementation of tutoring in a higher medical school takes place on the basis of mutual respect and trust, which creates a real opportunity for continuous professional growth of the teacher's competence and increasing the knowledge of students, their self-esteem, forms of flexibility and non-standard thinking, creates a desire to replenish one's own knowledge.

Tutoring is one of the promising directions of the development of the individualization of training in the professional training of future medical students, which contributes to: creation of a whole set of educational and teaching-methodical manuals for independent work; development of integrated interdepartmental tasks; development of collegial relations of teachers and students; development of tasks that involve non-standard solutions.

*Conclusion.* Tutoring is one of the forms of organizing the educational process, which involves mostly individual consultations, the use of project methods, and the introduction of information technologies. It helps to form the skills of self-education, self-development and creative solution of professional tasks, training in effective methods of development and implementation of research projects in various spheres of practical activity of students.

**Keywords:** tutoring, students, department of histology, cytology and embryology.

#### **ORCID and contributionship:**

Volodymyr I. Shepitko : 0000-0001-5570-795X<sup>A,E,F</sup>

Natalia V. Boruta : 0000-0002-9262-8967<sup>A,B,D,E</sup>

Evgeny V. Stetsuk : 0000-0002-4239-2618<sup>A,B,D</sup>

Olha D. Lysachenko : 0000-0001-8274-3008<sup>A,B,D,F</sup>

Elena V. Vilkhova : 0000-0002-3371-9930<sup>A,B</sup>

Tetyana A. Skotarenko : 0000-0002-3467-8990<sup>A,B</sup>

Olga A. Levchenko : 0000-0003-1068-5034<sup>A,B</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,

C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,

E – Critical review, F – Final approval of the article

#### **CORRESPONDING AUTHOR**

**Natalia V. Boruta**

Poltava State Medical University,

Department of Histology, Cytology and Embryology

23, Shevchenko St., Poltava 36039, Ukraine

phone: +380509582691, e-mail: boruta.nata@ukr.net

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 23.12.2022

Accepted 18.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.268

УДК 378.147:61-057.87

Шепітько В. І., Шерстюк О. О.,

Борута Н. В., Тихонова О. О.,

Тарасенко Я. А., Скотаренко Т. А.,

Левченко О. А.

## МІЖДИСЦИПЛІНАРНА ІНТЕГРАЦІЯ – ГОЛОВНИЙ ЧИННИК У РОЗВИТКУ КЛІНІЧНОГО ТА ПРОФЕСІЙНОГО МИСЛЕННЯ У СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Полтавський державний медичний університет,  
Полтава, Україна

*Мета* – розкриття сутності інтегрованого підходу до викладання фундаментальних дисциплін, як головного чинника у професійній підготовці студентів медиків.

*Методи* – аналіз, узагальнення та систематизація відомостей науково-методичної літератури.

*Результати.* Інтеграція досить глибоко змінює зміст та структуру сучасного наукового знання, інтелектуально-концептуальні можливості окремих наук. Це найважливіший засіб досягнення єдності знання у змістовному, структурному, науково-організаційному, педагогічному аспектах.

Інтеграція у фундаментальних галузях виникла на тлі диференціації наук та деталізації спеціальностей, зростаючого обсягу знань та вимог до них у кожній окремій галузі. Інтеграція саме між навчальними дисциплінами спрямована на поглиблення взаємозв'язків між предметами і є шляхом її вдосконалення.

Міждисциплінарна інтеграція базових дисциплін у вищих медичних закладах, передбачає єдиний підхід професорсько-викладацького складу різних навчальних дисциплін до вирішення загальних освітніх завдань на основі узагальнення знань студентами.

Гістологія, цитологія, ембріологія і анатомія людини як дисципліни, що вивчають структуру та морфологічні варіації будови людської тіла, сприймаються з позицій сучасної науки, як фундамент медицини, фізіології та патології, який послідовно формувався як з давніх часів – так і до наших днів.

Такий тісний взаємозв'язок між мікро- та макробудовою організму прослідковується послідовність та логіка, у вивченні двох фундаментальних дисциплін, з'являється можливість перенесення теоретичних знань, практичних умінь та навичок з однієї дисципліни в іншу. Встановлення міжпредметних зв'язків сприяє глибокому засвоєнню знань і повторенню раніше вивченого матеріалу, окрім того правильно організована інтеграція відіграє як освітню, так і виховну роль.

Міждисциплінарна інтеграція двох фундаментальних дисциплін таких як «Гістологія, цитологія

та ембріологія» з «Анатомію людини» є необхідною складовою підготовки майбутнього медика. Оскільки застосування таких міждисциплінарних технологій підготовки лікаря дозволяє підняти його на якісно новий рівень клінічного мислення, здатного комплексно вирішувати завдання медичної практики на основі широкого інтегрування даних різноманітних дисциплін [1].

*Висновки.* Міждисциплінарна інтеграція сприяє підвищенню професійної мотивації студентів на перших та других курсах навчання у вищих медичних навчальних закладах, поглиблюються їх знання у профільних дисциплінах, активізується пізнавальна діяльність студентів, сприяє формуванню у них компетенцій та покращує якість знань, умінь і навичок.

**Ключові слова:** міждисциплінарна інтеграція, гістологія, цитологія, ембріологія, анатомія людини.

**Вступ.** Особливого значення міждисциплінарні зв'язки набувають у системі професійної медичної освіти, де навчальний і пізнавальний процеси повинні будуватися в органічному поєднанні із загальноосвітніми, загальнопрофесійними та спеціальними дисциплінами. Системне застосування міждисциплінарних зв'язків сприяє розвитку кругозору, глибини мислення, швидкому сприйняттю явищ, що відбуваються, навчального матеріалу та допомагає студентам-медикам розвивати навички використання потенційних знань у прикладних дисциплінах [1].

Інтеграція навчального процесу у вищих медичних закладах передбачає його побудову за принципом логічних узагальнень послідовності програмних дисциплін і «комплексування» навчання. Викладання повинно проводитися так, щоб знання однієї дисципліни були фундаментом для вивчення іншої з метою формування єдностей між окремими елементами шляхом виявлення спільних рис між ними [2, 3].

Головною метою навчального процесу, у медичному закладі вищої освіти, є формування

особистості лікаря, який уміє сприймати необхідну інформацію, самостійно здобувати і використовувати її на практиці, розв'язувати складні клінічні завдання. Жодна навчальна дисципліна сама по собі, у відриві від інших дисциплін, не формує професійну компетентність майбутнього лікаря, але інтегрований підхід досягає мети: забезпечити формування цілісної системи знань, умінь, навичок, професійно значущих якостей, необхідних фахівцю [4, 5].

Слід зазначити, що міждисциплінарна інтеграція навчального процесу морфологічних дисциплін перш за все передбачає його побудову за принципом логічних узагальнень послідовності програмних дисциплін і «комплексування» навчання. Освітній процес здійснюється так, щоб знання однієї дисципліни були фундаментом для вивчення іншої. Таке методичне опрацювання навчального матеріалу полягає в систематизації і узагальненні його студентами [6].

Міжпредметні зв'язки сприяють швидшому засвоєнню, поглибленню та закріпленню знань, створюються інтегровані програми, що дозволяють органічно комбінувати різні дисципліни та сприяють всебічному розвитку студентів.

Одним із напрямків якісного оновлення медичної освіти є підготовка фахівців, здатних усвідомлено використовувати потенціал фундаментальних дисциплін для системного вирішення професійних завдань [7, 8].

**Мета роботи:** розкриття сутності інтегрованого підходу до викладання фундаментальних дисциплін, як головного чинника у професійній підготовці студентів медиків.

**Методи дослідження:** аналіз, узагальнення та систематизація відомостей науково-методичної літератури.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Фундаментальні знання з морфології закладають основи для осмисленого розуміння клінічних дисциплін та успішного застосування отриманих знань у науково-діагностичній та лікувальній практиці. Формуванню аналітичних форм мислення студента з розумінням загальнобіологічних закономірностей будови клітин, тканин, органів і систем людини, сприяє методу комплексного викладання анатомії людини, гістології та цитології в рамках цілісного єдиного курсу. Такий підхід дозволяє студентам, у межах вивчення тієї або іншої теми, одночасно отримувати уявлення про макро-, мікро- та ультрамікроморфології органів людини.

Міждисциплінарна інтеграція є необхідною умовою підготовки лікарів, як медичного так і стоматологічного профілів. Теоретичний матеріал який вивчається на кафедрі гістології, цитології та ембріології і анатомії людини, активно використо-

вують викладачі клінічних дисциплін, як на молодших так і на старших курсах.

Гістологія, цитологія, ембріологія та анатомія людини покликані сформувати у студентів уявлення про структурно-функціональні основи життєдіяльності організму людини. Опанування та засвоєння знань про нормальну будову тканин, органів і анатомічну їх структуру – неможливе без знання анатомії та гістології людського організму, оскільки неможливо зрозуміти сам патогенез різних захворювань, і відповідно визначити методи їх лікування. Тому, одним із методів професійної підготовки студентів медиків, є формування уявлення про будову тканин і органів в нормі та їх шляхи трансформування в умовах патологічного процесу.

Необхідність вивчення студентами медичного вузу гістології, цитології та ембріології скерована переліком компетенцій лікаря-спеціаліста та грамотною орієнтацією в закономірностях еволюціонування та особливостях будови організму, що розвивається, а також клітин, тканин, органів і систем органів людини, морфогенетичних та адаптивних механізмів еволюціонування та динаміки морфогенезу на етапах онтогенезу. Знання основ загальної ембріології готує оптимальну наукову базу медика, а саме розуміння процесів ембріогенезу людини, тому що майбутнім медикам дуже важливо вивчити будову організму людини на клітинному та тканинному рівні, оскільки гістологія – дисципліна, що передбачає вміння візуалізувати гістологічні препарати.

Під час викладання загальної гістології та медичної ембріології є головним завданням варіативної частини базової дисципліни «Гістологія, цитологія, ембріологія», яка успішно реалізується на першому та другому курсі медичного факультету №1 та 2, а знання з ембріології людини, позитивно впливає на рівень грамотності фахівців та їх орієнтації в морфології ембріона людини, плодових і материнської оболонки, плаценти.

Першим же щабель, що забезпечує формування клінічного мислення у студентів та закладає основи спеціальних знань є анатомія людини. Без оволодіння анатомічним матеріалом майбутній лікар обійтися не може. Вивчення анатомії людини включає, не тільки теоретичну підготовку студентів і їх роботу з навчальною літературою, а й роботу з вологими препаратами, окремими анатомічними препаратами, що активно використовуються на кафедрі. Головною метою дисципліни – вивчення будови тіла людини, її частин та органів, а також оволодіння практичними навичками, визначення місця розташування органів та інших анатомічних структур у тілі людини.

Медик повинен дуже добре знати будову тіла людини, бо головне завдання лікаря – не завдати

шкоди хворому. Тому, анатомію людини починають вивчати з першого курсу медичного вузу, перш ніж допустити студентів до клініки. При вивченні анатомії людини слід враховувати функціональне навантаження органів. Особливості форми, будови тіла людини не можна зрозуміти без аналізу функцій, і в той же час, не можна уявити особливості функцій без знання будови організму, так як, організм людини включає органи, клітини, але це не сума окремих частин, а злагоджений організм.

Крім того, важлива роль із впровадження між-дисциплінарної інтеграції відведена викладачеві, саме він має допомогти студентам зрозуміти, де та яким чином сформовані вміння та навички будуть застосовані в їх майбутній медичній діяльності. Як відомо, знання засвоюються глибоко лише у процесі їх застосування, тобто самостійного осмислення та вирішення поставлених завдань. Все це вимагає подальшого пошуку шляхів удосконалення викладання базових навчальних дисциплін.

Тобто вся робота викладача, з реалізації між-дисциплінарної інтеграції, повинна бути спрямована на створення у студентів медичної освіти

продуктивної, єдиної за змістом і структурою системи знань, вмінь, навичок. Така система допомогала б студентам використовувати увесь обсяг накопичених ними знань під час вивчення будь-якого теоретичного чи практичного питання та вирішення завдань майбутньої професійної діяльності.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Морфологічні дисципліни відіграють важливу роль у формуванні клінічного мислення майбутнього медика, тому міждисциплінарна інтеграція є необхідною складовою у професійній підготовці медиків. За допомогою такого підходу навчання навчально-виховний процес поєднує вивчення загальноосвітніх і спеціальних дисциплін, сприяє використанню у навчанні інформаційно-комунікаційних технологій.

Таким чином, інтеграція між навчальними дисциплінами гістологія, цитологія та ембріологія і анатомія людини не тільки не заперечує предметної системи, але є шляхом її вдосконалення та спрямована на поглиблення взаємозв'язків між дисциплінами.

## References

1. Gumenna N.V. Mizhdystsyplinarna integratsiya u profesiyniy pidgotovtsi maybutnikh fakhivtsiv medychnoyi galuzi [Interdisciplinary integration in the professional training of future specialists in the medical field]. *Teoriya i metodyka profesiynoyi osvity*. 2019;18;1:121-6. [Ukrainian]
2. Shepitko VI, Sherstyuk OO, Boruta NV, Stetsuk YeV, Tykhonova OO, Tarasenko YaA, et al. Mizhdystsyplinarna integratsiya pry vyvchenni fundamentalnykh dystsyplin [Interdisciplinary integration in the study of fundamental disciplines]. *Materialy naukovy-praktychnoyi internet-konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu «Suchasni problemy vyvchennya medyko-ekologichnykh aspektiv zdorov'ya lyudyny»*. Poltava; 2022. 2022. s. 122-3. [Ukrainian]
3. Bobrova NO, Fedorchenko VI, Gancho OV, Zachepylo SV, Kovalenko NP, Loban GA. Mizhdystsyplinarna integratsiya mikrobiologiyi, virusologiyi ta imunologiyi z poperednimy i nastupnymy navchalnymy dystsyplinamy [Interdisciplinary integration of microbiology, virology and immunology with previous and subsequent academic disciplines]. *Aktualni problemy suchasnoyi vyshchoyi medychnoyi osvity v Ukrayini*. 2019;2019:20-1. [Ukrainian]
4. Breus VE, Kuvshynova II, Tiron OI. Shlyakhy udoskonalennya vykladannya gistologiyi, tsytologiyi ta embriologiyi [Ways to improve the teaching of histology, cytology and embryology]. *Lyudyna i suspilstvo*. 2016;1;72:78-1. [Ukrainian]
5. Shulgay AG, Fedonyuk LYa, Mudra AYe, Oleshchuk OM. Mizhdystsyplinarna integratsiya yak skladova problemno-oriyentovanogo navchannya u medychnomu universyteti [Interdisciplinary integration as a component of problem-oriented learning at a medical university]. *Medychna osvita*. 2018;4:133-6. [Ukrainian]
6. Voloshchuk NI, Pashynska OS, Ivanytsya AO, Taran IV. Mizhdystsyplinarna integratsiya yak faktor udoskonalennya vykladannya farmakologiyi u medychnomu vyshi [Interdisciplinary integration as a factor in improving the teaching of pharmacology in a medical university]. *Medychna osvita*. 2016;4:126-9. [Ukrainian]
7. Bagriy MM, Voronich-Semchenko NM, Popadynets OG. Integratsiya navchalnogo protsesu u vyshchykh medychnykh zakladakh [Integration of the educational process in higher medical institutions]. *Visnyk problem biologiyi i medytsyny*. 2010;3:209-1. [Ukrainian]
8. Karpets MV. Mizhdystsyplinarna integratsiya – osnova profesiynoyi spryamovanosti navchannya [Interdisciplinary integration is the basis of the professional orientation of education]. *Svit medytsyny ta biologiyi*. 2016;4(58):144–7. [Ukrainian]
9. Fedorchuk YeP, Kozan NM, Voloshynvyuch VM. Pidvyshchennya efektyvnosti vyvchennya sudovoyi medytsyny pry kredytno-modulniy systemi navchannya [Increasing the efficiency of training in forensic medicine with a credit-module system of training]. *Bukovynskyy medychnyy visnyk*. 2011;15;2(58):133-5. [Ukrainian]
10. Rozhdestvenskyi EYu, Sydun MS, Kryvobok AG. Mizhdystsyplinarna integratsiya vykladannya bioorganichnoyi khimiyi v medychnomu universyteti [Interdisciplinary integration of teaching bioorganic chemistry at a medical

university]. *Aktualni problemy suchasnoyi medytsyny: Visnyk Ukrayinskoyi medychnoyi stomatologichnoyi akademiyi*. 2009;9;4(28);3:249-1. [Ukrainian]

UDC 378.147:61-057.87

### **Interdisciplinary Integration as a Main Factor in the Development of Clinical and Professional Thinking of Students of Medical Higher Education Institutions of Ukraine**

**Shepitko V. I., Sherstyuk O. O., Boruta N. V., Tykhonova O. O., Tarasenko Ya. A., Skotareenko T. A., Levchenko O. A.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to reveal the essence of an integrated approach to teaching fundamental disciplines as a key factor in the professional training of medical students.*

*Materials and methods.* Analysis, generalization and systematization of scientific and methodological literature were used in the study.

*Results and discussion.* Integration significantly changes the content and structure of modern scientific knowledge, intellectual and conceptual capabilities of certain sciences. It is the most important means of achieving the unity of knowledge in the content, structural, scientific, organizational, and pedagogical aspects.

Integration in the fundamental fields arose on the background of differentiation of sciences and detailing of specialties, the growing amount of knowledge and requirements for it in each individual field. Integration between academic disciplines is aimed at deepening the interconnections between subjects and is a way to improve it.

The interdisciplinary integration of basic disciplines in higher medical institutions provides for a unified approach of the teaching staff of different disciplines to solving common educational problems based on the generalization of knowledge by students.

Histology, cytology, embryology and human anatomy as disciplines that study the structure and morphological variations of the human body are perceived from the viewpoint of modern science as the basis of medicine, physiology and pathology, which has been gradually formed since ancient times and up to the current day.

Such a close relation between the micro- and macro-structure of the body is consistent and logical in the study of two fundamental disciplines, it becomes possible to transfer theoretical knowledge, practical skills and abilities from one discipline to another. Creating interdisciplinary connections contributes to deeper learning and repetition of previously studied material, and properly organized integration plays both an educational and an upbringing role.

The interdisciplinary integration of two fundamental disciplines such as Histology, Cytology and Embryology with Human Anatomy is a necessary component of the training of a future doctor. The use of such interdisciplinary technologies for training a doctor allows to raise him/her to a qualitatively new level of clinical thinking, capable of solving the problems of medical practice in a comprehensive manner based on the wide integration of information from various disciplines.

**Conclusion.** Interdisciplinary integration helps to increase the professional motivation of students in the first and second years of studies in higher medical education, deepens their knowledge in specialized disciplines, activates the cognitive activity of students, promotes the formation of their competencies and improves the quality of knowledge, skills and abilities.

**Keywords:** interdisciplinary integration, histology, cytology, embryology, human anatomy.

#### **ORCID and contributionship:**

Volodymyr I. Shepitko : 0000-0001-5570-795X<sup>A,E,F</sup>

Oleg O. Sherstyuk : 0000-0001-8568-9254<sup>A,E,F</sup>

Natalia V. Boruta : 0000-0002-9262-8967<sup>A,B,D</sup>

Olesya O. Tykhonova : 0000-0001-7796-0809<sup>B,D</sup>

Yana A. Tarasenko : 0000-0003-2296-9464<sup>B,D</sup>

Tetyana A. Skotareenko : 0000-0002-3467-8990<sup>B,D</sup>

Olga A. Levchenko : 0000-0003-1068-5034<sup>B,D</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Nataliia V. Boruta**

Poltava State Medical University,  
Department of Histology, Cytology and Embryology  
23, Shevchenko St., Poltava 36039, Ukraine  
phone: +380509582691, e-mail: boruta.nata@ukr.net

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 30.12.2022

Accepted 19.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.273

УДК 574.5+631.42

Нечитайло Л. Я., Данилів С. І.,  
Шкурашківська С. В., Курас Л. Д.

## ДИНАМІКА ЗМІН ВМІСТУ СПОЛУК КАДМІЮ ТА НІТРАТ-ІОНІВ В ЕКОСИСТЕМІ ПРИКАРПАТТЯ

Івано-Франківський національний медичний університет,  
Івано-Франківськ, Україна

*Мета роботи* – формування алгоритму постійного контролю вмісту кадмію та нітрат-іонів як важливої складової екологічного моніторингу в екосистемі Прикарпаття.

*Матеріали та методи.* Об'єктом досліджень слугували ґрунти та питна вода рівнинної, передгірської та гірської зон регіону. Вміст кадмію визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі С-115 ПК. Концентрацію нітрат-іонів у питній воді визначали потенціометрично з використанням іонселективного електроду.

*Результати.* Прикарпаття – це унікальний регіон України з багатими природними ресурсами, різноманітним рослинним і тваринним світом. Одночасно на території області розміщено понад 500 промислових підприємств (більше 4 % від загальної площі) хімічної, енергетичної, нафтогазовидобувної, деревообробної та інших галузей. Ці об'єкти справляють значне техногенне навантаження на усі компоненти природного середовища. Екологічна ситуація Прикарпатського регіону також тісно пов'язана із станом ґрунтів та водних ресурсів. У зв'язку із цим доцільними є дослідження й контроль рівня сполуки кадмію та нітратів у об'єктах довкілля регіону. Дослідження ґрунтів Прикарпатського регіону засвідчило зростання токсичного елемента кадмію, вміст якого в 1,3–1,5 рази перевищував фонові показники. Визначено, що у питній воді рівнинної зони рівень нітрат-іонів перевищує граничнодопустиму концентрацію (ГДК) в 1,5–2 рази, показник фізіологічної повноцінності води (ФПВ) в 160–606 разів; в передгірській та гірській зонах вміст нітратів не перевищує ГДК, однак в 35–253 рази вище, ніж показник фізіологічної повноцінності води. Проаналізовано основні етапи надходження та накопичення кадмію у організм рослин.

*Висновки.* Результати проведених нами досліджень дозволили встановити суттєві відмінності вмісту кадмію та нітрат-іонів у ґрунтах та питній воді різних географічних зон Прикарпаття.

Зокрема, значна кількість населення, яка проживає в рівнинній та передгірській зоні споживає воду з підвищеним вмістом нітрат-іонів і кадмію, що зумовлює зростання спільної дії даних токсикантів на живі організми. Запропоновано проведення постійного контролю рівня токсикантів в екосистемі, як важливої складової екологічного моніторингу. Для очищення ґрунту від забруднення кадмієм рекомендовано використання культивованих рослин.

**Ключові слова:** вода, ґрунт, рослини, нітрати, кадмій, мікроелементи, фітотоксичність.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Стаття є частиною НДР і фрагментом міжкафедральних науково-дослідних робіт «Вивчення стану стоматологічного здоров'я населення західного регіону України та розробка пропозицій щодо його збереження і покращення», № державної реєстрації 0107U004631 (2301050 – прикладні дослідження та розробки); і «Розробка методів діагностики, лікування та профілактики стоматологічних захворювань у населення, що проживає в екологічно несприятливих умовах», № державної реєстрації 0111U003681 (КПКВК 2301020).

**Вступ.** Захист навколишнього середовища від техногенного забруднення є одним із найважливіших завдань сучасності. Розвиток промисловості і транспорту, будівельної індустрії, сільськогосподарського виробництва супроводжується забрудненням навколишнього середовища різноманітними хімічними речовинами. Особливо небезпечним є забруднення довкілля важкими металами та нітратами [1]. Проникаючи в поверхневі і ґрунтові води, накопичуючись у рослинах, вони мігрують у ланцюгах живлення і впливають на організм людини і тварин.

Забруднення біосфери сполуками важких металів, у тому числі кадмієм, обумовлена перш за все їх стійкістю в навколишньому середовищі, розчинністю в атмосферних опадах, здатністю до сорбції ґрунтами, акумуляції рослинами, донними

відкладеннями, що сприяє їх поступовому накопиченню в довкіллі [2]. Ґрунти являються головним депонуючим середовищем, куди кадмію може надходити з атмосферними опадами та водою. Стан ґрунтів слід розглядати як інтегральний показник процесу забруднення навколишнього середовища [3]. Крім того, забруднення ґрунтів є джерелом забруднення поверхневих і ґрунтових вод та рослин. Важкі метали з ґрунту більшою мірою потрапляють у рослину через кореневу систему та листя, і, як наслідок, можуть затримувати ріст і розвиток рослин, пригнічувати важливі процеси метаболізму, що в подальшому знижує продуктивність і якість сільськогосподарської продукції [4, 5]. Наявність у питній воді кадмію, навіть у незначній кількості, вимагає особливої уваги, оскільки для цього мінералу властива висока токсичність і кумулятивність, канцерогенні і мутагенні якості [6 – 8]. Тому для біоценозів небезпека важких металів полягає не тільки в їх високій токсичності, а й у здатності акумулюватися у живих організмах і мігрувати харчовими шляхами [9, 10].

Не менш актуальною залишається проблема нітратного забруднення водних ресурсів. Забруднення сільськогосподарських угідь нітратами та важкими металами, відбувається через неправильне поводження з відходами тваринницьких ферм та неконтрольоване застосування мінеральних та органічних добрив [11]. Наростання рівня забруднення джерел водопостачання призводить до того, що значна кількість населення споживає воду з підвищеним рівнем нітратів. Надходження до організму людини нітратів пов'язано з водно-нітратною метгемоглобінемією, а також впливом на роботу нервової та серцево-судинної систем, розвиток ембріонів і спричинення розвитку злоякісних пухлин [12, 13]. Відповідно до вимог глобальної системи моніторингу стану довкілля (ГСМОС/GEMS) нітрит- і нітрат-йони, важкі метали, зокрема сполуки кадмію, входять до програм обов'язкових спостережень за складом питної води. Екологічна ситуація Прикарпатського регіону тісно пов'язана із станом ґрунтів та водних ресурсів. У зв'язку із цим доцільними є дослідження й контроль рівня сполук кадмію та нітратів у об'єктах довкілля регіону. Ця проблема є актуальною внаслідок того, що дані сполуки характеризуються вираженою токсичністю і біохімічною активністю, що дозволяє відносити їх до еко- та біоцидних токсикантів.

**Мета роботи** – формування алгоритму постійного контролю вмісту кадмію та нітрат-іонів як важливої складової екологічного моніторингу в екосистемі Прикарпаття.

**Матеріали та методи дослідження.** При виборі територій для дослідження, керувалися зональними відмінностями районів, оскільки Прикарпаття знаходиться в межах трьох основних природно-

кліматичних зонах: гірській, передгірській та рівнинній, які відрізняються за геологічними, геоморфологічними, геохімічними, кліматичними умовами. Вибір ділянок дослідження ґрунтів і водних об'єктів здійснювали з урахуванням висот місцевості, сезонних змін, особливостей джерел водопостачання та відносним віддаленням від об'єктів джерел забруднення територій. Об'єктом досліджень слугували ґрунти та питна вода рівнинної, передгірської та гірської зон регіону. Відбір проб ґрунтів та взірців води здійснювали одноразово у весняно-осінній період. Методологія відбору проб ґрунту та води, підготовка їх до аналізу, транспортування і зберігання здійснювали у відповідності з ДСТУ [14, 15]. Дослідження проб на вміст кадмію проводилося за ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії [16]. Концентрацію нітрат-іонів у питній воді визначали потенціометрично з використанням іонселективного електрода, згідно до стандартизованих вимог [17].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Дослідження вмісту кадмію в ґрунтах Прикарпатського регіону дозволило встановити, що його рівень в ґрунтах рівнинної зони та гірської суттєво зростає восени та навесні і становить відповідно: 0,18-0,16 мг/кг та 0,15 мг/кг. У ґрунтах передгірської зони вміст кадмію був на рівні 0,03–0,07 мг/кг, тенденція до зростання рівня цього токсиканта спостерігалась навесні та влітку (**табл. 1**). Для оцінки ступеня забруднення ґрунтів кадмієм порівнювали фактичні концентрації елементу в досліджуваних зразках із гранично допустимою концентрацією (ГДК) [18 – 20] та фоновим показником [21, 22].

Аналіз отриманих даних вказує на те, що в ґрунтах Прикарпатського регіону рівень кадмію не перевищував ГДК. Однак, слід звернути увагу на зростання кадмію вище рівня фонового показника в 1,1–1,4 рази восени та навесні в рівнинній та гірській зонах.

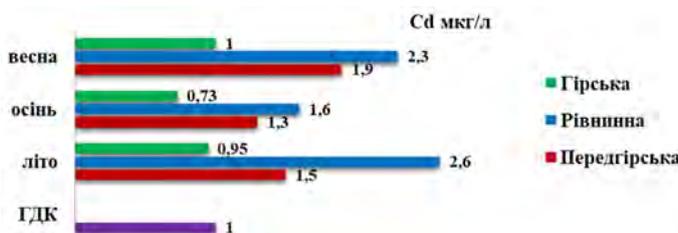
Визначення рівня кадмію в питній воді Прикарпаття дозволило встановити, що його вміст перевищує ГДК у районах рівнинної зони в 1,6–2,6 рази протягом всіх періодів спостереження (**рис. 1**). Аналіз вмісту кадмію у питній воді джерел передгірської зони показав суттєве зростання цього мікроелементу в 1,3–1,9 разів вище ГДК, у воді джерел гірської зони даний показник не перевищував гранично допустимих значень [15, 23].

Таким чином, у питній воді рівнинної та передгірської зони відбувається Прикарпаття інтенсивне підвищення вмісту кадмію у кількостях, які значно перевищують гранично допустимий показник, що створює реальну загрозу існуванню живих організмів.

**Таблиця 1** – Динаміка змін кадмію та нітрат-іонів у ґрунті та питній воді джерел Прикарпаття

Район / пора року	Ґрунт		Вода	
	Cd <sup>2+</sup> (мг/кг)	Cd <sup>2+</sup> ( мкг/л )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (мг/л)	
<i>Рівнинна зона</i>				
Літо	0,048±0,010 *	2,625±0,091 *	71,700 ±6,731* #	
Осінь	0186±0,046 *	1,603±0,392 *	91,542±7,079	
Весна	0,042±0,006 *	2,337±0,608 *	24,414±3,746* #	
<i>Передгірська зона</i>				
Літо	0,071±0,019 *	1,499±0,224 *	35,700±3.386* #	
Осінь	0,037±0,006 *	1,340±0,376	38,600±7,365 *	
Весна	0,051±0,019 *	1,916±0,596 *	33,800±3,100* #	
<i>Гірська зона</i>				
Літо	0,062±0,012 *	0,958±0,432	19,082±0,717* #	
Осінь	0,167±0,025 *	0,730±0,097 *	12,082±1,818 *	
Весна	0,157±0,005 *	1,004±0,018	5,214±0,157* #	
ГДК	0,7	1	45	
Фоновий вміст	0,136	–	–	
ПФПВ	–	–	0,15	

**Примітки:** \* – p<0,001 – відносно граничнодопустимої концентрації; # – p<0,001 – відносно показника фізіологічної повноцінності води



**Рис. 1.** Динаміка сезонних змін вмісту кадмію у питній воді Прикарпатського регіону

Паралельно з визначенням рівня кадмію в досліджуваних об'єктах, у питній воді проводились дослідження концентрації нітрат-іонів. Проведені нами дослідження концентрації нітрат-іонів вказують на його істотне зростання з перевищенням ГДК в 1,5–2 рази в рівнинній зоні регіону. Поряд з цим, слід акцентувати увагу на зростанні рівня нітратів вище показника фізіологічної повноцінності води (ПФПВ) у рівнинній зоні в 160–606 разів, передгірській в 220–253 рази та гірській – 34–127 разів, оскільки саме підвищення відносно показника ПФВ має істотний вплив на живі організми [24].

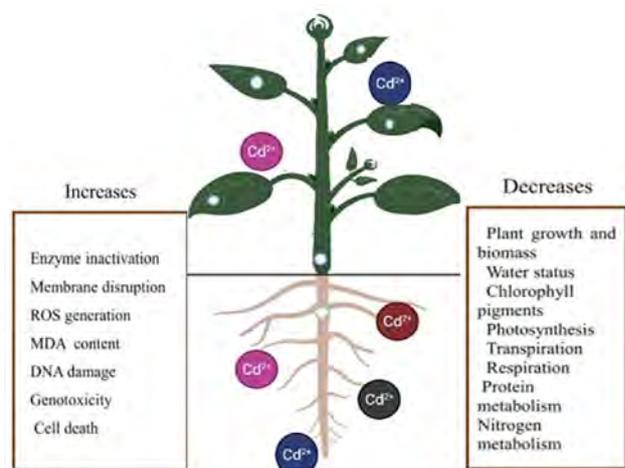
Результати проведених досліджень дозволили встановити суттєві відмінності щодо вмісту кадмію та нітрат-іонів у ґрунтах та питній воді різних географічних зон Прикарпаття. Зокрема, значна кількість населення, яка проживає в рівнинній та передгірській зоні споживає воду з підвищеним

вмістом нітрат-іонів і кадмію, що зумовлює зростання спільної дії даних токсикантів на живі організми.

З літератури відомо, що навіть незначне забруднення ґрунту кадмієм може становити серйозний ризик для здоров'я людини через шлях впливу «ґрунт–вода–рослина–тварина–людина» [25]. Кадмій не є необхідним для рослин, однак, високий рівень його може завдати великої шкоди зростанню та розвитку рослин. Пригнічення росту та проростання насіння, хлороз, скручування листків, карликовість, затримка змін фенологічних фаз та зниження біологічної продукції, що врешті-решт навіть призводить до загибелі рослин [26]. На молекулярному рівні фітотоксичність кадмію проявляється у гальмуванні фотосинтезу, порушенні транспірації та фіксації вуглекислого газу, а також у зміні проникності клітинних мембран [27].

Важкі метали надходять в рослину переважно через кореневу систему з ґрунту, в меншій мірі – через листя [28]. Вміст важких металів у різних частинах рослин зменшується в такому порядку: корені→листки→стебла→суцвіття→насіння. В цілому, більшість рослин накопичують важкі метали в основному у кореневій системі [29]. Переважне накопичення металів у коренях пояснюється тим, що при проникненні в цитоплазму клітини відбувається інактивація і депонування значних кількостей важких металів завдяки утворенню малорухомих сполук з органічними речовинами (рис. 2).

Певною мірою рослини за допомогою фізіологічних бар'єрів можуть обмежувати пересування токсичних елементів з кореневої системи у надземну. Оскільки, рослини здатні



**Рис. 2.** Шляхи надходження та дія іонів кадмію в організмі рослин

у великих кількостях накопичувати важкі метали, тому можуть бути використані для біологічного очищення ґрунту та води [30]. Показник ефективності переходу окремих важких металів у тканини рослин значно коливається залежно від їх виду [31].

**Висновки.** На основі наведених результатів можна зробити наступні висновки:

1. Проаналізовано літературні дані, щодо основних шляхів надходження та накопичення іонів важких металів, зокрема кадмію. З'ясовано, що кадмій накопичується в основному у кореневій системі рослин та частково у надземній частині. Описано їх негативний вплив на рослинний організм.
2. Досліджено, що в ґрунтах рівнинної, передгірської та гірської зон Прикарпаття рівень кадмію не перевищував граничнодопустиму концентрацію. Водночас, виявлено істотне підвищення кадмію вище рівня фонового показника в 1,1–1,4 рази в рівнинній та гірській зонах.
3. Встановлено, що у питній воді рівнинної та передгірської зон рівень токсичного елемента

кадмію в 1,3–2,6 разів перевищує граничнодопустиму концентрацію. У воді джерел гірської зони концентрація цього елемента не перевищує граничнодопустимого показника.

4. Визначено, що у питній воді рівнинної зони рівень нітрат-іонів перевищує граничнодопустиму концентрацію (ГДК) в 1,5–2 рази, показник фізіологічної повноцінності води (ФПВ) в 160–606 разів; в передгірській та гірській зонах вміст нітратів не перевищує ГДК, однак в 35–253 рази вище, ніж показник фізіологічної повноцінності води.
5. Рекомендовано проведення постійного контролю вмісту токсикантів в екосистемі, як важливої складової екологічного моніторингу; та як альтернативу хімічним методам очистки ґрунту від важких металів використання культивованих рослин.

**Перспективи подальших досліджень.**

Дана проблема потребує подальших досліджень пов'язаних із визначення рівня даних токсикантів в об'єктах довкілля.

**References**

1. Shevchuk VD, Mudrak GV, Franchuk MO. Ekologichna otsinka intensyvnosti zabrudnennya gruntiv vazhkymy metalamy [Ecological assessment of the intensity of soil pollution by heavy metals]. *Agricultural sciences. Colloquium-Journal*. 2021;10(97):40-46. [Ukrainian]. doi: 10.24412/2520-6990-2021-1097-40-46
2. Gutsol GV. Otsinka intensyvnosti zabrudnennya gruntiv vazhkimi metalami ta zakhodi shchodo pidvishchennya yikh yakosti [Assessment of the intensity of soil contamination by heavy metals and measures to improve their quality]. *Sci Heritage*. 2020;48:3-8. [Ukrainian]
3. Makarenko N, Plyatsuk L. Ekologichni naslidki zabrudnennya gruntiv kadmiyem [Environmental consequences of soil contamination with cadmium]. *Sustainable development - state and prospect. 3rd International scientific symposium; Ukraine, Lviv-Slavske; 2022 Jan 26-29*. 2022. p. 30-31. [Ukrainian]. doi: 10.51500/7826-15-5
4. Naumenko AS, Kostenko OV, Lisenko DV. Suchasniy stan zabrudnennya spolukami kadmiyu ta svintsyu na zemlyakh silskogospodarskogo priznachennya [The current state of contamination with cadmium and lead compounds on agricultural lands]. *Okhorona gruntiv*. 2020;10:164-168. [Ukrainian]. doi: 10.15421/2020\_276
5. Slobodyan SO, Gutiy BV. Stan antioksidantnoyi sistemi organizmu shchuriv za umovi trivalogo kadmiyevogo i svintsevogo navantazhennya [The state of the antioxidant system of the rat body under conditions of long-term cadmium and lead exposure]. *Visnik Poltavskoyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiyi*. 2020;1:196-201. [Ukrainian]. doi: 10.31210/visnyk2020.01.24
6. Khomenchuk VO, Senik Yul, Kurant VZ. Osoblivosti transportu tsinku i kadmiyu cherez membrani eritrotsitiv za diyi pidvishchenikh kontsentratsiy yikh ioniv u vodi [Peculiarities of zinc and cadmium transport through erythrocyte membranes under the influence of increased concentrations of their ions in water]. *Nauk Zap Ternop Nats Ped Un-Tu. Seriya Biol*. 2021;81(1-2):31-38. [Ukrainian]. doi: 10.25128/2078-2357.21.1-2.4
7. Chorna VI, Voroshylova NV, Syrovatko VA. Cadmium distribution in soils of Dnipropetrovsk oblast and its accumulation in crop production [Distribution of cadmium in soils of the Dnipropetrovsk region and its accumulation in crop production]. *Ukr J Ecol*. 2018;8(1):910-917. [Ukrainian]. doi: 10.15421/2018\_293
8. Zemlyaniy OA, Gerasimchuk PG, Zaytsev LO, Mionchinskiy DO, Kharchenko OI, Samoylenko II, Aleksyeyenko VV, Shemet SA. Mnozhinni efekti khronichnogo nizkodozovogo vplivu kadmiyu na pechinku, osteogenez ta gemopoez tvarin i lyudini [Multiple Effects of Chronic Low-Dose Cadmium Exposure on the Liver, Osteogenesis, and Hematopoiesis in Animals and Humans]. *Ukr Zh Med Biol Sportu*. 2021;6(5/33):364-400. [Ukrainian]. doi: 10.26693/jmbs06.05.394
9. Hill A, Gailer J. Linking molecular targets of Cd in the bloodstream to organ-based adverse health effects. *J Inorg Biochem*. 2020;216:111279. PMID: 33413916. doi: 10.1016/j.jinorgbio.2020.111279
10. Đukić-Čosić D, Baralić K, Javorac D, Djordjevic AB, Bulat Z. An overview of molecular mechanisms in cadmium toxicity. *Curr Opin Toxicol*. 2020;19:56-62. doi: 10.1016/j.cotox.2019.12.002
11. Valerko RA, Gerasymchuk LO, Zozulya VM. Otsinka ryzyku spozhyvannya pytnoyi vody z pidvyshchenym vmistom nitrativ na zdorov'ya naselennya Zhytomyrskoyi ob'yednanoi terytorialnoyi gromady [Assessment

- of the risk of consumption of drinking water with an increased content of nitrates on the health of the population of the Zhytomyr United Territorial Community]. *Ekologichni Nauky*. 2021;3(36):137-141. [Ukrainian]. doi: 10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.22
12. Vergolyas MR. Otsinka toksychnosti nitrativ u vodi z vykorystanniam tsytomorfologichnykh pokaznykiv test-organizmiv [Assessment of nitrate toxicity in water using cytomorphological indicators of test organisms]. *Ekologichni Nauky*. 2020;3(30):129-132. [Ukrainian]. doi: 10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.22
  13. Lototska OV, Danchyshyn MV. Zminy pokaznykiv bilkovogo obminu v organizmi shchuriv za umov spozhyvannya pytnoi vody z vmistom nitrativ ta soley zhorstkosti [Changes in indicators of protein metabolism in the body of rats under conditions of consumption of drinking water containing nitrates and hardness salts]. *Medychna ta Klinichna Khimiya*. 2021;23(4):64-68. [Ukrainian]. doi 10.11603/mcch.2410-681X.2021.i4.12739
  14. Solovey V, Polupan M. *DSTU 4287:2004 Yakist gruntu. Vidbyrannya prob* [Soil quality. Sampling of samples]. K: Derstandart Ukrayiny; 2005. 13 s. [Ukrainian]
  15. DSanPiN 2.2.4-171-10 «Gigiyenichni vymogy do vody pytnoi, pryznachenoyi dlya spozhyvannya lyudynoyu» [Hygienic rinses for drinking water intended for human consumption]. [Ukrainian]. Available from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
  16. Lipka A, Lisenko M, Miroshnichenko M. *DSTU 4770.6:2007. Yakist gruntu. Vznachennya vmistu rukhomikh spoluk midi v bufernyi amoniyno-atsetatnyi vityazhshi z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiynoyi* [Soil quality. Determination of the content of mobile copper compounds in the buffered ammonium acetate extract with pH 4.8 by the atomic absorption method]. K: Derzhstandart Ukrayiny; 2009. 18 s. [Ukrainian]
  17. Roman Llu. Assessment of water quality of natural mineral springs of the Svalyava district of the Transcarpathian region. *Naukovy visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya Khimiia*. 2016;1(35):78–83. [Ukrainian]
  18. Snitinskiy VV, Smal OV. Vmist vazhkiikh metaliv u gruntakh nasadzhen riznogo funktsionalnogo znachennya zelenoyi zoni m. Lvova [The content of heavy metals in the soils of plantations of different functional importance in the green zone of the Lviv]. *Peredgime ta Girske Zemlerobstvo i Tvarinnitstvo*. 2016;60:131-138. [Ukrainian]
  19. Shevchuk VD., Mudrak GV., Franchuk MO. Ekologichna otsinka intensivnosti zabrudnennya gruntiv vazhкими металами [Ecological assessment of the intensity of soil pollution by heavy metals]. *Colloquium-Journal*. 2021;10(97):40-46. [Ukrainian]. doi: 10.24412/2520-6990-2021-1097-40-46
  20. Kovalova SP, Mozharivska IA. Kontsentratsiya vazhkiikh metaliv u grunti pri viroshchuvanni energetichnykh kultur na teritoriyi radioaktivnogo zabrudnennya [The concentration of heavy metals in the soil during the cultivation of energy crops in the territory of radioactive contamination]. *Naukovi Horizonty*. 2020;3(88):121-126. [Ukrainian]. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-121-126
  21. Adamenko OM, Prykhodko MM. *Regionalna ekologiya i pryrodni resursy* [Regional ecology and natural resources]. Ivano-Frankivsk: Vydavnytstvo «Talya»; 2000. 278 s. [Ukrainian]
  22. Penderetskyi OV. *Ekologiya Galytskogo rayonu* [Ecology of Halytsky district]. Monografiya. Za red OM Adamenka. Ivano-Frankivsk; 2004. 198 s. [Ukrainian]
  23. Goncharuk V, Kushchevska N, Terletska G. Kontrol yakosti vody. Novi derzhavni standarty vyznachennya toksykologichnykh pokaznykiv [Water quality control. Novi derzhavni standarty vyznachennya toksykologichnykh pokaznykiv]. *Standartyzatsiya. Setryfikatsiya. Yakist*. 2012;5:63-70. [Ukrainian]
  24. Nikitina SV, Vukolova SI, Sholoyko SM, Goliyad RO. Ponyattya pro fiziologichnu povnotsinnu vodu yak skladovu ekologichnoi osvity vchyteliv khimiyi [The concept of physiological adequacy of water as a component of environmental education of a chemistry teacher]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny*. 2009;19(6):65-70. [Ukrainian]
  25. Haider FU, Liqun C, Coulter JA, Cheema SA, Wu J, Zhang R, et al. Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2021;211:1118-1140. PMID: 33450535. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.111887
  26. Zhao H, Guan J, Liang Q, Zhang X, Hu H, Zhang J. Effects of cadmium stress on growth and physiological characteristics of sassafras seedlings. *Nature portfolio. Sci Rep*. 2021;11:9913-9924. doi: 10.1038/s41598-021-89322-0
  27. Nedjimi B. Phytoremediation: a sustainable environmental technology for heavy metals decontamination. *SN Appl Sci*. 2021;3:286-306. doi: 10.1007/s42452-021-04301-4
  28. Anas M, Liao F, Verma KK, Sarwar MA, Mahmood A, Chen ZL, et al. Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. *Biol Res*. 2020;53:47-67. PMID: 33066819. PMCID: PMC7565752. doi: 10.1186/s40659-020-00312-4
  29. Lebrazi S, Benbrahim KF. Rhizobium-Legume Symbioses: *Heavy Metal Effects and Principal Approaches for Bioremediation of Contaminated Soil*. In book: Legumes for Soil Health and Sustainable Management. 2018. p. 205-233. doi: 10.1007/978-981-13-0253-4\_7
  30. Liu W, Zhang X, Liang L, Chen C, Wei S, Zhou Q. *Phytochelatin and Oxidative Stress Under Heavy Metal Stress Tolerance in Plants (Chapter)*. In: DK Gupta et al., Eds. Reactive Oxygen Species and Oxidative Damage in Plants Under Stress. 2015. p. 191-219. doi:10.1007/978-3-319-20421-58

31. Tognetti PM, Proberb SM, Báezc S, Chaneton EJ, Firn J, Risch AC, et al. Negative effects of nitrogen override positive effects of phosphorus on grassland legumes worldwide. *PNAS*. 2021;118(28):811-8. PMID: 34260386. PMCID: PMC8285913. doi:10.1073/pnas.2023718118

UDC 574.5+631.42

**Dynamics of Changes in the Content of Cadmium and Nitrate Ion Compounds in the Ecosystem of the Ciscarpathia**  
**Nechytailo L. Ya., Danyliv S. I., Shkurashkivska S. V., Kuras L. D.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to form an algorithm for constant control of the content of cadmium and nitrate ions as an important component of environmental monitoring in the Ciscarpathia ecosystem.*

**Materials and methods.** *The soils and drinking water of the plain, foothill and mountainous areas of the region were the object of research. The cadmium content was determined by atomic absorption spectrophotometry on a C-115 PC spectrophotometer. The concentration of nitrate ions in drinking water was determined potentiometrically using an ion-selective electrode.*

**Results and discussion.** *The Ciscarpathia is a unique region of Ukraine with rich natural resources, diverse flora and fauna. At the same time, more than 500 industrial enterprises (more than 4% of the total area) of the chemical, energy, oil and gas, woodworking and other industries are located in the region. These enterprises cause a significant man-made load on all components of the natural environment. The ecological situation of the Ciscarpathian region is closely related to the state of soils and water resources. In this regard, it is appropriate to study and control the level of cadmium and nitrate compounds in the environment of the region. The study of the soils of the Carpathian region confirmed the growth of the cadmium toxic element, the content of which was by 1.3–1.5 times higher than the background indicators. It is determined that the level of nitrate ions in the drinking water of the plain zone exceeds the maximum permissible concentration by 1.5–2 times, and the physiological water completeness indicator – by 160–606 times; in the foothills and mountain zones the content of nitrates does not exceed the maximum permissible concentration, but it is by 35–253 times higher than the physiological water completeness indicator. The main stages of entry and accumulation of cadmium in the plant body have been analyzed.*

**Conclusion.** *The results of our research made it possible to establish significant differences in the content of cadmium and nitrate ions in the soils and drinking water of different geographical zones of the Carpathian region. In particular, a significant number of the population living in the plains and foothills consumes water with a high content of nitrate ions and cadmium, which leads to an increase in the combined effect of these toxicants on living organisms. It is proposed to carry out constant monitoring of the level of toxicants in the ecosystem as an important component of environmental monitoring. The use of cultivated plants is recommended for cleaning the soil from cadmium contamination.*

**Keywords:** water, soil, plants, nitrates, cadmium, microelements, phytotoxicity.

**ORCID and contributionship:**

Larysa Nechytailo : 0000-0002-7330-3411 <sup>A,B,D,E</sup>

Svitlana Danyliv : 0000-0001-5307-2188 <sup>A,D,E,F</sup>

Svitlana Shkurashkivska : 0000-0001-8567-5805 <sup>D,E,F</sup>

Lilia Kuras : 0000-0003-4159-0388 <sup>D,E,F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
 C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
 E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Larysa Nechytailo**

Ivano-Frankivsk National Medical University,  
 Department of Biological and Medical Chemistry named after academician G.O. Babenko  
 2, Halytska Str., Ivano-Frankivsk 76000, Ukraine  
 phone: +380508859771, e-mail: larysa.nechytailo@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 30.11.2022

Accepted 27.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.279

УДК:371.124:57

Олешко Т. М., Атаман Ю. О., Бойко А. О.,  
Старченко А. Ю., Петренко Н. В.

## ЗВ'ЯЗОК ФАКТОРІВ ДЕЗАДАПТАЦІЇ З ПОШИРЕНІСТЮ СИМПТОМІВ ТА УМОВ ВИНИКНЕННЯ ВЕГЕТАТИВНОЇ ДИСФУНКЦІЇ У СПОРТСМЕНІВ

Сумський державний університет,  
Суми, Україна

*Мета* – встановлення зв'язку симптомів вегетативної дисфункції з чинниками, що можуть збільшувати ймовірність її розвитку.

*Матеріали та методи.* Всього було обстежено 150 спортсменів, які спеціалізуються в легкій атлетиці, при цьому кількість осіб жіночої статі склала 65 (43,3%), середній вік обстежених – 22,8±2,9 років. Під час збору анамнезу спортсменам окремо пропонувалося відповісти стосовно наявності таких симптомів, як недостатній результат виконання тренерського завдання, недостатня мотивація, незадоволеність побудовою тренувального заняття, відчуття відсутності прогресу, неготовності до змагань, відчуття перевтоми після тренувань, порушення емоційної сфери, складність виконання інших видів діяльності у позатренувальний час, відчуття м'язової слабкості, болю в м'язах, зниження толерантності до температурних впливів, періодичне головокружіння при вставанні, після виконання вправ, періодичні головні болі та задоволеність сном. Дизайн, мета, завдання і методи проведеного дослідження були обговорені на засіданні Комісії з питань біоетики Навчально-наукового медичного інституту СумДУ.

*Результати та висновки.* Було встановлено суттєву різницю у частоті виявлених симптомів між дослідженими групами та виявлено, що практично у всіх випадках критерій статистичної значимості  $p$  був меншим 0,001. Це стосувалося всіх загальних, неврологічних та кардіальних симптомів, що мають пряме відношення до вегетативної дисфункції, несуттєві відмінності були встановлені лише при порівнянні частоти порушень емоційної сфери ( $p=0,176$ ) та мотиваційної складової ( $p=0,273$ ). Також було показано, що існує певний зв'язок між особливостями тренувальної діяльності та інших аспектів життя спортсменів з появою симптомів та умов для виникнення вегетативної дисфункції. Ці чинники можуть мати обмежене значення, на кшталт у жінок зростає виключно частота головних болів, а у спортсменів віком 20-24 роки переважають проблеми з мотиваційною складовою, останній симптом, разом з порушеннями емоційної сфери, також характерний для тих, хто переніс протягом останнього місяця суттєву травму.

На вегетативну дисфункцію у спокої в основному не впливає перенапруження, хоча це може бути результатом методологічних проблем, які вимагають подальшого дослідження. Можна припустити, що прискорення частоти серцевих скорочень зменшується у відповідь на надмірне тренування, і, отже, це може бути потенційним показником втоми, спричиненої тренуванням.

**Ключові слова:** вегетативна дисфункція, нефункціональне перевантаження, дезадаптація, спортсмени-легкоатлети, ортостатична толерантність.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана у рамках науково-дослідної теми «Фізична терапія та профілактика травм і захворювань у спортсменів», № державної реєстрації 0122U200927.

**Вступ.** Вивчення причин та механізмів розвитку вегетативної дисфункції у спортсменів, залишається актуальним питанням спортивної медицини. Для досягнення високих результатів і перемог спортсмен має відчувати відповідну готовність, мотивацію, мати високу якість життя, що значно ускладнюється при появі «вегетативних» скарг, комплексна діагностика та визначення причин розвитку яких є утрудненими. Зазначений стан може виникати у атлетів, як результат виснажливих тренувань надмірної інтенсивності, що перевищує адекватність відновлювальних заходів, так званому нефункціональному перевантаженню (перетренованості) [1, 2], впливу клімато-географічних умов та дезадаптивних змін, що розвиваються у спортсменів після трансферів, виступів у екстремальних чи незвичних кліматичних умовах [3, 4], перенесених хвороб [5, 6] тощо. Є всі підстави розцінювати важливість впливу нефункціональних змін, що розвиваються у організмі атлетів при невідповідності процесів відновлення обсягу та інтенсивності тренувань, на фізичну працездатність і здатність виконувати цільовий обсяг фізичного навантаження.

Ці зміни супроводжуються переважно вегетативними порушеннями та можуть мати як суб'єктивні, так й об'єктивні прояви, динаміку яких

слід вивчати у динаміці медико-біологічного спостереження за спортсменами. Зокрема, відомо, що дослідження стану автономної нервової системи, перш за все, через визначення частоти серцевих скорочень, може використовуватися при моніторингу функціонального стану спортсмена та його фізичної працездатності [7, 8]. Відповідно, основне завдання підготовки спортсмена, яке полягає у зростанні показників спортивних виступів, прогресі результатів спортивної діяльності, лежить, в тому числі, й через корекцію навчально-тренувального процесу та вегетативних порушень, які досить часто є прихованими та можуть виявлятися при ретельному зборі анамнезу та динамічному поглибленому медико-біологічному спостереженні. При цьому слід враховувати питання зв'язку окремих факторів з симптомами вегетативної дисфункції, визначати, які з них є провідними у розвитку автономних порушень у кожного конкретного спортсмена [9, 10].

**Мета дослідження** – встановлення зв'язку симптомів вегетативної дисфункції з чинниками, що можуть збільшувати ймовірність її розвитку.

**Матеріал та методи дослідження.** В дослідженні прийняли участь 150 спортсменів-легкоатлетів, кількість осіб жіночої статі склала 65 (43,3%), середній вік обстежених склав  $22,8 \pm 2,9$  років в Центрі спортивної медицини СумДУ.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ІСН GCP (1996 р.), Директиви ЄС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Учасники приймали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, що підтверджується особистим підписанням відповідної інформованої згоди. Кожен учасник особисто був поінформований щодо обов'язків і прав та можливості завершити дослідження в будь-який момент його проведення без будь-яких наслідків та пояснення причин своїх дій. Дизайн, мета, завдання і методи проведеного дослідження були обговорені на засіданні комісії з питань біоетики Навчально-наукового медичного інституту СумДУ.

Під час збору анамнезу спортсменам окремо пропонувалося відповісти стосовно наявності таких симптомів, як недостатній результат виконання тренерського завдання, недостатня мотивація, незадоволеність побудовою тренувального заняття, відчуття відсутності прогресу, неготовності до змагань, відчуття перевтоми після тренувань, порушення емоційної сфери, складність виконання інших видів діяльності у позатренувальний час,

відчуття м'язової слабкості, болю в м'язах, зниження толерантності до температурних впливів, періодичне головокружіння при вставанні, після виконання вправ, періодичні головні болі та задоволеність сном. За допомогою проб ортостатичної та Летунова визначалися за загальноприйнятою методикою ортостатична толерантність та реакція серцево-судинної системи.

Статистичний аналіз виконували за допомогою веб-ресурсів graphpad.com та socscistatistics.com, дані наведені у вигляді  $M (SD)$ , де  $M$  – середнє арифметичне,  $SD$  – стандартне відхилення, статистично значимим вважався критерій  $p < 0,05$ . Застосовано методи порівняльної статистики: Манна-Уїтні (при порівнянні кількісних величин), визначення критерію  $\chi^2$  Пірсона з корекцією за Йетсом (порівняння дискретних величин).

**Результати дослідження.** Встановлено відсутність суттєвої залежності між гендерним та віковим розподілом та поширеністю симптомів вегетативної дисфункції, оскільки тільки при порівнянні поширеності головних болів було відмічено переважання їх частоти у жінок ( $p = 0,036$ ). Найбільшою мірою відрізнялися показники частоти таких симптомів, як порушення емоційної сфери ( $p = 0,267$ ; незначне переважання у жінок), відчуття м'язової слабкості ( $p = 0,391$ ; незначне переважання у чоловіків), з іншого боку, найменш значимими були статистичні відмінності між поширеністю таких симптомів, як недостатня мотивація ( $p$  близько 1), періодичне головокружіння ( $p = 0,980$ ), зниження толерантності до температурних впливів ( $p = 0,895$ ). Було встановлено, що найбільшою поширеністю проблем з мотивацією була у спортсменів віком 20-24 років ( $p = 0,018$ ), разом з цим, для цієї групи спортсменів була найнижчою поширеністю недостатнього виконання тренерського завдання, проте в останньому випадку відмінність не досягнула рівня статистичної значимості ( $p = 0,081$ ). При вивченні залежності розподілу симптомів від характеру виконуваної роботи на тренуваннях значимих відмінностей за всіма дослідженими параметрами встановлено не було ( $p > 0,05$ ).

При розподілі обстежених спортсменів на групи з залежності від інтенсивності фізичного навантаження (до 15 балів та 15 балів та вище за G. Borg) та середньотижневої інтенсивності тренувань (12-20 та більше 20-ти тижнів) також не було встановлено суттєвих закономірностей, окрім того, що у спортсменів з меншою інтенсивністю навантаження рідше спостерігалось головокружіння, а у осіб з тривалішою тренувальною діяльністю протягом тижня переважала поширеність випадків недостатнього результату виконання тренерського завдання ( $p = 0,043$ ), а особливо м'язової слабкості та болів в м'язах ( $p = 0,017$ ). Зазначені симптоми

можна розглядати не як компонент вегетативної дисфункції, а швидше як фон для розвитку перевантаження, про функціональність якого можна робити висновок тільки після комплексного обстеження та оцінки всіх симптомів в цілому.

При вивченні анамнезу обстежених спортсменів було встановлено, що наявність протягом останнього місяця перед обстеженням відповідальних змагань впливала на частоту появи м'язового болю та м'язової слабкості, у спортсменів, що мали відповідальні події напередодні обстеження ці симптоми зустрічалися істотно частіше (35% vs 10%,  $p=0,009$ ). Що також може створювати сприятливий фон для розвитку нефункціонального перевантаження. Наявність в 6-місячному анамнезі перенесеної коронавірусної інфекції чинила вплив на появу лише однієї скарги, а саме, у цих осіб частіше розвивалися зниження толерантності до температурних впливів (26% vs 9%,  $p=0,019$ ).

При порівнянні частоти симптомів в групах, розподілених в залежності від наявності гострих травм протягом останнього місяця (табл. 1), було встановлено відмінності тільки в аспекті мотивації

( $p=0,002$ ) та порушень емоційної сфери ( $p=0,005$ ), що є природним, оскільки травми спортсменів супроводжуються частими несприятливими реакціями психічної сфери, і їх можна розглядати лише як сприятливий фон для розвитку вегетативних порушень. Найменше гострі травми, за спостереженням, впливали на відчуття прогресу та суб'єктивну готовність до змагань ( $p=0,956$ ).

Було проведено порівняння наявності симптоматики в залежності від наявності ортостатичних порушень: враховувались надмірна реакція серцево-судинної системи при орто- та кліностатичній пробах, а також уповільнена реакція відновлення гемодинамічних показників. Було встановлено суттєві відмінності по частоті симптомів між групами, розподіленими в залежності від поступальних порушень, у більшості випадків відзначено  $p < 0,001$ . Меншою мірою ортостатичні порушення впливали на порушення емоційної сфери ( $p=0,042$ ) та мотивацію спортсменів ( $p=0,021$ ), при порівнянні задоволеності сном та педагогічним наповненням тренувального заняття суттєвих відмінностей встановлено не було ( $p > 0,05$ ).

**Таблиця 1** – Розподіл анамнестичних даних залежно від наявності гострого травматизму чи захворювань протягом місяця

Відчуття переносимості адекватності тренувального процесу та скарги спортсменів	Захворювання або травми ОРА + (n=13), % (абс.)	Захворювання або травми ОРА – (n=137), % (абс.)	$\chi^2$	p
Недостатній результат виконання тренерського завдання	46 % (6)	26 % (36)	1,45	0,229
Недостатня мотивація	38 % (5)	7 % (10)	9,58	0,002
Незадоволеність побудовою тренувального заняття	8 % (1)	15 % (21)	0,11	0,73
Відчуття відсутності прогресу, неготовності до змагань	15 % (2)	19 % (26)	0,003	0,956
Відчуття перевтоми після тренувань	31 % (4)	15 % (20)	1,26	0,261
Порушення емоційної сфери	38 % (5)	8,5 % (12)	7,68	0,005
Складність виконання інших видів діяльності у позатренувальний час	23 % (3)	9 % (13)	1,09	0,295
Відчуття м'язової слабкості, болю в м'язах	0 % (0)	14 % (19)	0,04	0,842
Зниження толерантності до температурних впливів	8 % (1)	13 % (18)	0,02	0,898
Періодичне запаморочення при вставанні, після виконання вправ	8 % (1)	5 % (7)	0,06	0,803
Періодичний головний біль	0 % (0)	7 % (10)	0,25	0,614
Задоволеність сном	31 % (4)	15 % (21)	1,08	0,299
Періодичне серцебиття, перебої в роботі серця у спокої	23 % (3)	12 % (17)	0,43	0,513

Також була вивчена симптоматика в залежності від розподілу спортсменів на групи з залежності від задовільності виконання стандартного для професійних спортсменів фізичного навантаження (табл. 2).

Було встановлено суттєву різницю у частоті виявлених симптомів між дослідженими групами та виявлено, що практично у всіх випадках критерій статистичної значимості  $p$  був меншим 0,001.

Це стосувалося всіх загальних, неврологічних та кардіальних симптомів, що мають пряме відношення до вегетативної дисфункції, несуттєві відмінності були встановлені лише при порівнянні частоти порушень емоційної сфери ( $p=0,176$ ) та мотиваційної складової ( $p=0,273$ ). У групі спортсменів з незадовільною фізичною формою було встановлено переважання середньотижневої тривалості тренувань ( $20,3 \pm 2,6$  vs  $18,35 \pm 2,7$  годин на

Таблиця 2 – Поширеність виявлених симптомів залежно від толерантності до фізичного навантаження

Відчуття переносимості адекватності тренувального процесу та скарги спортсменів	НФФ + (недостатня фізична форма), % (абс.) (n=30)	ДФФ – (достатня фізична форма), % (абс.) (n=120)	$\chi^2$	p
Недостатній результат виконання тренерського завдання	70 (21)	17,5 (21)	30,26	<0,00001
Недостатня мотивація	20 (6)	7,5 (9)	1,20	0,273
Незадоволеність побудовою тренувального заняття	37 (11)	9 (11)	12,39	0,0004
Відчуття відсутності прогресу, неготовності до змагань	57 (17)	9 (11)	32,61	<0,00001
Відчуття перевтоми після тренувань	43 (13)	9 (11)	18,38	<0,00001
Порушення емоційної сфери	20 (6)	9 (11)	1,83	0,176
Складність виконання інших видів діяльності у позатренувальний час	30 (9)	6 (7)	12,28	0,0005
Відчуття м'язової слабкості, болю в м'язах	30 (9)	8 (10)	8,32	0,004
Зниження толерантності до температурних впливів	43 (13)	5 (6)	28,51	<0,00001
Періодичне запаморочення при вставанні, після виконання вправ	23 (7)	1 (1)	19,81	<0,00001
Періодичний головний біль	30 (9)	1 (1)	28,29	<0,00001
Задоволеність сном	40 (12)	11 (13)	12,68	0,0004
Періодичне серцебиття, перебої в роботі серця у спокої	33 (10)	7,5 (9)	12,24	0,0005

тиждень) та їх інтенсивності ( $16,6 \pm 1,3$  vs  $15,3 \pm 1,1$  балів за RPE-шкалою за G. Borg), в обох випадках  $p < 0,001$ . При цьому слід зазначити, що серед обстежених спортсменів зниження толерантності до стандартного фізичного навантаження було досить розповсюдженим явищем, вони були характерні для кожного п'ятого з обстежених спортсменів (30 осіб).

#### Обговорення результатів дослідження.

Враховуючи вищезазначене, можна стверджувати про зв'язок, який мають зниження фізичної працездатності, як безпосередньо з вегетативними симптомами, так і факторами, що сприяють їх появі – недолікам педагогічного процесу під час навчально-тренувальних занять, порушенням психологічної сфери, зниженим самопочуттям та якості життя.

Існує певний зв'язок між особливостями тренувальної діяльності та інших аспектів життя спортсменів з появою симптомів та умов для виникнення вегетативної дисфункції [4]. В даному дослідженні було показано, що ці чинники можуть мати обмежене значення, на кшталт у жінок зростає виключно частота головних болів, а у спортсменів віком 20-24 роки переважають проблеми з мотиваційною складовою, останній симптом, разом з порушеннями емоційної сфери, також характерний для тих, хто переніс протягом останнього місяця суттєву травму. М'язова слабкість та відчуття болів

в м'язах очікувано спостерігалися у спортсменів після відповідальних змагань та на фоні інтенсивніших тренувань [5]. Проте, найбільший зв'язок анамнестичних даних, що вказують на розвиток вегетативної дисфункції було встановлено з наявністю хронічних ушкоджень опірно-рухового апарату, порушеннями ортостатичної толерантності та зниженням фізичної працездатності. І, якщо по-стуральні зміни можна розглядати, як компонент синдрому вегетативної дисфункції, то асоціацію зниження задовільності виконання стандартного навантаження з вегетативними розладами можна розглядати, як доказ нефункціональності змін, що розвинулися в організмі атлетів під час тренувальної діяльності [9]. Зокрема, було встановлено, що зниження фізичної працездатності частіше розвивається у спортсменів-професіоналів з вищою середньою інтенсивністю вправ на тренуваннях, а також більшою тривалістю тренувань протягом тижня (не так, як би це очікувалося у випадку недотренованості). Останнє є свідченням невідповідності виконуваного фізичного навантаження відновним заходам, зсувом балансу втоми/відпочинку у нефункціональний бік з розвитком перевтоми та суб'єктивної вегетативної симптоматики.

**Висновки.** Порушення ортостатичної толерантності та зниження фізичної працездатності найтісніше пов'язані з самопочуттям атлетів,

з появою симптомів дезадаптації та умов для виникнення вегетативних порушень. Недостатня фізична форма спортсменів-професіоналів не є наслідком недотренованості, оскільки розвивається у осіб з суттєво вищими показниками середньотижневої інтенсивності та тривалості тренувань. Вона може бути наслідком невідповідності інтенсивності та тривалості виконуваних навантажень швидкості перебігу процесів постнавантажуваль-

ного відновлення, тобто виникнення нефункціонального перевантаження. Зазначене потребує медико-біологічного спостереження та корекції різних аспектів навчально-тренувального процесу.

**Перспективи подальших досліджень.** Вивчити та встановити зв'язок симптомів вегетативної дисфункції в залежності від наявності відповідальних змагань протягом тижня, що передував обстеженню.

## References

1. Carrard J, Rigort AC, Appenzeller-Herzog C, Colledge F, Königstein K, Hinrichs T, et al. Diagnosing Overtraining Syndrome: A Scoping Review. *Sports Health*. 2022;14(5):665-673. PMID: 34496702. PMCID: PMC9460078. doi: 10.1177/19417381211044739
2. Suzic Latic J, Dekleva M, Soldatovic I, Leischik R, Suzic S, Radovanovic D, et al. Heart rate recovery in elite athletes: the impact of age and exercise capacity. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2017;37(2):117-123. PMID: 26147945. doi: 10.1111/cpf.12271
3. Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. *Sports Med*. 1996;21(4):292-312. PMID: 8726347. doi: 10.2165/00007256-199621040-00005
4. Bellenger CR, Fuller JT, Thomson RL, Davison K, Robertson EY, Buckley JD. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2016;46(10):1461-1486. PMID: 26888648. doi: 10.1007/s40279-016-0484-2
5. Borresen J, Lambert MI. Changes in heart rate recovery in response to acute changes in training load. *Eur J Appl Physiol*. 2007;101:503-511. PMID: 17687564
6. Wilson MG, Hull JH, Rogers J, Pollock N, Dodd M, Haines J, et al. Cardiorespiratory considerations for return-to-play in elite athletes after COVID-19 infection: a practical guide for sport and exercise medicine physicians. *Br J Sports Med*. 2020;54(19):1157-1161. PMID: 32878870 PMCID: PMC7513247. doi: 10.1136/bjsports-2020-102710
7. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med*. 2003;33:889-919. PMID: 12974657. doi: 10.2165/00007256-200333120-00003
8. Saunders PU, Garvican-Lewis LA, Chapman RF, Périard JD. Special Environments: Altitude and Heat. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019;29(2):210-219. PMID: 30676138. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0256
9. Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med*. 2009;39:779-795. PMID: 19691366. doi: 10.2165/11317780-000000000-00000
10. Kannankeril PJ, Le FK, Kadish AH, et al. Parasympathetic effects on heart rate recovery after exercise. *J Invest Med*. 2004;52:394-401 PMID: 15612453. doi: 10.1136/jim-52-06-34

UDC 371.124:57

### Relationship of Maladaptation Factors with the Prevalence of Symptoms and Conditions of Vegetative Dysfunction Occurrence in Athletes

**Oleshko T. M., Ataman Yu. O., Boyko A. O., Starchenko A. Yu., Petrenko N. V.**

**Abstract.** The purpose of the study was to establish the connection between symptoms of autonomic dysfunction and factors that can increase the likelihood of its development.

**Materials and methods.** A total of 150 athletes were examined. The number of women was 65 (43.3%), the average age of the examined was  $22.8 \pm 2.9$  years. During the collection of anamnesis, the athletes were separately asked to answer about the presence of such symptoms as the insufficient result of the performance of the coaching task, insufficient motivation, dissatisfaction with the construction of the training session, feeling of lack of progress, unpreparedness for the competition, feeling of overfatigue after training, disturbance of the emotional sphere, difficulty in performing other types of activities in non-exercise time, a feeling of muscle weakness, muscle pain, decreased tolerance to temperature effects, periodic dizziness when standing up, after performing exercises, periodic headaches and satisfaction with sleep. The design, purpose, tasks and methods of the conducted research were discussed at the meeting of the commission on bioethics of the Educational and Scientific Medical Institute of Sumy State University.

**Results and discussion.** A significant difference in the frequency of detected symptoms between the studied groups was established and it was found that in almost all cases the criterion of statistical significance  $p$  was less than 0.001. This applied to all general, neurological and cardiac symptoms directly related to

autonomic dysfunction. Insignificant differences were established only when comparing the frequency of disorders of the emotional sphere ( $p=0.176$ ) and the motivational component ( $p=0.273$ ). It was also shown that there is a certain connection between the specifics of training activities and other aspects of athletes' lives with the appearance of symptoms and conditions for the occurrence of autonomic dysfunction. These factors may be of limited importance, for example, the frequency of headaches increases exclusively in women, and in athletes aged 20-24 years problems with the motivational component prevail. The last symptom, together with disturbances in the emotional sphere, is also characteristic of those who have suffered significant injury during the last month.

**Conclusion.** Resting autonomic dysfunction is largely unaffected by overexertion, although this may be the result of methodological issues that warrant further investigation. Heart rate acceleration appears to decrease in response to overexercise and therefore may be a potential indicator of exercise-induced fatigue.

**Keywords:** autonomic dysfunction, non-functional overload, maladaptation, track and field athletes, orthostatic tolerance.

**ORCID and contributionship:**

Tetiana Oleshko : 0000-0002-2229-2839 <sup>A,B,C,D,E,F</sup>

Yurii Ataman : 0000-0002-6398-1016 <sup>F</sup>

Anton Boyko : 0000-0002-1784-9364 <sup>E</sup>

Anastasiia Starchenko : 0000-0002-7973-5397 <sup>E</sup>

Nataliia Petrenko : 0000-0002-8563-8606 <sup>E</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Tetiana Oleshko**

Sumy State University, Medical Institute

Department of Physiology and Pathophysiology with a Course in Medical Biology

31, Sanatorna Str., Sumy 40018, Ukraine

phone: +380668852124, e-mail: tm.oleshko@med.sumdu.edu.ua

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 23.11.2022

Accepted 29.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ

DOI: 10.26693/jmbs08.01.285

УДК 796.012.1:355.232-052

Анохін Є. Д.<sup>1</sup>, Романчук С. В.<sup>1</sup>, Одеров А. М.<sup>1</sup>,  
Барашевський С. А.<sup>1</sup>, Первачук О. І.<sup>1</sup>,  
Бабич М. О.<sup>1</sup>, Мельніков А. В.<sup>2</sup>, Бобко Ю. Б.<sup>1</sup>,  
Багас О. П.<sup>2</sup>, Слівінській О. Я.<sup>2</sup>

### ПРО ЕКВІВАЛЕНТНІСТЬ КОНТРОЛЬНИХ ВПРАВ СТАНДАРТІВ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ТАБЛИЧНІЙ СИСТЕМІ ОЦІНЮВАННЯ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ТА ЇХ АДЕКВАТНІСТЬ ВИМОГАМ БОЙОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

<sup>1</sup>Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного,  
Львів, Україна

<sup>2</sup>Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, Хмельницький, Україна

*Мета.* Проаналізувати еквівалентність оцінювання фізичної підготовленості курсантів за контрольними вправами стандартів фізичної підготовки Сухопутних військ оцінюванню за табличною системою та їх адекватність вимогам сучасних бойових дій до фізичної підготовленості військовослужбовців.

*Матеріал і методи.* Для досягнення мети використовували комплекс загальнонаукових методів дослідження. Для аргументування основних положень дослідження, узагальнення наявних даних, обґрунтування місця і ролі контролю для забезпечення ефективного функціонування системи фізичного вдосконалення курсантів вищих військових навчальних закладів були використані метод теоретичного аналізу, синтезу, систематизації, узагальнення наявної інформації і досвіду практики. Основним матеріалом теоретичного аналізу були наукові статті та керівні документи з управління фізичною підготовкою військовослужбовців провідних у військовому відношенні країн світу. Перевага надавалась друкованим офіційним документальним матеріалам, науковим статтям і підручникам, що стосувались розробці методик перевірки і оцінювання фізичного стану військовослужбовців.

*Результати.* При оцінюванні фізичної підготовленості одних і тих же курсантів одночасно за вправами стандартів фізичної підготовки військовослужбовців Сухопутних військ і за вимогами Інструкції з фізичної підготовки в системі Міністерства оборони України були одержані кардинально

протилежні результати. Відповідно до вимог стандартів 100% особового складу виконали встановлені нормативи контрольних вправ і одержали оцінку «виконано», а фізична готовність підрозділу була оцінена оцінкою «готовий». При оцінюванні фізичної підготовленості курсантів відповідно до вимог Інструкції з фізичної підготовки в системі Міністерства оборони України 2021 року позитивні оцінки одержали лише 53 курсанти (42,4%), решта 72 курсанти (57,6%) не набрали необхідних 80 балів в одному і більше вправах і, відповідно, отримали незадовільну оцінку. Фізична підготовка підрозділу за вимогами Інструкції з фізичної підготовки 2021 року також оцінена незадовільно.

*Висновки.* Нормативи контрольних вправ стандартів фізичної підготовки військовослужбовців Сухопутних військ Збройних Сил України є нееквівалентними нормативам тестів табличної системи оцінювання фізичної підготовки військовослужбовців, а їх доступність курсантам, фізична підготовленість яких за табличною системою оцінюється незадовільно, свідчить про їх неадекватність вимогам бойової діяльності до фізичної підготовленості військовослужбовців. Вони не дозволяють отримати достовірну інформацію про рівень фізичної готовності особового складу до виконання бойових завдань. Таким чином, їх застосування в освітньому процесі з фізичного виховання та спеціальної фізичної підготовки для оцінювання фізичної підготовленості курсантів військових академій є недоцільною.

**Ключові слова:** фізична підготовка, військово-службовці, тести фізичної підготовки, стандарти, оцінювання, бойова діяльність.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Наукову роботу виконано відповідно до Зведеного плану науково-дослідної роботи на 2017-2022 рр. Міністерства оборони України в межах теми «Обґрунтування норм та психоемоційного навантаження військовослужбовців під час ведення бойових дій», шифр – «ГАРМОНІЯ», № державної реєстрації 0118U001599С.

**Вступ.** Контроль є важливою функцією управління будь-якою соціальною системою і фізичної підготовки військовослужбовців, зокрема. За допомогою контролю визначається ефективність функціонування як окремих компонентів чи елементів системи, так і системи в цілому. Саме завдяки систематичному контролю забезпечується керування системи фізичної підготовки [1, 2, 3].

У системі фізичної підготовки військовослужбовців серед усіх видів контролю центральне місце належить контролю індивідуальної фізичної підготовленості особового складу. Це обумовлено тим, що саме фізична підготовленість військовослужбовців найбільш повно відображає ефективність функціонування системи фізичної підготовки [1, 3, 4, 5], метою якої в узагальненому виді є забезпечення фізичної готовності військовослужбовців до бойової діяльності та виконання ними службових завдань за призначенням [6, 7].

У вищих військових навчальних закладів на підставі результатів планомірного контролю за фізичною підготовленістю курсантів здійснюється корегування засобів і методів розвитку якостей і формування рухових навичок, способи організації тих, хто навчається. В цьому проявляються діагностична і управлінська функції системи оцінювання фізичної підготовленості курсантів [8, 9, 10].

Крім діагностичної і управлінської функції за певних умов система оцінки фізичної підготовленості відіграє і стимулюючу функцію [3, 9, 10, 11], яка, вважаємо, є не менш важливою. Адже, добре вмотивована і об'єктивна оцінка досягнень курсантів на шляху свого фізичного вдосконалення є дієвим стимулом для активізації їхньої фізкультурної діяльності, який за певних умов здатен перерости в стійкий мотив обов'язку і відповідальності [12]. Об'єктивна кількісна та якісна інформація про рівень розвитку рухових якостей і функціональних можливостей організму є потужним мотиватором формування результативного типу мотивації молодій людині до рухової активності [11], який вважається одним з потужніших і стійких [12, 13]. Нажаль, керівними документами, що визначають систему фізичної підготовки у Збройних Силах

України, механізм реалізації цієї функції не передбачено.

Фізична готовність військовослужбовців характеризується кількісними і якісними параметрами. Під кількісними параметрами в спеціальній літературі розуміють перелік фізичних та спеціальних якостей і рухових навичок та вмінь, які є необхідними військовослужбовцям для досягнення мети своєї професійної діяльності в бойових умовах, під якісними – рівень розвитку цих якостей і ступінь оволодіння руховими навичками [14, 15, 16, 17].

Для визначення рівня розвитку у військовослужбовців якостей і навичок в системі фізичної підготовки передбачені відповідні нормативні вимоги. Вважається, що вони відображають вимоги професійної діяльності до рівня фізичної підготовленості військовослужбовці і виконують роль цільових установок і критеріїв оцінювання результатів, досягнутих військовослужбовцями на шляху свого фізичного вдосконалення з точки зору поставлених завдань [2, 4, 17, 18, 19]. Таким чином, створення системи контролю фізичної підготовленості військовослужбовців має зводитись до вибору тестів, які найбільш повно відображали би вимоги бойової діяльності до фізичного стану військовослужбовців та їх нормативів, що дозволяли б одержати найбільш достовірну інформації щодо рівня цього стану на будь-якому етапі процесу підготовки військовослужбовців.

На даний час контроль фізичної підготовленості курсантів на семестрових диференційованих заліках та екзаменах має здійснюватись з дотриманням вимог Інструкції з фізичної підготовки в системі Міністерства оборони України 2021 року і Настанови з фізичної підготовки у Сухопутних військах Збройних Сил України 2020 року.

Відповідно до Інструкції з фізичної підготовки [6] перевірка та оцінювання фізичної підготовленості курсантів має здійснюватись за 4-5 вправами, що характеризують розвиток основних фізичних якостей та військово-прикладних рухових навичок та вмінь, виконання яких оцінюється за сумою балів відповідної таблиці.

Відповідно до Настанови з фізичної підготовки Сухопутних військ 2020 року [7] рівень спеціальної фізичної готовності (підготовленості) курсантів має перевірятись та оцінювання за 2-3 стандартами фізичної підготовки, які передбачають індивідуальне виконання курсантами комплексів прикладних фізичних вправ та 1-2 комплекси для виконання в складі підрозділу (розрахунку, відділення тощо) з урахуванням військово-облікової спеціальності курсантів. Виконання індивідуальної вправи стандарту оцінюється «виконано», «не виконано». Виконання стандарту у складі підрозділу оцінюється «готовий», «не готовий».

Критерії визначення загальної оцінки індивідуальної фізичної готовності військовослужбовця Настановою з фізичної підготовки Сухопутних військ з невідомих причин не передбачено.

Як видно з опису викладених способів оцінювання фізичної підготовленості військовослужбовців, при їх розробці були використані різні методичні підходи до обґрунтування оціночних нормативів з фізичної підготовки, сутність яких виявити не вдалось з причини відсутності у відкритих спеціалізованих наукових виданнях відповідних публікацій.

Відповідно до метрологічних вимог, тести, призначені для оцінювання одних і тих же показників мають бути еквівалентними і надавати тожому інформацію щодо показників, що тестуються [20, 21, 22]. Однак, перші використання контрольних вправ стандартів для оцінювання фізичної підготовленості курсантів породило сумніви щодо їхньої еквівалентності тестам табличної системи оцінювання, а також вимогам бойової діяльності до фізичного стану військовослужбовців.

Необхідність використання в освітньому процесі з фізичного виховання та спеціальної фізичної підготовки одночасно двох методик, призначених для оцінювання одного і того ж показника, але розроблених на принципово різних методичних підходах, а також відсутність в науковому середовищі інформації щодо еквівалентності цих методик, і адекватності нової методики завданням, для яких вона розроблена, зробило актуальним проведення відповідного дослідження.

**Мета роботи** – проаналізувати еквівалентність оцінювання фізичної підготовленості курсантів за контрольними вправами стандартів фізичної підготовки Сухопутних військ оцінюванню за табличною системою та їх адекватність вимогам сучасних бойових дій до фізичної підготовленості військовослужбовців.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводилось на базі Навчального центру Національної академії сухопутних військ у вересні-жовтні 2022 року. Оцінювання фізичної підготовленості курсантів проводилось після тривалого періоду епізодичних занять фізичної підготовки лише у формі навчальних занять. Неможливість проведення інших форм фізичної підготовки було обумовлено особливостями розташування особового складу. В дослідженні брало участь 125 курсантів четвертого курсу навчання. На момент виконання тестів жодний курсант не мав протипоказань до занять фізичною підготовкою.

Всі учасники дослідження дали свою інформовану згоду на участь в експерименті. Дослідження проводилися та були виконані відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації,

та приймали участь у проведеному дослідженні повністю за власним бажанням, були ознайомлені з метою, організаційними питаннями даного дослідження та власноруч підписали інформовану згоду щодо цього.

Для визначення еквівалентності методик оцінювання фізичної готовності військовослужбовців було застосовано тестування показників, що складають зміст фізичної готовності курсантів за обома чинними на даний час системами перевірки та оцінки.

Для статистичної перевірки отриманих результатів були застосовані методи математичної статистики (для обчислення середньої арифметичної величини показників фізичної підготовленості ( $\bar{X}$ ) за результати тестування за обома системами оцінювання, стандартного відхилення середньої арифметичної величини ( $\sigma$ ), середньої помилки середнього арифметичного ( $m$ )).

Для аргументування основних положень дослідження, узагальнення наявних даних щодо значення системи контролю в управлінні фізичною підготовкою, місця перевірки і оцінки індивідуальної фізичної підготовленості військовослужбовців серед видів контролю, її функцій, вимог до вибору тестів і визначення їх нормативів застосовувались загальнонаукові методи досліджень: аналіз і синтез наукових праць і керівних документів з проблематики, що досліджувалась.

Тестування проводилось в два етапи. На першому етапі проводилась перевірка і оцінка фізичної підготовленості відповідно до вимог Настанови з фізичної підготовки Сухопутних військ Збройних Сил України 2020 року [7]. Курсанти оцінювались за п'ятьма завданнями (вправами) відповідних стандартів, що вимагають переважно комплексного прояву основних фізичних якостей: чотирьох завдань, що виконуються індивідуально: 00(72)15.5(6)01.0403 – спеціальна вправа на силову витривалість (форма одягу польова, бронжилет, шолом, автомат), 00(72)15.5(6)01.0405 – човникове долання відрізків 20x10 метрів (по квадрату) з вагою 24 кг (форма одягу польова, бронжилет, шолом, автомат в положенні за спину), 00(72)15.5(6)01.0704 – вправа на спритність (форма одягу польова), 00(72)15.5(6)01.1102 – пересування по місцевості перебіжками та переповзаннями (форма одягу польова, бронжилет, шолом, автомат); одне завдання, що виконується у складі групи військовослужбовців: 00(72)15.5(6)01.0405 – розвантаження ящиків з боєприпасами (траками) та перенесення їх на вогневий рубіж (форма одягу польова, бронжилет, шолом, автомат).

Вибір контрольних вправ стандартів для тестування був обумовлений наявністю для них часових показників, обмеженістю навчально-

матеріальної бази місця розташування курсантів, особливостями організації освітнього процесу і обмеженості часу для проведення випробувань.

Усі курсанти були ознайомлені з умовами виконання вправ і більшість з них мали змогу тренувати їх під час кількох навчальних занять поспіль.

Виконання індивідуальної вправи стандарту оцінювалось відповідно до п. 3.4.2 Настанови з фізичної підготовки [7] оцінкою «виконано», «не виконано». Виконання стандарту у складі підрозділу (групи курсантів) оцінювалось оцінкою «готовий», «не готовий». При успішному виконанні підрозділом вправи стандарту кожному курсанту виставлялась оцінка «виконано», при невиконанні – «не виконано». Загальна фізична підготовленість військовослужбовців оцінювалась за результатами виконання усіх визначених для перевірки вправ стандартів. За умов успішної здачі п'ятих вправ фізична готовність (підготовленість) курсанта оцінювалась «відмінно», чотирьох – «добре», трьох – «задовільно». Оцінка фізичної готовності підрозділу визначалась: «готовий» – якщо виконано 100% визначених в стандарті вправ, «не готовий» – якщо хоча б одна вправа стандарту не виконана.

Другий етап дослідження проводився для кожної навчальної групи через тиждень після тестування за вправами стандартів в умовах максимально подібних до попередніх. На цьому етапі контроль фізичної підготовленості курсантів здійснювався відповідно до вимог Інструкції з фізичної підготовки в системі Міністерства оборони України 2021 року [6] за чотирма вправами, що характеризують швидкість, силу, витривалість та рівень сформованості військово-прикладних навиків (біг 100 м., підйом силою на перекладині, біг 3000 метрів і човниковий біг зі зброєю 6х100метрів). Оцінювання виконання фізичних вправ та проводилась за сумою балів, які нараховувались за відповідною таблицею Інструкції з фізичної підготовки. Загальна оцінка фізичної підготовленості визначалась за бальним еквівалентом з урахуванням категорії та віку військовослужбовців і диференціювалась: «відмінно», «добре», «задовільно» [6]. Оцінка фізичної підготовленості підрозділу визначалась відповідно до пункту 48 Інструкції фізичної підготовки [6] (табл. 1).

На обох етапах дослідження здійснювалось у складі навчальних груп (26-28 осіб). Усі вправи перевірялись в один день упродовж 4-4,5 годин.

**Результати дослідження.** Результати оцінювання фізичної підготовленості курсантів відповідно до вимог стандартів фізичної підготовки військовослужбовців Сухопутних військ представлені у таблиці 2.

Як видно з таблиці 2, нормативи запропонованих для перевірки вправ успішно виконали

**Таблиця 1** – Оцінювання фізичної підготовки курсантських підрозділів відповідно до Інструкції з фізичної підготовки в системі Міністерства оборони України 2021 року

Оцінка	Умови оцінювання
«відмінно»	якщо отримано не менше, ніж 95% позитивних оцінок від числа перевірених, з яких не менше, ніж 50% отримали оцінку «відмінно»
«добре»	якщо отримано не менше, ніж 90% позитивних оцінок від числа перевірених, з яких не менше, ніж 50% отримали оцінку «добре»
«задовільно»	якщо отримано не менше, ніж 80% позитивних оцінок від числа перевірених, з яких не менше, ніж 50% отримали оцінку «задовільно»
«незадовільно»	якщо не виконано умови задовільної оцінки або до перевірки було залучено менш 80% військовослужбовців від їх кількості за списком

усі курсанти з певним перевищенням встановлених нормативів. Перевищення нормативів середнім курсантом склало від 8,3% до 29,6%. Зі слів учасників тестування впевненість в успішній здачі нормативів в них з'явилась під час ознайомлення з вправами. Це стало причиною того, що при виконанні вправ на оцінку багато хто з них не виявляв максимальні зусилля і не прагнув до максимально високого результату.

Отже, відповідно до п.3.4.2 Настанови з фізичної підготовки Сухопутних військ 2020 року [7] підрозділи (навчальні групи), курсанти яких залучались до тестування за результатами виконання усіх контрольних вправ оцінені оцінкою «виконано», а їх фізична готовність оцінюється оцінкою «готовий». Тобто фізична підготовленість усіх курсантів відповідає встановленим вимогам.

Через тиждень після першого тестування тих самих курсантів було перевірено відповідно до вимог Інструкції фізичної підготовки в системі Міністерства оборони України 2021 року [6] за чотирма вправами, які характеризують розвиток основних фізичних якостей. Швидкість оцінювалась за результатами додання курсантами дистанції 100 м, сили – за результатами у підйомі силою на перекладині, анаеробна витривалість – за результатами човникового бігу 6х100 м з автоматом, аеробна витривалість – за результатами бігу на 3000 м. Результати тестування за 100-бальною системою оцінювання представлені у таблиці 3.

**Таблиця 2** – Показники фізичної готовності курсантів за результатами виконання прикладних фізичних вправ стандартів фізичної підготовки Сухопутних військ (n=125)

Назва завдання	Контрольний норматив, хв., с.	Результати тестування, хв., с		К-сть осіб, які успішно виконали контрольний норматив, %	Середнє перевищення нормативу, %
		$\bar{X}$	m		
Спеціальна вправа на силову витривалість	35, 0 с	27,7 с	±10,3 с	100	21,7
Човникове долання відрізків 20х10 метрів (по квадрату) з вагою 24 кг	2 хв.00 с	1хв.24с	±6,5 с	100	29,6
Вправа на спритність	45, 0 с	35,7 с	±1,9 с	100	20,7
Пересування по місцевості перебіжками та переповзаннями	2 хв. 00 с	1хв.39,6 с	±5,0 с	100	8,3
Розвантаження ящиків з боеприпасами (траками) та перенесення їх на вогневий рубіж або до танку (другий спосіб)	3 хв. 00 с	2хв.42,5с	±9,0 с	100	9,7

**Таблиця 3** – Показники фізичної підготовленості курсантів за результатами виконання контрольних вправ за вимогами ІФП-2021 (n=125)

Показники	Значення середнього результату		Кількість балів, набрана середнім курсантом за ІФП-2021
	$\bar{X}$	m	
Біг 100 м, с	14,2	±0,11	92
Підйом силою на перекладині, разів	6	±0,32	80
Човниковий біг 6х100 з автоматом, хв.,с	2.15,6	±0,76	75
Біг 3000 м, хв., с	15.24,1	±12,72	56
Оцінка фізичної підготовленості за бальним еквівалентом			303

З таблиці 3 видно, що в середньому курсант з числа досліджуваних набрав суму балів (303 бали), яка відповідає оцінці „незадовільно”. Крім цього, при виконанні контрольної вправи біг 3000 метрів та човниковий біг 6х100 метрів з автоматом він не здолав рубіж 80 балів, що є обов'язковою умовою отримання позитивної оцінки за фізичну підготовленість. Виконали вимоги для отримання позитивної оцінки і набрали суму балів, необхідну для отримання позитивної оцінки за фізичну підготовленість лише 53 (42,4%) військовослужбовців. Решта 72 курсанти (57,6%) не набрали необхідних 80 балів в одному і більше вправах і, відповідно, отримали незадовільну оцінку.

Таким чином, відповідно до вимог Інструкції фізичної підготовки 2021 року [6] фізична підготовка

підрозділу, військовослужбовців якого приймали участь в тестуванні фізичної підготовленості, було оцінено на незадовільно.

Отже, при оцінюванні фізичної підготовленості одних і тих самих курсантів за двома чинними на даний час системами контролю була одержана кардинально протилежна інформація щодо фізичної готовності курсантів до бойової діяльності. Це свідчить про нееквівалентність застосованих методик одна одній і неадекватність однієї з них вимогам бойової діяльності військовослужбовців до їхньої фізичної готовності (заниження чи завищення вимог при розробці однієї з методик).

**Дискусія.** З часів Першої світової війни, коли американськими спеціалістами уперше були розроблені і застосовані тести (контрольні фізичні вправи) для визначення фізичної придатності новобранців для служби в тому чи іншому роді військ [23] було створено багато різноманітних концепцій обґрунтування процедур вибору контрольних тестів і встановлення нормативів, що розкривають своєрідність концептуальних підходів до побудови нормативної системи фізичної підготовки. Упродовж десятиріч науковці намагались виявити складові фізичного стану людини, які є найбільш необхідними їй для дій в екстремальних умовах бойової діяльності та визначити рівень розвитку тих його компонентів, який був би достатнім для ефективного виконання цих дій, а також розробити вправи, які були б найбільш ефективними як для розвитку відповідних фізичних якостей та формування прикладних навиків, так і для їх тестування. Однак, аналіз наукових публікацій у вітчизняних та іноземних виданнях, дозволяє дійти висновку, що достатньо ґрунтовних методів визначення конкретних величин фізичної підготовленості до цього часу не розроблено. Як не розроблено

і системи оцінювання, яка була би пропорційною тим чи іншим її рівням [25, 26]. Разом з тим, спеціалісти стверджують, що правильно підібрані тести чи стандарти оцінювання розвитку рухових спроможностей військовослужбовців дозволяють точніше визначити їх бойовий потенціал [16, 18, 24, 27].

У Збройних Силах України для перевірки фізичної підготовленості військовослужбовців з 1997 року (з перервою на декілька років) здійснюється по тестах з табличною оцінкою результатів. Автори погоджуються з дослідниками [17, 18, 28, 29, 30, 31], які вважають табличну систему значно прогресивнішою за традиційну 4-бальну, розроблену в 70-ті роки минулого століття. До основних переваг табличної системи науковці відносять можливість визначити індивідуальний рейтинг військовослужбовців за загальною оцінкою з фізичної підготовленості у середині курсантських підрозділів, порівнювати результати виконання різних рухових завдань (фізичних вправ, тестів) із відмінними одиницями вимірювання, стимулювати діяльність курсантів із розвитку фізичних якостей і завдяки цьому підвищувати ефективність освітнього процесу з фізичного виховання у вищих військових навчальних закладах.

Отже, до позитивних рис багатобальної системи оцінювання фізичної підготовленості можна віднести і значно підвищену ефективність спостереження за динамікою як окремих фізичних якостей, так фізичної підготовленості військовослужбовців в часі. Але, як відмічають дослідники [18, 28, 32, 33], і вона не відповідала повною мірою потребам системи фізичної підготовки, а тому потребувала модернізації.

Вважаємо, що зміни, внесені у систему оцінювання фізичної підготовленості у 2021 році, на жаль, не зробили її інформативнішою і зручнішою. Не забезпечили використання потенціалу системи щодо визначення рейтингу військовослужбовців з фізичної підготовленості. Не відбулась її адаптація до оцінювання успішності навчання курсантів за Європейською кредитно-трансферною системою, яка також є 100-бальною. Крім цього, незважаючи на збільшення кількості контрольних вправ, призначених для тестування однієї якості, досі не передбачено тести і нормативи для оцінювання здатності військовослужбовців тривалий час виконувати м'язову роботу в максимально швидкому темпі, коли м'язи працюють в анаеробному режимі, не пов'язаній з пересуванням (з бігом). Разом з тим, як відмічають зарубіжні спеціалісти [14, 15, 34, 35, 36], анаеробні спроможності є достатньо важливим елементом індивідуальної боєздатності військовослужбовців багатьох спеціальностей для яких пересування не є визначальним чинником військово-професійної діяльності.

Отримані в дослідженні дані узгоджуються з дослідженнями науковців [2, 16, 24, 35], які вважають, що оцінювання фізичної підготовленості за допомогою формальних шкал (чи зіставляючих норм), на основі яких розроблені чинні нормативи з фізичної підготовки військовослужбовців Збройних Сил України, призначені для оцінювання окремих фізичних якостей людини. І тому більшою мірою є придатними для тестування готовності спортсменів до змагальної діяльності. Однак, як стверджують військові спеціалісти [2, 9], вони не здатні достатньою мірою відобразити вимоги, що пред'являються до фізичного стану військовослужбовців змістом, характером, режимом та умовами здійснення рухової активності військовослужбовців при виконанні військово-професійних дій у сучасному бою і забезпечити оцінювання ступеня готовності військовослужбовців виконувати різні за характером рухові дії, які є сутністю їхньої практичної діяльності в бойових умовах. На думку фахівців, причиною тому – відсутність у зіставляючих тестах чітко вираженої орієнтації на результат, що прогнозується. Виконання різних за характером рухових дій з максимальним зусиллям і з мінімальним інтервалом відпочинку вимагає від військовослужбовців прояву інтегративної фізичної підготовленості і, відповідно, комплексних тестів, які можуть бути структуровані і за фізичними якостями, і за прикладними навиками, а за своєю інформативністю значно перевищувати зіставляючі тести [2, 34, 36].

На думку спеціалістів Британських Збройних сил [34, 35, 37] комплексні тести дозволяють отримати максимум інформації щодо фізичної готовності військовослужбовців до виконання бойових завдань за військово-професійним призначенням. А при їх використанні у тренувальних цілях – комплексно розвивати фізичні якості, формувати у військовослужбовців вміння швидко переключатись з одного виду рухової діяльності до іншого, змінювати способи пересування у поєднанні з переноскою вантажу (пораненого, ящиків з боєприпасами тощо) і доланням перешкод чи інших дій, що є характерними для професійно-бойової діяльності військовослужбовців тих чи інших спеціальностей.

Отже, розробка та введення в практику фізичної підготовки фізичних вправ подібних вправам стандартів фізичної підготовки, придатних як для розвитку фізичних якостей і формування прикладних навиків, так і для їх тестування є перспективним напрямом підвищення фізичної готовності особового складу до сучасного бою.

Стандарти фізичної підготовки, запроваджені в практику фізичної підготовки як додатковий компонент чинної системи контролю фізичної підготовки, як будь-які стандарти, встановлюють

норму фізичних спроможностей [20, 21, 22]. Не є виключенням і стандарти фізичної підготовки військовослужбовців. Вони визначають той рівень їхніх фізичних спроможностей, який є необхідним для виконання бойових завдань за призначенням відповідно до вимог сучасного бою. Таким чином, фізичний стан військовослужбовця, який успішно виконав вправи стандарту, що характеризують відповідні фізичні якості і військово-прикладні навички, вважається таким, що відповідає рівню фізичної готовності, досягнення якого є метою функціонування всієї системи фізичної підготовки військовослужбовців.

Однак, дане дослідження ставить під сумнів догму, що запропоновані вправи стандартів фізичної підготовки військовослужбовців відображають саме належний рівень їхнього фізичного стану, який відповідає вимогам бойової діяльності, і що вони розроблені з дотриманням критерію адекватності – основного критерію при обґрунтуванні контрольних вправ та їх нормативів. Відповідно до цього критерію контрольні вправи для оцінювання фізичної підготовленості військовослужбовців мають відповідати тим вимогам, які об'єктивно пред'являються до фізичної підготовленості військовослужбовців змістом, характером і умовами сучасних бойових дій [1, 3, 15, 16, 18], а їх нормативи мають характеризувати рівень розвитку функціональних резервів організму військовослужбовця, що характеризують їх фізичну працездатність і, яка є пропорційною тієї кількості механічної роботи, яку він здатен виконувати тривало і з достатнім рівнем інтенсивності [2, 3, 17, 36].

Тобто, нормативи фізичної підготовки мають визначатись не їхньою доступністю для основної маси військовослужбовців, а рівнем фізичної підготовленості, який є необхідним для ефективної реалізації своїх військово-професійних знань, навичок та вмінь тривалий час без суттєвих їх змін під впливом фізичних навантажень і нервово-психічних напружень екстремальних умов бойової діяльності [1, 16].

Обидві методики, застосовані в даному дослідженні для діагностування фізичної готовності курсантів, являють собою комплекс тестів, кожний з яких призначено для оцінювання якогось окремого елемента фізичної підготовленості військовослужбовця, а їх комплекси – фізичної підготовленості в цілому. Оскільки комплекси вправ обох методик призначені для перевірки і оцінювання одної і той самої властивості військовослужбовців вони мають бути еквівалентними [20, 21, 22]. Як стверджують спеціалісти зі спортивної метрології, застосування еквівалентних тестів має підвищувати надійність оцінки фізичних спроможностей людини, що контролюються.

Однак, в даному дослідженні при застосуванні зазначених методик для оцінювання фізичної підготовленості одних і тих же курсантів були одержані кардинально протилежні результати, один з яких є явно недостовірним. Це свідчить, що ці методики не є еквівалентними.

Крім цього, оскільки адекватність табличної системи перевірки і оцінювання фізичної підготовленості військовослужбовців впродовж усіх років її використання була поза сумнівом спеціалістів, а обґрунтування її нормативів, як стверджує Ю. С. Фіногенов [17], здійснювалось на науково-обґрунтованій методології розробки нормативів з фізичної підготовки, доводиться визнати, що нормативи контрольних вправ стандартів є заниженими і не відповідають критерію адекватності вимогам, що пред'являються до фізичної підготовленості військовослужбовців змістом, характером і умовами сучасних бойових дій.

Парадоксальність ситуації полягає у тому, що вправи стандартів, які мали би бути найбільш інформативними щодо ступені фізичної готовності військовослужбовців до виконання бойових завдань за призначення, оскільки мають значно більшу орієнтацію на результат бойової діяльності військовослужбовців, насправді, такими не є. Причиною цього, вважаємо, стала їх розробка з порушеннями методики проведення досліджень і метрологічних норм: занижена складність тестових завдань, невірно складено шкала оцінок. Досліджень об'єктивних вимог професійно-бойової діяльності військовослужбовців до фізичної підготовленості військовослужбовців або не відбувалось, або вони були проведені формально. Контрольні вправи були розроблені без їх порівняння з об'єктивно існуючим критерієм (вимогами бойової діяльності), а на підставі суто теоретичних уявлень про зміст, характер і умови сучасних бойових дій і гіпотетичних припущень, а їх нормативи – шляхом штучної підгонки під певний уявний результат. Ще Леонардо да Вінчі казав, що ніяке людське дослідження не може вважатись справжньою наукою, якщо воно не викладено математичними способами вираження [20].

Основою припущень авторів даного дослідження є відсутність будь-якої інформації щодо методологічної основи розробки вправ стандартів фізичної підготовки та апробації їх нормативів на особовому складі військових частинах і військових академій, наведення доказів їхньої адекватності та інформативності – найважливішої характеристикою тесту, яка відображає точність вимірювання якості, властивості чи рухової спроможності людини [20, 21, 22].

Досліджені лише ті контрольні вправи стандартів, які були обрані для перевірки і оцінювання

фізичної підготовленості курсантів, виходячи з наявного обладнання і часу для тестування. Разом з тим, враховуючи позитивність ідеї оцінювання інтегративної фізичної підготовленості військовослужбовців до бойової діяльності за допомогою тестів, що моделюють відповідні дії військовослужбовців в бойових умовах, не можемо не звернути увагу спеціалістів на те, що, як стверджує професор В.А. Романенко [22], такі тести крім того, що мають бути інформативними, повинні бути порівняно простими за технікою виконання. При їх виконанні основна увага того, кого тестують, має бути спрямована на досягнення максимального результату, пов'язаного з проявом того чи іншого механізму енергозабезпечення м'язової роботи, а не на контроль за правильним виконанням техніки вправи. І лише тести, призначені для оцінювання ступеня сформованості відповідних військово-прикладних навичок і вмінь, мають бути достатньо технічно складними.

**Висновки.** Нормативи контрольних вправ стандартів фізичної підготовки військовослужбовців Сухопутних військ Збройних Сил України є нееквівалентними нормативам тестів табличної системи оцінювання фізичної підготовки військовослужбовців, а їх доступність курсантам, фізична підготовленість яких за табличною системою оцінюється незадовільно, свідчить про їх

неадекватність вимогам бойової діяльності до фізичної підготовленості військовослужбовців. Вони не дозволяють отримати достовірну інформацію про рівень фізичної готовності особового складу до виконання бойових завдань. Таким чином, їх застосування в освітньому процесі з фізичного виховання та спеціальної фізичної підготовки для оцінювання фізичної підготовленості курсантів військових академій є недоцільною.

За недоцільність використання вправ стандартів в освітньому процесі військових академій говорить і неможливість переведення 2-бальної шкали оцінювання виконання вправ стандартів («виконано», «не виконано») в 100-бальну, за якою відповідно до Закону України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 р. № 1556-VII, стандартів вищої освіти, нормативних актів Міністерства освіти і науки України оцінюється успішність навчання курсантів ВВНЗ з усіх навчальних дисциплін.

**Перспективи подальших досліджень** полягатимуть в продовженні дослідження інформативності та надійності контрольних фізичних вправ стандартів фізичної підготовки Сухопутних військ Збройних Сил України, а також у розробці та обґрунтуванні комплексних вправ для перевірки та оцінки інтегративної фізичної підготовленості військовослужбовців.

## References

1. *Teoriya ta orhanizatsiya fizychnoi pidhotovky viysk* [Theory and organization of physical training of troops]. Pidruchnyk. Za red. VM Afonina, YuO Reznikova. Lviv: LVI; 2002. 316 s. [Ukrainian]
2. Oderov AM. *Obgruntuvannya testu fizychnoi pidhotovlenosti viyskovosluzhbovtziv* [Justification of the test of physical fitness of military personnel]. Abstr. PhD. (Physical Ed&Sport.). Lviv; 2017. 211 s. [Ukrainian]
3. Leontev VP. *Normatyvnoe obespechenye fizycheskoy podhotovky kursantov vysshykh voenno-uchebnykh zavvedenyi Sukhoputnykh voysk Mynysterstva oborony Ukrainy* [Normative provision of physical training of cadets of higher military training institutions of the Ground Forces of the Ministry of Defense of Ukraine]. Abstr. PhD. (Physical Ed&Sport.). K; 2000. 22 s. [Russian]
4. Borodyn YuA, Dobrovolskyi VB, Maksymtsov AN, Maltsev AA. *Obosnovanye normatyvnykh trenovanyi, systemy proverky y ouenky po fizycheskoy podhotovke VS Ukrainy* [Justification of normative training, inspection system and grades for physical training of the Armed Forces of Ukraine]. *Pedahohika, psykhohihiya ta medyko-biologichni problemy fizychnoho vykhovannya i sportu*. 2001;28:87-91. [Russian]
5. Romanchuk SV. *Napryamky udoskonalennya systemy perevirky ta otsinky viyskovosluzhbovtziv riznykh spetsialnostey* [Areas of improvement of the system of inspection and assessment of servicemen of various specialties]. *Naukovyi chasopis NPU Drahomanova*. Seriya №5. 2009;14:29-34. [Ukrainian]
6. *Nakaz Ministerstva oborony Ukrainy vid 01.10.2021r. №1289/36911*. Instruktsiya z fizychnoi pidhotovky v systemi Ministerstva oborony Ukrainy [Instruction on physical training in the system of the Ministry of Defense of Ukraine]. 2021. [Ukrainian]
7. *Nakaz komanduvacha Sukhoputnykh viysk Zbroynykh Syl Ukrainy vid 11.12.2020 r. №960*. Nastanova z fizychnoi pidhotovky u Sukhoputnykh viyskakh Zbroynykh Syl Ukrainy [Instruction on physical training in the Ground Forces of the Armed Forces of Ukraine]. 2020. [Ukrainian]
8. Serhiyenko VM. *Systema kontrolyu rukhovyykh zdibnostey studentskoi molodi: teoriya i metodolohiya fizychnoho vykhovannya* [The system of control of motor abilities of student youth: theory and methodology of physical education]. Monohrafiya. Sumy: Sumskyi derzhavnyi universytet; 2015. 392 s. [Ukrainian]
9. Viknyanskyi VM, Tkachuk OA, Palevych SV, Shevchenko OS. *Vyznachennya kryteriyiv norm fizychnoi pidhotovky kursantiv ZVO* [Determination of criteria for physical training standards of cadets of higher education institutions]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky ta sportu Zbroynykh Syl Ukrainy*,

- pravookhoronnykh orhaniv, ryatuvalnykh ta inshykh spetsialnykh sluzhb na shlyakhu yevroatlantychnoi intehratsiyi Ukrainy: tezy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi. Kyiv; Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Chernyakhovskoho, 19 lystopada 2020 r. K: NUOU; 2020. s. 130-131. [Ukrainian]*
10. Romanchuk VM, Boyarchuk OM, Husak OD, Radkevych OM. Porivnyalni analiz normatyviv fizychnoi pidhotovky dlya kursantiv VVNZ Zbroynykh Syl Ukrainy [Comparative analysis of physical training standards for cadets of the Armed Forces of Ukraine]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky ta sportu Zbroynykh Syl Ukrainy, pravookhoronnykh orhaniv, ryatuvalnykh ta inshykh spetsialnykh sluzhb na shlyakhu yevroatlantychnoi intehratsiyi Ukrainy: tezy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi. Kyiv; Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Chernyakhovskoho, 19 lystopada 2020 r. K: NUOU; 2020. s. 112-114. [Ukrainian]*
  11. Afonyn VN, Romanchuk SV. Systema otsenky kak faktor motyvatsiy kursantov k samostoyatelnyy zanyatyam fizycheskymy upravlenyem [The evaluation system as a factor in the motivation of cadets to independent physical exercises]. *Aktualnye problemy ohnevoy, taktyko-spetsyalnoy y professionalno-prykladnoy fizycheskoy podhotovky* 2014. [Russian]. Available from: [https://elib.institutemvd.by/jspui/bitstream/MVD\\_NAM/2461/1/Afonin%2c%20Romanchuk%20%282%29.pdf](https://elib.institutemvd.by/jspui/bitstream/MVD_NAM/2461/1/Afonin%2c%20Romanchuk%20%282%29.pdf)
  12. Anokhin YeD. Vyznachennya rivnya motyvatsiy kursantiv Akademiyi sukhopotnykh viysk do vlasnoho fizychnoho vdoskonalennya [Determining the level of motivation of cadets of the Academy of Ground Forces for their own physical improvement]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho universytetu imeni MP Drahomanova. Seriya №15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury / fizychna kultura i sport*. 2010;8:53-56. [Ukrainian]
  13. Anokhin YeD. Psykholoho-pedahohichni napryamy formuvannya tsinnisnoho stavlennya kursantiv do fizychnoho vdoskonalennya v protsesi sportyvno-masovoi roboty [Psychological and pedagogical directions of formation of cadets' value attitude towards physical improvement in the process of sports and mass work]. *Molodizhnyi naukovyi visnyk Skhidnoyevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainy. Fizychno vykhovannya i sport*. 2017;27:29-34. [Ukrainian]
  14. Reilly TJ, Gebhardt DL, Billing DC, Greeves JP, Sharp MA. Development and Implementation of evidence-based physical employment standards: key challenges in the military context. *J Strength Cond Res*. 2015 Nov;29 Suppl 11:S28-33. PMID: 26506194. doi: 10.1519/JSC.0000000000001105
  15. Payne W, Harvey J. A framework for the design and development of physical employment tests and standards. *Ergonomics*. 2010 Jul;53(7):858-71. PMID: 20582767 . doi: 10.1080/00140139.2010.489964
  16. *The Process of Physical Fitness Standards Development*. Human Systems Information Analysis Center. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 2000.
  17. Finohenov YuS. Systema perevirky ta otsinky fizychnoi pidhotovky viysk: problemy ta perspektyvy yiyi udoskonalennya [The system of checking and evaluating the physical training of troops: problems and prospects for its improvement]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky viyskovosluzhbovtziv. Materialy vsearmiyskoi naukovo-metodychnoi konferentsiyi. Kyiv: Myn-vo oborony Ukrainy, Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy. 24 lystopada 2011 roku. K: NUOU; 2011. s. 11-15. [Ukrainian]*
  18. Sukhorada HI, Popovych OYi. Obgruntuvannya normatyvnykh vprav u proekti novoi nastanovy z fizychnoi pidhotovky u Zbroynykh Sylakh Ukrainy [Justification of normative exercises in the draft of the new instruction on physical training in the Armed Forces of Ukraine]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky ta sportu Zbroynykh Syl Ukrainy, pravookhoronnykh orhaniv, ryatuvalnykh ta inshykh spetsialnykh sluzhb na shlyakhu yevroatlantychnoi intehratsiyi Ukrainy. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi. K: Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Chernyakhovskoho. 29–30 lystopada 2017 r. K: NUOU; 2017. s. 38-40. [Ukrainian]*
  19. Obgruntuvannya kompleksu standartiv fizychnykh ta spetsialnykh vprav viyskovosluzhbovtziv viysk zv'yazku [Justification of the complex of standards of physical and special exercises of servicemen of the signal troops]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky ta sportu Zbroynykh Syl Ukrainy, pravookhoronnykh orhaniv, ryatuvalnykh ta inshykh spetsialnykh sluzhb na shlyakhu yevroatlantychnoi intehratsiyi Ukrainy. Tezy V Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi. Kyiv: Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Chernyakhovskoho. 25 lystopada 2021 r. K: NUOU; 2021. s.190-193. [Ukrainian]*
  20. Hodyk M.A. *Sportyvna metrolohiya* [Sports metrology]. Uchebnyk dlya ynstutov fizychnoi kult. M: Fyzkultura y sport; 1988. 192. [Russian]
  21. Serhiyenko LP. *Sportyvna metrolohiya: teoriya i praktychni aspekty* [Sports metrology: theory and practical aspects]. K: KNT; 2010. 776 s. [Ukrainian]
  22. Romanenko VA. *Dyagnostyka dvyhatelnykh sposobnostey* [Diagnostics of motor abilities]. Uchebnoe posobyе. Donetsk: Yzd-vo DonNU; 2005. 290 s. [Russian]
  23. Maksymenko YH. Natsyonalnye standarty SShA v oblasti fizycheskoho vospytannya [National standards of the USA in the field of physical education]. *Visnyk Luhanskoho nats un-tu imeni Tarasa Shevchenka*. 2010;17(204):153-158.

24. Oderov A, Zonov A, Ishchenko E. Analysis of Physical training examination and evaluation system of the servicemen of the armed forces. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. 2018;3(31):22-24.
25. Hlazunov SI. Suchasni tendentsiyi u vdoskonalenni zasobiv diahnostryky fizychnoi pidhotovlenosti viyskovosluzhbovtiv [Modern trends in the improvement of means of diagnosing the physical fitness of military personnel]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky viyskovosluzhbovtiv. Materialy vsearmijskoi naukovo-metodychnoi konferentsiyi. Kyiv; Myn-vo oborony Ukrainy. Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy. 24 lystopada 2011 roku*. K: NUOU; 2011. s. 93-98. [Ukrainian]
26. Oderov AM. Analiz systemy proverky y otsenky fizycheskoy podhotovlennosti voennosluzhashchykh Vooruzhennykh syl [Analysis of the system of verification and assessment of physical training of military personnel]. *Aktualnye problemy ohneyoy, taktyko-spetsyalnoy y professionalno-prykladnoy fizycheskoy podhotovky*. 2016;2016:74-79. [Russian]
27. Hauschild VD, Degroot DW, Hall ShM, Grier TL, Deaver KD, Hauret K, et al. Correlations between physical fitness tests and performance of military tasks: a systematic review and meta-analysis. *Occ Environ Med (London)*. 2017;74(2):144. PMID: 27810940. doi: 10.1136/oemed-2016-103684
28. Herasymov VYe. Suchasni aspekty kontrolyu fizychnoi pidhotovlenosti viyskovosluzhbovtiv [Modern aspects of control of physical fitness of military personnel]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky ta sportu Zbroynykh Syl Ukrainy, pravookhoronnykh orhaniv, ryatuvalnykh ta inshykh spetsialnykh sluzhb na shlyakhu yevroatlantychnoi intehratsiyi Ukrainy. Tezy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi. Kyiv: Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy. 25 lystopada 2022 r*. K: NUOU, 2022. s. 69-71. [Ukrainian]
29. Yedynak HA, Prystupa YeN. Do pytannya pro vdoskonalennya systemy otsynuyannya fizychnoi pidhotovlenosti viyskovosluzhbovtiv Zbroynykh syl Ukrainy. *Fizyчне vykhovannya, sport i kultura zdorov'ya u suchasnomu suspilstvi*. 2012;4:276-280. [Ukrainian]
30. Ovcharuk IS. Kharakterystyka pidkhodiv otsynuyannya fizychnoi pidhotovlenosti viyskovosluzhbovtiv [Characteristics of approaches to assessing the physical fitness of military personnel]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky viyskovosluzhbovtiv. Materialy vsearmijskoi naukovo-metodychnoi konferentsiyi. Kyiv: Myn-vo oborony Ukrainy. Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy. 24 lystopada 2011 r*. K: NUOU; 2011. s. 126-131. [Ukrainian]
31. Ovcharuk IS. Pidkhody do otsinky rivnya fizychnoi pidhotovlenosti viyskovosluzhbovtiv [Approaches to assessing the level of physical fitness of servicemen]. *Fizychna pidhotovka viyskovosluzhbovtiv v umovakh reformuvannya Zbroynykh Syl Ukrainy: suchasnyi stan, problemy ta perspektyvy rozvytku. Materialy naukovo-praktychnoi konferentsiyi. Kyiv: Min-vo oborony Ukrainy. Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy. 29 lystopada 2012 r*. K: NTsOU; 2012. s. 6-13. [Ukrainian]
32. Oderov A, Romanchuk S, Fedak S, Kuznetsov M, Petruk A, Dunets-Lesko A, et al. Innovative approaches for evaluating physical fitness of servicemen in the system of professional training. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017;17(3):23-27.
33. Tverdokhlib YeM. Suchasni pidkhody do vyboru vprav perevirky fizychnoi pidhotovlenosti viyskovosluzhbovtiv [Modern approaches to the selection of exercises for checking the physical fitness of military personnel]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky ta sportu Zbroynykh Syl Ukrainy, pravookhoronnykh orhaniv, ryatuvalnykh ta inshykh spetsialnykh sluzhb na shlyakhu yevroatlantychnoi intehratsiyi Ukrainy. Tezy V Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi. Kyiv: Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Chernyakhovskoho. 25 lystopada 2021 r*. K: NUOU; 2021. s. 240-242. [Ukrainian]
34. Coupe G. All You need to know about the british army's fitness standards: BFBS / 24th October 2019 at 2:46 pm. Available from: <https://www.forces.net/services/army/all-you-need-know-about-british-armys-fitness-standards>
35. Treweek AJ, Tipton MJ, Milligan GS. Development of a physical employment standard for a branch of the UK military. *Ergonomic*. 2019 Dec;62(12):1572-1584. PMID: 31486718. doi: 10.1080/00140139.2019.1663271
36. Harman EA, Gutekunst DJ, Frykman PN, Sharp MA, Nindl BC, Alemany JA, et al. Prediction of simulated battlefield physical performance from field-expedient tests. *Mil Med*. 2008 Jan;173(1):36-41. PMID: 18251329. doi: 10.7205/milmed.173.1.36
37. Zhembrovskiy SM. Optyimizatsiya mymtemy perevirky ta otsynuyannya fizychnoi pidhotovky zbroynykh syl Anhliyi [Optimizing mimtem inspection and assessment of physical training of the armed forces of England]. *Suchasni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku fizychnoi pidhotovky ta sportu Zbroynykh Syl Ukrainy, pravookhoronnykh orhaniv, ryatuvalnykh ta inshykh spetsialnykh sluzhb na shlyakhu yevroatlantychnoi intehratsiyi Ukrainy. Tezy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi. Kyiv: Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy. 25 lystopada 2022 r*. Kyiv: NUOU; 2022. s. 125-133. [Ukrainian]

UDC 796.012.1:355.232-052

**On the Equivalence of Control Exercises of Physical Training Standards to the Tabular System for Evaluating the Physical Fitness of Military Personnel and Their Adequacy to the Requirements of Combat Activity**

**Anokhin Ye. D., Romanchuk S. V., Oderov A. M.,  
Barachevskiy S. A., Pervachuk O. I., Babych M. O.,  
Melnikov A. V., Bobko Yu. B., Bahas O. P., Slivinskyi O. Ya.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to investigate the adequacy of the standards of physical training of soldiers of the Ground Forces to the requirements that are objectively imposed on the physical fitness of soldiers by the content, nature and conditions of modern combat operations, as well as their equivalence to the tabular evaluation system; determine the possibility and expediency of their use in the educational process to assess the physical fitness of cadets.*

*Materials and methods.* To achieve the goal, a complex of general scientific research methods was used. The methods of theoretical analysis, synthesis, systematization, generalization of available information and practical experience were used to argue the main provisions of the research, generalize the available data, justify the place and role of control to ensure the effective functioning of the system of physical improvement of cadets of higher military educational institutions. The main material of the theoretical analysis was scientific articles and guiding documents on the management of physical training of military personnel of the leading countries in the military field of the world. Preference was given to printed official documentary materials, scientific articles and textbooks related to the development of methods for checking and assessing the physical condition of military personnel.

*Results and discussion.* When assessing the physical fitness of the same cadets at the same time using the exercises of the standards of physical training of the Ground Forces soldiers and according to the requirements of the Physical Training Manual, radically opposite results were obtained. In accordance with the requirements of the standards, 100% of the personnel completed the established standards of control exercises and received a rating “completed”, and the physical readiness of the unit was rated “ready”. When assessing the physical fitness of cadets in accordance with the requirements of the 2021 Physical Training Instructions, only 53 cadets (42.4%) received positive evaluations, the remaining 72 cadets (57.6%) did not score the required 80 points in one or more exercises and, accordingly, received an unsatisfactory rating. The physical training of the unit according to the requirements of the 2021 Physical Training Instructions is also rated unsatisfactory.

*Conclusion.* The norms of control exercises of the standards of physical training of servicemen of the Army of the Armed Forces of Ukraine are not equivalent to the norms of the tests of the tabular system for evaluating the physical fitness of servicemen, and their availability to cadets whose physical fitness is assessed as unsatisfactory according to the tabular system indicates their inadequacy to the requirements of combat activity for the physical fitness of servicemen. They do not allow obtaining reliable information about the level of physical readiness of personnel to perform combat tasks. Thus, their use in the educational process of physical education and special physical training to assess the physical fitness of cadets of military academies is inappropriate.

**Keywords:** physical training, military personnel, physical training tests, standards, evaluation, combat activity.

**ORCID and contributionship:**

Yevhen Anokhin : 0000-0001-5921-8774<sup>A, D</sup>

Serhii Romanchuk : 0000-0002-2246-6587<sup>F, D</sup>

Artur Oderov : 0000-0002-7791-0825<sup>B, D, F</sup>

Serhii Barachevskiy : 0000-0002-8289-2705<sup>C</sup>

Oleh Pervachuk : 0000-0003-0107-4303<sup>A</sup>

Maxim Babych : 0000-0003-1212-7167<sup>C</sup>

Andrii Melnykov : 0000-0001-6039-1021<sup>E</sup>

Yurii Bobko : 0000-0002-9220-4814<sup>B</sup>

Oleh Bahas : 0000-0003-4933-0927<sup>E</sup>

Oleksii Slivinskyi : 0000-0001-8790-8182<sup>B</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,

C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,

E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Artur Oderov**

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy,  
Department of Physical Education, Special Physical Training and Sports  
32, Heroes Maidana Str., Lviv 79026, Ukraine  
phone: +3080930042437, e-mail: stroyova@ukr.net

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 30.12.2022

Accepted 12.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.297

УДК 796.012.1:796.85

Данищук Сергій<sup>1</sup>, Яців Ярослав<sup>1</sup>,  
Гнатчук Ярослав<sup>2</sup>, Хробатин Ігор<sup>3</sup>**АКТУАЛІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СПОРТСМЕНІВ ВІКОМ 12–13 РОКІВ У ТАЕКВОН-ДО ІТФ**<sup>1</sup> Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
Івано-Франківськ, Україна<sup>2</sup> Хмельницький національний університет,  
Хмельницький, Україна<sup>3</sup> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
Івано-Франківськ, Україна

*Мета:* визначити структуру засобів контролю загальної фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ.

*Матеріал і методи.* Використано методи теоретичного аналізу і узагальнення даних науково-методичної літератури, аналізування документальних матеріалів, метод експертного опитування, методи математико-статистичної обробки даних. Вивчено структуру та зміст Навчальних програм з таеквон-до ІТФ, ВТФ та карате WKF; правил змагань з таеквон-до ІТФ. Експертами (24 тренери) визначено пріоритетні варіанти човникового бігу, тестів для контролю швидкісних якостей, витривалості, силової витривалості різних груп м'язів, вибухової сили, швидкісно-силової витривалості гнучкості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ.

*Результати.* До батареї тестів загальної фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ було включено: човниковий біг 3x10 м (спритність), біг 30 м із місця (швидкість), біг на 1000 м (витривалість), підтягування та піднімання тулуба в положення сід (силова витривалість), метання набивного м'яча знизу вперед та стрибок у довжину з місця вперед (вибухова сила), стрибки на скакалці упродовж 60 с, присідання на одній нозі 30 с та багатоскоки на одній нозі 20 с (швидкісно-силова витривалість), шпагат поперечний, нахил тулуба вперед стоячи та «міст» (гнучкість). Залучено наступні тестів для контролю координаційних якостей: «біг вісімкаю зі зміною напрямку руху» спрямований на визначення загальної координованості; «стрибок з обертанням вліво/вправо» – відчуття простору; «різницю між стрибком з місця вперед та назад» – відчуття дистанції; «три оберти вперед-три оберти назад» (час вперед, час назад, загальний час) – дотримання кінематичних та динамічних характеристик руху; «проба Ромберга (права/ліва)» – статична рівновага; динамічна рівновага та комплексне інструментальне визначення складних та специфічних реакцій.

*Висновки.* На підставі проведеного дослідження уточнено параметри для контролю загальної фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ.

**Ключові слова:** контроль, фізична підготовка, тести, опитування, ранг, юні спортсмени, таеквон-до.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано відповідно плану науково-дослідної роботи ЛДУФК імені Івана Боберського до теми «Теоретико-методологічні основи тактики у спорті», № державної реєстрації 0121U100634.

**Вступ.** Питання контролю різних сторін підготовленості у системі багаторічного удосконалення спортсменів завжди було актуальним. Свідченням цього є надзвичайно велика кількість досліджень, що стосуються виключно контролю, а також реалізації його окремих компонентів за різними сторонами чи на окремих етапах багаторічної підготовки [1, 2, 3, 4].

До того ж жодна об'єктивна інформація, необхідна для планування та обґрунтування програм занять за різними блоками завдань не може бути отримана без наявності комплексу інструментарію [5, 6, 7].

Узагальнення значного числа наукових, програмно-нормативних та навчально-методичних джерел інформації дало підстави стверджувати про наявність значного числа засобів для контролю фізичної підготовленості спортсменів у таеквон-до [2, 3, 4, 8, 9].

Загалом було виявлено понад 70 окремих засобів (тестів та контрольних вправ), які розглядаються фахівцями у різних версіях таеквон-до для контролю різних проявів фізичної підготовленості. До того ж у багатьох випадках спостерігалась схожість алгоритмів виконання або структури та змісту контрольних засобів, що пропонуються. Таким чином постала потреба актуалізації показників для контролю загальної фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На підставі проведеного узагальнення були виокремлені ті, які спрямовані на окремі прояви фізичних якостей. Для визначення максимальної сили кисті більшість фахівців пропонується застосовувати кистьову динамометрію із встановленням показника обох рук [2, 6, 9, 10].

Стосовно іншого прояву сили, а саме вибухової сили пропонується застосувати для різних м'язових груп організму спортсменів таких тестів: поштовх набивного м'яча 2 кг [11], метання набивного м'яча знизу вперед [2], стрибок у довжину з місця вперед [2, 6, 9, 11, 12, та ін.] та стрибок у довжину з місця назад [8, 13] із визначенням різниці між цими двома видами стрибків [8, 13], стрибок у висоту [6, 8, 14] та метання гранати 700 гр. [14]. Більшу кількість тестів та контрольних вправ для визначення вибухової сили можна пояснити більшим навантаженням на прояв цієї фізичної якості для досягнення результату в умовах змагальної діяльності в таеквон-до.

Достатньо стандартизовані варіанти виявлені для встановлення швидкісних можливостей спортсменів у таеквон-до. Більшість фахівців схильні застосовувати пробігання коротких відрізків, наприклад біг з місця 20 м [2], 30 м [3, 6, 9, 10], 60 м [12, 14] та біг 20 м з ходу [15]. Окрім того зустрічаємо пропозицію застосувати біг на місці 10 с із визначенням кількості кроків [6, 15].

Загальну витривалість для таеквондистів запропоновано визначати із застосуванням виключно бігових вправи різної тривалості. Фахівці у власних дослідженнях та згідно змісту навчальних програм рекомендовано біг на дистанцію 1000 м [10] та 1500 м [12, 14] або 6-ий або 12-ти хвилинний (тест Купера) біг [6].

Серед інших проявів витривалості зупинимося на тестах для визначення силової витривалості для різних груп м'язів тіла спортсменів. Рекомендовано вис на зігнутих руках [12], підтягування [14], піднімання тулуба (згинання-розгинання) в положення сід [9, 12], віджимання (згинання-розгинання рук в упорі лежачи) [10, 11, 12].

Прояви швидкісно-силової витривалості, на думку фахівців, можна встановити за допомогою стрибків на місці 10 с [6], стрибків на скакалці упродовж однієї хвилини [9], піднімання тулуба (згинання-розгинання) в положення сід за 60 с або за 30 с [1, 5], присідання на одній нозі упродовж однієї хвилини [7] або 30 с [15], багатоскоки на відстані 20 м із фіксацією часу [10], а також піднімання ніг у положенні вис на перекладині за 30 с [15].

Для визначення координаційних здібностей за окремими проявами була віднайдена більша кількість окремих засобів контролю. Серед них, зокрема для спритності пропонується кілька варіан-

тів човникового бігу: 4x15 м [2, 11], 3x10 м [9, 10], 4x9 м [6, 8, 12], 4x8 м [7] та біг вісімкою зі зміною напрямку руху [12].

Серед засобів, що спрямовані на визначення особливостей відтворення спортсменами просторових та часових параметрів руху запропоновано: відтворення мікроінтервалів часу 1, 5, 10 с [13], відтворення 25/50/75% стрибка у довжину [1]. Окрім того зустрічались пропозиції, у межах контролю за технічною підготовленістю спортсменів, до застосування вправ із необхідністю відтворення положення рук та ніг у просторі, відповідно до певного заданого кута в суглобах.

У змісті досліджень при визначенні гнучкості (рухливості суглобів) спортсменів у таеквон-до є рекомендації з використання шпагату поперечно (вимірювання відстані від підлоги та або кут в кульшових суглобах) [2, 7], шпагату поздовжнього із вимірюванням відстані від підлоги, права/ліва нога) [4, 6, 15], виконанням «мосту» з визначенням відстані до підлоги, а також відставні між руками та ногами [2, 4], виконанням нахилу тулуба вперед у положеннях стоячи [4, 15] та сидячи [13], застосуванням відведення прямих рук вгору в положенні лежачи [4].

Таким чином, для реалізації завдань фізичної підготовки спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ необхідно узагальнити та конкретизувати наявні дані про об'єктивні критерії оцінювання.

**Мета дослідження:** визначити структуру засобів контролю загальної фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ.

**Матеріал і методи дослідження.** Використано методи теоретичного аналізу і узагальнення даних науково-методичної літератури, аналізування документальних матеріалів, метод експертного опитування, методи математико-статистичної обробки даних.

Були проведені дослідження структури та змісту Навчальних програм з таеквон-до ІТФ [14], ВТФ [12, 16] та карате WKF [11]; правил змагань з таеквон-до ІТФ [17].

Основний акцент в експертному опитуванні та анкетуванні було зроблено на уточненні параметрів контролю фізичної підготовленості 15 юних спортсменів віком 12-13 років за підсумками експертного опитування 24 тренерів з таеквон-до ІТФ. Додатково залучено презентаційну групу юних спортсменів віком 12-14 років (15 осіб), які мали тренувальний досвід понад п'ять років занять таеквон-до ІТФ. Опитування було проведено на базі спортивного клубу з таеквон-до ІТФ, м. Івано-Франківськ.

Уточнення параметрів тестів передбачало відповіді респондентів на ряд запитань щодо наступного: пріоритетних варіантів човникового бігу,

тестів для контролю швидкісних якостей, витривалості, силової витривалості різних груп м'язів, вибухової сили, швидко-силової витривалості гнучкості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ.

Опрацювання результатів опитування проведено за допомогою ранжування запропонованих варіантів (від 1-го бала – найбільш рекомендую до 4-ох (6-ти, 7-ми) балів – найменш рекомендую), а також була можливість запропонувати власний варіант відповіді.

Проведення дослідження не суперечить нормам українського законодавства та відповідає вимогам Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» від 26 листопада 2015 року № 848-VIII. Кожен учасник підписував інформовану згоду на участь у дослідженні, і вжиті всі заходи для забезпечення анонімності учасників.

**Результати дослідження та їх обговорення.**

Узагальнений досвід фахівців з контролю фізичної підготовленості в різних версіях таеквон-до стосувався процесу підготовки спортсменів на різних етапах багаторічного вдосконалення. Тому для проведення якісного дослідження з фізичної підготовки спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ виникає потреба більшої деталізації та ґрунтовності інформації про стан фізичної підготовленості спортсменів.

Для визначення спритності спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до фахівці рекомендували різні параметри навантаження. Тому респондентам було запропоновано визначити найбільш оптимальний варіант (табл. 1).

**Таблиця 1** – Рекомендації щодо варіантів човникового бігу для визначення спритності спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ

Тест	Тренери (n=24)		Юні спортсмени (n=15)	
	Бали	Ранг	Бали	Ранг
4 рази по 15 метрів	$\bar{X}$	3,17	4	3,20
	$\sigma$	1,07		1,22
4 рази по 9 метрів	$\bar{X}$	2,38	3	2,80
	$\sigma$	0,86		0,40
4 рази по 8 метрів	$\bar{X}$	2,25	2	2,07
	$\sigma$	1,13		1,12
3 рази по 10 метрів	$\bar{X}$	2,21	1	1,93
	$\sigma$	1,12		1,00

Отримані результати дали підстави стверджувати, що як фахівці (тренери), так і спортсмени мають схоже бачення щодо найбільш оптимального варіанту тесту човникового бігу. Найвищий ранг отримав варіант 3x10 м та другий варіант за пара-

метрами 4x8 м. Для цих двох варіантів виконання човникового бігу загальна дистанція є меншою, ніж у інших двох варіантах, тобто 30 м та 32 м проти 36 м та 60 м.

Дані тренерів показали, що досить ймовірним є використання перших трьох варіантів тесту із рангом від 1 до 3 місця, але з малим розкидом оцінок експертів від 2,21 до 2,38 бала.

Для визначення швидкісних якостей спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ виявлено п'ять основних варіантів вправ (табл. 2).

**Таблиця 2** – Рекомендації щодо варіантів тестів для контролю швидкісних якостей спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ

Тест	Тренери (n=24)		Юні спортсмени (n=15)	
	Бали	Ранг	Бали	Ранг
біг на місці 10 с	$\bar{X}$	3,17	3	4,07
	$\sigma$	1,75		1,39
біг 20 метрів з місця	$\bar{X}$	2,50	2	2,27
	$\sigma$	1,32		0,77
біг 20 метрів з ходу	$\bar{X}$	3,25	4	3,20
	$\sigma$	0,72		0,75
біг 30 метрів з місця	$\bar{X}$	2,29	1	2,47
	$\sigma$	1,27		1,45
біг 60 метрів з місця	$\bar{X}$	3,75	5	3,07
	$\sigma$	1,23		1,53

Із запропонованих фахівцями з таеквон-до тестів на визначення швидкісних якостей експерти визначили два варіанти. Це біг на 20 м (2 місце, 2,50 бала) та 30 м із місця (1 місце, 2,29 бала). Однак юні спортсмени, виявивши таких самих лідерів, визначальне місце надали тесту саме 20 м із місця (2,27 бала).

Опираючись на спільне бачення різних груп респондентів (експертів та юних спортсменів) та вищу фаховість першої з них, до оцінювання швидкісних якостей в межах контролю фізичної підготовленості таеквондистів 12-13 років (версія ІТФ), був залучений варіант 30 м із місця.

Наступна група тестів стосувалася визначення витривалості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ. Загалом серед даних науково-методичного характеру пропонується приблизно однаковий набір тестів. Для виявлення найбільш оптимального варіанту було запропоновано про-ранжувати чотири варіанти (табл. 3). Один експерт поряд з іншими, запропонував застосувати біг на 500 м.

Обидві групи респондентів (експерти та юні спортсмени) були однаковими у виборі найбільш

**Таблиця 3** – Рекомендації щодо варіантів тестів для контролю витривалості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ

Тест	Тренери (n=24)		Юні спортсмени (n=15)		
	Бали	Ранг	Бали	Ранг	
біг 1000 метрів	$\bar{X}$	2,00	1	2,07	1
	$\sigma$	1,10		1,18	
біг 1500 метрів	$\bar{X}$	2,22	2	2,47	3
	$\sigma$	0,93		0,62	
6-ий хвилинний біг	$\bar{X}$	2,78	3	2,40	2
	$\sigma$	0,98		1,08	
тест Купера (12-ти хвилинний біг)	$\bar{X}$	3,00	4	3,07	4
	$\sigma$	1,14		1,24	

оптимального тесту для контролю витривалості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ. Таким став варіант «біг на 1000 м» (1 ранг, 2,00 бали – експерти, 2,07 бала – юні спортсмени). Погоджуємося зі значною кількістю фахівців, які вказують, що для юних спортсменів виникають й складнощі психоемоційного характеру щодо підтримання роботи упродовж тривалого часу, тобто 12 хвилин чи більше [10, 12, 16]. Показово, що саме цей варіант (12-хвилинний біг / тест Купера) отримав найменшу підтримку зі сторони як експертів, так і юних спортсменів (4 ранг, 3,00 та 3,07 бала відповідно).

У тренувальній та змагальній діяльності спортсменів у таеквон-до характерними є прояви як силової витривалості, так і швидко-силових якостей. Для контролю силової витривалості різних груп м'язів спортсменів у таеквон-до (різні версії) фахівцями було запропоновано загалом п'ять тестів (табл. 4).

Також виникла необхідність урахування локалізації роботи та залучених груп м'язів. Адже для отримання об'єктивної інформації потрібно мати дані щодо різних груп м'язів (наприклад: м'язів рук, тулуба, ніг тощо).

За підсумком проведеного опитування було виявлено спільне бачення стосовно необхідності залучення до контролю показників силової витривалості тесту «підтягування» на перекладині (1 ранг, 2,00 бала – експерти та 2,60 бала – юні спортсмени). Стосовно усіх інших варіантів тестів спостерігаються відмінності між експертами та юними спортсменами.

Стосовно іншого важливого прояву загальної фізичної підготовленості, а саме вибухової сили спортсменів були отримали такі результати (табл. 5). Для контролю цього прояву у науково-

**Таблиця 4** – Рекомендації щодо варіантів тестів для контролю силової витривалості різних груп м'язів спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ

Тест	Тренери (n=24)		Юні спортсмени (n=15)		
	Бали	Ранг	Бали	Ранг	
вис на зігнутих руках	$\bar{X}$	3,50	4	3,53	5
	$\sigma$	1,19		1,02	
підтягування	$\bar{X}$	2,00	1	2,60	1
	$\sigma$	1,15		1,58	
віджимання (згинання-розгинання рук в упорі лежачи)	$\bar{X}$	2,67	2	2,73	3
	$\sigma$	1,31		1,29	
піднімання тулуба (згинання-розгинання) в положення сид	$\bar{X}$	3,33	3	3,47	4
	$\sigma$	1,40		1,63	
виконання «планки»	$\bar{X}$	3,50	4	2,67	2
	$\sigma$	1,35		1,14	

**Таблиця 5** – Рекомендації щодо варіантів тестів для контролю вибухової сили спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ

Тест	Тренери (n=24)		Юні спортсмени (n=15)		
	Бали	Ранг	Бали	Ранг	
поштовх набивного м'яча 2 кг	$\bar{X}$	3,33	3	2,47	1
	$\sigma$	1,67		1,86	
метання набивного м'яча знизу вперед	$\bar{X}$	2,83	1	3,20	3
	$\sigma$	1,57		0,98	
стрибок у довжину з місця вперед	$\bar{X}$	3,25	2	4,13	5
	$\sigma$	1,36		1,15	
стрибок у довжину з місця назад	$\bar{X}$	3,63	4	4,47	6
	$\sigma$	1,63		1,82	
стрибок вгору з місця	$\bar{X}$	3,67	5	3,80	4
	$\sigma$	1,82		1,64	
метання гранати (700 гр.)	$\bar{X}$	4,29	6	3,13	2
	$\sigma$	1,79		1,96	

методичній літературі з таеквон-до нами виявлено шість тестів.

Експерти та юні спортсмени мають розбіжності у баченні найбільш ефективних засобів контролю вибухової сили. Зрозуміло, що визначальними є рекомендації фахівців, а дані юних спортсменів залученні для уточнення та здебільшого вивчення суб'єктивного ставлення спортсменів до запропонованих тестів.

Отже, для контролю вибухової сили верхніх кінцівок експертами запропоновано застосувати

метання набивного м'яча (2,83 бала), а саме варіант знизу вперед. Це дає підстави говорити про якісне уточнення інформації стосовно контролю вибухової сили, адже традиційний варіант для визначення цього прояву сили є поштовх м'яча (кидок від грудей). Водночас юні спортсмени поставили даний тест лише на третє місце (3,20 бала).

Серед тестів, спрямованих на визначення вибухової сили нижніх кінцівок серед експертів перевагу надано стрибку у довжину з місця вперед. Перевага цього варіанту є достатньо очікуваною, адже цей тест є одним з найбільш розповсюджених не лише серед представників спортивних єдиноборств, а й серед інших груп видів спорту (3,25 бала).

Наступне запитання та важливий блок засобів контролю фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ стосувався контролю швидкісно-силової витривалості. На відміну від попередніх запитань алгоритм відповіді було змінено відповідно до змісту запитання. На етапі вивчення наукової та методичної літератури встановили не лише значну різноманітність вправ, які рекомендовані фахівцями з таеквон-до, але й різні параметри навантаження для цих вправ. Тому було запропоновано встановити оптимальну тривалість для кожного варіанту вправи так, щоб вона відповідала спрямованості основних завдань контролю швидкісно-силової витривалості (табл. 6).

**Таблиця 6** – Рекомендації щодо варіантів тестів для контролю швидкісно-силової витривалості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ

Контрольна вправа	Респонденти		Тривалість				
			10 с	20 с	30 с	45 с	60 с
стрибки на скакалці	Тренери (n=24)	%	–	–	20,83	33,33	45,83
		ранг	–	–	3	2	1
	Юні спортсмени (n=15)	%	–	13,33	20,00	13,33	53,33
		ранг	–	3	2	3	1
піднімання тулуба (згинання-розгинання) в положення сид	Тренери (n=24)	%	–	16,67	20,83	25,00	37,50
		ранг	–	4	3	2	1
	Юні спортсмени (n=15)	%	–	13,33	6,67	53,33	26,67
		ранг	–	3	4	1	2
присідання на одній нозі	Тренери (n=24)	%	25,00	20,83	45,83	8,33	–
		ранг	2	3	1	4	–
	Юні спортсмени (n=15)	%	13,33	40,00	33,33	13,33	–
		ранг	3	1	2	3	–
піднімання ніг у положенні вис	Тренери (n=24)	%	4,17	20,83	50,00	20,83	4,17
		ранг	4	2	1	2	4
	Юні спортсмени (n=15)	%	0,00	20,00	40,00	33,33	6,67
		ранг	–	3	1	2	4
багатоскоки на одній нозі	Тренери (n=24)	%	16,67	33,33	16,67	4,17	29,17
		ранг	3	1	3	5	2
	Юні спортсмени (n=15)	%	20,00	13,33	40,00	13,33	13,33
		ранг	2	3	1	3	3

На підставі отриманих результатів можна стверджувати, що думки експертів та юних спортсменів щодо тривалості виконання тестів мають відмінності. З перелічених засобів піднімання тулуба в положення сид експертами запропоновано проводити упордовж 60 с (37,50% респондентів), а серед юних спортсменів за це висловилося 26,67% респондентів та ще 53,33% вказали на рекомендовану тривалість 45 с. Враховуючи, що зазначена тривалість є достатньо великою і ця вправа уже залучена до батареї тестів у частині силової витривалості, було прийняте рішення не залучати її для визначення швидкісно-силової витривалості.

Обов'язковим до залучення вважаємо тест «стрибки на скакалці». У цьому випадку думки експертів та юних спортсменів співпали. Обидві групи респондентів рекомендували застосовувати цей тест з тривалістю 60 с (45,83% експертів та 53,33% юних спортсменів).

Близькі результати виявлені для тесту «присідання на одній нозі». Експерти маючи перевагу у фаховому бачення проблемного питання рекомендують застосовувати їх упордовж 30 с. Юні спортсмени мають дещо нижчу пропозицію, тривалістю 20 с. Проте є підстави вважати, що зазначений тест може бути інформативним, адже структура та

зміст його виконання передбачають певні навантаження на робочі групи м'язів нижніх кінцівок. Тому результати спортсменів віком 12-13 років будуть відображати об'єктивні відмінностей у стані підготовленості. Тобто він буде об'єктивно диференціювати спортсменів у межах однієї вікової групи за рівнем швидкісно-силової витривалості.

Протилежна ситуація спостерігається для тесту «піднімання ніг у положенні вис». Нажаль, незважаючи на об'єктивну інформативність результатів цього тесту, юні спортсменів навряд зможуть реалізувати свій потенціал з швидкісно-силової витривалості.

Останній тест, що був виявлений в попередніх дослідженнях та широко застосовувався фахівцями з таеквон-до, проте у різній інтерпретації, був «багатоскоки на одній нозі». Спільної думки серед експертів та юних спортсменів не було виявлено в рекомендованій тривалості. Проте ми, звичайно ж, схилиємося до думки експертів. Вони надали найбільшу перевагу варіанту тривалості в 20 с, що й буде використано на подальших етапах виконання дисертації, зокрема при тестування швидкісно-силової витривалості.

Наступне запитання стосувалося засобів контролю гнучкості. У науково-методичній літературі з таеквон-до зустрічається значна кількість окремих засобів контролю. До варіантів відповідей запропоновано сім засобів та визначено можливість надання власного варіанту (табл. 7).

**Таблиця 7** – Рекомендації щодо варіантів тестів для контролю гнучкості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ

Тест	Тренери (n=24)		Юні спортсмени (n=15)	
	Бали	Ранг	Бали	Ранг
шпагат поперечний	$\bar{X}$ 3,29	2	2,07	1
	$\sigma$ 2,17		1,77	
шпагат поздовжній	$\bar{X}$ 3,79	4	3,73	3
	$\sigma$ 1,85		1,95	
«міст»	$\bar{X}$ 4,29	5	4,53	5
	$\sigma$ 1,59		1,71	
нахил тулуба вперед стоячи	$\bar{X}$ 3,25	1	2,67	2
	$\sigma$ 1,83		1,19	
нахил тулуба вперед сидячи	$\bar{X}$ 3,50	3	3,73	3
	$\sigma$ 1,53		0,93	
відведення прямих рук вгору в положенні лежачи	$\bar{X}$ 5,13	7	6,13	7
	$\sigma$ 1,72		0,88	
прокручування рук з сантиметровою стрічкою	$\bar{X}$ 4,75	6	5,13	6
	$\sigma$ 2,33		1,82	

За отриманими результатами спостерігалась схожість у ставленні експертів та юних спортсменів до пріоритетності засобів контролю гнучкості. Перші два місця серед експертів та юних спортсменів посіли тести «нахил тулуба вперед стоячи» (1 ранг серед експертів та 2 серед юних спортсменів) та «поперечний шпагат» (1 ранг серед юних спортсменів та 2 ранг серед експертів).

Враховуючи, що наступні позиції рейтингу отримали тести, які дуже схожі за структурою та змістом на попередні й спрямовані на визначення рухливості в ідентичних суглобах, було прийнято рішення долучити тест «міст». За допомогою нього можна отримати інформацію щодо рухливості хребетного стовпа юних спортсменів у таеквон-до ІТФ.

Окрім зазначених вище та уточнених тестів для контролю різних проявів загальної фізичної підготовленості була залучена низка тестів з визначення координаційних якостей. У науковій та методичній літературі значного різноманіття тестів для визначення цієї фізичної якості немає. Водночас значна різноманітність проявів координаційних якостей у тренувальній та змагальній діяльності таеквон-до ІТФ вказала на можливість залучення наступних тестів: «біг вісімкаю зі зміною напрямку руху» [12] спрямований на визначення загальної координованості; «стрибок з обертанням вліво/вправо» [6] – відчуття простору; «різницю між стрибком з місця вперед та назад» [8, 13] – відчуття дистанції; «три оберти вперед-три оберти назад» (час вперед, час назад, загальний час) – дотримання кінематичних та динамічних характеристик руху; «проба Ромберга (права/ліва)» [6, 7, 8] – статична рівновага; динамічна рівновага [6] та комплексне інструментальне визначення складних та специфічних реакцій [5, 6, 8].

**Висновки.** На підставі актуалізації контролю загальної фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ до батареї тестів було включено: човниковий біг 3x10 м (спритність), біг 30 м із місця (швидкість), біг на 1000 м (витривалість), підтягування та піднімання тулуба в положення сід (силова витривалість), метання набивного м'яча знизу вперед та стрибок у довжину з місця вперед (вибухова сила), стрибки на скакалці упродовж 60 с, присідання на одній нозі 30 с та багатоскоки на одній нозі 20 с (швидкісно-силова витривалість), шпагат поперечний, нахил тулуба вперед стоячи та «міст» (гнучкість).

**Перспективи подальших досліджень** передбачають уточнення параметрів для контролю спеціальної фізичної підготовленості спортсменів віком 12-13 років у таеквон-до ІТФ.

## Reference

1. Zaporozhanov VA. *Kontrol v sportyvnomy trenyvanni* [Control in sports training]. K: Zdorovya; 1988. 144 s. [Ukrainian]
2. Sayenko VG, Teplyy VM. Fizychni yakosti yunykh tkhekvondystiv [Physical qualities of young taekwondo players]. *Pedagogika, psykholohiya ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vykhovannya i sportu*. 2010;4:119-21. [Ukrainian]
3. Ogar GO, Sanzharov VA, Lasytsya VI. Vplyv shvydkisno-sylovoi spryamovanosti trenuvannya yunykh tkhekvondystiv na efektyvnist udarnykh diy [The influence of the speed-power orientation of training of young taekwondo players on the effectiveness of striking actions]. *Visnyk Chernigivskogo natsionalnogo pedagogichnogo universytetu. Seriya 15: Pedagogichni nauky. Fizychno vykhovannya ta sport*. 2013;112(4):177-80. [Ukrainian]
4. Boychenko NV, Chetrov II, Pyrog YA. Dynamika rozvytku gnuchkosti dzyudoyistiv 13-14 rokiv [Dynamics of flexibility development of 13-14 year old judokas]. *Yedynoborstva*. 2020;2(16):14-21. [Ukrainian]. doi: 10.15391/ed.2020-2.02
5. Latyshev V. *Spetsialna sylova pidgotovka ta zasoby yiyi kontrolyu u richnomu tsykli trenuvannya kvalifikovanykh bortsiv* [Special strength training and means of its control in the annual training cycle of qualified wrestlers]. Abstr. PhD. (Physical Ed&Sport). Lviv; 2004. 19 s. [Ukrainian]
6. Lukina OV. *Optymizatsiya spetsialnoyi fizychnoyi pidgotovlenosti yunykh tkhekvondystiv na etapi poperednoyi bazovoyi pidgotovky* [Optimizing the special physical fitness of young taekwondo players at the stage of preliminary basic training]. Abstr. PhD. (Physical Ed&Sport). Dnipropetrovsk; 2009. 20 s. [Ukrainian]
7. Pavlov SV. *Kompleksnyy kontrol sostoyannya sportyvnoy podgotovlennosti v protsesse sorevnovatelnoy deyatel'nosti edynobortsev (na prymere tkhekvondo)* [Complex control of the state of sports readiness in the process of competitive activity of combatants (on the example of taekwondo)]. Abstr. PhD. (Ped). T; 2004. 22 s. [Russian]
8. Pashkov YN. *Metodyka sovershenstvovannya koordynatsyonnykh sposobnostey yunykh tkhekvondystov na etape predvartelnoy bazovoy podgotovky* [Methodology for improving the coordination abilities of young taekwondo athletes at the stage of preliminary basic training] *Pedagogika, psykholohiya y medyko-byologicheskyye problemy fizychnogo vospytannya y sporta*. 2015;5:27-31. [Russian]. doi: 10.15561/18189172.2015.0505
9. Kamnev RV. *Differentsirovannaya spetsialnaya fizychnaya podgotovka taekvondystov 15-16 let na osnove uchyyota styya vedenyya poedynka* [Differentiated special physical training of taekwondo fighters 15-16 years old based on the style of combat]. Abstr. PhD. (Ped). V; 2012. 26 s. [Russian]
10. Abyevev ZA. *Postroyeniye mykrotsykhlov trenyrovochnykh nagruzok v podgotovitel'nom peryode godychnogo tsykla podgotovky tkhekvondystov 13-15 let* [Building microcycles of training loads in the preparatory period of the annual training cycle for taekwondo athletes aged 13-15]. Abstr. PhD. (Ped). M; 2015. 24 s. [Russian]
11. *Karate WKF*. Navchalna programa dlya dytyacho-yunatskykh sportyvnykh shkil. K; 2014. 43 s. [Ukrainian]
12. *Taekwondo WTF*. Navchalna programa dlya dytyacho-yunatskykh sportyvnykh shkil, shkil vyshchoyi sportyvnoyi maysternosti, zakladiv spetsializovanoyi osvity sportyvnoho profilyu zi spetsyfichnymy umovamy navchannya. K; 2022. 75 s. [Ukrainian]
13. Pashkov IM. *Rozvytok koordynatsiyynykh zdibnostey tkhekvondystiv na etapi poperednoyi bazovoyi pidgotovky* [Development of coordination abilities of taekwondo players at the stage of preliminary basic training] Abstr. PhD. (Physical Ed&Sport). Kharkiv; 2011. 19 s. [Ukrainian]
14. *Taekwon-do ITF*. Navchalna programa dlya dytyacho-yunatskykh sportyvnykh shkil. K; 2010. 39 s. [Ukrainian]
15. Romanenko VV. *Modelni kharakterystyky tekhnichnoyi i fizychnoyi pidgotovlenosti taekvondystiv na etapi pochatkovoyi pidgotovky* [Model characteristics of technical and physical readiness of taekwondo athletes at the stage of initial training] Abstr. PhD. (Physical Ed&Sport). Kharkiv; 2010. 21 s. [Ukrainian]
16. *Taekwon-Do (WTF)*. Navchalna programa dlya dytyacho-yunatskykh sportyvnykh shkil, spetsializovanykh dytyacho-yunatskykh shkil olimpiyskogo rezervu, shkil vyshchoyi sportyvnoyi maysternosti ta spetsializovanykh navchalnykh zakladiv sportyvnoho profilyu. K: Natsionalnyy olimpiyskyy komitet Ukrayiny; 2009. 87 s. [Ukrainian]
17. *Tournament rules*. International Taekwon-Do Federation; 2021. 50 s.

UDC 796.012.1:796.85

**Actualization of Control of General Preparedness  
of Athletes Aged 12-13 Years in Taekwon-Do ITF**

**Danyshchuk S. Yu., Yatsiv Ya. M., Hnatchuk Ya. I., Hrobatyn I. Ya.**

**Abstract.** The purpose of the study was to define the structure of means of general preparedness control for athletes aged 12-13 in taekwon-do ITF.

**Materials and methods.** The following methods were used: the method of theoretical analysis and academic and methodological references data generalization; analysis of document materials; the method of

expert polling; methods of mathematical and statistical data processing. The structure and content of Training programs in taekwon-do ITF, WTF and karate WKF, rules of competitions in taekwon-do ITF were studied. Experts (24 coaches) determined priority variants of shuttle running, tests to control speed qualities, endurance, strength endurance of various muscles groups, explosive power, speed and power endurance, flexibility of athletes aged 12-13 in taekwon-do ITF.

**Results and discussion.** The issue of various aspects of preparedness control in the system of multi-year athletes' improvement has always been topical. Over 70 separate means suggested by specialists in various versions of taekwon-do to control general physical preparedness have been revealed. The issue of parameter actualization for control of general preparedness of athletes aged 12-13 in taekwon-do ITF has emerged.

The battery of tests in general physical preparedness of athletes aged 12-13 in taekwon-do ITF included: shuttle running 3x10 m (agility), 30-meter dash speed, 1000-meter run (endurance), chin-up and body lifting from the sitting position (power endurance), padded ball throw upfront and long jump from the spot (explosive power), skip rope jumping for 60 seconds, squats on one leg (30 sec), multiple jumps on one leg for 20 seconds (speed and power endurance), side splits, forward body lean in standing position, and "bridge" (flexibility). The following tests have been used to control coordination qualities: "8-shapes running with direction change" aimed at determination of general coordination; "rotation jumps (left-right)" – space perception; "the difference between forward and backwards jump" – distance perception; "three rotations forward – three rotations backwards" (time forward, time backwards, overall time) – keeping kinematic and dynamic motion characteristics; "Romberg's test right/left" – statistical balance; dynamic balance and complex instrumental measurement of complex and specific reactions.

**Conclusion.** Based on the research, parameters for control of general physical preparedness of athletes aged 12-13 years in taekwon-do ITF have been specified.

**Keywords:** control, physical preparedness, tests, polling, rank, junior athletes, taekwon-do.

#### ORCID and contributionship:

Serhii Danyshchuk : 0000-0003-3851-6021 <sup>B,D,E</sup>

Yaroslav Yatsiv : 0000-0003-2474-0401 <sup>A,C,F</sup>

Yaroslav Hnatchuk : 0000-0001-9819-5069 <sup>A,E,F</sup>

Igor Khrobatyn : 0000-0002-6043-3284 <sup>C,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### CORRESPONDING AUTHOR

##### Serhii Danyshchuk

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,  
Department of Sports and Pedagogical Disciplines  
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk 76018, Ukraine  
phone: +380 95 531 8883, e-mail: serge.dan.75@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 18.11.2022

Accepted 07.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.305

UDC 322.233.22

Kurishko Yevhen<sup>1</sup>, Korchahin Mykola<sup>2</sup>

## Analysis of Physical Condition of First-Year Military Higher Education Institution Cadets

<sup>1</sup>Prydniprovsk State Academy of Physical Culture and Sports,  
Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Legal Personnel Training for the Security Service  
of Ukraine of Yaroslav Mudryi National Law University,  
Kharkiv, Ukraine

*The purpose of the study* was to determine the dynamics of anthropometric and functional indicators of the physical condition of first-year cadets over three years (from 2019 to 2021).

*Materials and methods.* 152 cadets from Ivan Kozhedub Air Force National University were involved in the experiment. The age of participants was from 17 to 22 years. All cadets were informed about the experiment and gave their consent. Anthropometric (measurement of anthropometric data) and medical-biological (rhythm inversion, electromanometry) methods of investigation were used to determine the assessment of the cadets' physical condition. A highly informative method – the assessment of O. Pirogova index was used for analysis of the cadets' physical condition. Pirogova physical condition index is a complex indicator based on the heart rate, systolic and diastolic blood pressure, age, body weight, and body height. Statistical analysis of the results was carried out using the EXCEL tables. The data was analyzed using Student's test,  $p$  less than 0.05 was considered the level of significance.

*Results and discussion.* The results of the study showed that the mean values of the anthropometric and functional indicators of the first-year cadets have not been changed statistically significant over three years. The exception is the difference in the average value of systolic blood pressure of control group 1 and control group 3 representatives, which is statistically reliable ( $p < 0.05$ ). Current anthropometric indicators of cadets obtained during the experiment confirmed the data available in the scientific and methodological literature about the anthropometric indicators of candidates for training in higher military educational institutions of Ukraine. The Pirogova physical condition index calculating showed the following average values of the Pirogova physical condition index: control group 1 – 0.704 points, control group 2 – 0.688 points, control group 3 – 0.671 points. However, the results of the study show a statistically significant deterioration of the Pirogova physical condition index of the 2021 recruitment cadets by 4.7% compared to the representatives of 2019. The comparative analysis of the first-year cadets' physical condition assessments demonstrates a gradual, significant decrease in the

number of "high" physical condition ratings: 12% among control group 1 cadets (2019 year of recruitment); 9% among control group 2 representatives (2020 year of recruitment) and only 3% among control group 3 cadets (2021 year of recruitment). However, over three years, the percentage of representatives with physical condition assessment rating "Lower than average" has increased significantly: 1% among cadets of control group 1 (2019 year of recruitment); 7% among cadets of control group 2 (2020 year of recruitment); 7% among representatives of control group 3 (2021 year of recruitment).

*Conclusion.* Over the last 3 years, there has been a deterioration of the general physical condition of higher military educational institution cadets.

**Keywords:** physical condition assessment, cadets, higher military education institutions.

**Connection of the study with scientific programs, plans, topics.** The study is conducted in accordance with the plan of research work of the Ministry of Defense of Ukraine and the combined plan of the National Development and Reform Commission of the Ministry of Youth and Sports of Ukraine 3.1. "Theoretical and methodological foundations of improving the programmatic and normative foundations of physical training of children, adolescents and youth", state registration number 0111V001626.

**Introduction.** The high intensity and long duration of active combat during the aggression of the Russian Federation in Ukraine demonstrates the need to ensure the excellent physical condition of military personnel. The guarantee of high combat readiness and combat capacity of the personnel of the Armed Forces of Ukraine is not only a high level of professional training and sufficient motivation, but also a high functional condition of the main body systems of servicemen [1]. Modern researches of foreign scientists proved the need of high physical condition level of military personnel to conduct combat tasks [2-5].

The level of physical condition is one of the leading information indicators of the health monitoring system, important and accessible for measurement and evaluation. It is determined by a set of morphological and functional abilities of the organism that

characterize the process of its growth and formation. In the scientific literature, the definition of the term “physical condition” is used in different interpretations: as a process of changes of forms and functions of the human body during its individual life or as a set of indicators characterizing the functional state of the body at one or another stage of its physical development (height, weight, heart rate frequency, blood pressure, spirometry, dynamometry). Studying the physical condition of cadets is one of the main warranties for increasing the effectiveness of the physical education process in higher military educational institutions (HMEI).

Many authors have observed the problem of the physical condition of young people in modern scientific literature [6-11]. Other scientists have studied the physical fitness, physical condition and health level of servicemen in Armed Forces, National Guard and other military formations of Ukraine [12-18]. Researchers decided that the problem of the deterioration of the physical condition of population was caused by a number of factors: insufficient level of physical activity, irrational nutrition, low material level, stressful nature of modern life, environmental pollution, low motivation for a healthy lifestyle [19-21].

According to V. Bobrytska, the main reasons for the decline in the state of health of the country's population are: poor ecology, underestimation of the importance of problems at the national level, and limiting the opportunities for forming a healthy lifestyle through physical education and sports in educational institutions and labor teams [22]. Therefore, the problem of formation, preservation and improvement of the functional condition of future officers – cadets acquires a special significance.

**The purpose of the study** was to investigate the dynamics of the physical condition of first-year cadets of the higher military educational institutions during the last three years. The hypothesis for our study was the assumption of the authors [23, 24] about a significant deterioration in the physical condition of school youth, including candidates for training in military educational institutions, over the past 10-20 years.

**Materials and methods.** The research was conducted on the base of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University. Three control groups of first-year cadets of the 2019, 2020, and 2021 recruitment were involved in conducting the physical condition study. The number of respondents was 83, 84 and 85, respectively. The age of participants was from 17 to 22 years. All cadets were informed about the experiment and gave their consent.

**Ethical considerations.** The study conforms to the Helsinki Declaration (1997), the Convention on Europe on Human Rights and Biomedicine (1997), the International Code of Medical Ethics (1983),

ICHGSP (2002). Informed consent was obtained from the participants.

Medical and biological research methods were used to solve the research tasks: measurements of anthropometric data, electromanometry and determination of heart rate frequency. Anthropometric indicators of cadets (body length in sm and body weight in kg) were measured according to standard methods. A highly informative method – the assessment of O. Pirogova index was used for analysis of the cadets' physical condition. Pirogova physical condition index (PPCI) is a complex indicator based on the heart rate (HR), systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP), age, body weight and body length. The methods of mathematical statistics (one-dimensional statistical analysis) were used to prove the regularities discovered in research and hypothesis testing. Statistical processing of the data was carried out on a computer using the standard EXCEL tables. Data were presented as means ( $\bar{X}$ ) and standard deviation (SD). The normality check of data was made in STATISTICA 7.0 programs using Distribution Fitting Module. The data were independent and normal. Therefore, a parametric test (i.e., the independent samples  $t$ -test) was used for analysis. During the study the authenticity of difference between the indices of cadets of two groups by means of Student's criterion was determined. The significance for all statistical tests was set at  $p < 0.05$ .

**Research results.** The anthropometric and functional indicators of physical condition of the first-year cadets of the 2019-2021 years of recruitment were determined during the study. The data are presented in **Table 1**.

The results of the study showed that the average values of almost all investigated anthropometric and functional indicators of the physical condition of first-year cadets did not undergo statistically significant changes over three years. The exception is the difference in the average value of systolic blood pressure (SBP) of CG-1 and CG-3 representatives, which is statistically reliable.

For detailed analysis of the cadets physical condition we used a highly informative method – the assessment of the physical condition index according to O. Pirogova (**Table 2**). The results of indicator calculating showed the following average values of the PPCI: CG-1 – 0.704 points, CG-2 – 0.688 points, CG-3 – 0.671 points. The obtained results confirm the data available in the scientific and methodological literature about the level of the PPCI of recruits and candidates for training in higher military educational institutions of Ukraine [7, 17, 18].

In order to find out the dynamics of changes in the physical condition of candidates for training in higher military educational institutions, we compared

**Table 1** – Physical condition indicators of the first-year cadets in 2019-2021

Groups	Indicators, X±SD					
	Age	Body length	Body weight	Heart rate	SBP	DBP
	years	sm	kg	b./min	mm	mm
CG-1, 2019 (n = 83)	18.27±0.25	177.41±0.97	70.97±1.10	71.90±0.85	118.48±0.87	70.14±0.93
CG-2, 2020 (n = 85)	18.35±0.17	178.67±1.07	72.18±1.17	73.02±0.75	119.25±1.03	71±0.64
CG-3, 2021 (n = 84)	18.57±0.18	176.85±1.13	71.99±1.18	73.66±0.68	121.40±0.84	72.20±0.75
Level of meaningfulness X1-X2	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Level of meaningfulness X2-X3	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Level of meaningfulness X1-X3	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05	<b>p&lt;0.05</b>	p>0.05

the PPCI average values of first-year cadets of 2019-2021 years of recruitment (**Table 2**).

The results of the experiment showed that the PPCI average value of first-year cadets has deteriorated by 4.7% over the past three years, and the change in indices is statistically significant at p<0.05 (**Table 2**).

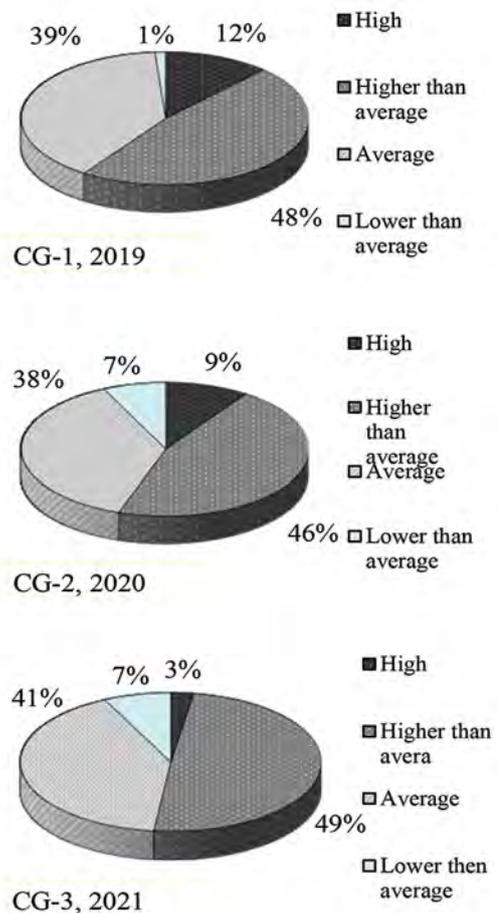
**Table 2** – Comparison of the Pirogova physical condition index of cadets in 2019-2021

Groups	CG-1, 2019 (n = 83)	CG-2, 2020 (n = 85)	CG-3, 2021 (n = 84)
PPCI (X±SD), points			
	0.704±0.01	0.688±0.01	0.671±0.01
Difference in indices (Δ), points			
CG-1, 2019	-	0.016	0.033
CG-2, 2020	- 0.016	-	0.017
CG-3, 2021	- 0.033	- 0.017	-
Level of meaningfulness (p)			
CG-1, 2019	-	p>0.05	<b>p&lt;0.05</b>
CG-2, 2020	p>0.05	-	p>0.05
CG-3, 2021	<b>p&lt;0.05</b>	p>0.05	-

For a more detailed analysis of the PPCI changes, we have shown on the diagram the ratio of physical condition assessments of the first-year cadets in 2019, 2020 and 2021 recruiting years (**Figure 1**).

The comparative analysis of the first-year cadets' physical condition assessments of the 2019, 2020 and 2021 years of recruitment demonstrates a gradual, significant decrease in the number of "high" physical condition ratings: 12% among CG-1 cadets (2019 year of recruitment); 9% among CG-2 representatives (2020 year of recruitment) and only 3% among CG-3 cadets (2021 year of recruitment).

The percentage of respondents with physical condition assessment ratings "Higher than average" has increased significantly: 1% among



**Fig. 1** – Physical condition assessments rating diagram of the first-year cadets in 2019-2021

and "Average" almost did not change: respectively 48% and 39% among cadets of CG-1 (2019 year of recruitment); 46% and 38% among cadets of CG-2 (2020 year of recruitment); 49% and 41% among cadets of CG-3 (2021 year of recruitment). However, over three years, the percentage of representatives with physical condition assessment rating "Lower than average" has increased significantly: 1% among

cadets of CG-1 (2019 year of recruitment); 7% among cadets of CG-2 (2020 year of recruitment); 7% among representatives of CG-3 (2021 year of recruitment).

**Discussion.** The results of the conducted research confirmed the data of our previous studies about the gradual decrease of the physical condition level of candidates for training in higher military educational institutions in Ukraine [25]. Current anthropometric indicators of cadets obtained during our experiment also vindicated the data available in the scientific and methodological literature about the anthropometric indicators of candidates for training in higher military educational institutions of Ukraine [7, 13, 23].

Authors of many scientific papers argue that success of the military-professional activity and results of professional training of cadets depend on their physical condition level [3, 12, 24]. The results of the conducted research confirmed the materials of domestic researchers Yu. Verenga, K. Prontenko, V. Bondarenko, S. Bezpalyy, O. Khutoryansky about the level of physical condition of conscripts serving in units of the security and defense sector of Ukraine, which indicates the uniformity of functional indicators of draft age young men in our country [18].

As follows, current research data indicates a gradual deterioration in physical condition and health level of young male population of Ukraine during the last 10–20 years.

**Conclusion.** The conducted experiment confirmed the results of previous studies about gradual deterioration of the physical condition of candidates for training in higher military educational institutions. The PPCI of the cadets of 2021 year of recruitment is statistically significantly worse by 4.7% than the 2019 year index. A comparative analysis of physical condition assessment rating of cadets of 2019 and 2021 showed a decrease of the share of “High” physical condition assessments from 12% to 3%, and an increase of the share of “Lower than average” assessments from 1% to 7%, in accordance with the total number. The study confirmed the assumption of scientists about the gradual deterioration of the physical condition of military recruits in Ukraine.

**Perspective of further research.** It is planned to focus on researching the level of physical fitness of cadets in higher military educational institutions.

## References

1. Prontenko K, Griban G, Yavorska T, Malynskiy I, Tkachenko P, Prontenko V, et al. Dynamics of respiratory system indices of cadets of higher military educational institutions during kettlebell lifting training. *Int J Appl Exerc Physiol.* 2020;9(1):16–24.
2. Sung H, An J, Lee S. Relationship Between Functional Movement Screen and Tactical Performance. *J Sport Human Perform.* 2015;3(4):75–79. doi: 10.12922/jshp.v3i4.75
3. Friedl K, Knapik J, Häkkinen K, Baumgartner N, Groeller H, Taylor N, et al. Perspectives on aerobic and strength influences on military physical readiness: Report of an international military physiology roundtable. *J Strength Cond Res.* 2015;29(11S):10–23. PMID: 26506170. doi: 10.1519/JSC.0000000000001025
4. Szivak T, Kraemer W. Physiological readiness and resilience: Pillars of military preparedness. *J Strength Cond Res.* 2015;29(11S):34–39. PMID: 26506195. doi: 10.1519/JSC.0000000000001073
5. McAdam J, McGinnis K, Ory R, Young K, Fruge AD, Roberts M, et al. Estimation of energy balance and training volume during Army Initial Entry Training. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018 Now 28;15(1):55. PMID: 30486851. PMCID: PMC6264031. doi: 10.1186/s12970-018-0262-7
6. Klymovych V, Olkhovyy O, Romanchuk S. Adoption of youth's bodies to educational conditions in higher educational institutions. *J Physical Educ Sport.* 2016;Suppl 1:620-622. doi: 10.7752/jpes.2016.s.1098
7. Olkhovyy O. Dynamika antropometrychnykh ta funktsionalnykh pokaznykiv rozvytku yunakiv (17-22 rokiv) yak naslidok navchannya u vyshchiiy osvithniy shkoli [Dynamics of anthropometric and functional parameters of young men (17-22 years) as a consequence of learning in higher educational schools]. *Naukovyy chasopys NPU im MP Dragomanova. Seriya 15. Naukovo-pedagogichni problemy fizychnoyi kultury (Fizychna kultura i sport).* 2014;3K(45):219-224. [Ukrainian]
8. Dykyy O. Stan fizychnoyi pidgotovlenosti uchniv starshogo shkilnogo viku [The state of physical fitness of high school students]. *Fizyчне vykhovannya, sport i kultura zdorov'ya u suchasnomu suspilstvi.* 2015;4(32):79–82. [Ukrainian]
9. Klymovych VB, Olkhovyy OM, Romanchuk SV. Dynamika fizychnogo rozvytku ta fizychnogo stanu yunakiv yak rezultat funktsionuvannya vyshchoyi osvity [Dynamics of physical development and physical condition of young men as a result of functioning of higher education]. *Naukovyy chasopys NPU im MP Dragomanova. Seriya 15. Naukovo-pedagogichni problemy fizychnoyi kultury (Fizychna kultura i sport).* 2016;3K(72):69–73. [Ukrainian]
10. Martynyuk O, Vlyansky V. Assessment of the level of health of student youth according to indicators of adaptation potential, biological age and bioenergetic reserves of the body. *Fyzycheskoe vospytanye studentov.* 2015;3:13-22.

11. Omelchenko T. Suchasni pidkhody do formuvannya zdorovogo sposobu zhyttya molodi v Ukrayini ta sviti [Modern approaches to the formation of a healthy lifestyle for young people in Ukraine and the world]. *Naukovyy chasopys NPU im MP Dragomanova. Seriya 15. Naukovo-pedagogichni problemy fizychnoyi kultury (Fizychna kultura i sport)*. 2017;5K(86):227-231. [Ukrainian].
12. Lavrut O, Lavrut T. Zdorovia viiskovosluzhbovtiv ta riven yikh fizychnoi pidgotovky yak zaporuka natsionalnoi bezpeky Ukrainy [The health of military personnel and the level of their physical training is a guarantee of Ukraine's national security]. *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*. 2009;1(19):169-171. [Ukrainian]
13. Prontenko K, Griban G, Prontenko V, Opanasiuk F, Tkachenko P, Zhukovskyi Ye, et al. Health improvement of cadets from higher military educational institutions during kettlebell lifting activities. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018;18(1):298-303.
14. Kamaev O, Paievskiy V, Shevchenko A. Potochnyy kontrol pokaznykiv fizychnoyi pidgotovlenosti kursantiv viyskovogo zakladu riznykh kursiv navchannya [Current control of indexes of physical preparedness of students of different years of military establishment]. *Slobozans`kij naukovo-sportivnij visnik*, 2013;2(35):18-21. [Ukrainian]
15. Korchagin MV, Krasota VM, Olkhoviy OM. Chasovyy vplyv viyskovo-profesiyanoi diyalnosti na fizychnyy rozvytok ta funktsionalnyy stan viiskovosluzhbovtiv-operatoriv [Temporal influence of military-professional activity on physical development and functional state of servicemen-operators]. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. 2011;2:92-94. [Ukrainian]
16. Voropay SM, Bur`yanovaty OM. Vplyv zanyat viyskovo-sportyvnyim bagatoborstvom na riven fizychnoyi pidgotovlenosti yunykh sportsmeniv 6-7 rokiv u grupakh pochatkovoyi pidgotovky [The influence of military-sports all-around classes on the level of physical fitness of young athletes of y-y years in groups of initial training]. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2012;8:21-24. [Ukrainian]
17. Prontenko K, Prontenko V, Bondarenko V, Bezpalyi S, Bykova G, Zeleniuk O, et al. Improvement of the Physical State of Cadets from Higher Educational Establishments in the Ukrainian Armed Forces due to the use of the Kettlebell Sport. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017;17(1):447-451.
18. Verenga Yu, Prontenko K, Bondarenko V, Bezpalyi S, Khutoryanskyi O. Fizychnyy stan vpershe pryynyatykh na sluzhbu pratsivnykiv organiv vnutrishnikh sprav Ukrayiny [The physical condition for the first time accepted the service of officers of internal affairs of Ukraine]. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. 2013;5:18-22. [Ukrainian]. doi: 10.6084/m9.figshare.707093
19. Romanchuk S, Yavorskyi A. Peculiarities of officers' fitness shape. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015;15(3):441-445. doi: 10.7752/jpes.2015.03066
20. Logvynenko O. Zdorovyy sposib zhyttya yak naukove integrovane ponyattya [Healthy lifestyle as a scientific integrated concept]. *Molod i rynek*. 2014;5(112):62-65. [Ukrainian]
21. Omelchenko T. Suchasni pidkhody do formuvannya zdorovogo sposobu zhyttya molodi v Ukrayini ta sviti [Modern approaches to promoting healthy lifestyles youth in Ukraine and the world]. *Naukovyy chasopys NPU im MP Dragomanova. Seriya 15. Naukovo-pedagogichni problemy fizychnoyi kultury (Fizychna kultura i sport)*. 2017;5K(86):227-231. [Ukrainian]
22. Bobrytska VI. *Formuvannya zdorov'ya molodi: aktualizatsiya svitovogo retrodosvidu v umovakh suchasnoyi universytetskoyi osvity* [Formation of youth health: actualization of world retro experience in the conditions of modern university education]. Poltava: FOP Rybalka D.L.; 2010. 200 s. [Ukrainian]
23. Ovcharuk I, Sydorchenko M. Analiz fizychnogo stanu kursantiv 1-go kursu fakultetu Viyskovogo instytutu na pochatkovomu etapi navchannya [Analysis of the physical condition of cadets of the 1st year of the Faculty of the Military Institute at the initial stage of training]. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. 2010;11: 72-76. [Ukrainian]
24. Oderov AM, Romanchuk SV, Klymovych VB, Matveiko OV, Pylypchak IV, Nebozhuk OR, et al. Analiz zmistu testiv perevirky ta otsinky fizychnoi pidgotovlenosti viiskovosluzhbovtiv inozemnykh derzhav [Analysis of the Content of Verification and Assessment Tests of Physical Preparedness of Foreign Servicemen]. *Ukr Zh Med Biol Sportu*. 2022;3(37):241-249. [Ukrainian]. doi: 10.26693/jmbs07.03.241
25. Korchagin MV, Kurishko YeA, Otkydach VS, Zolocheskyi VV. Doslidzhennya fizychnogo stanu kursantiv pershykh kursiv viyskovogo zakladu osvity [Study of the physical condition of cadets of the first courses of a military educational institution]. *Visnyk Prykarpatskogo universytetu. Seriya: Fizychna kultura*. 2019;31:61-67. [Ukrainian]. doi: 10.15330/fcult.31.61-67

УДК 322.233.22

**АНАЛІЗ ФІЗИЧНОГО СТАНУ КУРСАНТІВ 1 КУРСУ  
ВИЩИХ ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ****Курішко Євген, Корчагін Микола**

**Резюме.** Мета – визначити динаміку антропометричних та функціональних показників фізичного стану курсантів першого курсу за три останні роки (з 2019 по 2021 рік).

**Об'єкт та методи.** Дослідження проводилось на базі Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. Для проведення дослідження було залучено три контрольні групи курсантів наборів 2019, 2020 та 2021 років, загальна кількість 252 особи. Вік респондентів від 17 до 22 років. У ході дослідження визначено антропометричні показники курсантів за стандартними методиками та обчислено оцінку фізичного стану за індексом О. Пірогової. Індекс фізичного стану – це комплексний показник, побудований на основі частоти серцевих скорочень, систолічного і діастолічного артеріального тиску, віку, маси тіла та довжини тіла.

**Результати.** У статті представлено дослідження фізичного стану вступників до вищого військового навчального закладу. Результати дослідження показали, що середні значення більшості антропометричних і функціональних показників курсантів першого курсу не зазнали статистично значущих змін протягом трьох років, за виключенням середнього значення систолічного артеріального тиску (показники представників наборів 2019 року та 2021 року відрізняються статистично достовірно при  $p < 0.05$ ). Обчислення індексу фізичного стану демонструє наступні середні значення ІФС: КГ-1 (набору 2019 року) 0,704 ум. од., КГ-2 (набору 2020 року) 0,688 ум.од., КГ-3 (набору 2021 року) 0,671 ум.од. Результати експерименту засвідчили статистично достовірне погіршення на 4,7 % індексу фізичного стану курсантів набору 2021 року у порівнянні з представниками 2019 року. Аналіз оцінок фізичного стану курсантів наборів 2019, 2020 та 2021 років демонструє зменшення кількості «високих» оцінок фізичного стану: 12 % серед курсантів КГ-1 (набору 2019 року); 9 % серед курсантів КГ-2 (набору 2020 року); 3 % серед представників КГ-3 (набору 2021 року). Проте, за три роки значно збільшився відсоток представників з оцінкою фізичного стану «нижче середнього»: 1 % серед курсантів КГ-1 (набору 2019 року); 7 % серед курсантів КГ-2 (набору 2020 року); 7 % серед представників КГ-3 (набору 2021 року).

**Висновок.** За останні 3 роки спостерігається погіршення загального фізичного стану вступників до вищих військових навчальних закладів.

**Ключові слова:** оцінка фізичного стану, курсанти, вищі військові навчальні заклади.

**ORCID and contributionship:**Yevhen A. Kurishko : 0000-0003-0862-3838 <sup>B,C,D,F</sup>Mykola V. Korchahin : 0000-0001-6788-1840 <sup>A,C,D,E,F</sup>

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR****Mykola V. Korchahin**

Institute of Legal Personnel Training for the Security Service of Ukraine  
of Yaroslav Mudryi National Law University,  
Special Department N 3  
71, Myronosytska Str., Kharkiv 61002, Ukraine  
phone: +380979438492, e-mail: fomakolya75@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 05.12.2022

Accepted 29.12.2022

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*

DOI: 10.26693/jmbs08.01.311

УДК 796.88.012.32

Олешко В. Г., Коробейніков Г. В.,

Шинкарук О. А., Пуцов С. О.

## БІОДИНАМІКА ТЕХНІКИ ПОШТОВХУ ШТАНГИ У ВАЖКОАТЛЕТІВ РІЗНОЇ СТАТІ

Національний університет фізичного виховання і спорту України,  
Київ, Україна

*Мета.* У роботі розглядається біодинаміка техніки поштовху штанги у важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій в умовах змагальної діяльності.

*Об'єкт та методи.* У дослідженнях брали участь понад 90 елітних важкоатлетів, в умовах змагальної діяльності на чемпіонатах світу, Європи та України протягом останніх десяти років. Програма досліджень передбачала одразу ж отримати на ПК графіки біодинамічних характеристик техніки опорних взаємодій спортсменів у різних фазах руху поштовху.

*Результати та висновки.* Аналіз біодинамічних компонентів техніки у підніманні штанги на груді показує, що деякі індивідуальні величини сили взаємодії спортсмена зі снарядом у важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій збільшуються із підвищенням маси тіла спортсменів, інші знижуються, треті достовірно не змінюються. Встановлено тенденцію до зменшення одночасно з підвищенням груп вагових категорій атлетів величин сили взаємодії спортсменів зі снарядом у граничний момент між фазами попереднього розгону та фазою амортизації, у фазі амортизації (у першому прийомі поштовху), у фазі активного гальмування та посилення (у жінок у підніманні штанги від грудей). Майже не змінюється одночасно з підвищенням груп вагових категорій спортсменів-чоловіків рівень сили, що прикладений до штанги у фазі опорного присіду у підніманні штанги від грудей. Таким чином переважна більшість біодинамічних компонентів техніки виконання поштовху у спортсменів 1-3 груп вагових категорій мають суттєві відмінності за величиною сили взаємодії зі снарядом, у тому числі залежно від статі важкоатлетів.

Аналіз характеристик сили взаємодії зі снарядом у спортсменів різної статі в опорних фазах другого прийому поштовху показує, що важкоатлетки-жінки в одних опорних фазах руху прикладають більший рівень максимальної сили до штанги, ніж спортсмени-чоловіки, а в інших, менший його рівень сили, не зважаючи на те, що вони піднімають штангу значно меншої ваги (приблизно на 40,0%). Причому, така тенденція відмічається насамперед у фазі  $F_{\text{ФАГ}}$ : у жінок 1 групи він зростає на 5,5%,  $p \leq 0,005$ , ніж у атлетів-чоловіків 2 групи; а у жінок 3 групи тенденція обернено-протилежна, тут

вже чоловіки мають зростання рівня сили на 2,7% більше, ніж у жінок.

**Ключові слова:** біодинаміка техніки, поштовх, важкоатлети, вагові категорії, змагальна діяльність, технічна підготовленість, статеві відмінності, рухові дії.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано відповідно до Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 2.6 «Науково-методичний супровід тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів у єдиноборствах та силових видах спорту», № державної реєстрації 0121U108940.

**Вступ.** Останніми роками тренери і фахівці олімпійського та професійного спорту все більше впроваджують у навчально тренувального процес засоби контролю за технічною майстерністю спортсменів [1]. Особливо актуальною ця проблема стосується важкої атлетики, де спортсмени під час змагальної діяльності повинні підняти максимальне обтяження у межах невеликої площі опору з проявом максимальних фізичних якостей за невеликий проміжок часу. Під час візуального контролю технічної майстерності спортсменів тренерам не завжди вдається побачити відмінності біодинамічної структури техніки змагальних вправ, що проявляють важкоатлети під час їх виконання, яке здійснюється, як правило, в «контрольній зоні інтенсивності» з вагою штанги 90-100% від максимуму.

Деякі фахівці робили спроби дослідити різні біодинамічні характеристики техніки поштовху штанги у важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій з метою подальшого вдосконалення технічної майстерності спортсменів. Але тільки з появою у спорті вищих досягнень оптико-електронних засобів контролю цієї сторони підготовленості фахівцям вдалося встановити відмінності у структурі системи «спортсмен-штанга» в окремі періоди і фази технічних дій [2-9].

Фахівцями встановлено [5], що біодинамічний аналіз *біодинаміки* (від грецьк. *bios* - життя, *dynamis* - сила) вивчає дію сил, що надають руху тілу спортсмена та іншим біологічним системам.

Біодинамічні характеристики містять такі характеристики: інерційні, силові (особливості взаємодії біоланок тіла) та енергетичні (стани та зміни працездатності біомеханічних систем). Такі системні уявлення про рухи дають можливість вивчати окремі біомеханічні характеристики рухів у їх взаємозв'язку, взаємозумовленості та взаємозалежності. Це і є поняття «структура руху».

На думку фахівців [10, 11, 12, 13], у першому прийомі поштовху – підніманні штанги на груди, динаміка зміни величини опорної реакції носить фазовий характер з двома певними максимумами – у фазі попереднього (ФПР) і у фазі фінального розгону (ФФР) штанги. Раціональним вважається таке співвідношення прикладених зусиль до штанги у важкоатлетів високої кваліфікації, коли максимум зусиль в 4-ій фазі, більше, ніж максимум зусиль в 2-ій фазі. Такий розподіл прикладених зусиль дозволяє важкоатлетам ефективно виконати фазу фінального розгону та підняти штангу на певну висоту для виконання присіду під неї. У цій фазі відбувається остаточне розгинання ніг у колінних суглобах, досягається максимальна величина опорної реакції, розвивається максимальна швидкість і висота підйому штанги.

Отже, наявна система наукових знань повинна використовувати особисті напрацювання відомих фахівців спорту та допомагати тренерам-практикам ефективно застосувати сучасні методи та засоби контролю за біодинамічними характеристиками техніки поштовху штанги у спортсменів-важкоатлетів різної статі залежно від їх масо-ростових особливостей.

**Мета дослідження** – розгляд та аналіз індивідуальних і групових біодинамічних характеристик техніки поштовху штанги у важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій в умовах змагальної діяльності.

**Об'єкт та методи дослідження.** У дослідженнях брали участь понад 90 елітних важкоатлетів, в умовах змагальної діяльності на чемпіонатах світу, Європи та України протягом останніх десяти років. Програма досліджень передбачала одразу ж отримати на ПК графіки біодинамічних характеристик техніки опорних взаємодій спортсменів у різних фазах руху поштовху.

У процесі дослідно-аналітичної роботи були використані наступні методи: вивчення науково-методичної літератури, Інтернет ресурсів, педагогічні спостереження, відеозаписи змагань, біомеханічний аналіз структури руху штанги, методи математичної статистики.

Під час реєстрації біодинамічних характеристик поштовху штанги спортсменів використовувався апаратуро-програмний комплекс «Weightlifting analyzer 3.0» (виробництва Німеччини) із

цифровою відеокамерою Panasonic DM 9000 EN, персональним комп'ютером із відеозахоплювачем класу «Pinnacle Systems» [4].

Для розрахунку відмінностей у характеристиках біодинаміки змагальних вправ усіх важкоатлетів було умовно розділено за статтю та групам вагових категорій: 1 група чоловіки – до 69,0 кг; жінки – до 58,0 кг; 2 група чоловіки – від 77,01 до 94,0 кг; жінки – від 63,01 до 75,0 кг; 3 група чоловіки – від 105,01 та понад 105 кг; жінки – від 90,01 та понад 90,0 кг, відповідно.

Дослідження біодинамічних характеристик техніки поштовху важкоатлетів здійснювалось у підніманні штанги на груди (перший прийом) та у підніманні штанги від грудей (другий прийом).

У першому прийомі поштовху реєструвалися такі показники:

- $F_{1ФПР}$  – взаємодія спортсмена зі снарядом у фазі попереднього розгону;
- $F_K$  – взаємодія спортсмена зі снарядом у першому максимумі розгинання ніг у колінних суглобах;
- $F_{2ФА}$  – взаємодія спортсмена зі снарядом у фазі амортизації;
- $F_{3ФФР}$  – взаємодія спортсмена зі снарядом у фазі фінального розгону;
- $F_{4ФОП}$  – взаємодія спортсмена зі снарядом у фазі опорного присіду.

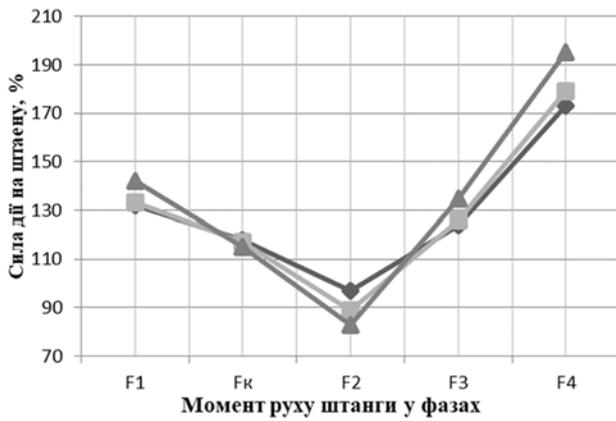
У другому прийомі поштовху реєструвалися, відповідно:

- $F_{ФАГ}$  – взаємодія спортсмена зі снарядом у фазі активного гальмування
- (попередній присід);
- $F_{ФП}$  – взаємодія спортсмена зі снарядом у фазі посилення;
- $F_{3ФОП}$  – взаємодія спортсмена зі снарядом у фазі опорного присіду.

Проведення дослідження не суперечить нормам українського законодавства та відповідає вимогам Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» від 26 листопада 2015 року № 848-VIII. Кожен учасник підписував інформовану згоду на участь у дослідженні, і вжиті всі заходи для забезпечення анонімності учасників.

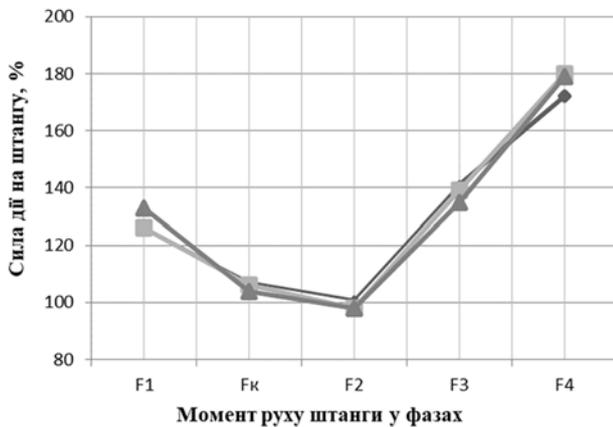
**Результати дослідження.** Аналіз біодинамічних компонентів техніки у підніманні штанги на груди показує, що деякі індивідуальні величини сили взаємодії спортсменів зі снарядом у важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій збільшуються із підвищенням маси тіла спортсменів, інші знижуються, треті достовірно не змінюються (рис. 1, 2).

Аналіз даних показує, що характеристики біодинамічної структури техніки першого прийому поштовху за рівнем сили взаємодії важкоатлеток-жінок зі снарядом мають суттєві відмінності зі



**Рис. 1** – Динаміка сили взаємодії зі снарядом у першому прийомі поштовху у чоловіків різних груп вагових категорій

**Примітки:** ◆ – перша група; ■ – друга група; ▲ – третя група



**Рис. 2** – Динаміка сили взаємодії зі снарядом у першому прийомі поштовху у жінок різних груп вагових категорій:

**Примітки:** ◆ – перша група; ■ – друга група; ▲ – третя група

змінюю груп вагових категорій спортсменок. Так, наприклад, збільшення величин сили взаємодії зі снарядом спостерігається у спортсменок 3 групи вагових категорій тільки у фазі  $F_{1ФПР}$  – на 5,3% ( $p \leq 0,005$ ), стосовно 1 групи вагових категорій, а також у фазі  $F_{4ФОП}$  – на 5,0% ( $p \leq 0,005$ ) у спортсменок 2 і 3 груп вагових категорій, стосовно 1 групи, відповідно. Тоді як рівень сили взаємодії зі снарядом у граничний момент між фазами  $F_{1ФПР}$  і фазою  $F_{2ФА}$ , між фазами  $F_{2ФА}$  і  $F_{3ФФР}$  має обернено-пропорційну тенденцію, тобто він зменшується – на 2,8, 2,6 та 4,2% у спортсменок 3 групи вагових категорій ( $p \leq 0,005$ ), ніж у важкоатлеток 1 групи, відповідно.

Біодинамічна структура техніки першого прийому поштовху за рівнем сили взаємодії важкоатлеток-жінок зі снарядом має суттєві відмінності, від подібних характеристик сили у важкоатлетів-чоловіків. Порівняльний аналіз показує, що найбільший його рівень взаємодії зі снарядом мають

жінки, ніж чоловіки, особливо у фазах  $F_{3ФФР}$  та  $F_{2ФА}$ . Відмінності у першій фазі прикладених зусиль становлять у 1 групі вагових категорій – 13,9 і 4,3% ( $p \leq 0,005$ ); у 2 групі – 10,4 і 10,1% ( $p \leq 0,005$ ); у 3 групі відмінності зберігаються тільки у фазі  $F_{2ФА}$  – 19,3% ( $p \leq 0,001$ ).

В інших опорних фазах руху штанги відмічається інша тенденція – індивідуальний рівень сили взаємодії зі снарядом жінок менший, за подібний рівень сили чоловіків, насамперед у фазі  $F_{1ФПР}$  та фазі  $F_{4ФОП}$ . Особливо це стосується важкоатлеток 3 групи вагових категорій: тут рівень

сили взаємодії зі снарядом спортсменок важких вагових категорій – на 6,8 і 8,6% є меншим ( $p \leq 0,005$ ), ніж у чоловіків цієї ж групи.

На думку провідних фахівців важкої атлетики [2, 5, 9, 11, 14] найбільш ефективною є така техніка піднімання штанги на груди, коли важкоатлети проявляють свої максимальні зусилля на початку фази  $F_{3ФФР}$ , а не у фазі  $F_{1ФПР}$ .

Проведені дослідження показують, що певна частка спортсменів прикладають максимальний рівень сили взаємодії зі снарядом саме у фазі  $F_{1ФПР}$ . Так, наприклад, у ривку у чоловіків перших двох груп вагових категорій кількість таких спроб становить близько – 30%, а у спортсменів важких вагових категорій кількість таких спроб є у два рази більшою і становить – 64,1%.

Аналіз компонентів техніки піднімання штанги у першому прийомі поштовху у важкоатлетів-чоловіків показує, що кількість піднімань штанги із прикладенням максимальної сили взаємодії до штанги саме у фазі  $F_{1ФПР}$ , є ще більшою, ніж у ривку. Наприклад, найбільша кількість таких піднімань знову зафіксована саме у спортсменів важких вагових категорій – 66,7%. Вважаємо, що ці відмінності пов'язані з різними методиками навчання важкоатлетичних вправ, різними «школами» становлення техніки важкоатлетів, та різними методиками дослідження біодинамічних характеристик техніки спортсменів, що існують у важкоатлетичному спорті сьогодні.

Подібна тенденція спостерігається у жінок. Якщо у спортсменок легких вагових категоріях таких спроб небагато, то з підвищенням їхньої маси тіла кількість їх зростає. Наприклад, у важкоатлеток 3 групи вагових категорій кількість піднімань штанги із більш високим проявом сили взаємодії зі снарядом спостерігається саме у фазі  $F_{1ФПР}$  і становить 56,2%. Тому досягнення спортивного результату в поштовху можливо забезпечити двома варіантами: перший – з акцентом максимального прояву сили взаємодії зі снарядом у першій половині руху; другий – з акцентом максимального прояву сили взаємодії зі снарядом у другій половині руху.

Таким чином, порівняльний аналіз біодинамічних компонентів техніки виконання змагальних вправ в опорних фазах першого прийому поштовху у важкоатлетів різної статі показує, що вони мають суттєві відмінності за рівнем прояву сили взаємодії зі снарядом. Такий висновок потребує від тренерів врахування цих особливостей під час розробки біодинамічних характеристик техніки виконання змагальних вправ спортсменами різної статі та груп вагових категорій, а також під час процесу вдосконалення техніки рухових дій.

Аналіз компонентів біодинамічної структури техніки виконання другого прийому поштовху важкоатлетами-чоловіками показує, що деякі величини сили взаємодії зі снарядом зростають із підвищенням маси тіла спортсменів, інші знижуються, інші достовірно не змінюються. Так, наприклад, рівень сили взаємодії зі снарядом у фазі  $F_{\text{ФАГ}}$  та фазі  $F_{\text{ФП}}$  зростає з підвищенням маси тіла важкоатлетів у 3 групі вагових категорій – на 4,2 та 2,9% ( $p \leq 0,005$ ), ніж у 1 групі вагових категорій (рис. 3).

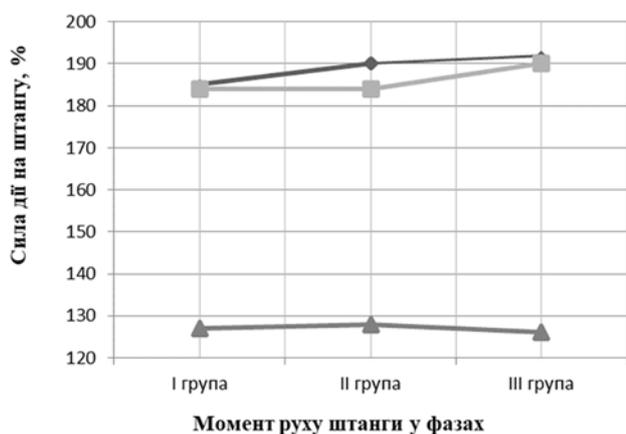


Рис. 3 – Динаміка сили взаємодії зі снарядом у другому прийомі поштовху важкоатлетів різних груп вагових категорій

Примітки:  $\blacklozenge$  –  $F_{\text{ФАГ}}$ ;  $\blacksquare$  –  $F_{\text{ФП}}$ ;  $\blacktriangle$  –  $F_{\text{ФОП}}$

Дещо інша тенденція розподілу рівня динамічних зусиль у другому прийомі поштовху спостерігається у важкоатлеток-жінок (рис. 4).

Аналіз даних показує, що величина сили взаємодії зі снарядом спортсменок у фазі  $F_{\text{ФАГ}}$  зменшується із підвищенням їх маси тіла – на 4,1% ( $p \leq 0,005$ ) у 3 групі вагових категорій, відповідно до 1 групи. Рівень прикладеної сили у фазі  $F_{\text{ФП}}$  має найвищу величину в 2 групі вагових категорій, а потім він зменшується у атлетів 1 та 3 груп вагових категорій. Інші показники техніки за рівнями сили взаємодії зі снарядом мають мінімальні відмінності.

Було здійснено аналіз характеристик сили взаємодії зі снарядом спортсменів в опорних фазах другого прийому поштовху відповідно до статевих

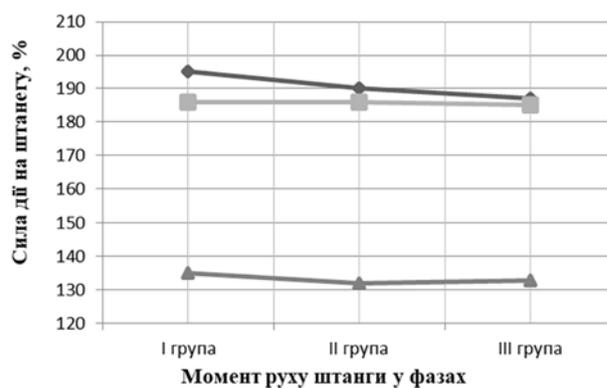


Рис. 4 – Динаміка сили взаємодії зі снарядом у другому прийомі поштовху важкоатлеток різних груп вагових категорій

Примітки:  $\blacklozenge$  –  $F_{\text{ФАГ}}$ ;  $\blacksquare$  –  $F_{\text{ФП}}$ ;  $\blacktriangle$  –  $F_{\text{ФОП}}$

відмінностей. Аналіз даних свідчить, що важкоатлетки-жінки в одних опорних фазах руху прикладають більший рівень максимальної сили до штанги, ніж спортсмени – чоловіки, а в інших, менший рівень сили, не зважаючи на те, що вони піднімають штангу значно меншої ваги (приблизно на 40,0%). Причому, така тенденція відмічається насамперед у фазі  $F_{\text{ФАГ}}$ : жінки 1 групи прикладають більший рівень сили (на 5,5%,  $p \leq 0,005$ ), ніж атлети-чоловіки 2 групи; у атлетів 3 групи тенденція обернено-протилежна – тут вже чоловіки прикладають більший рівень сили (на 2,7%), ніж жінки.

Подібна тенденція спостерігається і у підніманні штанги від грудей у фазі  $F_{\text{ФП}}$ , тут у чоловіків рівень сили взаємодії зі снарядом вищий на 2,6% ( $p \leq 0,005$ ), ніж у відповідній категорії у жінок. Інша тенденція спостерігається у фазі  $F_{\text{ФОП}}$ , тут також у 1 та 3 групах вагових категорій рівень сили взаємодії зі снарядом у жінок вищий – на 6,3 і 5,2% ( $p \leq 0,005$ ), ніж у чоловіків подібних груп вагових категорій.

Більшість біодинамічних компонентів техніки піднімання штанги від грудей суттєво вищі у жінок, ніж у чоловіків, незважаючи на те, що у важкоатлетів вага штанги набагато більша і зріст атлетів певної вагової категорії також перевищує довжину тіла відповідної групи спортсменок. Ця тенденція стосується, насамперед, рівня сили взаємодії зі снарядом спортсменів у фазі  $F_{\text{ФАГ}}$ . Вона на 2,2% є більшою у жінок, ніж у чоловіків; а величина рівня сили взаємодії зі снарядом спортсменів у фазі  $F_{\text{ФОП}}$  є на 4,6% є більшою, ніж у чоловіків.

Таким чином, можна стверджувати, що переважна більшість біодинамічних компонентів техніки другого прийому поштовху серед спортсменів першої та третьої груп вагових категорій мають суттєві відмінності за величиною сили взаємодії зі снарядом, у тому числі залежно від статі важкоатлетів.

**Дискусія.** Аналіз характеристик сили взаємодії зі снарядом кваліфікованих важкоатлетів у ривку і першому прийомі поштовху – підніманні штанги на груди зумовлює нас вказати на ті відмінності, що існують між цими вправами – це ширина хвату спортсменів (у ривку вона більша), різна висота вильоту штанги (у ривку – більша, у підніманні на груди – менша), вага штанги, що піднімається (у поштовху вона більша).

Отже, рівень максимальної сили важкоатлетів різної статі, прикладений в опорних фазах першого прийому поштовху значно нижчий, ніж у ривку. Наприклад, спортсмени різної статі прикладають значно більший рівень сили у ривку, ніж у першому прийомі поштовху. Насамперед, у фазі  $F_{4\text{ФOP}}$ ; у чоловіків 1 групи вагових категорій рівень сили у ривку вищий – на 23,8% ( $p \leq 0,001$ ), у чоловіків 2 групи вагових категорій він також збільшується – на 28,6% ( $p \leq 0,001$ ), у 3 групі вагових категорій – на 32,5% ( $p \leq 0,001$ ), ніж у підніманні на груди. У жінок у трьох групах вагових категорій такий рівень сили взаємодії зі снарядом трохи менший – на 16,5; 22,8 і 26,5% ( $p \leq 0,001$ ) відповідно, хоча зберігається загальна тенденція, що встановлена у чоловіків.

Рівень сили взаємодії зі снарядом у фазі  $F_{3\text{ФOP}}$  та фазі  $F_{2\text{ФА}}$  подібний. Спортсмени різної статі прикладають значно більшу силу у ривку, ніж у першому прийомі поштовху, хоча вага штанги у ривку менша, а у поштовху більша: у чоловіків – на 10,6% ( $p \leq 0,005$ ) у 1 групі вагових категорій; – на 9,8% ( $p \leq 0,005$ ) у 2 групі та – на 4,7% ( $p \leq 0,005$ ) у 3 групі. У фазі  $F_{2\text{ФА}}$ , відповідно – на 11,8; 17,5 і 16,8% ( $p \leq 0,001$ ).

У жінок рівень сили взаємодії зі снарядом у фазі  $F_{3\text{ФOP}}$  та фазі  $F_{2\text{ФА}}$  також вищий в ривку, ніж у першій фазі  $F_{1\text{ФПР}}$ . У фазі  $F_{3\text{ФOP}}$  – на 7,5% ( $p \leq 0,005$ ) у 1 групі вагових категорій; – на 8,3% ( $p \leq 0,005$ ) у 2 групі та – на 8,3% ( $p \leq 0,005$ ) у 3 групі. У фазі амортизації відповідно – на 5,6% у 1 групі вагових категорій ( $p \leq 0,005$ ); на 8,5% у 2 групі ( $p \leq 0,005$ ) та – на 9,7% у 3 групі ( $p \leq 0,005$ ). Тоді як у фазі  $F_{4\text{ФOP}}$  рівень сили взаємодії зі снарядом у поштовху вищий, ніж у ривку – на 16,5; 22,8 та 26,5% ( $p \leq 0,001$ ) відповідно у трьох групах вагових категорій.

Таким чином, можна констатувати, що характеристики біодинамічної структури техніки виконання ривка і першого прийому поштовху мають свої відмінності не тільки у важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій, але й в опорних фазах двох однотипних змагальних вправ.

Порівняльний аналіз техніки ривка та підйому штанги на груди [3, 5, 7] дозволив встановити, що ця вправа має відмінності за багатьма біомеханічними характеристиками, у тому числі і біодинамічними. У ривку максимум величини вертикальної складової опорної реакції більший, ніж у підніман-

ні штанги на груди. Це можна пояснити тим, що у поштовху піднімається більша вага штанги з меншою швидкістю і атлети не можуть розвинути максимальне зусилля на опорі, якого вони досягають у ривку. Отримано, що якщо у ривку максимальне зусилля на опорі становить –  $199,5 \pm 11,7\%$  від ваги снаряду, то під час підйому штанги на груди – відповідно  $184,8 \pm 28,5\%$ .

#### Висновки

1. Аналіз біодинамічних характеристик техніки у поштовху штанги показує, що індивідуальні величини сили взаємодії спортсменів зі снарядом у важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій мають деякі відмінності: одні із них зростають із підвищенням маси тіла спортсменів, інші знижуються, а деякі достовірно не змінюються.
2. Біодинамічні характеристики поштовху штанги у важкоатлеток-жінок за рівнем сили взаємодії зі снарядом мають суттєві відмінності, від подібних характеристик сили у важкоатлетів-чоловіків.
3. Встановлено тенденції до зменшення одночасно з підвищенням груп вагових категорій атлетів величин сили взаємодії спортсменів зі снарядом у граничний момент між фазами попереднього розгону та фазою амортизації, у фазі амортизації (у першому прийомі поштовху), у фазі активного гальмування та посилення (у жінок у підніманні штанги від грудей). Майже не змінюється одночасно з підвищенням груп вагових категорій спортсменів-чоловіків рівень сили, що прикладений до штанги у фазі опорного присіду у підніманні штанги від грудей.
4. Порівняльний аналіз характеристик сили, що прикладений до обтяження спортсменами різної статі в опорних фазах першого прийому поштовху за групами вагових категорій показує, що найбільший його рівень взаємодії зі снарядом мають жінки, ніж чоловіки, особливо у фазах  $F_{3\text{ФOP}}$  та  $F_{2\text{ФА}}$ .
5. Нами здійснено аналіз характеристик сили взаємодії зі снарядом спортсменів різної статі в опорних фазах другого прийому поштовху. Аналіз даних свідчить, що важкоатлетки-жінки в одних опорних фазах руху прикладають більший рівень максимальної сили до штанги, ніж спортсмени – чоловіки, а в інших, менший його рівень сили, не зважаючи на те, що вони піднімають штангу значно меншої ваги (приблизно на 40,0%). Причому, така тенденція відмічається насамперед у фазі

- $F_{\text{ФАГ}}$ : у жінок 1 групи він зростає на 5,5%,  $p \leq 0,005$ ), ніж у атлетів-чоловіків 2 групи; а у жінок 3 групи тенденція обернено-протилежна, тут вже чоловіки мають зростання рівня сили на 2,7% більше, ніж у жінок.
6. Більшість біодинамічних компонентів техніки піднімання штанги від грудей суттєво вищі у жінок, ніж у чоловіків. Така тенденція спостерігається, спортсменів у фазі  $F_{\text{ФАГ}}$ . Величини рівня сили взаємодії зі снарядом у жінок, є більшими на 2,2%; ніж у чоловіків, у фазі  $F_{\text{ФОН}}$  відповідно на 4,6%.

7. Отже, можна стверджувати, що переважна більшість біодинамічних компонентів техніки другого прийому поштовху серед спортсменів 1-3 груп вагових категорій мають суттєві відмінності за величиною сили взаємодії зі снарядом, у тому числі залежно від статі важкоатлетів.

**Перспективи подальших досліджень** повинні містити матеріали кінематичних та ритмо-часових характеристик техніки поштовху штанги важкоатлетів різної кваліфікації в умовах навчально-тренувального процесу з різною величиною обтяження.

## References

1. Platonov VN. *The system for preparing athletes in Olympic sports. General theory and its practical applications* [textbook for coaches]. In 2 Vols. K: Olympic literature; 2015. Vol. 1; 680 p., Vol. 2; 752 p.
2. Abelyan VM. Technique of barbell hang clean performed by skilled weightlifting. *Human Sport Med.* 2016;1(1):68-71. doi: 10.14529/hsm160110
3. Oleshko VG. Biomechanical characteristics of technical and tactical actions of elite weightlifters in competitive exercises in view of modeling their components. *Science in Olympic Sport.* 2014;3:21-32.
4. Oleshko VG. *Theory and methods of coaching activity in weightlifting.* Kyiv. National University of Ukraine on Physical Education and Sport. K: Olimpiyska literature; 2018. 332 p.
5. Oleshko VG. *Modeling, selection and orientation of the training of qualified athletes in power sports.* K: Center for scientific literature; 2013. 252 p.
6. Tovstonoh O, Roztorhui M, Zahura F, Vynogradskyi B. Original article experimental substantiation of teaching algorithm of technique in weightlifting and powerlifting competitive exercises. *Journal of Physical Education and Sport.* 2015;15(2):23-31. doi: 10.7752/jpes.2015.02048
7. Antoniuk OV. *Udoskonalennya tekhnichnoyi pidhotovlenosti vazhkoatletok vysokoyi kvalifikatsiyi riznykh typiv ti-lobudovy* [Improving technical preparedness of elite female weightlifters with different constitution]. Abstr. PhDr. (Physical Ed&Sport.). K; 2012. 23 p. [Ukrainian]
8. Gamaliy VV. *Biomechanical aspects of the technique of motor actions in sports.* K: Nauk Svit; 2007. 225 p.
9. Ivanov AV. *Udoskonalennya tekhniki ryvka shtanhy u kvalifikovanykh vazhkoatletiv na osnovi variatsiyi navantazhennya* [Improvement of the barbell jerk technique in qualified weightlifters on the basis of the variation in the load]. Abstr. PhDr. (Physical Ed&Sport.). K; 2015. 21 p. [Ukrainian]
10. Loiasa DLE. *Correction of the technique of jerk execution in highly qualified weightlifters on the basis of biomechanical analysis of compensated mistakes.* Abstr. PhDr. (Physical Ed&Sport.). SPb; 2012. 24 p.
11. Mocherniuk VB. *Modelyuvannya pidhotovlenosti vazhkoatletiv vysokoi kvalifikatsiyi* [Models of fitness of highly qualified weightlifters]. Abstr. PhDr. (Physical Ed&Sport.). Lviv; 2013. 20 p. [Ukrainian]
12. Tyo SY. Biomechanics of weightlifting exercises depending on the somatotype. *Theory and practice of physical culture.* 2009;9:66–67.
13. Yust VV. *Increasing the reliability and effectiveness of competitive activities of weightlifters in the barbell jerk.* Abstr. PhDr. (Physical Ed&Sport.). Kh; 2006. 19 p.
14. Chavda S, Hill M, Martin S, Swisher A, Haff G, Turner A. Weightlifting: An applied method of technical analysis. *Strength Condit J.* 2021;43(4): 32-42.

UDC 796.88.012.32

### **Biodynamics of the Technique of Barbell Jerk in Weightlifters of Different Sexes**

**Oleshko V. G., Korobeynikov G. V., Shynkaruk O. A., Putsov S. O.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to examine the biodynamics of the clean and jerk technique of the different gender athletes in weightlifting.*

**Materials and methods.** *The following methods were used in the study: the study of scientific and methodological literature, Internet resources, pedagogical observations, video recordings of competitions, biomechanical analysis of the structure of the movement of the barbell, methods of mathematical statistics. More than 90 elite weightlifters participated in the research, in the conditions of competitive activity at the World, European and Ukrainian championships during the last ten years.*

*Results and discussion.* The analysis of the biodynamic characteristics of the barbell clean and jerk technique shows that the individual values of the force of interaction of athletes with the barbell in weightlifters of different genders and groups of weight categories have some differences: some of them increase with an increase in the body weight of athletes, others decrease, and some do not change, respectively. The biodynamic characteristics of the barbell clean and jerk in female weightlifters in terms of the force of interaction with the barbell have significant differences from the similar strength characteristics of male weightlifters.

Tendencies were established to decrease simultaneously with the increase in weight categories of athletes in the magnitude of the force of interaction of athletes with the barbell at the limit moment between the phases of pre-acceleration and the transition phase, in the transition phase (in clean), in the phase of active braking and drive (in women in jerk). The level of force applied to the barbell in the phase of the catch in jerk does not change in all weight category groups of male athletes.

A comparative analysis of the biodynamic components of the technique of performing the clean in the different gender weightlifters shows that they have significant differences in the level of manifestation of the force of interaction with the barbell. At the same time, female athletes have higher level of interaction with the barbell than male. Such a conclusion requires coaches to take into account these features during the development of biodynamic characteristics of the technique of performing competitive exercises by athletes of different genders and groups of weight categories, as well as during the process of improving the technique of motor actions.

The analysis of the characteristics of the force of interaction with the barbell of different gender athletes in the jerk phases shows that female weightlifters in some phases of the movement apply a higher level of maximum force to the barbell than male athletes, and in others, its level of force is lower, despite of the fact that they lift a barbell of much less weight.

*Conclusion.* Most of the biodynamic components of the technique of lifting the barbell in jerk are significantly higher in women than in men. The vast majority of biodynamic components of the jerk technique among athletes of groups 1-3 of weight categories have significant differences in the magnitude of the force of interaction with the barbell, including depending on the weightlifter's gender.

**Keywords:** biodynamics of technique, clean and jerk, weightlifters, weight categories, competitive activity, technical preparedness, gender differences, motor actions.

#### **ORCID and contributionship:**

Valentin Oleshko : 0000-0003-4798-9090 <sup>A,B,D,E,F</sup>

Korobeynikov Georgiy : 0000-0002-1097-4787 <sup>E,F</sup>

Oksana Shynkaruk : 0000-0002-1164-9054 <sup>E,F</sup>

Sergiy Putsov : 0000-0002-8970-5706 <sup>D,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

#### **CORRESPONDING AUTHOR**

##### **Valentyn H. Oleshko**

National University of Physical Training and Sport of Ukraine,  
Department of Martial Arts and Strength Sports  
1, Fizkultury Str., Kyiv 02000, Ukraine  
phone: +38(044)2870201, e-mail: valentin49@ukr.net

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Received 22.12.2022

Accepted 09.01.2023

*Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review*