

# ФІЗИЧНЕ ВИХОВАННЯ І СПОРТ

## МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ

DOI: 10.26693/jmbs03.06.314

УДК 612.886

*Андреюк Н. Л.*

### ВПЛИВ ЛІНІЙНИХ ПРИСКОРЕНЬ НА СИСТЕМУ КРОВООБІГУ ФЕХТУВАЛЬНИКІВ ПІДЛІТКОВОГО ВІКУ

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

andreyuknazariy@gmail.com

У статті узагальнено наукові здобутки вчених щодо впливу вестибулярних подразнень на організм людини. Наведені результати експериментальних досліджень щодо визначення впливу лінійних прискорень протилежних спрямованостей на систему кровообігу фехтувальників підліткового віку. Вивчалася реакція кровоносної системи на вестибулярне навантаження за допомогою методів полікардіографії та вимірювання артеріального тиску за методом Короткова. Визначалися показники системи кровообігу до і після вестибулярного навантаження. Дослідження показали, що реакція спортсменів на вестибулярне навантаження з використанням лінійних прискорень та характер змін показників серцево-судинної системи різні, що свідчить про залежність вегетативних реакцій, викликаних подразненням вестибулярного апарату людини, від особливостей діяльності ВНС. Встановлено рівень і характер змін всіх обраних показників діяльності системи кровообігу. Виявлено, що специфічне вестибулярне навантаження впливає на систему кровообігу фехтувальників підліткового віку. Однак характер цього впливу є не дуже вираженим, тому що фехтувальники під час тренувальної діяльності постійно тренують вестибулярний аналізатор.

**Ключові слова:** вестибулярне навантаження, лінійні прискорення, система кровообігу, фехтувальники.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота є фрагментом НДР кафедри медико-біологічних дисциплін Національно-

го університету фізичного виховання і спорту України «особливості соматичних, вісцеральних та сенсорних систем у кваліфікованих спортсменів на різних етапах підготовки», № державної реєстрації 0116U001614.

**Вступ.** Вестибулярний аналізатор є однією з первинних сенсорних систем, що сформувалися у людини. Він відіграє важливу роль у міжсенсорній інтеграції та орієнтації в просторі за умов земної гравітації. Вестибулярний аналізатор як структурна і функціональна система є біологічним перетворювачем механічної енергії кутових і лінійних прискорень в сигнали про положення та рух тіла в просторі.

Периферійний відділ вестибулярного апарату передає рецепторний потенціал, що виник в цьому відділі, закінченням волокон вестибулярного нерва [1]. Встановлено, що вестибулярний нерв за своїм устроєм, функціональними властивостями і великими зв'язками в межах ЦНС різко відрізняється від усіх черепних нервів: при його подразненні виникає не вузьколокальна реакція, а спостерігається вплив на багато функцій організму [4, 12]. З усіх черепних нервів за впливом на організм людини вестибулярний нерв схожий з блукаючим нервом, який впливає на всю вегетативну систему і на деякі процеси в поперечносмугастих м'язах.

Через ці особливості вестибулярний апарат є постійним об'єктом досліджень вчених. Деякі з них стосуються впливу вестибулярних подразнень на організм людини і виявлення різних лабіринтових рефлексів [2], інші – виявлення вікових особливостей функціонування вестибулярного аналізатора [5, 6]. Багато досліджень присвячені впливу

окремих видів спорту на становлення вестибулярної функції і зворотного впливу функціонального стану вестибулярної системи на прояв рухових можливостей спортсмена [7, 10, 11].

Однак вивчення впливу вестибулярного навантаження на спортсменів-фехтувальників різної кваліфікації чи віку не знайшло свого відображення у працях науковців-фізіологів, хоча фехтувальники піддаються постійному подразненню вестибулярного апарату, причому слід зазначити, що це навантаження є досить специфічним.

Розглянуті нами дослідження вчених зосереджують свою увагу на впливі куткових прискорень на вестибулярний аналізатор, не приділяючи належної уваги впливу на вестибулярний апарат лінійних прискорень. Проте, існують види спорту, зокрема, фехтування, де організм людини повсякчас піддається лінійним прискоренням з постійною зміною їх напрямку, що створює неабияке навантаження на вестибулярний апарат. Саме у фехтуванні навіть незначні зміни в роботі організму, що здатні вплинути на точність рухів спортсмена, відчуття ритму чи положення тіла в просторі можуть відіграти ключову роль у досягненні або недосягненні бажаного результату.

Тому метою даного дослідження стало вивчення впливу лінійних прискорень протилежних спрямованостей на систему кровообігу фехтувальників підліткового віку.

**Об'єкт і методи дослідження.** Дослідження проводилися на базі кафедри медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту України, в спеціальній лабораторії, що відповідала потребам досліджень та всім гігієнічним нормам.

В дослідженні прийняли участь 8 фехтувальників підліткового віку, що мали різний рівень спортивної кваліфікації, не мали проблем зі здоров'ям і були віднесені до основної медичної групи. Усі дослідники 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 г.). Кожен досліджуваний підписував інформовану згоду на участь у дослідженні.

Сутність досліджень полягала у виявленні зміни показників системи кровообігу після вестибулярного навантаження. Для цього показники знімалися двічі – в стані спокою та відразу після навантаження.

Зважаючи на те, що класичні обертальні проби [8, 9] створюють неспецифічне вестибулярне навантаження для спортсменів-фехтувальників, тому

вестибулярне навантаження здійснювалося за допомогою спеціально спроектованої платформи, яка давала змогу створювати пасивний вплив лінійних прискорень різної спрямованості на спортсменів впродовж 30 секунд зі швидкістю 3 м на секунду, та зміною напрямку руху на протилежний кожні 2 секунди. Саме така тривалість часу, в середньому, потрібна для нанесення уколу під час фехтувального бою. Платформу рухало фізичне зусилля, створене лаборантом.

Показники системи кровообігу визначалися за допомогою методів полікардіографії та вимірювання артеріального тиску (АТ) за методом Короткова [3] з використанням ручного тонометра A&D Medical.

Показники полікардіографії (тривалість серцевого циклу, частота серцевих скорочень, середній АТ, пульсовий АТ, ударний об'єм крові, ударний індекс, хвилинний об'єм крові, серцевий індекс, період напруження, час вигнання, часовий інтервал, механічна систола, фази асинхронних та ізометричних скорочень, період вигнання, тривалість анакоти та катакоти, фази швидкого та уповільненого вигнання, загальна систола, коефіцієнт Блюмбергера) визначалися за допомогою багатоканального реоаналізатора РЕОКОМ-Професіонал, призначеного для дослідження стану серцево-судинної системи людини.

#### **Результати досліджень та їх обговорення.**

Отримані показники діяльності системи кровообігу в стані спокою майже у всіх спортсменів були різними, але в межах норми, що підтверджує те, що вони є практично здоровими і дана система працює нормально (табл. 1).

Після проведення вестибулярної проби з використанням лінійних прискорень, і зняття показників центральної гемодинаміки стало зрозуміло, що всі фехтувальники відповіли на неї різними змінами в системі кровообігу, проте характер цих змін був схожим.

Як свідчать дані таблиці 2, реакція спортсменів на вестибулярне навантаження була неоднаковою. Окрім ступеню виразності реакції на вестибулярне навантаження, відрізняється також і характер змін показників серцево-судинної системи учасників досліджень. Це підтверджує дані вчених про те, що вегетативні реакції, викликані подразненням вестибулярного апарату людини, не в усіх однакові і залежать від особливостей діяльності ВНС.

Подальший аналіз дозволив встановити рівень і характер змін всіх обраних нами показників діяльності системи кровообігу. Зокрема, ЧСС в середньому знизилася на 4,6 уд/хв., систолічний та діастолічний АТ зменшилися на трохи більше ніж 1 мм.рт.ст. Проте пульсовий тиск збільшився 0,6 мм.рт.ст. Також збільшилися ударний об'єм та ударний індекс на 6,07 та 2,9 мм.рт.ст. відповідно.

Таблиця 1 – Показники діяльності системи кровообігу фехтувальників-підлітків у стані спокою

Номер досліджуваного		1	2	3	4	5	6	7	8
Показники	од. виміру	Значення показників							
Тривалість серцевого циклу	с	0,72	0,70	0,74	0,66	0,76	0,98	0,77	0,91
Частота серцевих скорочень	уд/хв	83,3	85,2	81,1	90,9	79,4	61	78	65,8
Систолічний артеріальний тиск	мм рт.ст.	120	90	120	100	120	110	110	120
Діастолічний артеріальний тиск	мм рт.ст.	80	60	70	70	80	70	75	70
Середній артеріальний тиск	мм рт.ст.	93,2	69,9	86,5	79,9	93,2	83,2	87	86,5
Пульсовий артеріальний тиск	мм рт.ст.	40	30	50	30	40	40	35	50
Ударний об'єм крові	мл	56,6	46,2	39,2	47,6	58,2	87,9	53	69,6
Ударний індекс	мл/м <sup>2</sup>	30,1	30,5	22,3	33,5	35,1	53,8	37	42,5
Хвилинний об'єм крові	л/хв	4,72	3,94	3,18	4,33	4,62	5,36	4,1	4,58
Серцевий індекс	л/хв·м <sup>2</sup>	2,51	2,6	1,81	3,05	2,79	3,28	2,9	2,8
Період напруження	с	0,132	0,108	0,092	0,1	0,072	0,104	0,1	0,11
Час вигнання, лівий шлуночок	с	0,24	0,24	0,26	0,21	0,256	0,452	0,3	0,42
Часовий інтервал "у-о"	с	0,06	0,048	0,064	0,04	0,056	0,076	0,1	0,18
Механічна систола	с	0,3	0,296	0,304	0,27	0,296	0,34	0,3	0,31
Фаза асинхронних скорочень	с	0,072	0,06	0,052	0,06	0,048	0,056	0,1	0,06
Фаза ізометричних скорочень	с	0,06	0,048	0,04	0,04	0,024	0,048	0	0,06
Період вигнання	с	0,24	0,248	0,264	0,23	0,272	0,292	0,3	0,25
Тривалість анакрати	с	0,156	0,168	0,168	0,14	0,152	0,136	0,2	0,12
Фаза швидкого вигнання	с	0,056	0,068	0,08	0,06	0,072	0,056	0,1	0,05
Фаза уповільненого вигнання	с	0,184	0,18	0,184	0,18	0,2	0,236	0,2	0,2
Загальна систола	с	0,372	0,356	0,356	0,34	0,344	0,396	0,3	0,36
Тривалість катакрати	с	0,564	0,536	0,572	0,52	0,604	0,848	0,6	0,79
Коефіцієнт Блюмбергера		1,82	2,3	2,87	2,23	3,78	2,81	3,1	2,25

Таблиця 2 – Показники діяльності системи кровообігу фехтувальників-підлітків після проведення

Номер досліджуваного		1	2	3	4	5	6	7	8
Показники	од.	Значення показників							
Тривалість серцевого циклу	с	0,89	0,808	0,704	0,692	0,82	0,94	0,764	1,01
Частота серцевих скорочень	уд/хв	67,6	74,3	85,2	86,7	72,8	63,8	78,5	59,3
Систолічний артеріальний тиск	мм рт.ст.	110	95	120	100	110	115	120	110
Діастолічний артеріальний тиск	мм рт.ст.	70	65	70	65	70	70	80	70
Середній артеріальний тиск	мм рт.ст.	83,2	74,9	86,5	76,60	83,2	84,8	93,20	83,2
Пульсовий артеріальний тиск	мм рт.ст.	40	30	50	35	40	45	40	40
Ударний об'єм крові	мл	55,2	51	53,8	41,9	70,7	87,6	47,3	91,3
Ударний індекс	мл/м <sup>2</sup>	29,3	33,7	30,6	29,5	42,7	53,5	33,1	55,8
Хвилинний об'єм крові	л/хв	3,73	3,79	4,58	3,63	5,15	5,59	3,72	5,41
Серцевий індекс	л/хв·м <sup>2</sup>	1,98	2,5	2,61	2,56	3,11	3,42	2,6	3,31
Період напруження	с	0,14	0,124	0,084	0,108	0,07	0,1	0,084	0,1
Час вигнання, лівий шлуночок	с	0,25	0,252	0,272	0,224	0,28	0,28	0,26	0,45
Часовий інтервал "у-о"	с	0,06	0,048	0,044	0,052	0,06	0,04	0,064	0,06
Механічна систола	с	0,31	0,316	0,32	0,3	0,3	0,33	0,312	0,3
Фаза асинхронних скорочень	с	0,09	0,064	0,044	0,044	0,05	0,05	0,04	0,06
Фаза ізометричних скорочень	с	0,06	0,06	0,04	0,064	0,02	0,05	0,044	0,04
Період вигнання	с	0,25	0,256	0,28	0,236	0,29	0,28	0,268	0,27
Тривалість анакрати	с	0,16	0,172	0,18	0,144	0,16	0,15	0,168	0,12
Фаза швидкого вигнання	с	0,06	0,064	0,096	0,052	0,07	0,05	0,072	0,05
Фаза уповільненого вигнання	с	0,2	0,192	0,184	0,184	0,22	0,23	0,196	0,22
Загальна систола	с	0,4	0,38	0,364	0,344	0,36	0,38	0,352	0,36
Тривалість катакрати	с	0,73	0,636	0,524	0,548	0,67	0,79	0,596	0,89
Коефіцієнт Блюмбергера		1,75	2,06	3,33	2,19	4,24	2,96	3,19	2,79

Також завдяки даним, отриманим за допомогою фотодатчика, вбудованого в реограф, ми отримали детальні дані про фазову роботу серця. Згідно з отриманими даними майже всі фази подовжилися, а через це збільшилася і довжина серцевого циклу. Проте зміна ця була незначною, всього 0,05 секунди. Це свідчить про те, що вестибулярне навантаження було звичним для фехтувальників, а тому, воно не призвело до істотних змін в роботі системи кровообігу.

**Висновки.** Специфічне вестибулярне навантаження впливає на систему кровообігу фехтувальників підліткового віку. Однак характер цього впливу є не дуже вираженим. Це підтверджує численні наукові дані про те, що вестибулярний аналізатор піддається тренуванню, чим безпосередньо і займаються фехтувальники під час своєї тренувальної діяльності.

**Перспективи подальших досліджень.** В результаті аналізу діяльності системи кровообігу після вестибулярного навантаження стало зрозуміло, що воно (навантаження) стимулює парасимпатичний відділ ВНС фехтувальників-підлітків, що призводить до деякого зниження показників ЧСС, АТ та сповільнення серцевого циклу. Проте ці зміни не є істотними, що ставить нас перед цілим рядом запитань. Адже поки незрозуміло, чи всі фехтувальники, незалежно від їх віку чи спортивної майстерності, будуть відповідати саме такою реакцією на подразнення вестибулярного аналізатора, і чи саме заняття з фехтування дозволили спортсменам розвинути стійкість вестибулярного апарату настільки, що задане навантаження їх майже не потурбувало. Відповіді на ці питання потребують подальших досліджень.

## References

1. Babijak VI, Gofman VR, Nakatis JaA. *Nejrootorinolarinologija*. St-Peterburg: Gippokrat; 2002. 326-400 s. [Russian]
2. Glaznikov LA, Shustov EB, Bujnov LG. Povyshenie statokineticzeskoj ustojchivosti cheloveka. *Novosti otorinolarinologii i logopatologii*. 2001; 27(3): 26–33. [Russian]
3. Korotkov NS. K voprosu o metodah issledovanija krovjanogo davlenija. *Izvestija Imperatorskoj Voенno-medicinskoj akademii*. 1905; 11: 365-7. [Russian]
4. Kunel'skaja NL. Golovokruzhenie s pozicii otonevrologa. *Consilium Medicum*. 2007; 9(12): 68–72. [Russian]
5. Masljak YP. Vlyjanye pokazatelej vestybul'noj ustojchivosti na pojavlenye bystroty u mladshyh shkol'nykov. *Naukovyj chasopys NPU imeni MP Dragomanova*. 2015; 10(65): 101-5. [Ukrainian]
6. Moiseienko OK, Gorchanjuk JuA, Gorchanjuk VA. Vyznachennia funktsionalnogo stanu vestybuliarnoho analizatora voleibolistiv 14–15 rokov pid vplyvom spetsialno-spryamovanykh vprav. *Slobozhanskyi naukovosportyvnyi visnyk*. 2015; 2(46): 133-7. [Ukrainian]
7. Nazarenko AS, Chinkin AS. Serdechno-sosudistye, dvigatel'nye i sensornye reakcii sportsmenov raznyh specializacij na vestibul'jarne razdrashenie. *Fiziologija cheloveka*. 2011; 37(6): 98-105. [Russian]
8. Nazarenko AS, Chynkyn AS. Serdechno-sosudistye reakcii na vestibul'jarne razdrashenie v raznyh vidah sporta. *Uchenye zapiski universiteta imeni PF Lesgaffa*. 2013; 2(96): 106-11. [Russian]
9. Poleshchuk NK, Zajcev AA, Makarevskij AB. Vestibul'jarnye nagruzki i ih mul'timodal'noe modelirovanie na special'nyh trenazherah. *Izvestija Baltijskoj gosudarstvennoj akademii rybopromyslovogo flota*. 2015; 2(32): 111-5. [Russian]
10. Syshko DV, Savina KD. Osobennosti reguljacji serdechnogo ritma u sportsmenov s razlichnoj prodolzhitel'nostju vestibul'jarnyh obrazov. *Uchenye zapiski Tavricheskogo nacionalnogo universiteta im. VI Vernadskogo. Serija «Biologija, himija»*. 2010; 23(62/3): 154-8. [Russian]
11. Rovnyj AS, Il'in VM, Lizogub VS, Rovna OO. *Fiziologija sportyvnoi' dijal'nosti*. Harkiv: HNADU; 2015. 556 s. [Ukrainian]
12. Gresty M. Clinical neurophysiology of the vestibular system. *Brain*. 2002; 125: 924–6. <https://doi.org/10.1093/brain/awf074>

УДК 612.886

## ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРЕНИЙ НА СИСТЕМУ КРОВООБРАЩЕНИЯ ФЕХТОВАЛЬЩИКОВ ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА

**Андрей Н. Л.**

**Резюме.** В статье обобщены научные достижения ученых о влиянии вестибулярных раздражений на организм человека. Приведены результаты экспериментальных исследований по определению влияния линейных ускорений противоположных направленностей на систему кровообращения фехтовальщиков подросткового возраста. Изучалась реакция кровеносной системы на вестибулярные нагрузки с помощью методов поликардиографии и измерения артериального давления по методу Короткова. Определялись показатели системы кровообращения до и после вестибулярной нагрузки. Исследования показали, что реакция спортсменов на вестибулярные нагрузки с использованием линейных ускорений и характер

изменений показателей сердечно-сосудистой системы разные, что свидетельствует о зависимости вегетативных реакций, вызванных раздражением вестибулярного аппарата человека, от особенностей деятельности ВНС. Установлен уровень и характер изменений всех избранных показателей деятельности системы кровообращения. Выявлено, что специфическая вестибулярная нагрузка влияет на систему кровообращения фехтовальщиков подросткового возраста. Однако характер этого влияния не очень выражен, так как фехтовальщики во время тренировок постоянно тренируют вестибулярный анализатор.

**Ключевые слова:** вестибулярная нагрузка, линейные ускорения, система кровообращения, фехтовальщики.

**UDC 612.886**

**Influence of Linear Accelerations on the Blood Circulation System of Fencers in Adolescent Age**

**Andreyuk N. L.**

**Abstract.** The article summarizes the scientific achievements of researchers concerning the influence of vestibular irritations on the human body and the detection of various labyrinthic reflexes, age characteristics of the vestibular analyzer functioning, the influence of individual sports on the formation of the vestibular function and the reciprocal influence of the functional state of the vestibular system on the manifestation of the motor capabilities of an athlete. It is noted that the focus of the research is on the influence of angular accelerations on the vestibular analyzer.

*The purpose of the study* was to experimentally determine the influence of linear accelerations of opposite directions on the blood circulation system of fencers in adolescent age.

*Material and methods.* The research was conducted on the basis of the National University of Physical Education and Sports of Ukraine. The study was attended by 8 fencing teenagers who had different levels of athletic qualification, had no health problems and were included in the main medical group. Experimental data were analyzed by methods of mathematical statistics. To evaluate the effect of vestibular loading, the reaction of the circulatory system was studied using methods of polycardiogram and measurement of arterial pressure using the Korotkov method using the manual tonometer A & D Medical. Indicators of polycardiogram were determined with the help of a multi-channel reoanalyzer REOKOM-Professional, designed to study the state of human cardiovascular system. The essence of the research was to identify the parameters of the circulatory system before and after the vestibular load. For this, indicators were shot twice - in the state of rest and immediately after loading. The vestibular load was carried out using especially designed platform, which allowed to create a passive effect of linear accelerations of different orientations on athletes for 30 seconds at a speed of 3 m per second, and to change the direction of motion to the opposite every 2 seconds.

*Results and discussion.* Studies have shown that the athlete's reaction to the vestibular load using linear accelerations was uneven. In addition to the severity of the vestibular load reaction, the nature of changes in the cardiovascular system of the research participants was also different. This is confirmed by the scientific data on the dependence of vegetative reactions caused by irritations of the vestibular apparatus of a person, on the features of the VNS. We determined the level and nature of changes in all selected indicators of the circulatory system activity. In particular, the heart rate somewhat declined, systolic and diastolic blood pressure also decreased. This increased pulse pressure, shock volume and shock index. The use of a photo sensor built into the rheographer allowed detailed data on the phase work of the heart. According to the data, almost all phases were prolonged, and accordingly, the heartbeat length increased slightly. Slight changes in all blood flow parameters indicate that the vestibular load was commonplace for fencers. This confirms the thesis about the possibility and expediency of training the vestibular apparatus of a person.

*Conclusions.* The study results helped to prove that the specific vestibular load affected the blood circulation in fencers of adolescent age. However, the nature of this influence is not very pronounced, as fencers constantly train the vestibular analyzer during the training activity. In future, the study should be expanded in order to determine the reaction of the blood circulation system of fencers to the influence of linear accelerations of opposite directions depending on the age or athletic skills.

**Keywords:** vestibular load, linear acceleration, circulatory system, fencers.

*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.*

Стаття надійшла 09.08.2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування