

DOI: 10.26693/jmbs07.01.254

УДК: 796:616. 12-008. 331.1-085

Ляшенко В. П.<sup>1</sup>, Одинець Т. Є.<sup>2</sup>, Лукашов С. М.<sup>1</sup>

## ВПЛИВ ПРОГРАМИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ НА ПОЛІПШЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ У ЖІНОК СЕРЕДЬОГО ВІКУ, ХВОРИХ НА АРТЕРІАЛЬНУ ГІПЕРТЕНЗІЮ

<sup>1</sup> Науково-консультативний діагностичний медичний центр «Головний біль», Дніпро, Україна

<sup>2</sup> Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія, Запоріжжя, Україна

**Мета:** визначити ефективність програми фізичної терапії жінок, хворих на артеріальну гіпертензію, на показники функціонального стану серцево-судинної системи.

**Матеріали і методи дослідження.** У роботі представлено аналіз та узагальнення сучасної науково-методичної літератури вітчизняних і зарубіжних авторів за даними мережі Інтернет та ресурсу PubMed. Застосовувалась велика група медико-біологічних методів: тест 6-ти хвилинної ходьби, тонометрія, реєстрація електрокардіограми, електроенцефалограми та варіабельності серцевого ритму.

**Результати та висновки.** На підставі аналізу літературних джерел було встановлено, що у проблемі фізичної терапії осіб з артеріальною гіпертензією залишається низка невирішених питань щодо їх застосування для ефективного відновлення функцій і підвищення адаптаційних можливостей. Програма фізичної терапії жінок, хворих на артеріальну гіпертензію була розроблена з урахуванням даних про етіологію та патогенез хвороби, а також даних попереднього обстеження. Саме тому засоби терапії підбирали відповідно до їх впливу на механізми регуляції артеріального тиску.

Після проведення фізичної терапії за запропонованою програмою показник 6-хвилинного тесту у жінок основної групи вірогідно ( $p < 0,05$ ) збільшився і становив  $512,52 \pm 14,30$  метрів, що на  $105,05$  метрів більше. У жінок групи порівняння цей показник виріс на  $50,5$  метрів. Статистично значуще ( $p < 0,05$ ) знизився систолічний і діастолічний тиск до  $128,2 \pm 8,9$  мм рт. ст і  $82,3 \pm 4,1$  відповідно. У жінок групи порівняння ці зниження не були статистично значущими. Співвідношення активності симпатичного до парасимпатичного відділів за показниками варіабельності ритму серця змінилось у жінок основної групи з  $1,7 \pm 0,11$  до  $0,53 \pm 0,03$  ( $p < 0,05$ ), за рахунок зниження симпатичної і підвищення парасимпатичної активності, що також проявлялось в скороченні інтервалу QT ЕКГ. У жінок групи порівняння співвідношення активності симпатичного до парасимпатичного відділу змінилось з  $1,7 \pm 0,18$  до  $1,04 \pm 0,06$  ( $p < 0,05$ ).

Після проведення фізичної терапії в 100% випадку у жінок основної групи знизилась потужність і в 85% частота  $\alpha$ -ритму ЕЕГ, що свідчило про зниження збудливості і підвищення енергоємності центральних процесів. У жінок групи порівняння ці показники становили 74% і 60% відповідно.

**Висновки.** Отримані дані вказують на доцільність обраних засобів та методів фізичної терапії для жінок середнього віку, хворих на артеріальну гіпертензію.

**Ключові слова:** артеріальна гіпертензія, фізична терапія, електрокардіографія, варіабельність серцевого ритму, електроенцефалографія.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Стаття виконана відповідно до теми науково-дослідної роботи комунального закладу вищої освіти «Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія» Запорізької обласної ради «Інклюзивний підхід до фізичної реабілітації на сучасному етапі розвитку системи охорони здоров'я в Україні», № державної реєстрації 0117U003039.

**Вступ.** Згідно зі статистичними даними МОЗ в Україні зареєстровано близько 10 млн хворих на артеріальну гіпертензію. Дослідження ННЦ «Інститут кардіології ім. акад. М. Д. Стражеска» показали, що артеріальний тиск вище 140/90 мм рт. ст. мають близько 44 % дорослого населення України [1, 2, 3]. Саме тому артеріальна гіпертензія являє собою важливу медико-соціальну проблему, для вирішення якої була розроблена та реалізована Національна програма із профілактики та лікування артеріальної гіпертензії. На жаль, пріоритетними в програмі були визнані медикаментозні методи корекції підвищеного артеріального тиску. Виходячи з пандемічної ситуації з приводу поширеності артеріальної гіпертензії серед населення у світі та, зокрема, в Україні, виникає необхідність комплексного підходу для корегування функціонального стану пацієнтів з артеріальною гіпертензією з використанням немедикаментозних методів відновного лікування, а саме фізичної терапії. Кілька десятиліть тому існувала думка, що для жінок,

особливо старшого віку, допустимі більш високі цифри артеріального тиску (АТ), і корегувати їх необов'язково, що пояснює брак рандомізованих досліджень за участю жінок. Останнім часом ця думка кардинально змінилась: учені дійшли висновку, що підвищений АТ як фактор кардіоваскулярного ризику має вагоме значення і для чоловіків, і для жінок [4, 5, 6, 7]. Особливо це стосується жінок клімактеричного віку [7]. Для них було встановлено позитивний і статистично значущий взаємозв'язок між фізичною працездатністю та АТ, на який впливають як історія серцево-судинних захворювань так і прийом антигіпертензивних препаратів [8].

Також, на сьогодні відсутні науково обґрунтовані показання щодо кількості і спрямованості засобів фізичної терапії жінок середнього віку, хворих на артеріальну гіпертензію. Дані наукової літератури показують широкий діапазон дії фізичної терапії на патофізіологічні механізми АГ, у той час як лікарські препарати впливають лише на окремі ланки складного патогенезу АГ. Фізична терапія підвищує загальну резистентність організму, толерантність до фізичних навантажень, тренуваність, стимулює збільшення і розширення капілярної сітки у м'язах, сприяє нормалізації перебігу фізіологічних процесів ендокринної і нервової систем [1, 3, 8, 9]. Саме цим зумовлений пошук ефективних немедикаментозних методів профілактики та терапії жінок середнього віку, хворих на артеріальну гіпертензію.

**Мета роботи** – визначити ефективність програми фізичної терапії жінок, хворих на артеріальну гіпертензію, на показники функціонального стану серцево-судинної системи.

**Завдання дослідження:**

1. Визначити проблемне поле фізичної терапії жінок, хворих на артеріальну гіпертензію.
2. Розробити програму фізичної терапії жінок, хворих на артеріальну гіпертензію.
3. Визначити ефективність програми фізичної терапії на показники тесту 6-ти хвилинної ходьби, тонометрії, електрокардіограми, електроенцефалограми та варіабельності серцевого ритму.

**Матеріал та методи дослідження.** У роботі представлено аналіз та узагальнення сучасної науково-методичної літератури вітчизняних і зарубіжних авторів за даними мережі Інтернет та ресурсу PubMed. Застосовувалась велика група медико-біологічних методів: тест 6-ти хвилинної ходьби, тонометрія, реєстрація електрокардіограми (ЕКГ), електроенцефалограми (ЕЕГ) та варіабельності серцевого ритму (ВСР).

Дослідження проводилось на базі Науково-консультативного і діагностичного медичного цен-

тру «Головний біль», м. Дніпро в період з лютого 2021 року по серпень 2021 року. В експерименті брали участь 24 жінки, хворих на артеріальну гіпертензію I-го ступеня. За віком та стадією захворювання методом випадкової вибірки було сформовано основну групу (ОГ) та групу порівняння (ГП) по 12 осіб у кожній. Середній вік досліджуваних становив в ОГ 50,27±0,79 років, у ГП – 51,23±0,69 років.

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. 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.

У дослідження не включали осіб із декомпенсованими захворюваннями печінки, нирок, серцевою недостатністю IV функціонального класу, пацієнтів, які перенесли інфаркт міокарда чи гостре порушення мозкового кровообігу, з декомпенсованим цукровим діабетом, якщо ці патології були наведені в анамнезі пацієнтів, а також із рівнем офісного систолічного тиску (САТ) 180 мм.рт.ст. і вище, або діастолічного тиску (ДАТ) 110 мм.рт.ст. і вище та хворих із значними психічними розладами.

Обстеження пацієнток основної групи та групи порівняння проводили двічі – до і після закінчення курсу реабілітації. Основна група займалась фізичною терапією за розробленою програмою, група порівняння – за стандартною схемою лікувальної гімнастики. Жінки займалися відповідними програмами фізичної реабілітації по 1 годині три рази на тиждень протягом чотирьох місяців. Розроблена програма представлена у **таблиці 1**.

Отримані результати оброблялись параметричними методами. Застосовувався метод парних порівнянь, по кожному показнику розраховували середні значення ( $\bar{x}$ ) і стандартну помилку середнього ( $m$ ). Прийнятий рівень статистичної значущості висновків – 0,05.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Клінічні та інструментальні дослідження жінок після проходження програми фізичної терапії виявили суттєві відмінності у функціональному стані основної групи та групи порівняння.

Критеріями ефективності комплексної програми фізичної терапії в даному дослідженні були: нормалізація артеріального тиску; покращення функціонального стану; позитивна динаміка показників ЕЕГ, ЕКГ та ВСР.

Таблиця 1 – Програма фізичної терапії жінок, хворих на артеріальну гіпертензію

| період тривалість                                      | підготовчий  | основний  | закріплюючий  |
|--|--|---|---|
|  | 2 тижні  | 10 тижнів   | 4 тижні   |
| Цілі   | Покращення показників фізичного та психоемоційного стану жінок   |   |   |
| Завдання   | <p>1) формування мотивації у жінок на проходження фізичної терапії;</p> <p>2) підняття загального психоемоційного тону;</p> <p>3) навчання вправам на адаптацію до фізичного навантаження;</p> <p>4) навчання основних методів самоконтролю під час занять;</p> <p>5) стимуляція обмінних та імунних процесів;</p> <p>6) зменшення больових відчуттів;</p> <p>7) поліпшення діяльності серцево-судинної та дихальної систем, активізація периферичного кровообігу;</p> <p>8) розвиток ритмічного дихання з поглибленим вдихом і подовженим видихом.</p>  | <p>1) сприяння адаптації до поступового збільшення навантажень;</p> <p>2) покращення психоемоційного стану;</p> <p>3) збільшення рухливості грудної клітки та зміцнення дихальних м'язів;</p> <p>4) активізація обмінно-трофічних процесів;</p> <p>5) активізація резервних можливостей кардіореспіраторної системи;</p> <p>6) сприяння покращенню функціонального стану вегетативної нервової системи;</p> <p>7) збільшення сили м'язів верхньої кінцівки, преса та спини;</p> <p>8) покращення постави.</p> | <p>1) підтримання і збільшення сили м'язів верхніх кінцівок, преса та спини;</p> <p>2) покращення психоемоційного стану жінок та підвищення якості їх життя;</p> <p>3) сприяння адаптації до поступового збільшення фізичних навантажень;</p> <p>4) підвищення фізичної працездатності;</p> <p>5) зміцнення дихальних м'язів та збільшення екскурсії грудної клітки;</p> <p>6) збільшення функціональних можливостей серцево-судинної та дихальної систем;</p> <p>7) нормалізація постави;</p> <p>8) мотивація до самостійних занять вправами вдома.</p>  |
| Засоби (кількість вправ, їх спрямованість, тривалість) | <p>Ранкова гігієнічна гімнастика (РГГ), 10–15 хв., щоденно.</p> <p>Лікувальна гімнастика (ЛГ), 30–40 хв., 3 рази на тиждень, 45–70% від ЧСС max:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>аеробні циклічного характеру низької та середньої інтенсивності;</li> <li>елементи йоги;</li> <li>вправи на розтягування, розслаблення;</li> <li>дихальні із подовженою фазою видиху;</li> <li>вправи в стато-динамічному режимі;</li> <li>спеціальні вправи для м'язів шиї;</li> <li>вправи на координацію та рівновагу тіла.</li> </ul> <p>Дозована ходьба, 20–25 хв., 3 рази на тиждень.</p> <p>Психотерапія і аутогенне тренування, 2 р. на день.</p> <p>Дієтотерапія.</p> | <p>РГГ, 10–15 хв., щоденно.</p> <p>ЛГ, 45–50 хв., 3 рази на тиждень 45–70% від ЧСС max:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>спеціальні вправи для м'язів шиї;</li> <li>вправи в стато-динамічному режимі;</li> <li>силові, ізометричні вправи;</li> <li>вправи на координацію та рівновагу тіла;</li> <li>вправи з елементами йоги і пілатесу.</li> </ul> <p>Дозована ходьба, 25–30 хв., 3 рази на тиждень.</p> <p>Психотерапія і аутогенне тренування, 2 р. на день.</p> <p>Дієтотерапія.</p>         | <p>РГГ, 10–15 хв., щоденно.</p> <p>ЛГ, 50–60 хв., 3 рази на тиждень 45 – 70% від ЧСС max:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>вправи всебічної дії на вегетативну нервову систему;</li> <li>аеробні вправи циклічного характеру низької та середньої інтенсивності;</li> <li>спеціальні вправи для м'язів шиї;</li> <li>силові вправи;</li> <li>стато-динамічні вправи;</li> <li>вправи з елементами йоги і пілатесу;</li> <li>вправи на координацію та рівновагу тіла;</li> <li>вправи на розтягування і на розслаблення.</li> </ul> <p>Дозована ходьба, 30–45 хв., 5 разів на тиждень.</p> <p>Аутогенне тренування, 2 рази щоденно.</p> <p>Дієтотерапія. Споживання солі до 4–5 г.</p> |
| Оцінка ефективності                                    | Фізична витривалість, функціональний стан серцево-судинної і вегетативної систем, показники психоемоційного стану.   |   |   |

Вимірювання пройденої відстані протягом 6-хвилинної ходьби (6-minutes walking distance – 6MWD) з поворотами по довгому рівному коридору ( $\geq 30$  м), у власному темпі пацієнта дозволяє оцінити субмаксимальну переносимість фізичного навантаження, що відповідає можливості виконання щоденних функцій. 6MWD у здорових осіб залежить від віку та становить  $\approx 600$  м у чоловіків та  $\approx 500$  м у жінок. Дистанція, пройдена пацієнтом за 6 хв, була критерієм визначення його функціональних можливостей.

Дослідження за результатами тесту із 6-хвилинною ходьбою показало, що толерантність до фізичного навантаження становила на початку дослідження  $407,47 \pm 11,21$  і  $410,32 \pm 10,44$  метрів у жінок основної групи і групи порівняння відповідно.

Після проведення фізичної терапії за запропонованою програмою ці показники у жінок ОГ вірогідно ( $p < 0,05$ ) збільшились і становили  $512,52 \pm 14,30$  метрів, що на 105,05 метрів більше.

В той же час у жінок групи порівняння цей показник лише мав тенденцію до зростання і складав  $464,17 \pm 15,44$  метрів, що з початковими значеннями більше на 53,85 метрів. Тобто кількість пройденої дистанції за 6 хвилин у жінок основної групи після проведеної фізичної терапії наближалась до значень, характерних для здорових людей і вірогідно ( $p < 0,05$ ) відрізнялась від аналогічних даних жінок групи порівняння.

На початку фізичної терапії вимірювання артеріального тиску виявило однорідність обох груп. Та після завершення програми реабілітації показники артеріального тиску більше змінилися в основній групі. Порівняння контрольованого вимірювання тиску жінок основної групи та групи порівняння наведено у таблиці 2.

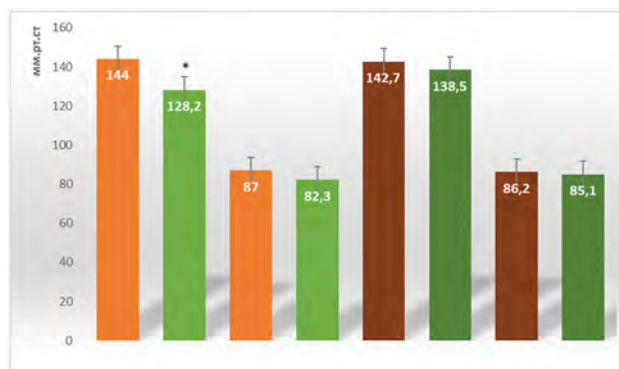
**Таблиця 2** – Показники артеріального тиску у обстежених жінок до проведення фізичної терапії (n = 24)

| Групи                    | АТ сист., мм рт. ст. |     | АТ діаст., мм рт. ст. |     |
|--------------------------|----------------------|-----|-----------------------|-----|
|                          | X                    | S   | X                     | S   |
| Основна група, n = 12    | 144,0                | 6,6 | 87,0                  | 6,5 |
| Група порівняння, n = 12 | 142,7                | 6,9 | 86,2                  | 5,9 |

**Примітки:** АТ сист. – систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.); АТ діаст. – діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.)

Аналіз показників артеріального тиску після проведення реабілітації виявив статистично значущі ( $p < 0,001$ ) позитивні зміни у жінок основної групи (в 87 % пацієнтів тиск нормалізувався) (рис. 1).

Середні показники артеріального тиску у жінок основної групи з  $144,0 \pm 6,6$  мм рт. ст. систолічного тиску знизились до  $128,2 \pm 8,9$  мм рт. ст., та діастолічного – знизились з  $87,0 \pm 6,5$  мм рт. ст.



**Рис. 1** – Показники артеріального тиску жінок основної групи та групи порівняння до та після проведення терапії

**Примітки:** по вісі абсцис – досліджені групи; по вісі ординат – показники АТ. Помаранчевий колір – показники АТ жінок ОГ до терапії; ярко зелений колір – показники АТ жінок ОГ після терапії; коричневий колір – показники АТ жінок ГП до терапії; темно зелений колір – показники АТ жінок ГП після терапії. Відрізки на стовпчиках – помилка середньої. \* – статистично значущі відмінності між показниками на рівні  $p < 0,05$ .

до  $82,3 \pm 4,1$  мм рт. ст. Тобто систолічний тиск знизився на 15,8 мм рт. ст., а діастолічний на 4,7 мм рт. ст., водночас у жінок групи порівняння артеріальний тиск знизився статистично не значущо. У жінок ГП на початку терапії показник систолічного артеріального тиску дорівнював  $142,7 \pm 6,9$  мм рт. ст., а після завершення –  $138,5 \pm 9,4$  мм рт. ст. Діастолічний тиск з  $86,2 \pm 5,9$  мм рт. ст. на початку терапії знизився до  $85,1 \pm 6,5$  мм рт. ст. по закінченню програми.

Статистично значуще знизився після програми ФТ лише показник систолічного артеріального тиску у жінок основної групи ( $p < 0,05$ ), всі інші показники в обох групах мали лише тенденцію до зниження. Зниження саме систолічного тиску обумовлено тим, що його показники залежать від загального периферійного опору судин, який пов'язано з норадренергічним тонусом ерготропної зони гіпоталамусу. Саме ця зона відповідає за загальний енергетичний стан організму і обробку баро- і хемоцеptiveвних рефлексорних зв'язків.

Зниження артеріального тиску у жінок основної групи після застосування розробленої програми, пов'язане з адекватним навантаженням усіх засобів терапії, які були внесені до програми фізичної терапії, а також точним дотриманням всіх рекомендацій у вільний від реабілітаційних занять час.

Зменшення як систолічного, так і діастолічного тиску у жінок основної групи було виражене, ніж в осіб групи порівняння, що свідчить про більшу ефективність розробленої програми терапії. Аналогічні дані зниження АТ у жінок при використанні комбінованих тренувань у жінок показана і в роботах інших авторів [10, 11, 12].

Підтримання артеріального тиску (АТ) на певному рівні і його зміна є результатом багатьох складних нейрогуморальних взаємодій [6, 9, 13, 14]. Відомо, що дослідження варіабельності ритму серця (ВРС), адекватно відображає функціональний стан і нейрогуморальну регуляцію, що використовується в експериментальних дослідженнях як індикатор ступеня напруженості регуляторних систем, яка виникає у відповідь на дію певного фактора [15].

Для демонстрації ефективності запропонованої програми фізичної терапії жінок, хворих на артеріальну гіпертензію, проаналізовано основні показники ВРС, що надають характеристику центральної і периферичної нейро-гуморальної ланки.

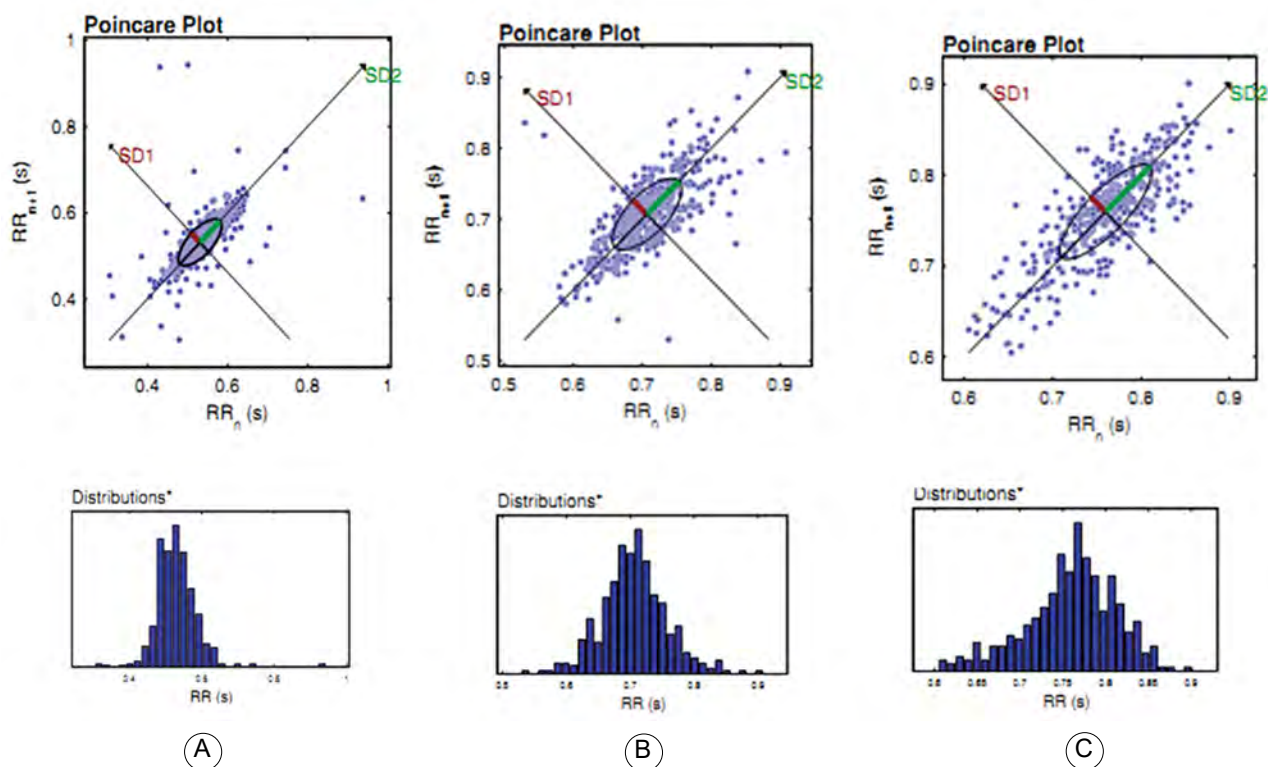
Побудова скаттерограм і варіаційних пульсограм відноситься до геометричних методів дослідження. На **рис. 2** представлені найбільш характерні скаттерограми і пульсограми жінок обох груп до та після проведення ФТ. На початку дослідження у жінок обох груп хмара скаттерограми зміщена в лівий нижній кут, мода ( $M_o$ , с) складала 0,58 с, амплітуда моди ( $A_{mo}$ , %) – 73,82 %, а варіаційний розмах ( $Dx$ , мс) дорівнював 155,09 мс. Такі результати можуть говорити про превалювання симпатичної ланки регуляції. За скаттерограмою та варіаційною пульсограмою жінок ОГ видно, що хмара скаттерограми розміщена в центрі, має вигляд еліпсу, мода ( $M_o$ , мс) дорівнювала 0,79 с,

амплітуда моди ( $A_{mo}$ , %) складала 44,36 %, варіаційний розмах ( $Dx$ , мс) – 247 мс.

Дані результати можуть вказувати на нормотонію і вагосимпатичний балас, що підтверджується частотними показниками ВРС. Жінкам ГП притаманні такі властивості скаттерограми, як розміщення хмарини в центрі площини, значення моди ( $M_o$ , мс) дорівнювало 0,70 с, амплітуда моди ( $A_{mo}$ , %) – 54,13 %, варіаційний розмах ( $Dx$ , мс) – 267,87 мс. За цими результатами також характерним є нормотонічний тип регуляції серцевого ритму. Але слід зауважити, що в даному випадку результат не є стабільним: спостерігається розсіювання хмари, що свідчить про можливу дезрегуляцію центральних, периферичних і гуморальних механізмів регуляції.

Запропонована програма була направлена на зростання варіативності серцевого ритму, а значить, на збільшення всіх варіантів життєдіяльності і адаптації. Показники ВРС досліджених жінок обох груп до та після проведеної фізичної терапії представлено в **таблиці 3**.

Показник SDNN показує стандартне відхилення для всіх RR-інтервалів і є умовним показником активності парасимпатичної нервової системи, в той час як показник AMo – симпатичної. Ці два показники у жінок основної групи вірогідно змінювались, в той час як у жінок групи порівняння мали тільки тенденцію до змін.



**Рис. 2** – Типові скаттерограми (зверху) і варіаційні пульсограми (знизу) жінок на початку дослідження (А) та після ФТ в ОГ (В) та ГП (С)

**Примітки:** На скаттерограмі: по вісі абсцис і ординат – діапазон R-R інтервалів. На пульсограмі: по вісі абсцис – діапазон R-R інтервалів, по вісі ординат – частота появи значень R-R інтервалів, %.

**Таблиця 3** – Показники варіабельності ритму серця жінок основної групи та групи порівняння до та після фізичної терапії (M±m, n = 24)

| Показник     | ОГ до терапії | ОГ після терапії | ГП до терапії | ГП після терапії |
|--------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
| SDNN, мс     | 50,05 ±6,75   | 67,30±4,98*. **  | 51,53 ±5,25   | 55,80 ±6,26      |
| AMo, %       | 73,50 ±6,24   | 55,23±5,81 *     | 72,82 ±7,80   | 68,28 ±6,44      |
| Mo, с        | 0,58±0,06     | 0,81±0,08*       | 0,58±0,07     | 0,67±0,07        |
| LF, %        | 47,9±5,44     | 26,3±1,47*. **   | 47,7±4,49     | 36,5±3,57*       |
| HF, %        | 27,9±2,51     | 49,7±4,29*. **   | 27,4±2,93     | 34,9±4,29        |
| VLF, %       | 14,21 ±3,24   | 54,25±6,31*. **  | 14,54 ±4,47   | 32,49 ±5,47*     |
| LF/HF, у. о. | 1,71±0,11     | 0,53±0,03*. **   | 1,70±0,18     | 1,04±0,06*       |

**Примітки:** \* – статистично значущі відмінності між показниками до та після фізичної терапії на рівні  $p < 0,05$ ; \*\* – статистично значущі відмінності між показниками жінок ОГ та ГП,  $p < 0,05$ ; LF/HF – баланс між активністю симпатичного і парасимпатичного відділів (у.о.), % VLF, % LF та % HF – відсоткове співвідношення дуже низьких, низьких та високочастотних хвиль серцевого ритму.

Мода (Mo) – значення інтервалу R-R, що найчастіше зустрічається. Відповідає найбільш вірогідному для даного періоду часу рівню функціонування регуляторних систем. Зростання цього показника у жінок обох груп свідчить про зростання функціонування синусного вузла серця під впливом парасимпатичного впливу.

LF, % – потужність спектра низькочастотного компоненту варіабельності серцевого ритму в % від сумарної потужності коливань. Характеризує відносний рівень активності вазомоторного центру. Бачимо, що цей показник вірогідно зменшувався у жінок обох груп, але у жінок ОГ це зменшення було більш суттєвим.

HF, % – потужність спектра високочастотного компоненту варіабельності серцевого ритму в % від сумарної потужності коливань. Характеризує відносний рівень активності парасимпатичної ланки регуляції. Рівень парасимпатичної регуляції вірогідно виріс (на 78%) у жінок ОГ, а у жінок ГП це зростання було всього лише 27%.

VLF, % – потужність спектра дуже низькочастотного компоненту ВСР в % від сумарної потужності коливань. Збільшення частки VLF - компонента відображає перехід з вегетативного (рефлекторного) рівня регуляції серцевої діяльності на більш повільний – гуморально-метаболический. Його вважають також показником витривалості і енергетичного забезпечення, тобто наявності ерготрофного ресурсу і профілю мозку. Цей компонент ВСР виріс в 3,8 рази у жінок ОГ і лише в 2,2 рази у жінок групи порівняння.

LF/HF – відношення середніх значень низькочастотного і високочастотного компонентів ВСР. Характеризує відносну активність підкоркового симпатичного нервового центру. Показує який відділ – симпатичний чи парасимпатичний превалює в забезпеченні виконуваної діяльності.

До проведення фізичної терапії (ФТ) цей показник у жінок обох груп був 1,7, що говорить про підвищення вагосимпатичного балансу за рахунок активації сипатоадреналових впливів. Після ФТ у жінок ОГ і ГП він вірогідно ( $p < 0,05$ ) знизився і складав  $0,53 \pm 0,03$  у.о. і  $1,04 \pm 0,06$  у.о відповідно. Але у жінок ОГ це зниження було в 2 рази більшим, ніж у жінок ГП. До того ж, у жінок ГП цей показник знаходиться майже на межі значень норми, яка складає 0,7-1,3.

Після проведеної комплексної терапії в обох групах спостерігалось достовірне покращення показників ВСР. У жінок ОГ спостерігали достовірне зниження активності симпатичної ланки спектру регуляції ВСР і підвищення парасимпатичної активності. У жінок ГП вірогідно знизився лише симпатичний компонент з паралельною тенденцією до підвищення парасимпатичного компонента. При цьому співвідношення LF/HF суттєво (в 2 рази) знизилось у жінок ОГ, у жінок ГП цей показник також вірогідно знизився на 38%.

При реєстрації ЕКГ для розрахунку показників ВСР всім пацієнтам проводилась дихальна проба: гіпервентиляція (3 хвилини глибокого дихання), що дозволяє виявити реакцію на навантаження. Досить показовим в цьому сенсі є показник VLF, який розглядають як показник витривалості і в адаптованому організмі при навантаженні (гіпервентиляції) він повинен рости [15]. Слід відзначити, що у 100% жінок основної групи після проведеного курсу фізичної терапії так і спостерігалось, хоча на початку дослідження така ситуація відзначалась лише у 60 % жінок. Стосовно жінок ГП, то цей показник при гіпервентиляції так і лишився в межах 60%, хоча спостерігалась тенденція до його зростання.

Аналіз регуляторних впливів на серцеву діяльність, отриманий по показникам ВСР після застосування ФТ показав високий вклад надсегментарних ерготропних структур і гуморальних регуляторних факторів (підвищення відсотку VLF). На противагу вихідним значенням, коли переважала активність симпатичної ланки (вагосимпатичний індекс перевищує норму) і вегетативний баланс характеризувався перевагою симпатичного впливу (високий рівень LF,  $p < 0,05$ ), показники ВСР після ФТ характеризувались нормалізацією вегетативної діяльності.

Під час аналізу ЕКГ крім підрахунку показників ВСР, особливу увагу приділяли інтервалу QT. Тривалість інтервалу Q-T на ЕКГ (електрична

систола серця) відображає тривалість процесів деполяризації і реполяризації в клітинах міокарду, які виникають в результаті руху іонів у клітину ззовні і навпаки і який контролюється  $K^{+}$ -,  $Na^{+}$ -,  $Ca^{2+}$ -каналами, енергетичне забезпечення яких здійснюється  $Mg^{2+}$ -залежною АТФазою [16]. Причини порушення цих процесів ведуть до подовження інтервалу Q-T – тобто до сповільненої і асинхронної де- і реполяризації кардіоміоцитів шлуночків. Подовження QT означає, що відновлення заряду серцевого м'язу між скороченнями займає більше часу, ніж зазвичай. Якщо у людини зареєстровано пролонгований QT, то це означає, що вона наражається на ризик аритмій, непритомного стану, зупинки серця або раптової смерті [15, 16]. Нормальні показники коригованого QT: 320-450 мс для чоловіків і 320-460 мс для жінок. До того ж, жіноча стать є фактором ризику подовження інтервалу [15].

Тривалість інтервалу QT та фактори ризику його подовження необхідно особливо ретельно регулярно монітувати, особливо у хворих на артеріальну гіпертензію. Саме тому ретельно оцінили цей показник у жінок досліджених груп, що представлено в **таблиці 4**.

**Таблиця 4** – Показник тривалості інтервалу QT ЕКГ жінок основної групи та групи порівняння до та після фізичної терапії ( $M \pm m$ ,  $n = 24$ )

| Показник | ОГ до терапії | ОГ після терапії | ГП до терапії | ГП після терапії |
|----------|---------------|------------------|---------------|------------------|
| QT, мс   | 420,05 ± 3,75 | 360,30 ± 4,98*   | 419,53 ± 3,25 | 390,80 ± 3,26*   |

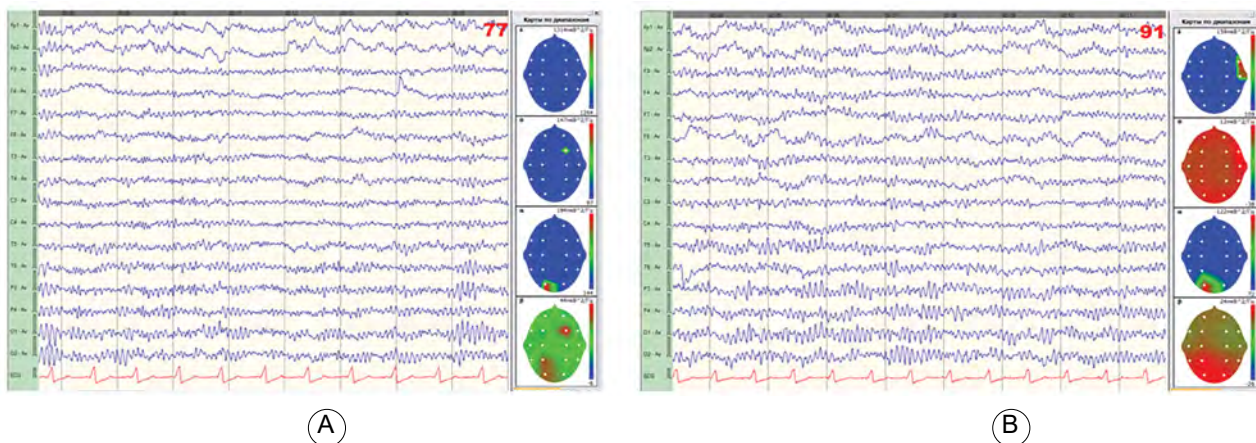
**Примітка:** \* – статистично значущі відмінності між показниками до та після фізичної терапії на рівні  $p < 0,05$ .

Бачимо, що на початку дослідження показник тривалості інтервалу QT ЕКГ жінок обох груп був на межі верхньої границі норми, яке при нормальних

максимальних величинах QT становить 0,42 или 0,44 с. Після проведення ФТ цей інтервал вірогідно знизився. Але у жінок ОГ це зниження складало 59,75 мс, а у жінок ГП 28,73 мс, що біль ніж в два рази менше. Тобто зменшення цього показника свідчить про збільшення швидкості проведення по міокарду. Це, в свою чергу, забезпечується синхронізованими процесами збудження і скорочення, що позитивно впливає на функціональні можливості і резерви серцевого м'язу.

Дослідження ЕЕГ дозволяло визначати нормальні корково-підкіркові взаємовідносини та переважний рівень їх порушення (кірковий, таламічний, гіпоталамічний та стовбуровий), ступінь порушення нейродинамічних процесів, а також стан балансу процесів збудження та гальмування [17, 18]. Під час дослідження ЕЕГ особливу увагу звертали на провідний ритм і оцінювали його потужність і частоту. Оцінювали, насамперед, основний низькочастотний ( $\alpha$ -ритм) чи високочастотний  $\beta$  ритми. При аналізі ЕЕГ аналізували частоту, амплітуду, форму, тривалість, характер розподілу цих хвиль. Альфа ( $\alpha$ )-ритм, це ритм з частотою 8-13/с і амплітудою до 100 мкВ. Він має найбільшу амплітуду в стані спокійного неспання, особливо при закритих очах, виражен більшою мірою в потиличних зонах кори. Бета ( $\beta$ )-ритм має більшу частоту – 14-40/с і амплітуду до 20 мкВ, реєструється у відповідь на активацію кори, стимуляцію, емоційне збудження, а також під час дрімання і у парадоксальній стадії сну.

До проведення фізичної терапії (**рис. 3, А**) у всіх досліджених жінок провідним був  $\alpha$ -ритм. Після проведення фізичної терапії (**рис. 3, В**) в 100% випадку у жінок ОГ знизилась потужність і в 85% частота  $\alpha$ -ритму. У жінок ГП ці показники становили 74% і 60% відповідно. Така ситуація характеризує менш збуджений і більш продуктивний стан мозку.



**Рис. 3** – Типові записи ЕЕГ жінок ОГ на початку дослідження (А) та після проведення ФТ (В)

**Примітка:** На запису ЕЕГ зліва – 16 каналний запис нативної ЕЕГ; справа – візуалізація потужності хвиль в різних ділянках мозку.

Зниження нейрональної збудливості позитивно впливає на фази і тривалість сну. Статистичні кореляції не проводились, але у 60% жінок в наявності були фітнес-браслети, які реєстрували тривалість та фази сну. По суб'єктивним критеріям жінок сон нормалізувався: вони легше засинали і менше прокидалися вночі без поважних причин. По показникам фітнес браслетів фаза глибокого сну зросла. На початку дослідження вона складала менше 20% всій тривалості сну, а після ФТ – до 35%. Тобто зниження амплітудно-частотних характеристик ЕЕГ призвело до нормалізації показників сну. А це свідчить, що нейрофізіологічні характеристики кори і стану мозку призводять до нормалізації енергетичного балансу, що в свою чергу відображається на показник вегетативного балансу і діяльності серцево-судинної системи [19, 20, 21]. Останніми дослідженнями показано, що існує кореляція між підвищенням АТ, структурними змінами судин і активністю симпатичної нервової системи, але фізична активність запобігає підвищенню тиску і ламає кореляційні зв'язки [22, 23].

Таким чином, розроблена та презентована в даному дослідженні програма фізичної терапії викликала адаптаційні зміни, які полягають у підвищенні толерантності до фізичного навантаження, зниженні артеріального тиску, нормалізації вагосимпатичного балансу, що призвели до збільшення енергетичного резерву, який може бути реалізований під час адаптаційних реакцій.

#### Висновки

1. Запропонована та презентована програма фізичної терапії жінок, хворих на артеріальну гіпертензію складається з трьох періодів – підготовчого (протягом перших 2 тижнів), основного (10 тижнів) та закріплюючого (4 тижні). На підготовчому етапі особи оволодівали знаннями про їх захворювання, що формувало в них моти-

вацію до занять фізичною реабілітацією, оволодівали новими вмивами і аутотренінгом, адаптувались до навантаження, нормалізували режим дня і харчування, вивчали вправи для самостійних занять. Під час основного етапу пацієнтам поступово збільшували фізичне навантаження, створювали дефіцит харчування. На закріплюючому періоді підтримували інтенсивність та обсяг навантаження тренувань, збільшували інтенсивність аеробного навантаження, оновлювали дієту відповідно до нових енерговитрат.

2. Ефективність розробленої програми фізичної терапії жінок середнього віку з артеріальною гіпертензією відзначилась на поліпшенні показника 6-хвилинного тесту у жінок ОГ на 105,05 метрів ( $p < 0,05$ ); зниженні систолічного та діастолічного тиску до  $128,2 \pm 8,9$  мм. рт. ст і  $82,3 \pm 4,1$  мм. рт. ст ( $p < 0,05$ ) відповідно; співвідношенні активності симпатичного до парасимпатичного відділів за показниками варіабельності ритму серця з  $1,7 \pm 0,11$  до  $0,53 \pm 0,03$  ( $p < 0,05$ ), за рахунок зниження симпатичної і підвищення парасимпатичної активності, що також проявлялось в скороченні інтервалу QT. Після проведення фізичної терапії в 100% випадку у жінок ОГ знизилась потужність і в 85% частота  $\alpha$ -ритму, що свідчило про зниження збудливості і підвищення енергоємності центральних процесів.

**Перспективи подальших досліджень.** В подальшому планується адаптація розробленої програми до контингенту чоловіків середнього віку, які мають артеріальну гіпертензію початкового ступеня, а також використання програми для профілактики артеріальної гіпертензії у здорових людей.

#### References

1. Gorbas IM. Programa profilaktiki i likuvannya arterialnoyi gipertenziyi v Ukraini: pidsumki vykonannya [The program of prevention and treatment of arterial hypertension in Ukraine: results of performance]. *Zdorov'ya Ukraini*. 2011;3:32-34. [Ukrainian]
2. Bojchuk TM. Arterialna gipertenziya - problema sгодennya [Hypertension is a problem of agreement]. *Bukovinskij medichnij visnik*. 2013;2(66):3-8. [Ukrainian]
3. Kalmikova YuS, Kalmikov SA, Sadat KN. Zastosuvannya zasobiv fizichnoyi terapiyi u vidnovnomu likuvanni gipertonichnoyi hvorobi [The use of physical therapy in the rehabilitation of hypertension]. *Fizichna rehabilitaciya ta rekreacijno-ozdorovchi tehnologii*. 2017;1:16-26. [Ukrainian]
4. Kovalova OM. Vikovi osoblivosti arterialnoyi gipertenziyi u zhinok [Age features of arterial hypertension in women]. *Ukrayinskij terapevtichnij zhurnal*. 2012;2:110-115. [Ukrainian]
5. Lomakovskij A. Fizicheskaya rehabilitaciya pacientov s arterialnoj gipertoniej [Physical rehabilitation of patients with arterial hypertension]. *Molodizhnyj naukovij visnik Shidnoyevropejskogo nacionalnogo universitetu imeni Lesi Ukrayinki. Fizichne vihovannya i sport*. 2014;16:134-139. [Russian]
6. Pedayeva VO. Programa fizichnoyi rehabilitaciyi zhinok pohilogo viku, hvorih na gipertonichnu hvorobu II stupenya [Program of physical rehabilitation of elderly women with second-degree hypertension]. *Naukovij chasopis NPU imeni MP Dragomanova*. 2015;4:63-65. [Ukrainian]



7. Shapovalova IV, Zaharina YeA. Zasobi fizichnoyi terapiyi pri arterialnij gipertenziji u zhinok pohilogo viku [Means of physical therapy for hypertension in elderly women]. *Sportivna medicina, fizichna terapiya ta ergoterapiya*. 2019;2:98-101. [Ukrainian]
8. Laddu DR, LaMonte MJ, Haring B, Kim H, Cawthon P, Bea JW, et al. Longitudinal physical performance and blood pressure changes in older women: Findings from the women's health initiative. *Arch Gerontol Geriatr*. 2022 Jan-Feb;98:104576. PMID: 34826770. doi: 10.1016/j.archger.2021.104576
9. Petelina TI, Bykova SG, Avdeeva KS, Musihina NA, Gapon LI, Zueva EV. Rol lechebnoj fizkultury v korrekcii parametrov sutochnogo monitorirovaniya arterialnogo davleniya, rigidnosti sosudistoj stenki i narusheniya mineralnogo obmena kostnoj tkani u pacientok s arterialnoj gipertoniej v postmenopauze [The role of therapeutic exercises in blood pressure correction, vascular wall stiffness and disorders of bone and mineral metabolism in postmenopausal hypertensive patients]. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 2021;98(1):22-30. [Russian]. PMID: 33605126. doi: 10.17116/kurort20219801122
10. Mariano IM, Dechichi JGC, Matias LAS, Rodrigues ML, Batista JP, de Souza TCF, et al. Ambulatory blood pressure variability and combined exercise training: comparison between hypertensive and normotensive postmenopausal women. *Blood Press Monit*. 2020 Dec;25(6):338-345. PMID: 32815922. doi: 10.1097/MBP.0000000000000480
11. Matias LAS, Mariano IM, Batista JP, de Souza TCF, Amaral AL, Dechichi JGC, et al. Acute and chronic effects of combined exercise on ambulatory blood pressure and its variability in hypertensive postmenopausal women. *Chin J Physiol*. 2020 Sep-Oct;63(5):227-234. PMID: 33109789. doi: 10.4103/CJP.CJP\_61\_20
12. Xi H, He Y, Niu Y, Sui X, Zhang J, Zhu R, et al. Effect of combined aerobic and resistance exercise on blood pressure in postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Exp Gerontol*. 2021 Nov;155:111560. PMID: 34560198. doi: 10.1016/j.exger.2021.111560
13. *Rekomendaciyi ukrayinskoyi asociaciyi kardiologiv shodo profilaktiki ta likuvannya arterialnoyi gipertenziji* [Recommendations of the Ukrainian Association of Cardiologists for the prevention and treatment of hypertension]. K; 2013. 79 s. [Ukrainian]
14. Khyts AR. ISH 2020: onovleni klinichni rekomendaciyi, nova klasifikaciya arterialnoyi gipertenziji ta sproshhena klasifikaciya kardiovaskulyarnogo riziku [ISH 2020: updated clinical guidelines, new classification of hypertension and simplified classification of cardiovascular risk]. *Ukrayinskij medichnij chasopis*. 2020. [Ukrainian]. Available from: <https://www.umj.com.ua/article/180785/ish-2020-onovleni-klinichni-rekomendatsiyi-nova-klasifikatsiya-arterialnoyi-gipertenziji-ta-sproshhena-klasifikatsiya-kardiovaskulyarnogo-riziku>
15. *Vegetativnye rasstrojstva: klinika, diagnostika, lechenie* [Autonomic disorders: clinic, diagnosis, treatment]. Pod red AM Vejna. M: OOO «Medicinskoe informacionnoe agenstvo»; 2010. 640 s. [Russian]
16. Tisdale JE. Drug-induced QT interval prolongation and torsades de pointes: Role of the pharmacist in risk assessment, prevention and management. *Can Pharm J (Ott)*. 2016;149(3):139-152. PMID: 2721296.5 PMCID: PMC4860751. doi: 10.1177/1715163516641136
17. Zenkov LR. *Klinicheskaya elektroencefalografiya s elementami epileptologii* [Clinical electroencephalography with elements of epileptology]. M: MEDpress-inform; 2016. 356 s. [Russian]
18. Ivanova OM, Ivanova MA. Znachenie EEG v ocnenke lecheniya arterialnoj gipertenzii [The significance of EEG in the evaluation of arterial hypertension treatment]. *Zh Nevrol Psihiatr im SS Korsakova*. 2018;118(8):72-74. [Russian]. PMID: 30251981. doi: 10.17116/jnevro201811808172
19. Chen CW, Kuo TB, Chen CY, Yang CC. Reduced capacity of autonomic and baroreflex control associated with sleep pattern in spontaneously hypertensive rats with a nondipping profile. *J Hypertens*. 2017 Mar;35(3):558-570. PMID: 28005575. doi: 10.1097/HJH.0000000000001205
20. Costello HM, Gumz ML. Circadian Rhythm, Clock Genes, and Hypertension: Recent Advances in Hypertension. *Hypertension*. 2021 Nov;78(5):1185-1196. PMID: 34601963. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.121.14519
21. Douma LG, Gumz ML. Circadian clock-mediated regulation of blood pressure. *Free Radic Biol Med*. 2018 May 1;119:108-114. PMID: 29198725. PMCID: PMC5910276. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2017.11.024
22. Li JY, Chen CW, Liu TH, Kuo TB, Yang CC. Exercise Prevents Hypertension and Disrupts the Correlation Between Vascular Sympathetic Activity and Age-Related Increase in Blood Pressure in SHR. *Am J Hypertens*. 2019 Oct 16;32(11):1091-1100. PMID: 31342054. doi: 10.1093/ajh/hpz115
23. Lemos MP, Mota GRD, Marocolo M, Sordi CC, Chriguer RS, Barbosa Neto O. Exercise Training Attenuates Sympathetic Activity and Improves Morphometry of Splenic Arterioles in Spontaneously Hypertensive Rats. *Arq Bras Cardiol*. 2018 Mar;110(3):263-269. PMID: **29694556**. PMCID: PMC5898777. doi: 10.5935/abc.20180053

UDC 796:616. 12-008. 331.1-085

**Effect of Physical Therapy Program on Improving the Functional Condition of the Cardiovascular System in Middle Aged Women with Hypertension****Liashenko V. P., Odynets T. Ye., Lukashov S. M.**

**Abstract.** *The purpose of the study was to prove the effectiveness of the developed program of physical therapy for women with hypertension based on the indicators of the functional state of the cardiovascular system.*

**Materials and methods.** The paper presents an analysis and generalization of modern scientific and methodological literature of domestic and foreign authors according to the Internet and the PubMed resource. A large group of medical and biological methods was used: 6-minute walk test, tonometry, registration of electrocardiogram, electroencephalogram and heart rate variability.

**Results and discussion.** Based on the analysis of literature sources, it was found that in the problem of physical therapy of people with hypertension there are a number of unresolved issues regarding their use for effective recovery and increase adaptability. The program of physical therapy for women with hypertension was developed based on data on the etiology and pathogenesis of the disease, as well as data from previous examinations. That is why the therapies were selected according to their effect on the mechanisms of blood pressure regulation.

After physical therapy according to our proposed program, the 6-minute test in women of the main group probably ( $p < 0.05$ ) increased and amounted to  $512.52 \pm 14.30$  meters, which is 105.05 meters more. In women of the comparison group, this figure increased by 50.5 meters. Statistically significant ( $p < 0.05$ ) decreased systolic and diastolic pressure to  $128.2 \pm 8.9$  mm Hg and  $82.3 \pm 4.1$ , respectively. In the women of the comparison group, these reductions were not statistically significant. The ratio of sympathetic to parasympathetic activity in terms of heart rate variability changed in women of the main group from  $1.7 \pm 0.11$  to  $0.53 \pm 0.03$  ( $p < 0.05$ ), due to a decrease in sympathetic and increased parasympathetic activity, which also manifested in a reduction in the QT interval of the electrocardiogram. In women of the comparison group, the ratio of sympathetic to parasympathetic activity changed from  $1.7 \pm 0.18$  to  $1.04 \pm 0.06$  ( $p < 0.05$ ).

After physical therapy in 100% of cases in women of the main group the power and in 85% the frequency of  $\alpha$ -electrocardiogram rhythm decreased, which indicated a decrease in excitability and increased energy intensity of central processes. In women of the comparison group, these figures were 74% and 60%, respectively.

**Conclusion.** The data obtained indicate the feasibility of selected means and methods of physical therapy for middle-aged women with hypertension.

**Keywords:** hypertension, physical therapy, electrocardiography, heart rate variability, electroencephalography.

**ORCID and contributionship:**Valentyna P. Liashenko : 0000-0001-5849-278X<sup>A,B,C,D,E,F</sup>Tatyana Ye. Odynets : 0000-0001-8613<sup>A,D,E,F</sup>Serhii N. Lukashov : 0000-0002-4707-2226<sup>A,B,C,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****Valentyna P. Liashenko**

Scientific-consultative diagnostic medical center "Headache"

14/7B, Cathedral Square, Dnipro 49027, Ukraine

tel. +380506040717, e-mail: lyashenkovp@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.*

Стаття надійшла 14.12.2021 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування