



УДК 004.9 + 615.8

JUSTIFICATION OF THE USE OF THE HEART RATE VARIABILITY ASSESSMENT METHOD AS AN ELECTRONIC HEALTH TOOL IN PHYSICAL THERAPY BASED ON THE EXPERIENCE OF PREVIOUS RESEARCHERS

ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ЯК ЗАСОБУ ЕЛЕКТРОННОГО ЗДОРОВ'Я У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ НА ОСНОВІ ДОСВІДУ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДНИКІВ

Surin D.O. / Сурін Д.О.

graduate student of the 2nd year of study/аспірант II року навчання

ORCID ID: 0000-0002-9059-285X

Zaikina H.L. / Заїкіна Г.Л.

c.p.s., as.prof. / к.психол.н. доц.

ORCID ID 0000-0003-3094-4259

Semenikhina O.V. / Семеніхіна О.В.

d. p. s. , pro. f/ д.п.н., проф.

ORCID ID 0000-0002-3896-8151

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка,

Суми, Роменська 87, 40002

Sumy state pedagogical university named after A. S. Makarenko,

Sumy, Romenska 87, 40002

Анотація. У статті представлено аналіз проблеми використання методу оцінки варіабельності серцевого ритму як одного із засобів електронного здоров'я, який дозволяє контролювати функціональний стан осіб під час різного роду навантажень, а також визначати ефективність впливу індивідуальних програм з фізичної терапії. Представлено результати досліджень даного питання науковцями різних галузей. На основі глибокого аналізу літературних джерел підтверджена ефективність зазначеного методу у вирішенні питань оцінки реакції організму на різного роду навантаження. Підтверджена можливість використання методу оцінки варіабельності серцевого ритму як індикатору успішної адаптації організму людини до індивідуальних програм з фізичної терапії.

Ключові слова: електронне здоров'я, варіабельність серцевого ритму, спектральні показники, індекс напруження, вегетативний баланс, адаптація, функціональний стан

Вступ.

Сьогодні питання впровадження засобів електронного здоров'я у сферу фізичної терапії є надзвичайно актуальним, адже вони не лише дозволяють контролювати функціональний стан пацієнта, здійснювати статистичну обробку даних, а й аналізувати успішність адаптації організму до певних видів навантажень. Звісно, усіх практиків хвилює питання надійності, об'єктивності, простоти використання та неінвазивності таких засобів. Дані характеристики



мають прилади та програмне забезпечення, що дозволяють оцінювати варіабельність серцевого ритму людини, причому порівнюючи зміни її динаміки під час виконання певного виду діяльності з даними у стані спокою. Тому існує необхідність провести аналіз результатів досліджень науковців, які використовували зазначені обладнання та методики.

Основний текст.

Загальновідомо, що варіабельність – це властивість усіх біологічних процесів, пов'язана з необхідністю пристосування організму до змін умов навколишнього середовища. Варіабельність серцевого ритму (ВСР) відображає вплив сигналів керування, що настроюють клітини, органи чи системи для збереження гомеостазу та адаптації організму до нових умов. Враховуючи, що саме серцево-судинна система першою реагує на зміни як навколишнього середовища, так і внутрішнього, можна припускати, що через дану систему можна отримати інформацію про активність симпато-адреналової системи, адаптаційні механізми всього організму та підтримку гомеостазу.

Особливу роль у підтриманні гомеостазу та формуванні пристосувальних реакцій організму, як відомо, відіграє симпато-адреналова система. Тому ряд науковців використовують оцінку ВСР для встановлення взаємозв'язку між нейровегетативними та гормональними системами організму, зазначаючи, що доцільно використовувати статистичні та спектральні її характеристики, що може слугувати способом оцінки адаптації організму до певних умов [1, 6, 7, 10, 17].

За даними Робочої групи Європейського кардіологічного товариства та Північноамериканського товариства кардіостимуляції та електрофізіології, показники ВСР відображають життєво важливі показники управління фізіологічними функціями організму – вегетативний баланс й функціональні резерви механізмів його керування, що підтверджують і ряд дослідників [3, 8, 10, 14, 20]. Стан вегетативної нервової системи та механізмів регуляції у сучасних наукових дослідженнях популярно оцінюється за допомогою статистичних та спектральних показників, рекомендованих як міжнародні стандарти [3, 12, 14,



17, 23]. Крім того, на думку більшості дослідників, показники ВСР характеризуються інформативністю, простотою реєстрації, а також швидко реагують на зміни рівня психічного і фізичного напруження, що є одним із важливих критеріїв під час вибору методик оцінки міри напруження організму пацієнтів фізичних терапевтів, як вже зазначалося вище [1,2, 4, 8, 9, 12, 15, 16, 21]. Слід відмітити, що індивідуальний спектр ВСР знаходиться у стійкому функціональному стані протягом тижнів, місяців і, навіть, років, тому може бути використаний і для оцінки вегетативного тону, що ще більше підвищує рейтинг зазначеної методики у структурі засобів електронного здоров'я. На практиці про вегетативний тонус людини судять за величинами інтегративних вегетативних показників, які реєструються у стані розслабленої бадьорості [7, 12, 14].

У науковій літературі традиційним та класичним вважається уявлення про ВСР як про метод вивчення вегетативного балансу взаємодії симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи. Завдяки залученню спектрального аналізу ВСР з'явилась можливість оцінювати реальний динамічний баланс нейровегетативних впливів на серце за співвідношенням амплітуд або площ високочастотного (HF) та низькочастотного (LF) піків спектру ритму серця [3, 5, 7, 12, 23]. Крім того, Робоча група Європейського кардіологічного товариства та Північноамериканського товариства кардіостимуляції та електрофізіології ще з кінця минулого століття пропонує використовувати індекс симпатико-парасимпатичного балансу (LF/HF). Але інші автори зазначають, що неможливо оцінити даний баланс в умовах, коли одна із коливань спектру відсутня, як це іноді спостерігається під час досліджень дітей, або різко знижується, як це відбувається у хворих з хронічною серцевою недостатністю або неврологічною патологією [10, 11, 13, 16, 18].

Під час фізіологічної інтерпретації показників ВСР науковці різних сфер використовують загальновизнані трактування. Так, зміни (модуляції) парасимпатичної активності оцінюють за кількісними значеннями потужності HF – високочастотні складові, що формуються дихальними хвилями. Про



барорефлекторні впливи на серцево-судинну систему судять за показником LF, який відображає низькочастотні складові спектру ВСР, що пов'язані з повільними коливаннями, які часто називають середньочастотними. Модуляції симпатичної активності найчастіше оцінюють за показниками LF, або потужності дуже низькочастотних компонентів ВСР (VLF) [3, 9, 12, 14, 16, 18, 19, 22]. Але природа LF компоненту достатньо дискусійна. Одні автори вважають, що LF виступає маркером симпатичних впливів, особливо, коли вимірюється у відносних одиницях [3, 14, 18]. На думку інших авторів – забезпечується впливом як симпатичних, так і вагальних механізмів барорефлекторної регуляції ритму серця [9, 12, 16, 22]. Фізіологічна природа VLF-компоненту найменш вивчена.

Крім оцінки спектральних показників, серед методів аналізу ВСР визначають і статистичні характеристики. Серед них найчастіше використовують: RR (NN) – показник середньої тривалості інтервалів RR (зворотна величина ЧСС), що відображає кінцевий результат регуляторних впливів на синусів ритм балансу, який склався між парасимпатичними та симпатичними відділами ВНС [3, 5, 7, 9, 12, 22, 23], причому, аналіз наукових джерел дозволив зробити висновки про те, що існують вірогідні статеві відмінності за цим показником: у жінок динаміка тривалості кардіоінтервалів статистично менша, ніж у чоловіків [10, 13, 15, 19].

Крім того, на основі детального вивчення досвіду попередніх науковців, вдалося підсумувати, що: SDNN – стандартне відхилення R-R-інтервалів – характеризує стан механізмів регуляції та надає можливість оцінити ефект впливів на синусів вузол симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи; RMSSD (квадратний корінь з середнього значення квадратів різниць величин послідовних інтервалів R-R) відображає активність парасимпатичного ланцюга вегетативної регуляції; pNN50% – показник відсотка послідовних інтервалів NN, різниця між якими перевищує 50 мс; триангулярний індекс – інтеграл щільності розподілення, віднесений до максимуму щільності розподілення, який відображує загальну варіабельність



ритму і залежить у більшій мірі від низькочастотних складових; індекс напруження регуляторних систем дозволяє кількісно оцінити ступінь напруження регуляторних впливів центральної та вегетативної нервових систем [3, 4, 5, 8, 12, 14, 18, 20].

Ряд проаналізованих робіт з проблеми використання ВСР присвячені вивченню стану вегетативної регуляції в залежності від рівня тривожності та депресії. На основі цих досліджень було встановлено, що емоційні розлади призводять до зниження загальної ВСР, на що вказують величини SDNN та RMSSD. Підсумовуючи результати зазначених досліджень, можна припустити, що при наявності у людей виражених емоційних розладів тривожно-депресивного спектру, баланс симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС має характер напруженої взаємодії.

Показникам ВСР надають перевагу ряд авторів, що досліджують адаптацію організму людей з різними типологічними властивостями вищої нервової діяльності до розумових навантажень (Макаренко М.В., 2012; Лизогуб В.С., 2018, Калиниченко І.О., 2019, Заїкіна Г.Л., 2021 та інші). Автори відмічають, що під час розумового напруження у людей з високою функціональною рухливістю нервових процесів відбувається зниження серцевого індексу, варіативності серцевого ритму за SDNN, показником відносної парасимпатичної активності (HF_n), у порівнянні зі станом спокою, що свідчить про більш економічне пристосування серця разом зі значним напруженням регуляторних процесів. Інші автори, зокрема, Г. Коробейніков, М. Харковлюк, під час дослідження вегетативної регуляції розумової працездатності операторів, надають перевагу показнику дисперсії кардіоінтервалів, вважаючи його найбільш інформативним показником. На основі аналізу цього показника, ними було доведено, що у осіб з високим рівнем працездатності під час виконання завдання розумового характеру, спостерігається більша напруженість системи регуляції ритму серця, ніж у осіб з низьким її рівнем, а це, на їх думку, вказує на наявність детермінованого типу регуляції ритму серця у обстежених з високим рівнем розумової працездатності. Загалом, за сучасними уявленнями дисперсія



кардіоінтервалів відображає міру напруження системи регуляції ритму серця. За фізіологічними механізмами дисперсія кардіоінтервалів є результатом взаємодії центрального та автономного контурів регуляції ритму серця за рахунок впливів симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи, тобто зазначений показник можна вважати прогностичним для визначення напруження та наявності чи відсутності втручання центральних механізмів регуляції ВСР під час діяльності.

Над дослідженням особливостей ВСР, особливо пов'язаних з віком, плідно працюють спеціалісти наукової школи Інституту геронтології АМН України, результати дослідження яких підтверджують необхідність врахування віку під час інтерпретації отриманих показників ВСР. У наукових дослідженнях впливу різного роду навантажень на організм людини більш значимим виступають уявлення про ВСР як про показник адаптаційних реакцій організму, індикатор стресу, високого напруження адаптаційних резервів [6, 12, 15, 16, 19, 21, 22]. Застосування такого підходу знайшло відображення у численних роботах фізіологів, психофізіологів, лікарів, у той час як інформації про використання приладів і програмного забезпечення для оцінки ВСР фізичними терапевтами у своїй практичній діяльності знайдено не достатньо (Ільїн В.М., 2018; Одинець Т.Є., 2019; Гейко А.В., 2021 та ін.)

Висновки.

Таким чином, дослідження зарубіжних та вітчизняних авторів доводять об'єктивність показників ВСР у дослідження реакцій організму на навантаження різного роду та інтенсивності, причому сама методика їх визначення може бути застосована при обстеженні як практично здорових людей, так і для хворих з найрізноманітнішими патологіями: захворюваннями серцево-судинної, нервової, дихальної систем, опорно-рухового апарату, вегетативними дисфункціями тощо. Враховуючи високу надійність та загальне визнання у наукових колах, даний метод може бути застосований і у сфері фізичної терапії під час оцінки ефективності програми реабілітації пацієнтів, а також міри напруження організму під час виконання елементів попередньо розроблених



оздоровчих, корекційних, реабілітаційних тощо програм. Тому питання формування навичок використання приладів та програмного забезпечення для оцінки варіабельності серцевого ритму як одного із засобів електронного здоров'я у майбутніх фізичних терапевтів є надзвичайно актуальним.

Література

1. Prabha A., Trivedi A., Kumar A. A. and Kumar C. S. Automated system for obstructive sleep apnea detection using heart rate variability and respiratory rate variability. *International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, 2017. P. 1303–1307. doi: <https://doi.org/10.1109/ICACCI.2017.8126021>
2. Braga L., Prado G., Umeda I., Kawauchi T., Taboada A., Azevedo R. et al. Reproducibility for Heart Rate Variability Analysis during 6-Min Walk Test in Patients with Heart Failure and Agreement between Devices. *PLOS ONE*. 2016. №11(12): e0167407. doi: [10.1371/journal.pone.0167407](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167407)
3. Shaffer F., Ginsberg J. P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front Public Health*. Sep. 2017. Vol. 5. doi: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
4. Giles D., Draper N. Heart Rate Variability During Exercise. *J Strength Cond Res*. 2018. №32(3). P. 726–735. doi: [10.1519/JSC.0000000000001800](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001800)
5. Hernando D., Garatachea N., Almeida R., Casajús J., Bailón R. Validation of Heart Rate Monitor «Polar RS800» for Heart Rate Variability Analysis During Exercise. *J Strength Cond Res*. 2018. № 32(3). P: 716–725. doi: [10.1519/JSC.0000000000001662](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001662)
6. Postranskyu T., Boikiv M. Influence of mountain traffic conditions on the functional state of a bus driver. *Transport technologies*. 2021. Vol. 2. № 2. P. 20–29. <https://doi.org/10.23939/tt2021.02.020>
7. Kolesnyk A., Yukhymenko L. Зв'язок між вегетативними та нейродинамічними функціями у дітей 5–7 років. *Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series*. №2. 2023. С. 36–45.



8. Krylova V., Ivashko A., Petrenko O. Аналіз варіабельності серцевого ритму за допомогою штучних нейронних мереж. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. 2024. № 1(75). С. 109–114.

9. Pryimak M. Оцінка варіабельності серцевого ритму на основі періодичних функцій із змінним періодом. *In Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference*. 2023. № 6. С. 135–138.

10. Артеменко М.Є., Рудік Н.В., Сідора А.О., Ільченко І.А. Вплив показників роботи серця-частоти серцевих скорочень і варіабельності серцевого ритму на перебіг хронічної серцевої недостатності у хворих з артеріальною гіпертензією. Стратегічні напрямки розвитку науки: фактори впливу та взаємодії: матеріали міжнародної наукової конференції, Суми, 22 травня 2020 року. Суми : МЦНД, 2020. Т. 2. С. 74–76.

11. Вадзюк С.Н., Табас П. С. Прогнозування кардіо-респіраторної витривалості в осіб із різним рівнем артеріального тиску. *Перспективи та інновації науки. Серія: Педагогіка, Психологія, Медицина*. 2023. № 14 (32). С. 926–940.

12. Вовканич Л. С., Соколовський В. М., Борецький Ю. Р., Бергтраум Д. І., Крась С. І. Точність визначення тривалості кардіоінтервалів при застосуванні програмно-апаратного комплексу «ритм» в умовах виконання фізичних навантажень. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. Том 5. № 6 (28). С. 342–348. doi: 10.26693/jmbs05.06.342

13. Завгородня В. А., Вітько С. М., Кудій Л. І., Коваленко С. О. Аналіз варіабельності серцевого ритму при гіпокапнії дихання у молодих чоловіків. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. Том 5. № 3 (25). С. 417–425. DOI: 10.26693/jmbs05.03.417

14. Капаціла Р.І. Методи спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму. Збірник тез доповідей за матеріалами Міжнародної наукової інтернет-конференції. Випуск 75. 6–7 березня 2023 р. <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-1016/>



15. Коваленко С.О., Рибалко А.В., Кудій Л.І., Чиж А.М. Особливості аеробної працездатності та серцевого ритму у веслувальниць 15-16 років. Адаптаційні можливості дітей та молоді. Збірник наукових праць XIII міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю з дня заснування кафедри біології і охорони здоров'я. Черкаси. 10–11 вересня 2020 року. С. 84–88.

16. Ковтун А., Степанова І. Аналіз варіабельності серцевого ритму осіб з дитячим церебральним паралічем, які займаються адаптивною фізичною культурою. *Теорія і практика фізичної культури і спорту*. 2023. №3. С. 68–73. DOI: <https://doi.org/10.31470/2786-6424-1/2023-68-73>

17. Лісун Ю. Б., Углев Є. І. Варіабельність серцевого ритму, використання та методи аналізу. *Pain, anaesthesia & intensive care*. 2020. №4(93). С. 83–89.

18. Лісун Ю., Євсєєва В., Полухович Л. Варіабельність серцевого ритму як маркер максимального фізичного навантаження у людей з ожирінням. 2023. *Pain, Anaesthesia & Intensive care*. №2 (103). С. 50–54.

19. Мартинюк О., Батечко Д. Дослідження варіабельності серцевого ритму студентів-спортсменів (юнаків та дівчат), які спеціалізуються у футболі. *Спортивні ігри*. 2021. №4 (22). С. 4–14. <https://doi.org/10.15391/si.2021-4.01>

20. Наконечний А., Бережний І. Вейвлет-аналіз дистанційних фотоплетизмографічних сигналів для оцінки частоти та варіабельності серцевого ритму. *Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології*. 2023. №38. С. 49–57.

21. Ольховий О., Романенко В., Пятисоцька С. Дослідження варіабельності серцевого ритму в єдиноборствах. Науково-методичні основи використання інформаційних технологій в галузі фізичної культури та спорту. 2023. №7. С. 84–95.

22. Петрачков О., Ярмак О. Аналіз стану варіабельності серцевого ритму офіцерів оперативного рівня Збройних Сил України. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини*. 2023. №28 (1). С. 45–51.



23. Федорін І., Бондарчук Є. Огляд сучасних підходів до визначення фізичної втоми за допомогою моделей штучного інтелекту на основі аналізу серцевих сигналів. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. №12 (26). P. 792–805.

Referents

1. Prabha, A., Trivedi, A., Kumar, A. A., Kumar, C. S. 2017. Automated system for obstructive sleep apnea detection using heart rate variability and respiratory rate variability. *International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*. P. 1303–1307, DOI: <https://doi.org/10.1109/ICACCI.2017.8126021>
2. Braga, L., Prado, G., Umeda, I., Kawauchi, T., Taboada, A., Azevedo, R. 2016. Reproducibility for Heart Rate Variability Analysis during 6-Min Walk Test in Patients with Heart Failure and Agreement between Devices. *PLOS ONE*. №11(12): e0167407. doi: [10.1371/journal.pone.0167407](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167407)
3. Shaffer, F., Ginsberg, J. P. 2017. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front Public Health*. Vol. 5. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
4. Giles, D., Draper, N. 2018. Heart Rate Variability During Exercise. *J Strength Cond Res*. №32(3). P. 726–735. doi: [10.1519/JSC.0000000000001800](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001800)
5. Hernando, D., Garatachea, N., Almeida, R., Casajús, J., Bailón, R. 2018. Validation of Heart Rate Monitor «Polar RS800» for Heart Rate Variability Analysis During Exercise. *J Strength Cond Res*. № 32(3). P. 716–725. doi: [10.1519/JSC.0000000000001662](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001662)
6. Postransky, T., Boikiv, M. 2021. Influence of mountain traffic conditions on the functional state of a bus driver. *Transport technologies*. Vol. 2. №2. P. 20–29. <https://doi.org/10.23939/tt2021.02.020>
7. Kolesnyk, A. and Yukhymenko, L. 2023. Zviazok mizh vehetatyvnymy ta neirodynamichnymy funktsiiamy u ditei 5–7 rokiv. *Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series*. №2. P. 36–45.
8. Krylova, V., Ivashko, A. and Petrenko, O. 2024. Analiz variabelnosti sertsevoho rytmu za dopomohoiu shtuchnykh neironnykh merezh. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku. Zbirnyk naukovykh prats*. №1(75). P.109–114.
9. Pryimak, M. 2023. Otsinka variabelnosti sertsevoho rytmu na osnovi periodychnykh funktsii iz zminnym periodom. In *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference*. № 6. P. 135–138.
10. Artemenko, M.Ie., Rudik, N.V., Sidora, A.O., Ilchenk, I.A. 2020. Vplyv pokaznykiv roboty sertsia-chastoty sertsevykh skorochen i variabelnosti sertsevoho rytmu na perebih khronichnoi sertsevoi nedostatnosti u khvorykh z arterialnoiu hipertenziieiu. *Stratehichni napriamky rozvytku nauky: faktory vplyvu ta vzaiemodii: materialy mizhnarodnoi naukovoii konferentsii, Sumy, 22 travnia 2020 roku*. Sumy : MTsND. T. 2. P. 74–76.
11. Vadziuk, S.N., Tabas, P. S. 2023. Prohnozuvannia kardio-respiratornoi vytryvalosti v osib iz riznym rivnem arterialnoho tycku. *Perspektyvy ta innovatsii nauky. Serii: Pedagogika, Psykholohiia, Medytsyna*. № 14 (32). P. 926–940.
12. Vovkanych, L. S., Sokolovskyi, V. M., Boretskyi, Yu. R., Berhtraum, D. I., Kras, S. I. 2020. Tochnist vyznachennia tryvalosti kardiointervaliv pry zastosuvanni prohramno-aparatnoho kompleksu «rytm» v umovakh vykonannia fizychnykh navantazhen. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. Tom 5. № 6 (28). P. 342–348. doi: [10.26693/jmbs05.06.342](https://doi.org/10.26693/jmbs05.06.342)
13. Zavhorodnia, V. A., Vitko, S. M., Kudii, L. I., Kovalenko, S. O. 2020. Analiz variabelnosti sertsevoho rytmu pry hipokapnii dykhannia u molodykh cholovikiv. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. Tom 5. №3(25). P. 417–425. DOI: [10.26693/jmbs05.03.417](https://doi.org/10.26693/jmbs05.03.417)
14. Kapatsila, R.I. 2023. Metody spektralnoho analizu variabelnosti sertsevoho rytmu. Zbirnyk tez dopovidei za materialamy Mizhnarodnoi naukovoii internet-konferentsii. Vypusk 75. 6–7 bereznia 2023 r. <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-1016/> (data zvernennia: 5.04.2024)



15. Kovalenko, S.O., Rybalko, A.V., Kudii, L.I., Chyzh, A.M. 2020. Osoblyvosti aerobnoi pratsezdatsnosti ta sertsevoho rytmu u vesluvalnyts 15-16 rokiv. Adaptatsiini mozhlyvosti ditei ta molodi. Zbirnyk naukovykh prats XIII mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 100-richchju z dnia zasnuvannia kafedry biolohii i okhorony zdorovia. Cherkasy. 10–11 veresnia 2020 roku. P. 84–88.
16. Kovtun, A., Stepanova, I. 2023. Analiz variabelnosti sertsevoho rytmu osib z dytiachym tserebralnym paralichem, yaki zaimaiutsia adaptyvnoiu fizychnoiu kulturoiu. *Teoriia i praktyka fizychnoi kultury i sportu*. №3. P. 68–73.
17. Lisun, Yu. B., Uhlev, Ye. I. 2020. Variabelnist sertsevoho rytmu, vykorystannia ta metody analizu. *Rain, anaesthesia & intensive care*. №4(93). P. 83–89.
18. Lisun, Yu., Yevsieieva, V., 2023. Poliukhovych, L. Variabelnist sertsevoho rytmu yak marker maksimalnoho fizychnoho navantazhennia u liudei z ozhyrinniam. *Pain, Anaesthesia & Intensive care*. №2 (103). P. 50–54.
19. Martyniuk, O., Batechko, D. 2021. Doslidzhennia variabelnosti sertsevoho rytmu studentiv-sportsmeniv (iunakiv ta divchat), yaki spetsializuiutsia u futboli. *Sportyvni ihry*. №4 (22). P. 4–14. <https://doi.org/10.15391/si.2021-4.01>
20. Nakonechnyi, A., Bereznyi, I. 2023. Veivlet-analiz dystantsiinykh fotopletyzmohrafichnykh syhnaliv dlia otsinky chastoty ta variabelnosti sertsevoho rytmu. *Fizyko-matematychni modeliuvannia ta informatsiini tekhnolohii*. №38. P. 49–57.
21. Olkhovyi, O., Romanenko, V., Piatysotska, S. 2023. Doslidzhennia variabelnosti sertsevoho rytmu v yedynoborstvakh. *Naukovo-metodychni osnovy vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii v haluzi fizychnoi kultury ta sportu*. №7. P. 84–95.
22. Petrachkov, O., Yarmak, O. 2023. Analiz stanu variabelnosti sertsevoho rytmu ofitseriv operatyvnoho rivnia Zbroinykh Syl Ukrainy. *Visnyk Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Fizychni vykhovannia, sport i zdorovia liudyny*. №28 (1). P. 45–51.
23. Fedorin, I., Bondarchuk, Ye. 2023. Ohliad suchasnykh pidkhodiv do vyznachennia fizychnoi vtomy za dopomohoiu modelei shtuchnoho intelektu na osnovi analizu sertsevykh syhnaliv. *Nauka i tekhnika sohodni*. №12 (26). P. 792–805.

Abstract. *The article presents an analysis of the problem of using the heart rate variability assessment method as one of the digital-health tools, which allows monitoring the functional state of individuals during various types of loads, as well as determining the effectiveness of individual physical therapy programs. The results of research on this issue by scientists of various fields are presented. Based on an in-depth analysis of literary sources, the effectiveness of the specified method in solving the questions of assessing the body's reaction to various types of stress has been confirmed. The possibility of using the heart rate variability assessment method as an indicator of successful adaptation of the human body to individual physical therapy programs has been confirmed.*

Key words: *digital-health, heart rate variability, spectral indicators, stress index, autonomic balance, adaptation, functional state*

Матеріали підготовлено в рамках XIV міжнародної науково-практичної конференції «Освіта і здоров'я», присвяченої 100-річчю заснування Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка (16-17 травня 2024 року).

Стаття відправлена: 07.04.2024 р.

© Сурін Д.О.