

**Сивохоп Едуард Миколайович,**

*ORCID ID: 0000-0001-8939-8446*

*кандидат педагогічних наук,*

*декан факультету здоров'я та фізичного виховання*

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

**Чернозуб Андрій Анатолійович,**

*ORCID ID: 0000-0001-6293-8422*

*доктор біологічних наук, професор,*

*професор кафедри спорту та фізичної культури*

*Волинський національний університет імені Лесі Українки*

**Коваль Вадим Вадимович,**

*ORCID ID: 0009-0000-4659-8819*

*кандидат педагогічних наук,*

*декан факультету здоров'я фізичної культури і спорту*

*ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет*

*імені академіка Степана Дем'янчука»*

**Тимочко Олександр Іванович,**

*ORCID ID: 0000-0003-0547-1576*

*аспірант, викладач кафедри фізичного виховання*

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

## **ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СТУДЕНТІВ З ГІПОКІНЕЗІЄЮ**

## **HEART RATE VARIABILITY AS A CRITERIA FOR EVALUATING THE FUNCTIONAL STATUS OF STUDENTS WITH HYPOKINESIA**

**Мета дослідження.** Вивчити ефективність використання методу варіабельності серцевого ритму для оцінки функціональних можливостей організму та адаптаційних змін в процесі реадaptaції студентів з гіпокінезією.

**Методи дослідження.** В дослідженні приймали участь 120 студентів віком  $18 \pm 0,3$  років Ужгородського національного університету та Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука. На основі протоколів медичного обстеження, учасників дослідження було розподілено на 2 групи: фізично здорові студенти та з гіпокінезією. Для оцінки функціонального стану та рівня адаптаційних змін в умовах різних моделей занять з фізичного виховання використовували метод варіабельності серцевого ритму (BCP).

**Результати.** На основі аналізу результатів вихідного рівня показника вегетативного балансу BCP було встановлено, що група здорових студентів за типом регуляції ритму серця відноситься до нормотоніків ( $LF/HF=1,1 \pm 0,1$ ). При цьому, в групі учасників з гіпокінезією вегетативний баланс був зміщений в бік симпатичної регуляції ( $LF/HF > 1,0$ ), тому даний контингент був віднесений до симпатотоніків. Результати виявлені після запропонованого нами контрольного тестування, демонструють підвищення вегетативного балансу майже вдвічі в групі здорових студентів та одночасне зниження його параметрів в 3 рази серед обстежених з гіпокінезією порівняно зі значеннями фіксованими до навантаження. Контроль за динамікою параметрів BCP у часовій і частотній областях, в умовах використання студентами з гіпокінезією протягом тривалого часу запропонованої нами моделі занять з фізичного виховання, чітко демонструє збалансованість механізмів вагусно-симпатичного тону, що проявляється в зниженні значень  $LF/HF$  в стані спокою порівняно з результатами виявленими на початку дослідження.

**Висновки.** Результати дослідження демонструють ефективність використання показників варіабельності серцевого ритму в якості інформативних маркерів оцінки функціонального стану студентів з гіпокінезією та контролю за перебігом адаптаційно-компенсаторних реакцій в умовах гострих навантажень та в процесі реадaptaції резервів їх організму.

**Ключові слова:** варіабельність серцевого ритму, гіпокінезія, вегетативний баланс, адаптаційні зміни.

**The purpose of the research.** To study the effectiveness of using the heart rate variability method to assess the body's functional capabilities and adaptive changes in the process of readaptation of students with hypokinesia.

**Research methods.** 120 students aged  $18 \pm 0.3$  years of the Uzhhorod National University and the Academician Stepan Demianchuk International University of Economics and Humanities participated in the research. Based on the medical examination protocols, the study participants were divided into 2 groups: physically healthy students and those with hypokinesia. The method of heart rate variability (HRV) was used to assess the functional state and the level of adaptive changes in the conditions of different models of physical education classes.

**The results.** Based on the analysis of the results of the initial level of the autonomic balance indicator of HRV, it was established that the group of healthy students are normotonic according to the type of heart rhythm regulation ( $LF/HF = 1.1 \pm 0.1$ ). At the same time, in the group of participants with hypokinesia, the autonomic balance was shifted towards sympathetic regulation ( $LF/HF > 1.0$ ), so this contingent was classified as sympathotonic. The results revealed after the control testing proposed by us demonstrate an increase in vegetative balance by almost two times in the group of healthy students and a simultaneous decrease in its parameters by three times among those examined with hypokinesia compared to the values fixed before the load. Control over the dynamics of HRV parameters in the time and frequency domains, under the conditions of long-term use by students with hypokinesia of the physical education model proposed by us, clearly demonstrates the balance of the mechanisms of the vagus-sympathetic tone, which is manifested in the reduced values of  $LF/HF$  in a state of rest compared to results found at the beginning of the study.

**Conclusions.** The results of the study demonstrate the effectiveness of using heart rate variability indicators as informative markers for assessing the functional state of students with hypokinesia and monitoring the course of adaptive and compensatory reactions under conditions of acute stress and in the process of readapting their body reserves.

**Key words:** heart rate variability, hypokinesia, vegetative balance, adaptive changes.

**Постановка проблеми.** Пошук інформативних показників оцінки реального функціонального стану організму студентів з гіпокінезією використовуючи найбільш науково-обґрунтовані методи медико-біологічного контролю протягом останніх декілька десятиліть є однією з найбільш актуальних, спірних та одночасно невирішених проблем, які постають перед цілою плеядою науковців з біології, медицини та фізичного виховання [2; 4; 13; 22]. Складність практичної реалізації даного питання полягає в відсутності чітких критеріїв відбору студентів, яких необхідно віднести до категорії осіб з проблемами гіпокінезії. Відомо, що гіпокінезія – стан організму з низьким рівнем резистентності до стресового подразника в процесі дезадаптації внаслідок недостатньої фізичної активності, або її відсутності [6; 8; 18]. Однак, незважаючи на увагу, яку приділяють науковці пошуку ефективних шляхів вирішенню даної проблеми, результатів фундаментальних досліджень з чіткою градацією поєднання в єдину систему контролю необхідних маркерів з використанням фізіологічних, біохімічних, морфометричних, функціональних методів, представлено в сучасній науці в недостатній кількості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивчаючи процеси реадaptaції організму людей з гіпокінезією в умовах практичної реалізації різноманітних моделі навантажень та додаткові ергогенні засоби, дослідники використовували найбільш розповсюджені в системі фізичного виховання методи контролю [1; 4; 15; 25]. Однак, враховуючи той факт, що проблеми з гіпокінезією

в більшості випадках пов'язані зі зниження адаптаційних резервів організму та дисбалансом в роботі функціональної системи, використання «класичних» методів контролю в фізичному вихованні студентів не дозволяють в повній мірі чітко визначити стан організму та рівень його резистентності щодо протидії зовнішньому стресовому подразнику після тривалої дезадаптації, а також розробки ефективних шляхів корекції моделей навантажень [5; 10; 12; 22].

В спортивній діяльності для оцінки функціональних можливостей організму та вивченню особливостей процесів короткочасної та довготривалої адаптації активно використовують метод варіабельності серцевого ритму (BCP) [3; 19]. Відомо, що BCP відіграє важливу роль в оцінці періодичних процесів напруженої регуляції ритму серця в умовах м'язової діяльності [13; 14; 20]. Невідповідність фізичних навантажень (показників обсягу та інтенсивності) адаптаційним резервам організму (насамперед пов'язаних з енергозабезпеченням) є основною причиною вичерпання ресурсів організму, що призведе до активації компенсаторних процесів та подальшого розвитку дезадаптації [6; 7; 17]. Показники варіабельності серцевого ритму чітко відображають даний процес зриву адаптації внаслідок зміщення вегетативного балансу в бік симпатичної чи парасимпатичної регуляції [3; 14]. Незважаючи на чисельність робіт пов'язаних з вивченням ефективності застосування статистичних та спектральних показників варіабельності серцевого ритму в професійному спорті, фізичному вихованні здорових людей, питання

відносно доцільності використання методу ВСР в якості інформативного критерію оцінки адаптаційних резервів у студентів з гіпокінезією продовжують залишатись дискусійними [13; 20].

**Мета статті** – вивчити ефективність використання методу варіабельності серцевого ритму для оцінки функціональних можливостей організму та адаптаційних змін в процесі реадптації студентів з гіпокінезією.

**Методи дослідження.** В дослідженнях приймали участь 120 студентів віком  $18 \pm 0,3$  років Ужгородського національного університету (м. Ужгород) та Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука (м. Рівне). Період проведення досліджень тривав з 12.02. по 12.07.2024 року. На основі протоколів медичного обстеження, учасників дослідження було розподілено на 2 групи. До складу першої групи ввійшли фізично здорові студенти в кількості 70 осіб. Представниками другої групи стали 50 студентів з гіпокінезією. Після пояснення ризиків і переваг дослідження учасники підписали форму інформованої згоди, підготовлену відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації.

Для визначення стану вегетативної нервової системи (ВНС) учасників обстежених груп на всіх етапах дослідження використовували метод варіабельності серцевого ритму (ВСР). Монітор серцевого ритму Polar V800 використовували для вимірювання інтервалів RR. Частоту серцевих скорочень і необроблені інтервали RR реєстрували за допомогою датчика, встановленого на нагрудному ремені (H10, Finland). Дані інтервалу RR були завантажені на комп'ютер через веб-сервіс Polar Flow. Програмне забезпечення Kubios HRV Standard 3.5.0. використовувалося для розрахунку параметрів ВСР у часовій і частотній областях. Вимірювали наступні показники: стандартне відхилення RR-інтервалів (SDNN, мс); низькочастотний спектр потужності (LF, %); високочастотний спектр потужності (HF, %); співвідношення LF/HF (вегетативний баланс). Реєстрації сигналів інтервалів RR в обстежених відбувалась протягом 5 хв. в положенні сидячи в стані спокою до та після заданих навантажень.

Дослідження відбувались в декілька етапі:

– на початку дослідження, використовуючи статистичні та спектральні показники варіабельності серцевого ритму визначали до якого з трьох типів регуляції (симпатотоніки, ваготоніки, нормотоніки) відносяться представники обстежених груп. Контроль за зміною показників ВСР відбувався в стані спокою до та після навантажень

(контрольне тестування). Під час контрольного тестування учасники дослідження виконували дві силові вправи «тяга на блоці за голову» та «розгинання ніг на блоці» по 4 сеті в кожній. Інтервал відпочинку між сетами становив 50-60 с. Величина навантажень в кожному сеті становила 15 ПМ, що всередньому складає 62–65% від 1 ПМ [6; 8]. Вправи виконувались в повільному темпі (2/4 с) до повного м'язового стомлення з відповідною технікою, яка притаманна для силового фітнесу [7; 17; 18].

– протягом 5 місяців група здорових студентів продовжувала використовувати в процесі активної рухової діяльності лише комплекс вправ та параметри обсягу, інтенсивності навантаження, які реалізуються в процесі занять з фізичного виховання в університеті. Група студентів з гіпокінезією в процесі реадптації використовували запропоновану нами модель занять розроблену на основі силових вправ в тренажерах, параметри навантажень яких не перевищують 15 ПМ. В кінці даного етапу також проводили порівняльний аналіз зміни досліджуваних статистичних та спектральних показників ВСР в процесі контрольного тестування.

Для обчислення отриманих даних використовували методи математичної статистики (IBM SPSS Statistics 26). Для визначення найменшого розміру вибірки для дослідження (розрахунок статистичної потужності) використовували програму G-Power 3.1.96 (Німеччина). Використовуючи критерій Колмогорова-Смірнова визначали нормальний розподіл, у випадку його відсутності застосовували непараметричні методи дослідження. Визначали median, interquartile range (IQR). Двохфакторний ранговий дисперсійний аналіз Фрідмана для зв'язаних вибірок використовували для порівняння показників в часових відрізках контролю на одній і тій же вибірці досліджуваних.

**Виклад основного матеріалу.** На рис. 1 представлені результати зміни показника стандартного відхилення RR-інтервалів (SDNN) у студентів обстежених груп на всіх етапах дослідження.

Проведений на початку дослідження порівняльний аналіз результатів вихідних параметрів (до навантаження) SDNN серед обстеженого контингенту свідчить про те, що у студентів з гіпокінезією даний статистичний показник ВСР в 1,7 рази перевищує значення фіксовані в групі здорових осіб. Виявлено, що у відповідь на фізичний подразник (контрольне тестування), в групі здорових студентів контрольований показник демонструє підвищення параметрів на 17,8% ( $p < 0,05$ ), а серед учасників з гіпокінезією – зниження на 56,2% ( $p < 0,05$ ).

Результати виявлені після 5 місяців використання учасниками дослідження заданих моделей занять з фізичного виховання, демонструють суттєві зміни параметрів показника SDNN лише в групі студентів з гіпокінезією. Встановлено, що порівняно з вихідними даними, параметри SDNN (в стані спокою до навантаження) після тривалого періоду реадптації знизились на 26,6% ( $p < 0,05$ ), що свідчить про підвищення рівня резистентності до фізичних навантажень. При цьому, після контрольного тестування ми спостерігаємо підвищення даного статистичного показника ВСР на 15,3%, порівняно зі станом спокою (рис. 1).

На рис. 2 представлені результати зміни показника низькочастотної спектральної потужності (LF) у студентів обстежених груп на всіх етапах дослідження.

Встановлено, що на початку дослідження вихідні значення LF в групі студентів з гіпокінезією

на 19,0% ( $p < 0,05$ ) перевищують результати фіксовані серед фізично здорових учасників. Результати виявлені після контрольного тестування (навантаження 15 ПМ), демонструють підвищення потужності LF (активація симпатичної ланки регуляції) на 15,1% ( $p < 0,05$ ) в групі здорових студентів та одночасне зниження його спектральної потужності серед обстежених з гіпокінезією на 24,2% ( $p < 0,05$ ).

Аналіз результатів спектрального аналізу ВСР після 5 місяців використання учасниками дослідження заданих моделей занять з фізичного виховання свідчить про те, що в групі здорових студентів параметри показника LF не змінюють своїх значень як в стані спокою, так і після фізичного навантаження. Однак, у студентів з гіпокінезією, після використання протягом даного періоду часу запропонованої нами моделі занять з фізичного виховання, порівняно з вихідними даними в стані

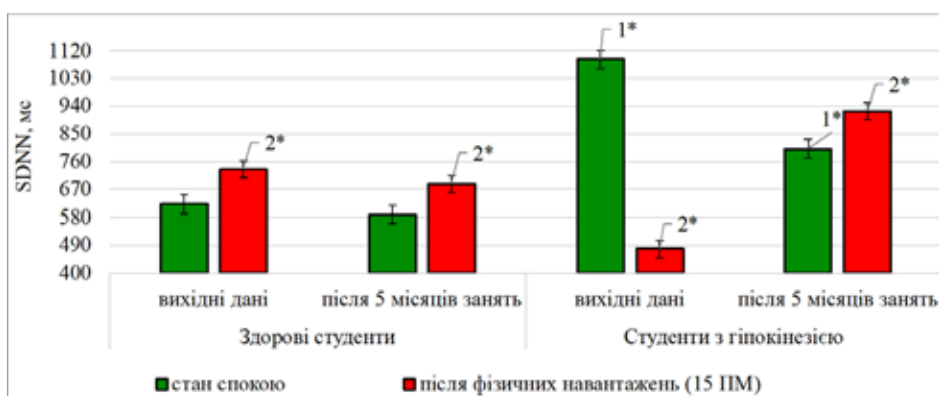


Рис. 1. Результати зміни показника стандартного відхилення RR-інтервалів (SDNN) у студентів обстежених груп в процесі дослідження, n=60

10

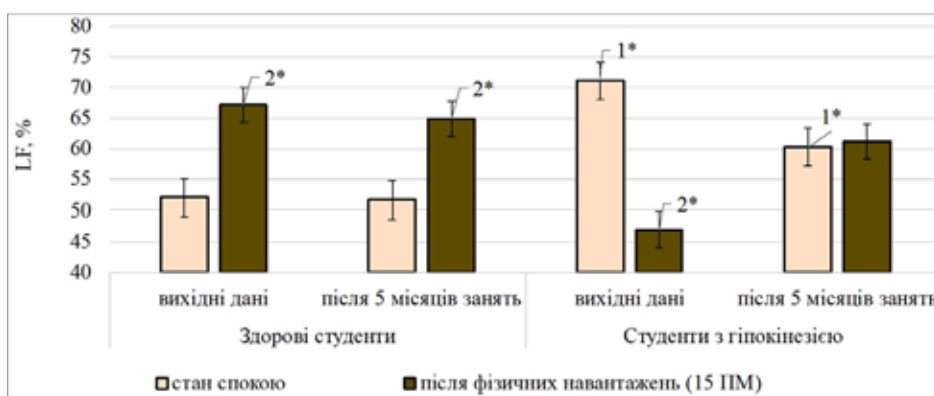


Рис. 2. Результати зміни показника низькочастотної спектральної потужності (LF) у студентів обстежених груп в процесі дослідження, n=60

спокою, відбувається зниження низькочастотних коливань спектру (LF) з 71,1% до 60,3%.

На рис. 3 представлені результати зміни показника високочастотної спектральної потужності (HF) у студентів обстежених груп на всіх етапах дослідження.

Аналіз результатів, фіксованих на початку досліджень, свідчить що вихідні параметри (до навантаження) HF у студентів з гіпокінезією на 19,0% нижчі порівняно даними виявленими у групі здорових осіб. Після гострого фізичного навантаження, в групі здорових студентів контрольований показник демонструє зниження на 15,1% ( $p < 0,05$ ) та підвищення параметрів на 24,2% ( $p < 0,05$ ) серед учасників з гіпокінезією.

Результати, особливостей зміни рівня парасимпатичної активності (HF) в заданих умовах м'язової діяльності, виявлені в кінці другого етапу серед групи здорових студентів, практично не відрізняються від даних отриманих на початку дослідження. При цьому, у студентів з гіпокінезією, після використання протягом 5 місяців занять

запропонованої нами моделі занять з фізичного виховання, порівняно з вихідними даними в стані спокою, відбувається підвищення високочастотних коливань спектру (HF) з 28,9% до 39,9% (рис. 3).

На рис. 4 представлені результати зміни рівня вегетативного балансу між симпатичною та парасимпатичною активністю (LF/HF) у студентів обстежених груп на всіх етапах дослідження.

На основі аналізу результатів вихідного рівня показника вегетативного балансу ВСР було встановлено, що група здорових студентів за типом регуляції ритму серця відносяться до нормотоніків ( $LF/HF = 1,1 \pm 0,1$ ). При цьому, в групі учасників з гіпокінезією вегетативний баланс був зміщений в бік симпатичної регуляції ( $LF/HF > 1,0$ ), тому даний контингент був віднесений до симпатотоніків. Результати виявлені після запропонованого нами контрольованого тестування, демонструють підвищення вегетативного балансу майже вдвічі в групі здорових студентів та одночасне зниження його параметрів в 3 рази серед обстежених з гіпокінезією порівняно зі значеннями фіксованими до навантаження.

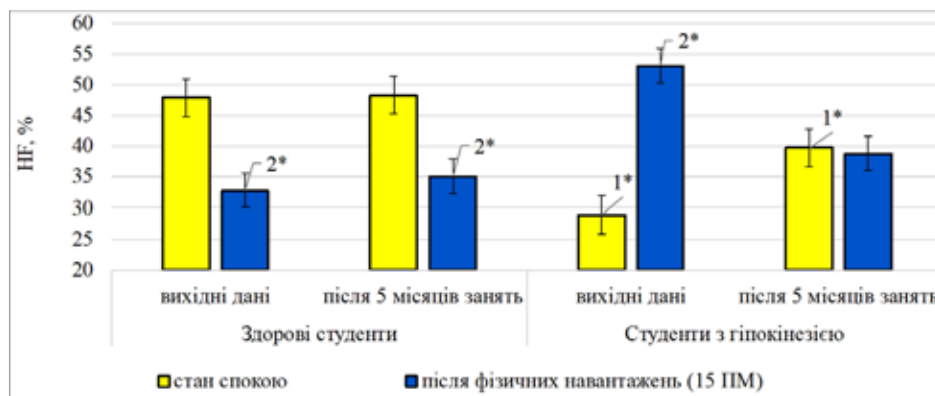


Рис. 3. Результати зміни показника високочастотної спектральної потужності (HF) у студентів обстежених груп в процесі дослідження,  $n=60$

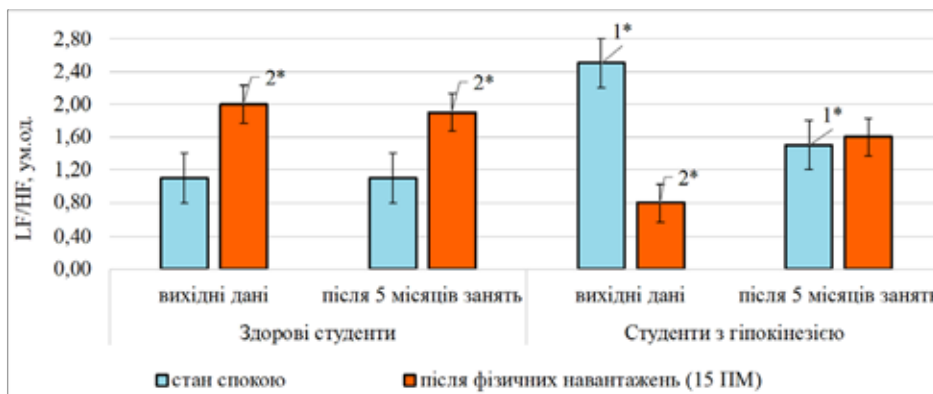


Рис. 4. Результати зміни показника вегетативного балансу між симпатичною та парасимпатичною активністю (LF/HF) у студентів обстежених груп в процесі дослідження,  $n=60$

Результати щодо зміни значень вегетативного балансу після 5 місяців використання учасниками дослідження заданих моделей занять з фізичного виховання свідчать про те, що в групі здорових студентів параметри досліджуваного показника не змінюються як в стані спокою, так і після фізичного навантаження, порівняно з вихідними даними. Однак, у студентів з гіпокінезією, після використання протягом даного періоду часу запропонованої нами моделі занять з фізичного виховання, порівняно з вихідними даними в стані спокою, відбувається зниження показника LF/HF на 40,0% ( $p < 0,05$ ).

Таким чином, в процесі проведеного дослідження було виявлено, що у студентів з гіпокінезією вихідні значення SDNN в 1,7 разів вищі порівняно зі здоровим контингентом даної вікової групи, що свідчить про більш напружену регуляцію ритму серця [3, 13] в останніх. При цьому, отримані параметри співвідношення низькочастотного до високочастотного діапазону спектру ритму серця (LF/HF) в стані спокою на початку дослідження демонструють, що саме у групі студентів з гіпокінезією спостерігаємо зміщення вегетативного балансу в бік симпатичних впливів, що також вказує на напружену регуляцію ритму серця. Виявлені нами результати вихідних параметрів показників ВСР, особливо співвідношення SDNN та рівня вегетативного балансу, суттєво відрізняються від даних представлених в сучасній науковій літературі [19, 20]. Результати спектрального аналізу ВСР виявлені після гострого навантаження, демонструють підвищення активності парасимпатичної ланки та

зниження симпатичної у групі студентів з гіпокінезією, що свідчить про посилення вагусного впливу на синусовий вузол серця та можливий прояв компенсаторних реакцій внаслідок недостатнього рівня функціональних резервів організму [7; 8; 24]. Контроль за динамікою параметрів ВСР у часовій і частотній областях, в умовах використання студентами з гіпокінезією протягом тривалого часу запропонованої нами моделі занять з фізичного виховання, чітко демонструє збалансованість механізмів вагусно-симпатичного тону [14; 20], що проявляється в зниженні значень LF/HF в стані спокою порівняно з результатами виявленими на початку дослідження.

**Висновки.** Результати дослідження демонструють ефективність використання показників варіабельності серцевого ритму в якості інформативних маркерів оцінки функціонального стану студентів з гіпокінезією та контролю за перебігом адаптаційно-компенсаторних реакцій в умовах гострих навантажень та в процесі реадaptaції резервів їх організму. Одночасно, отримані результати викликають низку спірних питань пов'язаних з тим, які саме показники ВСР чітко вказують на напружену регуляцію ритму серця у студентів з гіпокінезією.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується проведення експериментальних досліджень щодо практичної реалізації широкого спектру фізіологічних та біохімічних методів контролю за процесами адаптації та прояву компенсаторних реакцій на стресових подразник у студентів з гіпокінезією з метою підвищення функціональних резервів та рівня резистентності на тлі механізмів реадaptaції.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Arena R., Pronk N., Woodard C. Novel Approaches to Addressing the US Physical Inactivity and Obesity Pandemics: An Opportunity for Religious Organizations. *American Journal of Medicine*. 2024. 137(3): 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2023.11.020>.
2. Arigo D., König L. Examining reactivity to the measurement of physical activity and sedentary behavior among women in midlife with elevated risk for cardiovascular disease. *Psychology & Health*. 2024. 39(3): 319–335. <https://doi.org/10.1080/08870446.2022.2055024>.
3. Bentley R., Vecchiarelli E., Banks L., Gonçalves P., Thomas S., Goodman J. Heart rate variability and recovery following maximal exercise in endurance athletes and physically active individuals. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2020. 45(10): 1138–1144. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0154>
4. Bourdier P., Simon C., Bessesen D., Blanc S., Bergouignan A. The role of physical activity in the regulation of body weight: The overlooked contribution of light physical activity and sedentary behaviors. *Obesity Reviews*. 2023. 24(2): e13528. <https://doi.org/10.1111/obr.13528>.
5. Casimiro-Andújar A., Artés-Rodríguez E., Díez-Fernández D., Lirola M. Effects of a Physical Exercise Programme through Service-Learning Methodology on Physical Activity, Physical Fitness and Perception of Physical Fitness and Health in University Students from Spain: A Preliminary Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. 20(4): 3377. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043377>.
6. Chernozub A., Manolachi V., Potop V., Khudiyi O., Kozin S., Bokatuieva V., Kizilova A., Stanescu M., Timnea O. Kinesiological models of the neuromuscular system readaptation in mature women after prolonged hypokinesia. *Health, Sport, Rehabilitation*. 2023. 9(1): 78–92. <https://doi.org/10.34142/HSR.2023.09.01.07>

7. Chernozub A., Hlukhov I., Drobot K., Synytsia A., Rymyk R., Pyatnychuk H., Leshchak O., Malanyuk L., Potop V. Correlation between load volume and indicators of adaptive body changes in untrained young men participating in fitness. *Journal of Physical Education and Sport*. 2024. 24(2): 321–328. <https://doi.org/0.7752/jpes.2024.02038>
8. Chernozub A., Tsos A., Alosyna A., Korobeynikov G., Syvokhop E., Koval V., Tkhorova I., Shashenko M., Potop V. Enhancing the physical education system for students with hypokinesia using power fitness technology. *Journal of Physical Education and Sport*. 2024. 24 (6): 1417–1423. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.06160>
9. El-Ashker S., Al-Hariri M. The effect of moderate-intensity exercises on physical fitness, adiposity, and cardiovascular risk factors in Saudi males university students. *Journal of Medicine and Life*. 2023. 16(5):675–681. <https://doi.org/10.25122/jml-2023-0018>.
10. Fermino R., Guerra P. Stand Up for Yourself: Tackling Sedentary Behavior through Exercise and Lifestyle. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. 20(5): 4673. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054673>.
11. Jaremków A., Markiewicz-Górka I., Hajdusianek W., Czerwińska K., Gać P. The Relationship between Body Composition and Physical Activity Level in Students of Medical Faculties. *Journal of Clinical Medicine*. 2023. 13(1):50. <https://doi.org/10.3390/jcm13010050>.
12. Kocjan G., Avsec A., Kavčič T. Feeling too low to be active: Physical inactivity mediates the relationship between mental and physical health. *Social Science & Medicine*. 2024. 341: 116546. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.116546>.
13. Korobeynikov G., Baić M., Potop V., Korobeinikova L., Chernozub A., Raab M., Starčević N., Korobeinikova I., Romanchuk S., Danko T. Comparative analysis of psychophysiological states among Croatian and Ukrainian wrestling. *Journal of Physical Education and Sport*, 2022; 22 (8):1832–1838.
14. Korobeinikova L., Raab M., Korobeynikov G., Pryimakov O., Kerimov F., Chernozub A., Korobeinikova I., Goncharova O. Comparative analysis of psychophysiological state among in physical active and sedentary persons. *Journal of Physical Education and Sport*. 2024. 24(2):382–389. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.02046>
15. Leite C., Zovico P., Rica R., Barros B., Machado A., Evangelista A., Leite R., Barauna V., Maia A., Bocalini D. Exercise-Induced Muscle Damage after a High-Intensity Interval Exercise Session: Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. 20(22): 7082. <https://doi.org/10.3390/ijerph20227082>
16. Lu Y., Wiltshire H., Baker J., Wang Q., Ying S. The effect of Tabata-style functional high-intensity interval training on cardiometabolic health and physical activity in female university students. *Frontiers in Physiology*. 2023. 14:1095315. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1095315>.
17. Manolachi V., Chernozub A., Potop V., Marionda I., Titova H., Sherstiuk L., Shtefiuk I. The effectiveness of using power fitness training loads to increase adaptive reserves of female athletes in hand-to-hand combat. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 2022; 26(5):319–326.
18. Manolachi V., Potop V., Chernozub A., Khudiyi O., Delipovici I., Eshtayev S., Mihailescu L. Theoretical and applied perspectives of the kinesiology discipline in the field of physical education and sports science. *Physical Education of Students*, 2022; 26(6):316–324.
19. Marasingha-Arachchige S., Rubio-Arias Alcaraz, J., Chunga L. Factors that affect heart rate variability following acute resistance exercise: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*. 2022. 11(3):376–392. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.11.008>
20. Perrone M., Volterrani M., Manzi V., Barchiesi F., Iellamo F. Heart rate variability modifications in response to different types of exercise training in athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2021. 61(10):1411–1415. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12480-6>
21. Potop V., Manolachi, V., Chernozub, A., Kozin, V., Syvokhop, E., Spivak, A., Sharodi, V., Jie, Z. Changes in circumference sizes of bodybuilders using machine and free weight exercises in combination with different load regimes. *Health, Sport, Rehabilitation*, 2023. 9(2), 74–85. <https://doi.org/10.34142/HSR.2023.09.02.06>.
22. Potop V., Mihailescu L.E., Mahaila I., Zawadka-Kunikowska M., Jagiello W/, Chernozub A., Baican M.S., Timnea O.C., Ene-Voiculescu C., Ascinte A. Applied biomechanics within the Kinesiology discipline in higher education. *Physical Education of Students*.; 2024. 28(2):106–19. <https://doi.org/10.15561/20755279.2024.0208>
23. Taylor W. Guidelines to conduct research in computer-prompt software studies to decrease sedentary behaviors and increase physical activity in the workplace. *Work*. 2024. 77(1):123–131. <https://doi.org/10.3233/WOR-220305>.
24. Vilardell-Dávila A., Martínez-Andrade G., Klünder-Klünder M., Miranda-Lora A., Mendoza E., Flores-Huerta S., Vargas-González J., Duque X., Vilchis-Gil J. A Multi-Component Educational Intervention for Addressing Levels of Physical Activity and Sedentary Behaviors of Schoolchildren. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. 20(4):3003. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043003>
25. Wang J., Li Q. Promoting Effects of the Exercise Behavioral Ecological Model on Physical Activity Behaviors of Students. *American Journal of Health Behavior*. 2023. 47(1):109-115. <https://doi.org/10.5993/AJHB.47.1.12>.