УДК 796.011.3-057.87:612.766
DOI https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2025-8-36

Тимочко Олександр Іванович,
ORCID ID: 0000-0003-0547-1576
аспірант,
викладач кафедри фізичного виховання
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Сивохоп Едуард Миколайович,
ORCID ID: 0000-0001-8939-8446
кандидат педагогічних наук,
декан факультету здоров'я та фізичного виховання
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ОСОБЛИВОСТІ КОРЕЛЯЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПОКАЗНИКАМИ БІОІМЕДАНСОМЕТРІЇ ТА ВАРІАБЕЛЬНІСТЮ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У СТУДЕНТІВ З ГІПОКІНЕЗІЄЮ В ПРОЦЕСІ РЕАДАПТАЦІЇ

FEATURES OF THE CORRELATION RELATIONSHIP BETWEEN BIOIMEDANSOMETRY INDICATORS AND HEART RATE VARIABILITY IN STUDENTS WITH HYPOKINESIA IN THE PROCESS OF READAPTATION

Мета дослідження. Вивчити особливості кореляційного зв'язку між показниками біоімпедансометрії та варіабельністю серцевого ритму у студентів з гіпокінезією в процесі реадаптації використовуючи моделі занять розроблені на основі силового фітнесу

Методи дослідження. В дослідженнях приймали участь 120 студентів віком 18±0,3 років. Сформовано дві групи. Група А (фізично здорові студенти) протягом 5 місяців використовували «стандартні» програм занять з фізичного виховання. Студенти з гіпокінезією (група Б) використовували експериментальні моделі занять з реадаптації розроблені на основі силового фітнесу. Використовуючи коефіцієнт рангової кореляції Спірмана кореляційні зв'язки визначали між показниками біоімпедансометрії та варіабельності серцевого фіксованими на початку та після 5 місяців використання студентами обстежених груп заданих моделей занять з реадаптації.

Результати. Встановлено, що в групі А в кінці дослідження кореляційний зв'язок між відсотком жирової маси та вегетативним балансом змінився з позитивного помірного (r=0,632) на негативний помірний (r=-0,423). Подібну зміну направленості, з негативного помірного кореляційного зв'язку (r=-0,427) на позитивний помірний (r=0,482) виявлено між показником ЖМ та VLF, а також ЖМ та LF з r=-0,463 на початку та r=0,578 в кінці дослідження. Виявлено, що фіксовані в кінці дослідження у студентів з гіпокінезією кореляційні зв'язки демонструють зовсім інші значення, порівняно з вихідними даними. Незмінним залишився лише позитивний зв'язок між показником ЖМ та VLF. Кореляційний зв'язок між безжировою масою тіла та LF змінився з позитивного помірного (r=0,487) на негативний помірний (r=-0,682). Кореляційний зв'язок між БЖМ та HF змінився з негативного помірного (r=-0,506) на позитивний помірний (r=0,601). Зв'язок між LF/HF та ЖМ змінився з позитивного сильного (r=0,837) на негативний помірний (r=-0,567). Кореляційний зв'язок між LF/HF та БЖМ змінився з позитивного помірного (r=0,478) на негативний помірний (r=-0,687). Одночасно, кореляційний зв'язок між LF/HF та АКМ змінився з позитивного помірного (r=0,433) на негативний помірний (r=-0,513).

Висновки. Результати дослідження демонструють, що у студентів з гіпокінезією в процесі довготривалої реадаптації, використовуючи протягом 5 місяців експериментальні моделі занять розроблені на основі силового фітнесу, близько 90% кореляційних зв'язків між параметрами складу тіла та показниками спектрального аналізу ВСР змінили не лише свої параметри, але й напрямок (з позитивного зв'язку на негативний, або навпаки).

Ключові слова: гіпокінезія, кореляція, біоімпедансометрія, варіабельність серцевого ритму, гіпокінезія, реадаптація.

The purpose of the research. To study the features of the correlation between bioimpedance measurements and heart rate variability in students with hypokinesia during readaptation using exercise models developed based on strength fitness.

Research methods. The research involved 120 students aged 18±0.3 years. Two groups were formed. Group A (physically healthy students) used "standard" physical education programs for 5 months. Students with hypokinesia (group B) used experimental models of re-adaptation classes developed on the basis

of strength fitness. Using the Spearman rank correlation coefficient, correlations were determined between bioimpedancemetry and heart rate variability indicators fixed at the beginning and after 5 months of use of the specified models of re-adaptation classes by the students of the surveyed groups.

The results. It was found that in group A at the end of the study the correlation between the percentage of fat mass and vegetative balance changed from positive moderate (r=0.632) to negative moderate (r=-0.423). A similar change in direction, from negative moderate correlation (r=-0.427) to positive moderate (r=0.482) was found between the indicator of FM and VLF, as well as FM and LF with r=-0.463 at the beginning and r=0.578 at the end of the study. It was found that the correlations fixed at the end of the study in students with hypokinesia demonstrate completely different values, compared to the initial data. Only the positive relationship between the indicator of FM and VLF remained unchanged. The correlation between lean body mass and LF changed from positive moderate (r=0.487) to negative moderate (r=-0.682). The correlation between BFM and HF changed from negative moderate (r=-0.506) to positive moderate (r=0.601). The correlation between LF/HF and HM changed from positive strong (r=0.837) to negative moderate (r=-0.567). The correlation between LF/HF and BFM changed from positive moderate (r=0.478) to negative moderate (r=-0.687). At the same time, the correlation between LF/HF and ACM changed from positive moderate (r=0.433) to negative moderate (r=-0.513).

Conclusions. The results of the study demonstrate that in students with hypokinesia in the process of long-term readaptation, using experimental models of classes developed on the basis of strength fitness for 5 months, about 90% of correlations between body composition parameters and HRV spectral analysis indicators changed not only their parameters, but also their direction (from a positive relationship to a negative one, or vice versa).

Key words: hypokinesia, correlation, bioimpedancemetry, heart rate variability, hypokinesia, readaptation.

Постановка проблеми. Удосконалення системи оцінки функціональних можливостей та рівня резистентності до різного характеру подразників у студентів з гіпокінезією в процесі фізичного виховання є однією з дискусійних проблем, яка виникає серед науковців та практиків [3, 17, 22]. Складність її реалізації полягає в відсутності широкого спектру фундаментальних досліджень пов'язаних з вивчення особливостей процесів реадаптації систем організму студентів після тривалої гіподинамії використовуючи в процесі моделювання занять науково обґрунтовані комбінації поєднання режимів навантажень, комплексів вправ, принципів та методів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Негативна динаміка пов'язана зі збільшенням з кожним роком кількості студентів з гіпокінезією, незважаючи на спроби фахівців з фізичного виховання щодо розробки та впровадження в практику різноманітних комбінацій поєднання форм занять з режимами навантажень та комплексами вправ, викликає занепокоєння серед великої кількості дослідників [1, 4, 17]. Відсутність комплексного підходу в системі фізичного виховання в університеті щодо визначення чітких інформативних маркерів оцінки стану гіпокінезії, використовуючи сучасні інноваційні методи діагностики, лише ускладнює реалізацію даного питання [3, 7, 12]. Пошук ефективних механізмів вирішення однієї з найбільш прогресуючих проблем пов'язаних зі зниженням адаптаційних резервів та рівня резистентності організму до навантажень у представників студентської молоді внаслідок тривалої гіподинамії, є одним із ключових питання науково-дослідної роботи низки фахівців зі спортивної фізіології та кінезіології [5, 7, 21]. На основі результатів експериментальних досліджень, ряд науковців [11, 14, 19] демонструють доцільність та одночасно ефективність реалізації низки фізіологічних (варіабельність серцевого ритму, біоімедансометрії, стабілометрії) та біохімічних (контроль показників крові, слини) методів діагностики. В більшості випадках контроль відбувається за характером адаптаційно-компенсаторних реакцій організму в умовах використання різноманітних за структурою, змістом та напрямком моделей занять направлених на реадаптацію функціональних можливостей студентів з гіпокінезією [8, 9, 18].

Мета дослідження – вивчити особливості кореляційного зв'язку між показниками біоімедансометрії та варіабельністю серцевого ритму у студентів з гіпокінезією в процесі реадаптації використовуючи моделі занять розроблені на основі силового фітнесу.

Методи дослідження. Обстежено 120 студентів віком 18±0,3 років, які навчаються в Ужгородському національному університеті (м. Ужгород) та Міжнародному економіко-гуманітарному університеті імені академіка Степана Дем'янчука (м. Рівне). Дослідження проводились в 2024 році на базі науково-дослідного центру сучасної кінезіології «KINEZUS» та його відділень (м. Ужгород та Рівне, Україна). Дана робота є часткою серії експериментальних дослідження, які проводились протягом 5 місяців. На основі протоколів медичного обстеження, учасників дослідження було розподіллено на 2 групи. Представники групи А були фізично здорові студенти в кількості 70 осіб. Учасниками групи Б стали 50 студентів з гіпокінезією.

Дослідження відбувались в декілька етапів:

– На першому етапі проводили аналіз даних виявлених під час попередньої серії фундаментальних досліджень, результати яких представлені в фахових наукових публікаціях [8, 9, 20]. В даних роботах відображено характер зміни показників біоімпедансометрії (параметри складу тіла) та варіабельності серцевого ритму (параметри спектрального аналізу) у фізично здорових студентів в умовах тривалого (протягом 5 місяців) використання «стандартних» програм занять з фізичного виховання. Подібні прояви адаптаційно-компенсаторних реакцій аналізували у студентів з гіпокінезією в умовах використання експериментальних моделей занять з реадаптації розроблених на основі силового фітнесу.

– На другому етапі використовуючи коефіцієнт рангової кореляції Спірмана було проведено низку серій математичної обробки отриманих в процесі попередніх досліджень результатів. Кореляційні зв'язки визначали між показниками біоімпедансометрії та варіабельності серцевого ритму, які фіксували на початку та після 5 місяців використання студентами обстежених груп заданих моделей занять з реадаптації. Для дослідження використовували наступні показники складу тіла: жирова маса (ЖМ,%), безжирова маса (БЖМ, кг) та активна клітинна маса тіла (АКМ,%). Одночасно використовували наступні показники варіабельності серцевого ритму (ВСР): наднизькочастотний спектр потужності (VLF,%); низькочастотний спектр потужності (LF,%); високочастотний спектр потужності (HF,%); співвідношення LF/HF (вегетативний баланс).

Для обчислення отриманих даних використовували пакет програм IBM *SPSS*Statistics 26 (StatSoftInc., США). Використовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмана для визначення рівня кореляційних зв'язків між досліджуваними показниками. Ступінь величини коефіцієнта кореляції диференціювалася на три рівні як для позитивних, так і для негативних кореляції: r>0,01≤0,29 – слабкий позитивний зв'язок, r>0,30≤0,69 – помірний позитивний зв'язок, r>0,70≤1,00 – сильний позитивний зв'язок, r>-0,01≤-0,29 – слабкий негативний зв'язок, r>-0,30≤-0,69 – помірний негативний зв'язок, r>-0,70≤-1,00 – сильний негативний зв'язок. Статистично значущими у всіх випадках вважалися відмінності при p≤0,05.

Виклад основного матеріалу. На рис. 1 представлені результати визначення кореляційного зв'язку на початку дослідження між параметрами складу тіла (ЖМ,%; АКМ,%; БЖМ,кг) та показниками варіабельності серцевого ритму (VLF,%; LF,%; HF,%; LF/HF) у студентів групи А (фізично здорові).

В процесі проведення кореляційного аналізу між контрольованими показниками на початку дослідження серед студентів групи А було виявлено, що сильний позитивний зв'язок (r>-0,70≤-1,00)

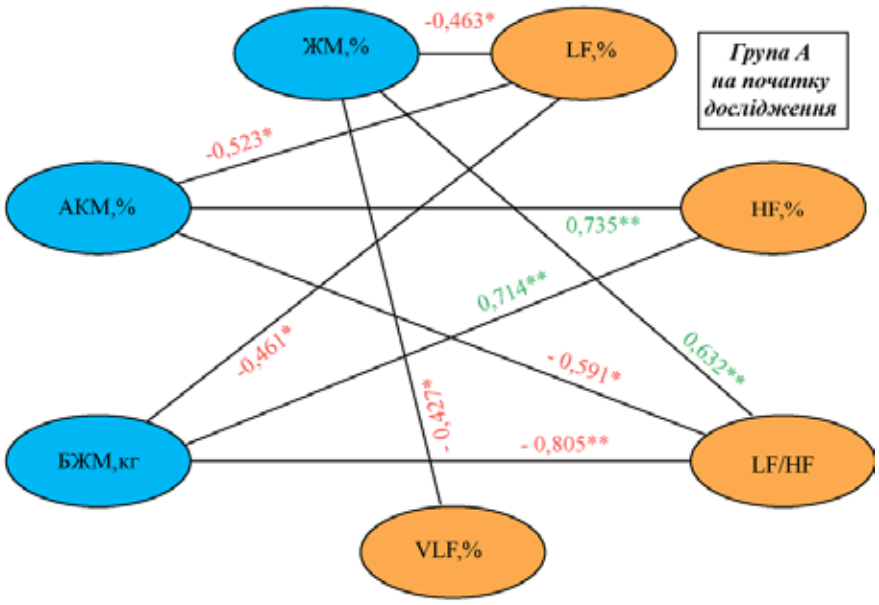

Рис. 1. Кореляційний зв'язок між показниками біоімпедансометрії та ВСР у фізично здорових студентів (група А) на початку досліджень (n=70)

*Примітка: ** – кореляція на рівні 0,01; * – кореляція на рівні 0,05*

спостерігаємо між показником високочастотних коливань спектру потужності (HF) та параметрами активної клітинної маси (АКМ), а також безжировою масою тіла (БЖМ). Даний факт доповнює результати наших досліджень [8, 20], що чим вища парасимпатична активність тим більші параметри БЖМ та АКМ. Одночасно, виявлений негативний помірний кореляційний зв'язок (r>-0,30≤-0,69) між показниками складу тіла (АКМ, БЖМ) та вегетативним балансом. Отримані дані вказують, що у більшості фізично здорових студентів, які за типом регуляції ритму серця відносяться до норматоніків чи ваготоніків, спостерігаємо високий відсоток активної клітинної маси тіла [9, 16]. При цьому, помірний негативний кореляційний зв'язок (r>-0,30≤-0,69) було виявлено між параметрами безжирової та активної клітинної маси тіла та показником низькочастотних коливань спектру потужності (LF).

На рис. 2 представлені результати визначення кореляційного зв'язку на початку дослідження між контрольованими значеннями біоімпедансометрії та показниками спектрального аналізу ВСР у обстежених студентів з гіпокінезією (групи Б).

На даному етапі дослідження встановлено, що сильний позитивний зв'язок (r>0,70≤1,00) спостерігаємо між відсотком жирової маси тіла студентів з гіпокінезією та показниками ВСР (VLF та LF/HF), які відображають рівень напруження систем регуляції ритму серця. Негативний помірний кореляційний зв'язок (r>-0,30≤-0,69) виявлено лише між значеннями безжирової, активної клітинної маси тіла та показником високочастотних коливань спектру потужності (HF), який відображає рівень парасимпатичної активності. При цьому, одночасно фіксуємо позитивний помірний кореляційний зв'язок (r>0,30≤0,69) між показниками складу тіла (АКМ, БЖМ) та результатами ВСР (VLF, LF та LF/HF). Аналізуючи отримані дані можна припустити, що у студентів з гіпокінезією з великим відсотком жирової маси та активної клітинної маси тіла вегетативний баланс буде зміщений в бік симпатичної регуляції та одночасно будемо спостерігати посилення центрального контуру регуляції синусового ритму [11, 12].

На рис. 3 представлені результати визначення кореляційного зв'язку між контрольованими значеннями біоімпедансометрії та показниками спектрального аналізу ВСР після 5 місяців використання студентами групи А «стандартних» програм занять з фізичного виховання.

Отримані результати свідчать, що в кінці дослідження у студентів групи А продовжуємо спостерігати позитивний кореляційний між показником парасимпатичної активності (HF) та параметрами активної клітинної маси (АКМ), а також безжировою масою тіла (БЖМ), але на відміну від результатів фіксованих на початку дослідження (рис. 1), виявлений зв'язок став помірним (r=0,534 та r=0,679). Спостерігаємо повністю зміну

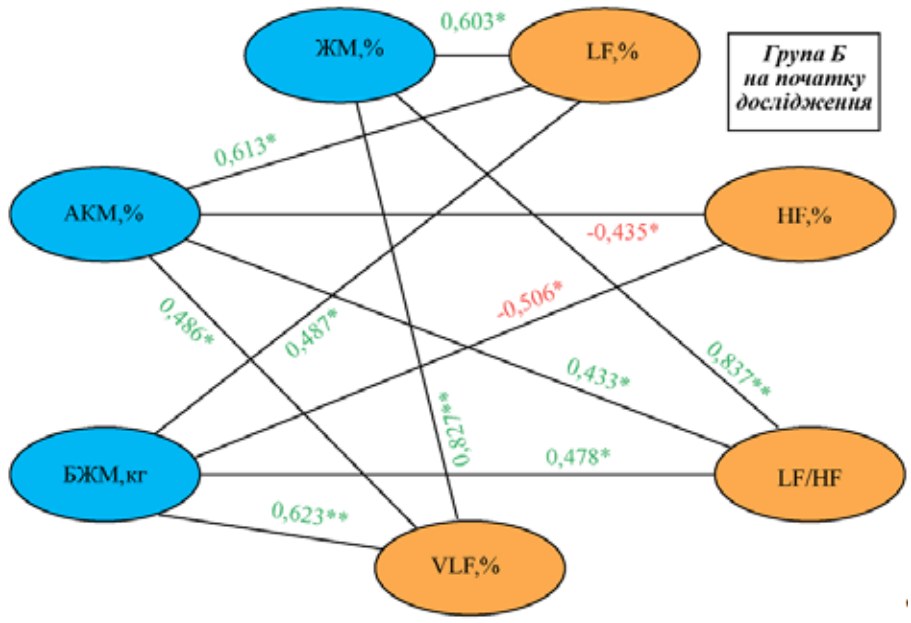

Рис. 2. Кореляційний зв'язок між показниками біоімпедансометрії та ВСР у студентів з гіпокінезією (група Б) на початку досліджень (n=50)

*Примітка: ** – кореляція на рівні 0,01; * – кореляція на рівні 0,05*

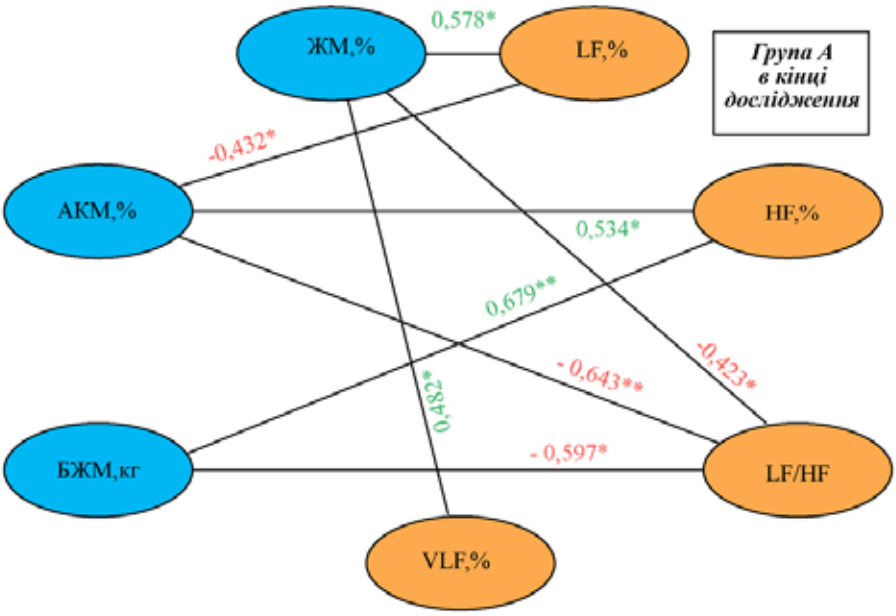

Рис. 3. Кореляційний зв'язок між показниками біоімпедансометрії та ВСР у фізично здорових студентів (група А) в кінці досліджень (n=70)

*Примітка: ** – кореляція на рівні 0,01; * – кореляція на рівні 0,05*

направленості кореляційного зв'язку між ЖМ показниками ВСР. Так, кореляційний зв'язок між відсотком жирової маси та вегетативним балансом змінився з позитивного помірного (r=0,632) на негативний помірний (r=-0,423). Подібну зміну направленості, з негативного помірного кореляційного зв'язку (r=-0,427) на позитивний помірний (r=0,482) виявлено між показником ЖМ та VLF, а також ЖМ та LF з r=-0,463 на початку та r=0,578 в кінці дослідження.

На рис. 4 представлені результати визначення кореляційного зв'язку між контрольованими значеннями біоімпедансометрії та показниками спектрального аналізу ВСР після 5 місяців

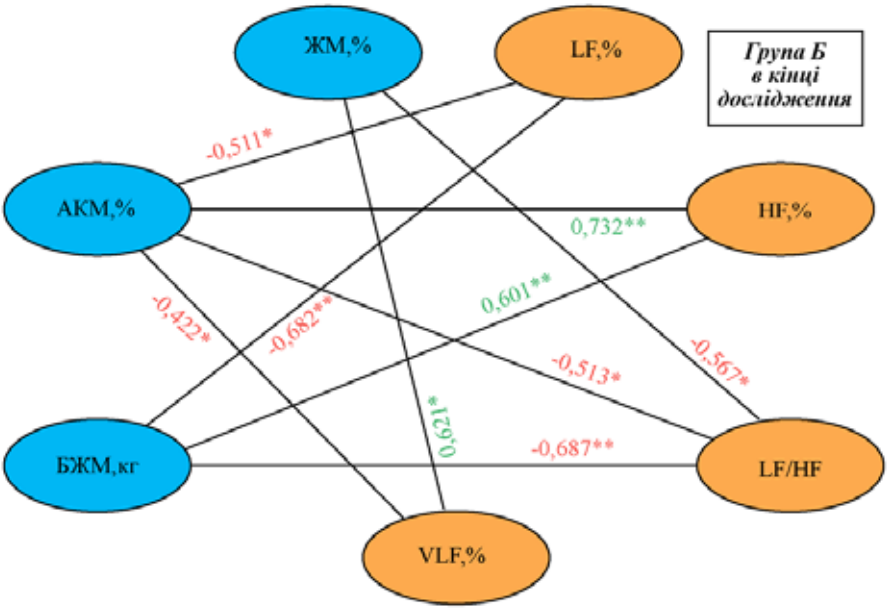

Рис. 4. Кореляційний зв'язок між показниками біоімпедансометрії та ВСР у студентів з гіпокінезією (група Б) в кінці досліджень (n=50)

*Примітка: ** – кореляція на рівні 0,01; * – кореляція на рівні 0,05*

використання студентами гіпокінезією (групи Б) експериментальних моделей занять з реадаптації розроблених на основі силового фітнесу.

Встановлено, що фіксовані в кінці дослідження у студентів з гіпокінезією кореляційні зв'язки демонструють зовсім інші значення, порівняно з вихідними даними. Незмінним залишився лише позитивний зв'язок між показником ЖМ та VLF. Спостерігаємо повністю зміну направленості кореляційного зв'язку між БЖМ та показниками симпатичної (LF) і парасимпатичної (HF) активності. Так, кореляційний зв'язок між безжировою масою тіла та LF змінився з позитивного помірного (r=0,487) на негативний помірний (r=-0,682). Кореляційний зв'язок між БЖМ та HF змінився з негативного помірного (r=-0,506) на позитивний помірний (r=0,601). Подібний характер зміни направленості кореляційних зв'язків спостерігаємо між значенням АКМ та показниками низькочастотного спектру потужності (LF) і високочастотного спектру потужності (HF).

Аналіз отриманих результатів (рис. 1) вказує на те, що повністю змінився з позитивного кореляційного зв'язку на негативний між показником вегетативного балансу (LF/HF) та досліджуваними параметрами складу тіла (ЖМ, БЖМ, АКМ), порівняно з результатами виявленими на початку дослідження (рис. 2). Так, кореляційний зв'язок між LF/HF та ЖМ змінився з позитивного сильного (r=0,837) на негативний помірний (r=-0,567). Кореляційний зв'язок між LF/HF та БЖМ змінився з позитивного помірного (r=0,478) на негативний помірний (r=-0,687). Одночасно, кореляційний зв'язок між LF/HF та АКМ змінився з позитивного помірного (r=0,433) на негативний помірний (r=-0,513). Подібний характер змін кореляційного зв'язку з позитивного на негативний, виявлено в кінці дослідження між показником LF (симпатична активність) і параметрами жирової та активної клітинної маси тіла.

Таким чином, отримані результати, свідчать про позитивні наслідки тривалого використання студентами з гіпокінезією моделей занять з реадаптації, розроблених на основі силового фітнесу. Відповідний характер адаптаційних змін в організмі студентів з гіпокінезією пов'язаний зі зниженню рівень напруження систем регуляції ритму серця внаслідок можливого посилення вагусного впливу на синусовий вузол, що сприятиме підвищенню резистентності та функціональних можливостей організму на тлі позитивної динаміки показників складу тіла [6, 9, 17].

Висновок:

1. Виявлені результати проведеного кореляційного аналізу протягом дослідження свідчать про те, що більшість встановлених зв'язків між показниками біоімпедансометрії та варіабельності серцевого ритму у фізичного здорових студентів в умовах використання «стандартних» програм занять з фізичного виховання, лише частково відрізняються від вихідних даних. Відповідні зміни свідчать про високу стресостійкість організму учасників даної групи до подібних фізичних навантажень, та можливі незначні зміни рівня напруження систем регуляції ритму серця, або параметрів показників БЖМ та АКМ.

2. Встановлено, що у студентів з гіпокінезією в процесі довготривалої реадаптації, використовуючи протягом 5 місяців експериментальні моделі занять розроблені на основі силового фітнесу, близько 90% кореляційних зв'язків між параметрами складу тіла та показниками спектрального аналізу ВСР змінили не лише свої параметри, але й напрямок (з позитивного зв'язку на негативний, або навпаки). Зміна з позитивного кореляційного зв'язку на негативний між показником вегетативного балансу (LF/HF) та досліджуваними параметрами складу тіла (ЖМ, БЖМ, АКМ), порівняно з результатами виявленими на початку дослідження, свідчить про характерні процеси адаптації в організмі студентів з гіпокінезією, які пов'язані зі зниженням рівня напруження систем регуляції ритму серця внаслідок можливого посилення вагусного впливу на синусовий вузол.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Abassi W., Ouerghi N., Feki M., Jebabli N., Andrade M., Bouassida A., Sousa C., Nikolaidis P., Weiss K., Knechtle B. Effects of moderate- vs. high-intensity interval training on physical fitness, enjoyment, and affective valence in overweight/obese female adolescents: a pre-post-test study. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences.* 2023. 27(9):3809–3822. https://doi.org/10.26355/eurrev_202305_32286

2. 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

3. 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.

4. 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.

5. Chernozub A., Titova H., Dubachinskiy O., Bodnar A., Abramov K., Minenko A., Chaban I. Integral method of quantitative estimation of load capacity in power fitness depending on the conditions of muscular activity and level of training. *Journal of Physical Education and Sport.* 2018. 18(1):217–221. https://doi.org/10.7752/jpes.2018.01028

6. Chernozub A., Manolachi V., Potop V., Khudyi O., Kozin S., Bokatuieva V., Kizilova A., Stanescu M., Timnea OCKinesiological 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., Tsos A., Olkhovyi O., Hlukhov I., Koval V., Zavizion O. (2025). Readaptation of functional capabilities of special unit servicemen with long-term hypodynamia caused by peripheral neuromuscular system damage. Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies, 10(1):9–19. https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(1).02

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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

12. 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

13. Latino F., Tafuri F. Physical Activity and Cognitive Functioning. Medicina (Kaunas). 2024. 60(2):216. doi: 10.3390/medicina60020216.

14. 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

15. 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

16. 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.

17. Manolachi V., Potop V., Chernozub A., Khudyi 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.

18. Potop V., Mihailescu L., Mahaila I., Zawadka-Kunikowska M., Jagiello W., Chernozub A., Baican M – S., Timnea O., 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

19. Rosvoglou A., Fatouros I., Poulios A., Tsatalas T., Papanikolaou K., Karampina E., Liakou C., Tsimeas P., Karanika P., Tsoukas D., Katrabasas I., Chatzinikolaou A., Deli C., Giakas G., Jamurtas A., Draganidis D. Recovery kinetics following eccentric exercise is volume-dependent. *Journal of Sports Sciences.* 2023. 41(13):1326–1335. https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2272101.

20. Syvokhop E., Chernozub A., Koval V., Tymochko O. Heart rate variability as a criteria for evaluating the functional status of students with hypokinesia. *Pedagogical innovation: modernity and perspectives.* 2024. 4:134–140. https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2024-4-20

21. Taylor WGuidelines 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.

22. 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

23. 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.

24. Zhang H., Xu Z. The correlation between physical inactivity and students' health based on data mining and related influencing factors. *Mathematical Biosciences and Engineering.* 2023. 20(4):6735–6750. https://doi.org/10.3934/mbe.2023290