

Олег Пагулич ✉

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

ORCID: 0009-0002-3777-5689

Pahulych.Oleh@vnu.edu.ua

Едуард Сивохоп

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна

ORCID: 0000-0001-8939-8446

ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЯЦІЇ РИТМУ СЕРЦЯ ПІДЛІТКІВ БОДІБІЛДЕРІВ-ПОЧАТКІВЦІВ В УМОВАХ РІЗНИХ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ

Актуальність. Складність практичної реалізації проблеми удосконалення системи підготовки в бодібілдингу на різних етапах, полягає в використанні достатньо різноманітних та не завжди обґрунтованих шляхів корекції навантажень та методів діагностики рівня резистентності систем організму спортсменів різних вікових груп. **Мета.** Дослідити особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій бодібілдерів-початківців підліткового віку з різним типом регуляції ритму серця в умовах використання різних за інтенсивністю та обсягом моделей режимів силового навантаження. **Методи.** Обстежено 48 бодібілдерів-початківців віком 15-16 років. Сформовано дві групи за типом регуляції ритму серця: нормотоніки, симпатотоніки. Для оцінки адаптаційно-компенсаторних реакцій на тестові випробування в умовах використання трьох режимів силового навантаження використовували метод варіабельності серцевого ритму. **Результати.** Виявлено, що у відповідь на подібний стресовий подразник, після використання режиму навантажень «А», фіксуємо послаблення центрального контуру регуляції синусового ритму, як серед спортсменів першої (VLF -3,3%) так і другої групи (VLF -3,9%). Одночасно, у представників першої групи після фіксуємо зниження вегетативного балансу (LF/HF -5,9%), а у спортсменів другої групи, навпаки – спостерігаємо підвищення рівня напруження систем регуляції ритму серця (LF/HF +5,9%). Встановлено, після використання режиму навантажень «В» серед обох груп учасників достовірних змін потужності показника низькочастотного спектру кардіоінтервалів (LF) у відповідь на запропонований стресовий подразник, не відбулось. При цьому, також не відбулось змін рівня активності парасимпатичного тону (HF) після завершення даного тестового випробування у бодібілдерів-початківців першої групи. Однак, у обстежених спортсменів другої групи у відповідь на дане тестове навантаження, фіксували підвищення потужності показника HF на 8,0% порівняно з результатами виявленими на початку досліджень. **Висновки.** Виявлено, що у спортсменів-підлітків з різним типом регуляції ритму серця (нормотоніки та симпатотоніки), які мають певний ($3 \pm 0,3$ років) досвід занять бодібілдингом, лише за умов використання під час тестового випробування навантажень середньої інтенсивності та обсягу (режим «Б»), відбувається зміщення вегетативного балансу з бік парасимпатичної активності на тлі послаблення центрального контуру регуляції синусового ритму та зниження симпатичного тону.

Ключові слова: бодібілдинг, підлітки, початкова підготовка, режими навантажень, варіабельність серцевого ритму, адаптація, резистентність, функціональні резерви, адаптаційно-компенсаторні реакції.

Oleh Pahulych, Eduard Syvokhop. Features of heart rate regulation in adolescent beginner bodybuilders under different training regimes. Relevance. The complexity of the practical implementation of improving the training system in bodybuilding at different stages lies in the use of sufficiently diverse and not always justified methods of load correction and methods of diagnosing the level of resistance of the body systems of athletes of different age groups. **Objective.** To investigate the characteristics of adaptive-compensatory reactions in adolescent novice bodybuilders with different types of heart rate regulation when using strength training models that vary in intensity and volume. **Methods.** Forty-eight novice bodybuilders aged 15-16 were examined. Two groups were formed according to the type of heart rate regulation: normotonic and sympathotonic. To assess adaptive-compensatory responses to test trials under three strength training regimes, the heart rate variability method was used. **Results.** It was found that in response to such a stress stimulus, after using exercise mode “A”, we recorded a weakening of the central sinus rhythm regulation circuit in both the first (VLF -3.3%) and second (VLF -3.9%) groups of athletes. At the same time, in the representatives of the first group, we recorded a decrease in the vegetative balance (LF/HF -5.9%), and in the athletes of the second group, on the contrary, we observed an increase in the level of tension of the heart rhythm regulation systems (LF/HF +5.9%). It was established that after using the “B” load regime, there were no significant changes in

the power of the low-frequency spectrum of cardiac intervals (LF) in response to the proposed stress stimulus in both groups of participants. At the same time, there were also no changes in the level of parasympathetic tone (HF) activity after the completion of this test in novice bodybuilders in the first group. However, in the athletes of the second group, in response to this test load, an increase in the power of the HF indicator by 8.0% was recorded compared to the results found at the beginning of the study. **Conclusions.** It was found that in adolescent athletes with different types of heart rate regulation (normotonic and sympathotonic) who have a certain (3 ± 0.3 years) experience in bodybuilding, only when using moderate intensity and volume loads during the test (mode "B"), there is a shift in the vegetative balance towards parasympathetic activity against the background of a weakening of the central sinus rhythm regulation circuit and a decrease in sympathetic tone.

Keywords: bodybuilding, adolescents, initial training, exercise regimes, heart rate variability, adaptation, resistance, functional reserves, adaptive-compensatory reactions.

Вступ. Удосконалення системи підготовки в бодібілдингу на різних його етапах протягом останніх десятиліть, серед широкого спектру фахівців з даного напрямку наукової діяльності, є одним із пріоритетних та одночасно дискусійних питань [2; 5; 8; 18]. Проблема полягає в нескінченній кількості методик та концепцій щодо ефективних механізмів не лише розробки різноманітних програм тренувальних занять, варіативностей поєднання комплексів вправ (на тренажерах, з вільною вагою обтяження, з протидією зусиллям партнерів), але й постійних спробах оптимізації процесу корекції навантажень з урахування індивідуальних вікових фізіологічних особливостей адаптації систем організму спортсменів [9; 13; 17; 22]. Складність практичної реалізації даної проблеми полягає в використанні достатньо різноманітних та не завжди обґрунтованих шляхів та методів сучасними дослідниками в своїй науковій діяльності, незважаючи на той факт, що високий відсоток подібних досліджень лише частково сприяють її вирішенню [4; 16; 19; 21].

Одна з головних причин відсутності видимого ефекту щодо удосконалення системи оптимізації тренувального процесу в бодібілдингу на етапі початкової підготовки підлітків з урахуванням достатньо низького рівня резистентності до силових навантажень, є відсутність достатньої уваги серед провідних фахівців зі спортивної фізіології та одночасно необхідної кількості фундаментальних досліджень з застосування широкого спектру фізіологічних та біохімічних методів оцінки адаптаційно-компенсаторних реакцій [1; 12; 18]. Використання показників варіабельності серцевого ритму (BCP) в якості інформативних маркерів оцінки рівня резистентності до навантажень та перебігу адаптаційних змін у відповідь на стресовий подразник, протягом тривалого періоду викликало науковий інтерес серед дослідників, які вивчали особливості змін рівня напруження систем регуляції ритму серця, в більшості випадках, у елітних спортсменів в період змагальної діяльності та в передзмагальних мезоциклах [10; 15; 20; 24]. Однак, подібних фундаментальних досліджень щодо вивчення особливостей регуляції ритму серця підлітків бодібілдерів-початківців нормотоніків та симпатотоніків в умовах різних режимів силового навантаження, в доступній нам літературі не виявлено.

Мета дослідження – дослідити особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій бодібілдерів-початківців підліткового віку з різним типом регуляції ритму серця в умовах використання різних за інтенсивністю та обсягом моделей режимів силового навантаження.

Методи. В дослідженні приймали участь 48 бодібілдерів-початківців віком 15-16 років. Тренувальний стаж занять бодібілдингом становить $3 \pm 0,3$ років. За попередніми результатами медико-біологічного контролю, учасники не мали протипоказань до проведення подібних досліджень. Обстеження проводились протягом 2025 року в відділеннях науково-дослідного центру сучасної кінезіології «KINEZUS». Дизайн дослідження було схвалено комітетом з біоетики Волинського національного університету імені Лесі Українки, м. Луцьк. Після пояснення ризиків і переваг дослідження, батьки учасників підписали форму інформованої згоди, підготовлену відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації.

Метод варіабельності серцевого ритму (BCP). Для визначення вихідних параметрів показників варіабельності серцевого ритму (BCP) та особливостей їх змін використовували монітор серцевого ритму Polar V800. Згідно інструкції [7, 14] монітор серцевого ритму Polar V800 в першу чергу використовувався для вимірювання RR-інтервалів. Для реєстрації показників ЧСС та необроблених RR інтервалів використовували встановлений на нагрудному реміні (H10) спеціальний датчика (Polar). Отримані дані завантажували з Polar V800 на веб-сервіс Polar Flow, а потім оброблені результати скачували на ноутбук. Використовуючи програмне забезпечення Kubios HRV Standard 3.5.0. проводили розрахунки отриманих параметрів BCP у часовій (статистичній) і частотній

(спектральній) областях. Під час аналізу спектральних характеристик потужності ВСР виділяли наступні діапазони: наднизькочастотний (VLF, %), низькочастотний (LF,%), високочастотний (HF,%). Визначали співвідношення LF/HF, як показник міри вегетативного балансу. Реєстрації сигналів інтервалів RR в обстежених відбувалась в положенні сидячи в стані спокою до та після кожного тестового випробування. Інтервал відпочинку між тестовими випробування становив 35-40 хв., протягом яких обстежені лежали в спокійному стані з закритими очима в тихому приміщенні при температурі близько 22° С. Оптимальна тривалість запису RR – інтервалів, згідно стандартам досліджень в ВСР [13], становила 5 хв.

Статистичний аналіз результатів дослідження виконували з використанням пакету програм IBM *SPSS*Statistics 26. Використовували непараметричні методи статистичного аналізу. Визначали медіану (Me) та міжквартильний діапазон (IQR). Критерій Краскела Уолліса використовували для порівняння вихідних параметрів між створеними групами на початку дослідження. Т-критерій Вілкоксона використовували для порівняння двох залежних вибірок між собою.

Дизайн дослідження. Дослідження проводились в декілька етапів.

На першому етапі дослідження використовуючи метод варіабельності серцевого ритму визначали базальний рівень показників спектрального аналізу (VLF, LF, HF, LF/HF) в стані спокою до початку проведення тестових випробування в умовах використання різних режимів силових навантажень. На основі отриманих результатів спектральних характеристик ВСР, враховуючи різний вихідний рівень напруження систем регуляції ритму серця, учасників було поділено на дві групи. До першої групи було віднесено 22 обстежених бодібідера-початківця у яких отримані вихідні параметри вегетативного балансу (LF/HF) коливались в межах від 1,0 до 3,3. Отримані результати дозволили припустити, що представники першої групи за типом регуляції ритму серця, для даної вікової категорії та рівня підготовки, відносяться до нормотоніків. Представниками другої групи стали 26 обстежених спортсмена, у яких параметри показника LF/HF вищі за значення 3,4 ум.од., а за типом регуляції ритму серця їх можна віднести до симпатотоніків.

На другому етапі, для учасників всіх груп, не залежно від їх вихідного рівня напруження систем регуляції серцевого ритму, були запропоновані тестові випробування з використання трьох моделей режимів силових навантажень з найбільш розповсюдженою в бодібілдингу варіацією поєднання основних структурних компонентів направлених на підвищення функціональних резервів спортсменів-початківців. Під час тестових випробувань використовували класичну комбінацію з застосуванням комплексу вправ з жиму лежачи та тязі за голову в тренажерах «Hammer». Вправи з вільною вагою обтяження (штанга, гантелі) не використовували з метою зниження ризику травмування. Одночасно, кожній вправі використовували 4 сеті з інтервалом відпочинку між ними в межах 50-60 с.

На третьому етапі, оцінювали характер змін досліджуваних показників варіабельності серцевого ритму в обстежених бодібідерів-початківців обох груп дано віку після трьох тестових випробувань з використання запропонованих моделей режимів силових навантажень (А, Б, В) з інтервалами відпочинку 35-40 хв. між даними стресовими подразниками.

Результати дослідження. На рис. 1 представлено особливості моделей режимів навантажень з найбільш розповсюдженою в бодібілдингу варіацією поєднання основних структурних компонентів для підвищення функціональних резервів спортсменів-початківців, які ми використовували в процесі тестових випробувань.

Характерною особливістю запропонованої моделі режиму навантажень «А» з коефіцієнтом $R_a=0,76$ є те, що м'язова діяльність під час виконання тестового випробування відбувається в умовах креатинфосфокіназного механізму енергозабезпечення на тлі навантажень високої інтенсивності при мінімальних параметрах обсягу виконаної роботи. При цьому, не залежно від вихідного рівня функціональних можливостей учасників обстежених груп, параметри робочої маси снаряду (максимальна вага обтяження, яку може подолати спортсмен з заданою кількістю повторень в сеті не змінюючи техніку виконання та положення тіла) коливається в межах 75-82% від 1 ПМ. Запропонована модель режиму навантажень «Б» з коефіцієнтом $R_a=0,68$, направлена на залучення в процесі практичної реалізації навантажень середньої інтенсивності та обсягу роботи на тлі механізму анаеробного гліколізу для ефективного енергозабезпечення, що відповідну знижує параметри показника робочої маси снаряду до 68-72% від 1 ПМ з одночасним підвищенням кількості повторень до 7-8 разів в окремому сеті. Особливістю моделі режиму силових навантажень «В» з коефіцієнтом $R_a=0,56$ є те, що варіативне поєднання основних його структурних компонентів вплинуло не лише

зниження, порівняно з іншими режимами, параметрів показника робочої маси тіла до 62-65% від 1 ПМ, але й одночасно зменшення рівня інтенсивності та підвищення обсягу роботи в окремих сетах та вправах під час заданого тестового випробування.

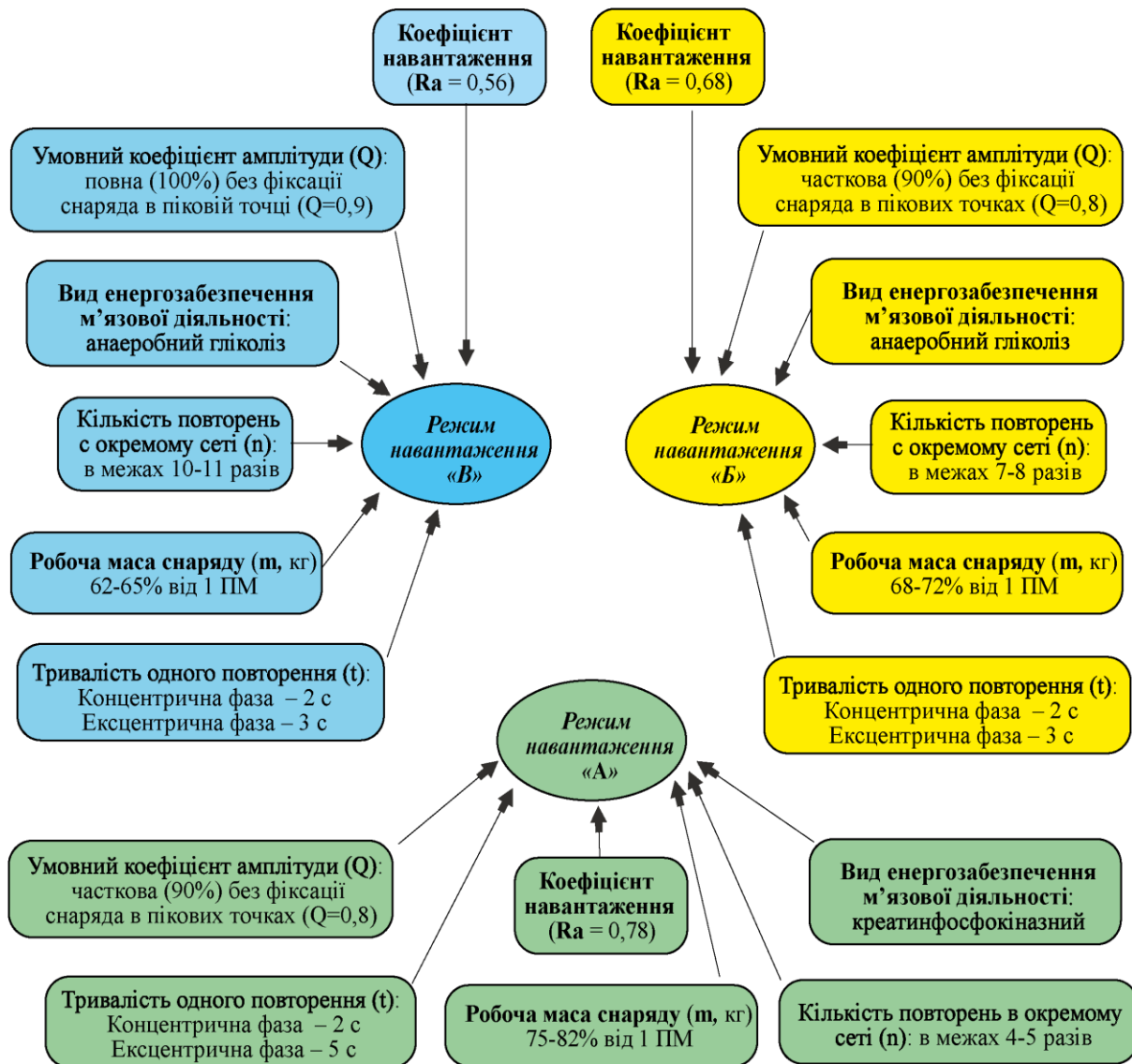


Рис. 1. Моделі режимів навантажень з найбільш розповсюдженою в бодібілдингу варіацією поєднання основних структурних компонентів для підвищення функціональних резервів спортсменів-початківців

На рис. 2 представлено результати зміни показників наднизькочастотного спектру кардіоінтервалів (VLF) та вегетативного балансу (LF/HF) в групах підлітків бодібілдерів-початківців під час тестових випробувань з використання різних режимів силових навантажень. Контроль відбувався в стані спокою до початку та після проведення тестових випробування в умовах використання різних режимів силових навантажень.

Аналіз отриманих до початку тестових випробувань результатів ВСР свідчать про те, що у представників першої групи обстежених бодібілдерів-початківців рівень напруження систем регуляції ритму серця суттєво вищий порівняно з учасниками другої групи. Подібний висновок підтверджують результати, які демонструють, що параметри вегетативного балансу (LF/HF) у спортсменів першої групи в 2 рази перевищують значення фіксовані на даному етапі дослідження у представників другої групи. Одночасно, отримані результати вказують на те, що обстежені бодібілдери-початківці даної вікової категорії за типом регуляції ритму серця відносяться до симпатотоніків (LF/HF > 3,4), а представники другої групи – до норматоніків (LF/HF коливались в межах від 1,0 до 3,3).

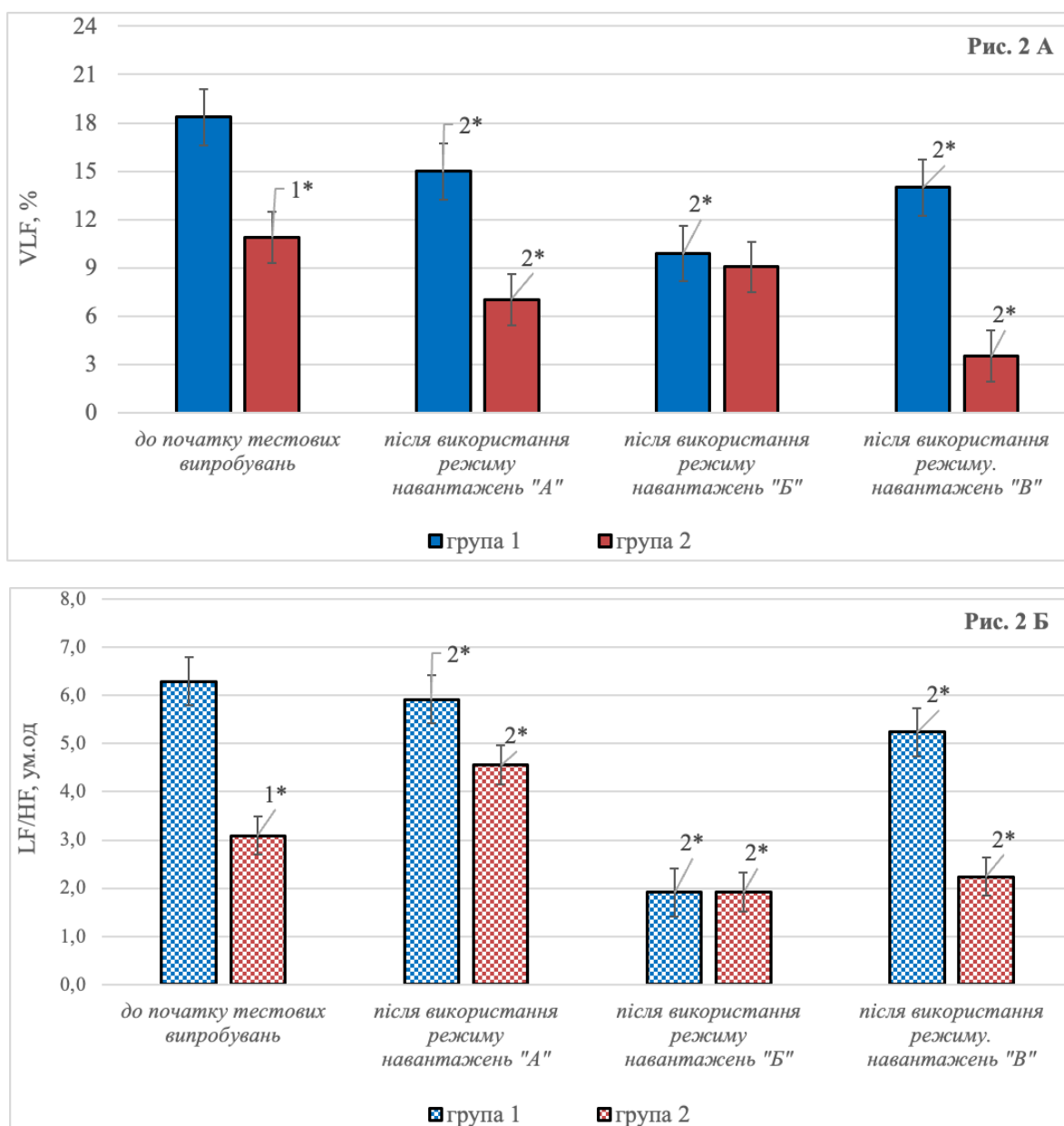


Рис. 2. Результати зміни показників наднизькочастотного спектру кардіоінтервалів (VLF) та вегетативного балансу (LF/HF) в групах підлітків бодібілдерів-початківців під час тестових випробувань з використання різних режимів силових навантажень, $n=48$

Примітка: 1* – $p < 0,05$ між вихідними параметрами груп учасників; 2* – $p < 0,05$ порівняно з результатами фіксованими до початку тестових випробувань

Результати виявлені після використання режиму навантажень «А» (перше тестове випробування) свідчать про те, що у відповідь на подібний стресовий подразник фіксуємо послаблення центрального контуру регуляції синусового ритму, як серед спортсменів першої (VLF -3,3% ($p < 0,05$)) так і другої групи (VLF -3,9% ($p < 0,05$)) порівняно зі станом спокою. При цьому, у обстежених бодібілдерів-початківців першої групи після даного тестового випробування фіксуємо зниження вегетативного балансу (LF/HF -5,9% ($p < 0,05$)), що свідчить про ефективність реалізації механізмів короточасної адаптації, а у представників другої групи, навпаки – спостерігаємо підвищення рівня напруження систем регуляції ритму серця (LF/HF +5,9% ($p < 0,05$)).

Виявлено, у відповідь на навантаження під час використання режиму «Б» (друге тестове випробування) серед учасників першої групи, порівняно з вихідними даними, спостерігаємо зниження показника наднизькочастотного спектру кардіоінтервалів (VLF) на 8,5% ($p < 0,05$), а у представників другої групи фіксуємо лише недостовірну тенденцію до підвищення даного показника ВСР. Досліджуваний показник вегетативного балансу (LF/HF) демонструє у відповідь на заданий

стресовий подразник під час даного випробування зниження своїх параметрів в учасників першої (-69,6% ($p<0,05$)) та другої групи (-37,8% ($p<0,05$)).

Встановлено, після використання режиму навантажень «В» (третє тестове випробування), фіксуємо послаблення центрального контуру регуляції синусового ритму, як серед спортсменів першої (VLF -4,4% ($p<0,05$)) так і другої групи (VLF -7,4% ($p<0,05$)) порівняно з вихідними даними до початку досліджень. Одночасно, після даного тестового випробування фіксуємо зниження показника вегетативного балансу (LF/HF), як серед учасників першої групи на 16,7% ($p<0,05$), так і другої групи на 27,5% ($p<0,05$). Даний факт свідчить про зниження рівня напруження систем регуляції ритму серця у обстежених спортсменів обох груп у відповідь на навантаження під час виконання третього тестового випробування.

На рис. 3 представлено результати зміни показників симпатичної активності (LF) та парасимпатичного тону (HF) ВСР в групах підлітків бодібілдерів-початківців під час тестових випробувань з використання різних режимів силових навантажень. Контроль відбувався в стані спокою до початку та після проведення тестових випробувань в умовах використання різних режимів силових навантажень.

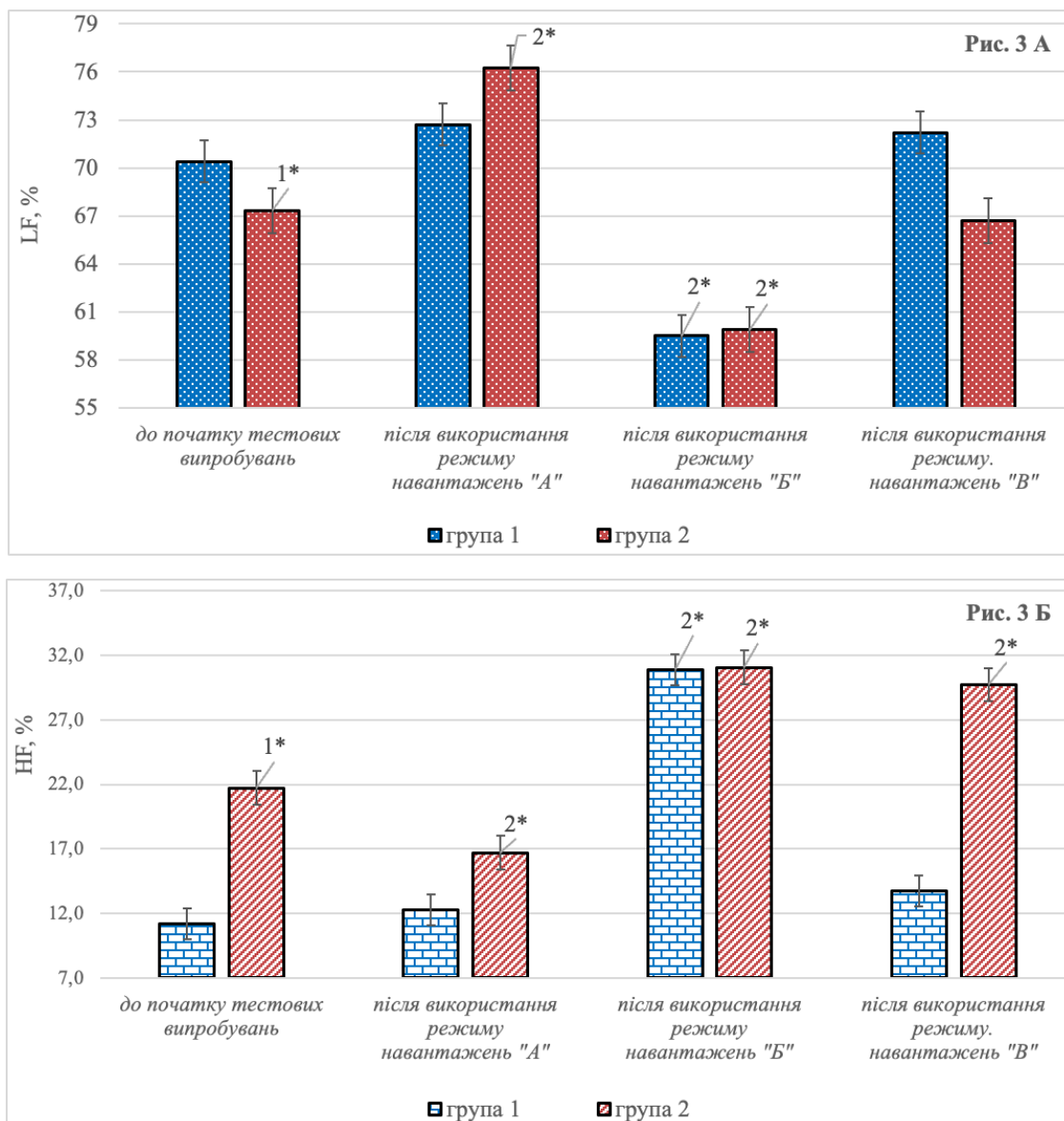


Рис. 3. Результати зміни показників симпатичної активності (LF) та парасимпатичного тону (HF) ВСР в групах підлітків бодібілдерів-початківців під час тестових випробувань з використання різних режимів силових навантажень, $n=48$

Примітка: 1* – $p<0,05$ між вихідними параметрами груп учасників; 2* – $p<0,05$ порівняно з результатами фіксованими до початку тестових випробувань

Отримані результати до початку виконання всіх трьох тестових випробувань з використання заданих моделей режимів силових навантажень свідчать про те, що у представників першої групи показник базального рівня симпатичної активності має мінімальну достовірну перевагу (LF +3,1% ($p<0,05$) порівняно з даними другої групи. Однак, показник високочастотного спектру кардіоінтервалів (HF), який відображає рівень парасимпатичного тону, саме у бодіблдерів-початківців першої групи на 10,5% ($p<0,05$) нижчий, порівняно з результатами виявленими у спортсменів другої групи.

В процесі дослідження було виявлено, що під час проведення першого тестового випробування з використанням режиму силових навантажень «А», достовірне підвищення активності симпатичного тону у відповідь на даний стресовий подразник фіксували лише у представників другої групи (LF +8,9% ($p<0,05$) порівняно з вихідними результатами. Одночасно, у обстежених бодіблдерів-початківців тієї ж другої групи, в даних умовах напруженої м'язової діяльності, спостерігали зниження потужності високочастотного спектрального компонента (HF) на 5,0% ($p<0,05$). При цьому, у спортсменів першої групи, у відповідь на навантаження під час проведення даного тестового випробування, досліджувані показники LF та HF достовірно не змінили своєї потужності.

Аналіз отриманих результатів ВСР після проведення другого тестового випробування з використання режиму «Б» свідчать про те, суттєве зниження активності симпатичного тону, як серед обстежених спортсменів першої групи (LF -10,9% ($p<0,05$), так і представників другої (LF -7,4% ($p<0,05$) порівняно з вихідними даними. Встановлено, що в даних умовах одночасно фіксуємо посилення впливу автономної регуляції у відповідь на стресовий подразник серед бодіблдерів-початківців першої (HF +19,7% ($p<0,05$) та другої групи (HF +9,3% ($p<0,05$) незважаючи на достатньо різний у них вихідний рівень напруження систем регуляції ритму серця.

Встановлено, після використання режиму навантажень «В» (третє тестове випробування), порівняно з попередніми етапами дослідження, серед обох груп учасників достовірних змін потужності показника низькочастотного спектру кардіоінтервалів (LF) у відповідь на запропонований стресовий подразник, не відбулось. При цьому, також не відбулось змін рівня активності парасимпатичного тону (HF) після завершення даного тестового випробування у бодіблдерів-початківців першої групи. Однак, у обстежених спортсменів другої групи у відповідь на дане тестове навантаження, фіксували підвищення потужності показника HF на 8,0% ($p<0,05$) порівняно з результатами виявленими на початку досліджень.

Дискусія. Представлені в даній статті результати є частиною низки фундаментальних робіт присвячених дослідженню особливостей процесів адаптації систем організму підлітків на етапі початкової підготовки в бодіблдингу в умовах використання не лише найбільш розповсюджених серед елітних спортсменів моделей режимів навантажень з різними варіаціями поєднання ключових компонентів, параметри яких впливають на показники обсягу та інтенсивності, але й специфіку їх застосування під час розробки експериментальних програм занять для даної вікової категорії осіб з урахування індивідуального рівня резистентності та структури комплексів силових вправ [3; 7; 9; 16]. В даній роботі досліджувалось досить спірне питання, яке протягом останніх років є найбільш дискусійним серед широкого кола провідних науковців з бодіблдингу, кінезіології та спортивної фізіології, яке пов'язане з пошуком найбільш інформативних біомаркерів оцінки перебігу адаптаційно-компенсаторних реакцій підлітків бодіблдерів-початківців, в даному випадку ефективності використання методу варіабельності серцевого ритму, що можливо дозволить чітко оцінити їх рівень функціональних резервів та стресостійкість до зовнішніх подразників [3; 14; 22].

Досліджуючи вихідний рівень функціональних резервів підлітків 15-16 років, які протягом трьох років займались бодіблдингом, було виявлено, що 45,8% обстежених спортсменів за типом регуляції ритму серця відносяться до норматотоніків, а решта (54,2%) учасників – до симпатотоніків. Подібна різниця щодо різного базального рівня напруження систем регуляції ритму серця у спортсменів з різних видів спорту (єдиноборств, силового спрямування) однієї вікової категорії, з ідентичним тренувальним стажем та навіть з схожими параметрами розвитку силових можливостей, як стверджують ряд науковців, обумовлена в більшості випадках не особливостями системи підготовки, а переважно індивідуальними характеристиками процесів довготривалої адаптації до відповідних режимів навантажень [5; 9; 17; 23].

Оцінюючи характер адаптаційно-компенсаторних реакцій обстежених бодіблдерів-початківців даної вікової категорії у відповідь за запропоновані нами тестові випробування з використання трьох найбільш розповсюджених в бодіблдингу моделей режимів силових навантажень було виявлено, що одночасно для обох груп учасників, не залежно від їх вихідного рівня напруження систем регуляції

ритму серця, найбільш оптимальні зміни показників спектрального аналізу ВСР, фіксували у відповідь на навантаження з використанням режиму «Б». Виявлене достовірне зміщення вегетативного балансу в бік парасимпатичної активності на тлі послаблення центрального контуру регуляції синусового ритму, свідчить про ефективність реалізації механізмів короточасної адаптації систем організму до подібного стресового подразника (навантажень середнього обсягу та інтенсивності ($R_a=68$) [2; 11; 16]. При цьому, отримані результати вказують на те, що лише обстежених бодібілдерів-початківців другої групи (симпатотоніків) під час тестового випробування використовуючи модель режиму навантажень «А» спостерігали виражене підвищення рівня напруження систем регуляції ритму серця з одночасним зростанням потужності показників низькочастотного (LF) та високочастотного (HF) спектру кардіоінтервалів. Низка дослідників [4; 6; 7; 20] на основі результатів своїх робіт, роблять припущення, що подібні зміни досліджуваних показників ВСР демонструють характерні ознаки проявів компенсаторних реакцій організму на подібний подразник внаслідок низького рівня резистентності до режиму навантажень високої інтенсивності та малого обсягу ($R_a=0,78$).

Висновки. Виявлено, що у спортсменів-підлітків з різним типом регуляції ритму серця (нормотоніки та симпатотоніки), які мають певний ($3\pm0,3$ років) досвід занять бодібілдингом, лише за умов використання під час тестового випробування навантажень середньої інтенсивності та обсягу (режим «Б»), відбувається зміщення вегетативного балансу з бік парасимпатичної активності на тлі послаблення центрального контуру регуляції синусового ритму та зниження симпатичного тону. Відповідні зміни показників ВСР на стресовий подразник свідчать про зниження рівня напруження систем регуляції ритму серця та одночасно про ефективність реалізації механізмів короточасної адаптації, що дозволяє зробити припущення про те, що модель режиму силових навантажень «Б», є найбільш безпечною для даної вікової категорії бодібілдерів-початківців.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується проведення подібних досліджень щодо оцінки адаптаційно-компенсаторних реакцій підлітків бодібілдерів-початківців в умовах різних режимів силового навантаження, використовуючи методи біохімічного аналізу крові.

References

1. Barbosa, P., Camargo, J., Oliveira, J., Barbosa, C., Silva, A., Dos-Santos, J., Verlengia, R., Barreira, J., Braz, T., Lopes, C. (2024). Resistance Exercise Sessions Comprising Multijoint vs. Single-Joint Exercises Result in Similar Metabolic and Hormonal Responses, But Distinct Levels of Muscle Damage in Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 38(5). 842–847. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004698>
2. Baxter, B., Baross, A., Ryan, D., Kay, A. (2024). Effects of detraining on neuromuscular function and structural adaptations following once- or twice-weekly eccentric resistance training in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*. 36(1). 177. <https://doi.org/10.1007/s40520-024-02828-1>
3. Carvalho, L., Junior, R.M., Barreira, J., Schoenfeld, B.J., Orazem, J., Barroso, R. (2022). Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched load: a systematic review and meta-analysis. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 47(4). 357–368. <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0515>
4. Chernozub, A., Titova, A., Dubachinskiy, O., Bodnar, A., Abramov, K., Minenko, A. (2018). 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*. 18(1). 217–221. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.01028>
5. Chernozub, A., Potop, V., Korobeynikov, G., Timnea, O.C., Dubachinskiy, O., Ikkert, O., Briskin, Y., Boretsky, Y., Korobeynikova, L. (2020). Creatinine is a biochemical marker for assessing how untrained people adapt to fitness training load. *PeerJ*. 8:e9137. <https://doi.org/10.7717/peerj.9137>
6. Chernozub, A., Manolachi, V., Tsos, A., Potop, V., Korobeynikov, G., Manolachi, V., Sherstiuk, L., Zhao, J., Mihaila, I. (2023). Adaptive changes in bodybuilders in conditions of different energy supply modes and intensity of training load regimes using machine and free weight exercises. *PeerJ*. 11:e14878. <https://doi.org/10.7717/peerj.14878>
7. Chernozub, A., Alosyna, A., Korobeynikov, G., Koval, V., Havrylov, Y., Sherstiuk, L., Potop, V., Timnea-Florescu, C.A., Timnea, O.C. (2025). Resistance of mature and elderly bodybuilders to anaerobic energy supply load. *PeerJ*. 13:e19844 <https://doi.org/10.7717/peerj.19844>
8. Gambassi, B., Júnior, C., Santos, A., Rohrs, E., Novais, T., Schwingel, P., Zoppi, C. (2024). Resistance training maintains physical function but does not prevent changes in body composition and biochemical markers after detraining in aging adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 37. 146–150. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.11.026>

9. Grässler, B., Thielmann, B., Böckelmann, I., Hökelmann, A. (2021). Effects of Different Training Interventions on Heart Rate Variability and Cardiovascular Health and Risk Factors in Young and Middle-Aged Adults: A Systematic Review. *Front Physiol.* 12. 657274. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.657274>
10. Güngör, A., Topçu, H., Aldhahi, M., Al-Mhanna, S., Güllü, M. (2024). Resistance Training to Muscle Failure with Variable Load Intensities: Implications for Post-Exercise Blood Pressure and Heart Rate Variability in Trained Men. *Journal of Clinical Medicine.* 13(8). 2296. <https://doi.org/10.3390/jcm13082296>
11. He, K., Sun, Y., Xiao, S., Zhang, X., Du, Z., Zhang, Y. (2024). Effects of High-Load Bench Press Training with Different Blood Flow Restriction Pressurization Strategies on the Degree of Muscle Activation in the Upper Limbs of Bodybuilders. *Sensors (Basel).* 24(2). 605. <https://doi.org/10.3390/s24020605>
12. Jin, K., Guo, Z., Qiao, Z., Liu, M., Yang, Y., Xu, C. (2024). Agreement between Ultra-Short-Term and Standard Heart Rate Variability Analysis in Resting and Post-Exercise Conditions. *Life (Basel).* 14(7). 837. <https://doi.org/10.3390/life14070837>
13. Korobeinikova, L., Raab, M., Korobeynikov, G., Pryimakov, O., Kerimov, F., Chernozub, A., Korobeinikova, I., Goncharova, O. (2024) Comparative analysis of psychophysiological state among in physical active and sedentary persons. *Journal of Physical Education and Sport.* 24 (2). 382–389. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.02046>
14. Korobeynikov, G., Raab, M., Korobeinikova, L., Xin, H., Pryimakov, O., Barbas, I., Bulatova, M., Chernozub, A., Goncharova, O., Raximov, V., Burnashev, R. (2025). Gender-specific effects of cognitive functions in elite judokas. *Ido Movement for Culture Journal of Martial Arts Anthropology.* 25 (4). 39–49. <https://doi.org/10.14589/ido.25.4.4>
15. Koval, V., Tsos, A., Olkhovyi, O., Drobot, K., Chernozub, A., Potop, V. (2025) Overtraining syndrome in bodybuilding and the difficulty of searching for informative biomarkers for disadaptation diagnostics. In: *Fizicna Reabilitacia ta Rekreacijno-Ozdorovci Tehnologii.* 10. 108–119. [https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10\(2\).06](https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(2).06)
16. Koval, V., Derliuk, O., & Chernozub, A. (2025). The impact of different models of power fitness training on the re-adaptation processes of overweight adolescents. *Rehabilitation and Recreation.* 19(2). 338–349. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.2.30>
17. Lixandrão, M., Bammann, M., Vechin, F., Conceicao, M., Telles, G., Longobardi, I., Damas, F., Lavin, K., Drummer, D., McAdam, J., Dungan, C. (2024). Higher resistance training volume offsets muscle hypertrophy nonresponsiveness in older individuals. *Journal of Applied Physiology.* 136(2). 421–429. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00670.2023>
18. Lin, L., Chen, Y., Lin, T., Weng, T. (2022). Effects of Resistance Training Intensity on Heart Rate Variability at Rest and in Response to Orthostasis in Middle-Aged and Older Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 19(17). 10579. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710579>
19. Mantri, S., Agarwal, S., Jaiswal, A., Yelne, S., Prasad, R., Wanjari, M. (2023). Bodybuilding: A Comprehensive Review of Performance-Enhancing Substance Use and Public Health Implications. *Cureus.* 15(7). e41600. <https://doi.org/10.7759/cureus.41600>
20. Marasingha-Arachchige, S., Alcaraz, J., Chunga, L. (2022). Factors that affect heart rate variability following acute resistance exercise: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science.* 11(3). 376–392. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.11.008>
21. Mastalerz A, Hooshmand-Moghadam B, Moazamigoudarzi S, Golestani F, Hooshmand-Moghadam B, John M, Maćkała K, Lorenz K, Maculewicz E. 2024. Changes in muscle quality and biomarkers of neuromuscular junctions and muscle protein turnover following 12 weeks of resistance training in older men. *Biol Sport.* 41(4). 285–292. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2024.141064>.
22. Potop, V., Manolachi, V., Chernozub, A., Kozin, V., Syvokhop, E., Spivak, A., Sharodi, V., & Jie, Z. (2023). Changes in circumference sizes of bodybuilders using machine and free weight exercises in combination with different load regimes. *Health, Sport, Rehabilitation.* 9(2). 74–85. <https://doi.org/10.34142/HSR.2023.09.02.06>
23. Potop, V., Mihailescu, LE., Mahaila, I., Zawadka-Kunikowska, M., Jagiello, W., Chernozub, A., Baican, M., Timnea, OC., Ene-Voiculescu, C., Ascinte, A. (2024). Applied biomechanics within the Kinesiology discipline in higher education. *Physical Education of Students.* 28(2). 106–119. <https://doi.org/10.15561/20755279.2024.0208>
24. Rukstela, A., Lafontant, K., Helms, E., Escalante, G., Phillips, K., Campbell, B. (2023). Bodybuilding Coaching Strategies Meet Evidence-Based Recommendations: A Qualitative Approach. *J Funct Morphol Kinesiol.* 8(2). 84. <https://doi.org/10.3390/jfmk8020084>

Стаття надійшла до редакції / Received 28.12.2025

Прийнята до друку / Accepted 02.02.2026

Опубліковано / Published 20.04.2026