

СУЧАСНІ МЕХАНІЗМИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТРЕНЕРІВ ІЗ СИЛОВОГО ФІТНЕСУ

Віктор Манолакі^{1,3}, Володимир Потоп^{2,3}, Андрій Чернозуб^{4,3},
Алла Альошина⁴, Едуард Сивохоп⁵, Карен Абрамов⁶

¹ Державний університет фізичного виховання і спорту, Галаці, Румунія;

² Університет Пітешту, Пітешту, Румунія;

³ Державний університет фізичного виховання і спорту, Кишинів, Республіка Молдова;

⁴ Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна;

⁵ ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна;

⁶ Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, Україна.

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2023-01-14-22>

Анотації

Мета статті – удосконалення рівня професійної діяльності тренерів із силового фітнесу за допомогою використання показників варіабельності серцевого ритму для розширення методів діагностики функціонального стану спортсменів та оцінки адаптаційних реакцій на навантаження. **Методи.** Для досягнення поставленої мети залучено 40 нетренованих чоловіків 18–20 років і 20 тренуваних юнаків, які займаються силовим фітнесом протягом трьох років. Сформовано три дослідні групи по 20 осіб у кожній. Представники контрольної та 1-ї основної груп (нетреновані) й представники 2-ї основної групи (тренувані) застосували протягом трьох місяців дослідження різні режими силового навантаження. Для оцінки процесів вегетативної регуляції серцево-судинної системи використовували методи аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР). **Результати.** На початку досліджень у контрольній групі реакція серцево-судинної системи відображає найбільш знижений рівень резистентності до навантажень середньої інтенсивності й великого обсягу тренувальної роботи. Застосування навантажень великого обсягу роботи та низької інтенсивності підвищує параметри показника наднизькочастотного спектра коливань кардіоінтервалів з одночасним зниженням активності низько- й високо- частотного спектра в порівнянні з даними, установленими під час роботи в режимі високої інтенсивності та малого обсягу. Показники ВСР учасників усіх груп після трьох місяців тренувань свідчать, що процес довготривалих занять силовим фітнесом в умовах заданих режимів навантаження приводить до економізації функціонування серцево-судинної системи. У кінці програми дослідження в юнаків усіх трьох дослідних груп у стані спокою виявлено більш виражене превалювання наднизькочастотного спектра (VLF). **Висновки.** Поглиблене вивчення та практичне застосування методу варіабельності серцевого ритму в процесі діагностики адаптаційних змін в організмі під час використання різних режимів навантаження дає змогу удосконалити рівень професійної діяльності тренерів із силового фітнесу.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, режими навантажень, адаптаційні зміни, навантаження.

Victor Manolachi, Vladimir Potop, Andrii Chernozub, Alla Aloshyna, Eduard Syvokhop, Karen Abramov. Contemporary Mechanisms of Strength and Conditioning Coaches` Professional Activity Increase. Topicality. The level of strength coaches` professional activity improvement by using heart rate variability indicators for expanding the diagnostic methods of the athletes` functional state and assessing adaptive responses to stress. **Methods of the Research.** To solve the set goal, 40 untrained men aged 18–20 and 20 trained young men engaging in strength fitness for 3 years were involved. Thus, 3 research groups of 20 people each were formed. Representatives of the control and 1st main groups (untrained) and representatives of the 2nd main group (trained) have used various physical exertion modes during the 3 months of the study. To assess the autonomic regulation processes of the cardiovascular system and the state of adaptation mechanisms in the conditions of intense muscle activity, methods of heart rate variability (HRV) were used. **The Research Results.** At the beginning of the research, it was found that in the control group, the response of the cardiovascular system reflects the most reduced level of resistance to physical exertion of medium intensity and a high-volume training. The use the high-volume training exertion and low intensity in the process of strength fitness training increases the indicator`s parameters of the ultra-low-frequency spectrum of cardio interval oscillations with a simultaneous decrease in the activity of the low-frequency and high-frequency spectrum compared to the data within working in the mode of high intensity and low volume. According to the study HRV results of all participants after three months of training, it was established that the process of long-term strength fitness under the conditions of the specified load regimes has led to the economy of the cardiovascular system functioning. At the finish stage of the research program, the young men of all three experimental groups, in a state of rest, were characterized by a more pronounced prevalence of the ultra low frequency (ULF) as well as less low frequency spectrum (LF) of heart rate oscillations were found compared to the same indicators that were registered at the beginning of the research. **Findings.**

In-depth study and practical use of the heart rate variability in the process of the human body adaptive changes diagnostic during the use of various physical exertion modes allows to improve the level of strength and conditioning fitness coaches' professional activity.

Key words: heart rate variability, exercise modes, adaptive changes, physical exertion.

Вступ. Проблема пошуку сучасних механізмів підвищення професійної діяльності тренерів із силового фітнесу протягом останніх десятиліть є одним з актуальних напрямів дослідницької діяльності провідних науковців із фітнес-індустрії, спортивної фізіології [1–3]. Одним із пріоритетних та одночасно суперечливих серед дослідників [4–5] факторів підвищення рівня професійної підготовки тренерів із цього напрямку рухової активності є вдосконалення інтегрального комплексу методів медико-біологічного контролю за адаптаційними змінами в організмі спортсменів в умовах застосування різних за обсягом й інтенсивністю навантажень.

В останнє десятиліття виник новий напрям у сфері рухової активності людини, пов'язаний із використанням оздоровчих технологій різного характеру та спеціальних пристроїв. Однак більшість досліджень активно проводиться для вдосконалення контролю й управління системою підготовки спортсменів високої кваліфікації [6–8]. Водночас вивчення впливу занять силовим фітнесом, особливо за умов застосування фізичних навантажень різного рівня інтенсивності та обсягу роботи на стан осіб нетренованого контингенту і його фізіологічні механізми адаптаційних перебудов є недостатнім.

Отже, постає проблема вивчення адаптаційних змін, що виникають у нетренованих юнаків за умов занять силовим фітнесом і порівняння їх дії з результатами, реєстрованими в тренуваних осіб. Крім того, вивчення механізмів адаптації за умов м'язової діяльності має значення з погляду корекції тренувальних програм, що дасть змогу оптимізувати тренувальний процес занять силовим фітнесом для людей із різним рівнем тренуваності. Усе це вимагає подальших більш глибоких досліджень.

Варіабельність серцевого ритму є ефективним методом оцінки стану регуляторних механізмів, нейрогуморальної регуляції діяльності серця, співвідношення активації симпатичного й парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи, вплив автономного та центрального контурів управління ритмом серця [9–11]. Застосування цього методу дає змогу прогнозувати загальні тенденції в розвитку різних процесів в організмі, у тому числі адаптаційних механізмів в умовах напруженої м'язової діяльності, а також ризик розвитку патологічних процесів [12–13]. При цьому більшість робіт із питань варіабельності серцевого ритму являють собою статичний, дискретний характер і найчастіше не відображають особливості динаміки адаптаційних механізмів регуляції кардіоінтервалів.

Мета дослідження – удосконалення рівня професійної діяльності тренерів із силового фітнесу шляхом використання показників варіабельності серцевого ритму для розширення методів діагностики функціонального стану спортсменів та оцінки адаптаційних реакцій на навантаження.

Методи. Для досягнення поставленої мети залучено 40 нетренованих чоловіків 18–20 років і 20 тренуваних юнаків, які займаються силовим фітнесом протягом трьох років. Сформовано три дослідні групи 20 осіб у кожній. Представники контрольної й 1-ї основної груп (нетреновані) і представників 2-ї основної групи (тренувані) застосували протягом трьох місяців дослідження різні режими силового навантаження. Для оцінки процесів вегетативної регуляції серцево-судинної системи й стану адаптаційних механізмів в умовах напруженої м'язової діяльності застосовували методи аналізу варіабельності серцевого ритму (BCP).

У процесі тренувального заняття представники обох основних груп використовували режим навантаження високої інтенсивності та малого обсягу роботи (високої інтенсивності), а юнаки контрольної групи – режим середньої інтенсивності й великого обсягу роботи (стандартний).

Відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації, алгоритм та методи дослідження схвалено етичним комітетом для біомедичних досліджень Волинського національного університету імені Лесі Українки. Відповідно до рекомендацій комітетів з етики біомедичних досліджень, його учасники надали письмову згоду (WHO Regional, 2000).

Метод аналізу варіабельності серцевого ритму (BCP). У процесі досліджень автономну регуляцію ритму серця обстежених учасників оцінювали за показниками статистичного аналізу BCP: частота серцевих скорочень (ЧСС, уд./хв), середня тривалість RR-інтервалів (мс), стандартне відхилення RR-інтервалів (SDNN, мс). Водночас, застосовуючи спектральний метод аналізу BCP, який надає інформацію про розподіл потужності залежно від частоти коливань, досліджували такі показники, як високочастотний спектр коливань кардіоінтервалів (HF, %), низькочастотний спектр

(LF, %), наднизькочастотний спектр (VLF, %) та індекс вагосимпатичної взаємодії (LF/HF). Вище-названі методи використовували для оцінки параметрів ВСР у стані спокою й після функціональних навантажень в умовах тренувального процесу занять силовим фітнесом.

Для реєстрації параметрів автономної регуляції ритму серця та результатів спектрального аналізу в обстеженого контингенту застосовували монітор серцевого ритму «Polar RS800CX» (Фінляндія). Схему вимірювання проводили за загальноприйнятою методикою щодо дослідження учасника за допомогою монітора серцевого ритму Polar RS800C. Перед початком запису даних ВСР учаснику дослідження обтягують спеціальним ременем грудну клітку: безпосередньо під грудними м'язами прикріплюють до нього передавач, який фіксує дані про частоту серцевих скорочень та відображає їх на монітор серцевого ритму, що закріплений на зап'ясті руки. Перед реєстрацією шкіру в місці накладання електродів (під грудними м'язами) обробляли етиловим спиртом, а після цього – стерильним фізіологічним розчином із метою зниження електричного опору на межі електрод–шкіра. Запис отриманих показників проводили у вихідному положенні, лежачи на спині в стані спокою до й після фізичних навантажень. Під час аналізу ВСР використовували короткі (5-хвилинні) записи відповідно до Міжнародного стандарту (1996). У подальшому за допомогою статистичної програми «KubiosHRV» обчислювали отримані результати.

Статистична обробка. Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали за допомогою пакета програм IBM *SPSS*Statistics 26 (StatSoftInc., США). Для розрахунку статистичної потужності (визначення найменшого розміру вибірки для дослідження) застосовували програму G-Power 3.1.96. Визначали медіану, нижній і верхній квартилі. Критерій Крускала-Уолліса Н використовували для перевірки того, чи походять зразки з одного розподілу. Критерій Фрідмана застосовували для порівняння показників однієї й тієї самої вибірки досліджуваних протягом контрольного періоду. Кендалла W (коефіцієнт рангової кореляції Кендалла) є індексом розміру ефекту для тесту Фрідмана. Показники варіабельності серцевого ритму (BCP) обчислювали за допомогою програми Kubios HRV. Для визначення нормального розподілу використовували критерій Колмогорова-Смирнова.

Результати дослідження. У табл. 1 представлено результати дослідження статистичних показників ВСР у нетренованих юнаків (представників контрольної та 1-ї основної груп) і тренуваних осіб (представників 2-ї основної групи) в умовах застосування різних режимів силового навантаження на початку тримісячних занять силовим фітнесом.

Аналіз даних свідчить про те, що в представників усіх трьох досліджуваних груп юнаків у стані спокою показники, які відображають стан системи регуляції серцевого ритму, перебувають у межах фізіологічної норми.

Таблиця 1

Значення параметрів вегетативної регуляції ритму серця в юнаків усіх трьох груп на початку досліджень, Me (25; 75), n=60

Показник	Група досліджуваних	До навантаження (стан спокою)	Після фізичного навантаження
ЧСС, уд./хв (Mean HR)	контрольна	82,01 (80,39; 115,3)	141,83* (131,50; 148,14)
	1-ша основна	85,74 (85,37; 105,93)	131,16* (130,40; 139,21)
	2-га основна	85,69 (85,50; 100,29)	130,86* (130,51; 153,08)
Середня тривалість RR- інтервалів, мс (Mean RR)	контрольна	736,98 (512,46; 746,98)	427,20* (406,80; 458,70)
	1-ша основна	702,85 (574,58; 705,07)	461,40* (434,17; 463,40)
	2-га основна	715,15 (568,48; 715,29)	471,05* (393,70; 472,00)
Стандартне відхилення RR- інтервалів, мс (SDNN)	контрольна	55,22 (32,03; 58,70)	33,10* (28,00; 41,42)
	1-ша основна	49,57 (32,28; 51,53)	38,65* (32,47; 40,10)
	2-га основна	84,96 (31,95; 85,10)	72,70* (27,80; 74,60)
SD1, мс	контрольна	16,03 (12,38; 26,46)	2,60* (2,20; 3,30)
	1-ша основна	18,27 (9,33; 18,40)	3,60* (3,40; 4,90)
	2-га основна	18,06 (15,52; 18,34)	4,42* (1,90; 4,60)
SD2, мс	контрольна	75,07 (43,73; 77,98)	46,50* (39,40; 58,30)
	1-ша основна	69,47 (44,55; 72,06)	54,3 (45,22; 56,40)
	2-га основна	117,20 (43,78; 118,10)	102,60 (39,10; 105,30)

Примітка. *- $p < 0,05$ у порівнянні з показниками в стані спокою.

Після одноразового тренувального заняття силовим фітнесом в умовах застосування заданого режиму фізичного навантаження в учасників усіх досліджуваних груп спостерігають зміну значень показників серцево-судинної системи. Це проявляється в підвищенні частоти серцевих скорочень, зменшенні середньої тривалості R-R-інтервалів, що свідчить про зростання міри напруги системи вегетативної регуляції ритму серця. Зменшення значення показника SDNN свідчить про посилення симпатичної нервової системи, яка пригнічує активність автономного контуру. Зміни параметрів кардіоінтервалів у представників усіх трьох груп після силового навантаження на початку програми досліджень характеризуються достовірним зниженням SD1.

У табл. 2 представлено значення параметрів спектрального аналізу серцевого ритму в обстежених у спокої та після фізичного навантаження. У процесі тренувального заняття представники обох основних груп використовували режим навантаження високої інтенсивності та малого обсягу роботи (високої інтенсивності), а юнаки контрольної групи – режим середньої інтенсивності й великого обсягу роботи (стандартний).

Таблиця 2

Значення параметрів спектрального аналізу серцевого ритму в осіб усіх трьох груп на початку програми досліджень, Me (25; 75), n=60

Показник	Група досліджуваних	До навантаження (стан спокою)	Після фізичного навантаження
Наднизькочастотний спектр, % (VLF)	контрольна	60,20 (47,80; 63,50)	96,60* (93,20; 96,90)
	1-ша основна	69,40 (49,77; 70,37)	85,85* (84,60; 90,47)
	2-га основна	60,30 (45,65; 61,00)	97,20* (95,60; 97,20)
Низькочастотний спектр, % (LF)	контрольна	23,60 (20,40; 39,55)	3,10* (2,80; 6,10)
	1-ша основна	24,80 (23,70; 33,80)	11,85* (7,47; 13,00)
	2-га основна	29,60 (29,40; 43,97)	2,30* (2,20; 3,60)
Високочастотний спектр, % (HF)	контрольна	16,20 (13,10; 16,60)	0,30* (0,28; 0,70)
	1-ша основна	5,80 (5,65; 18,90)	2,35* (1,97; 2,50)
	2-га основна	10,10 (10,00; 10,40)	0,40* (0,30; 0,80)
Total, мс ²	контрольна	4377,25 (915,14; 4818,00)	1326,00* (647,00; 1432,50)
	1-ша основна	2366,70 (1410,57; 2524,77)	1192,00* (1019; 1224,00)
	2-га основна	4740,65 (758,99; 4780,00)	3537,00 (468,00; 3600,00)
Співвідношення LF/HF, мс ²	контрольна	1,45 (1,26; 2,86)	8,65* (7,66; 8,89)
	1-ша основна	4,23 (1,94; 4,27)	4,96* (3,32; 5,19)
	2-га основна	2,93 (2,90; 4,23)	5,19* (4,35; 5,20)

Примітка. *- $p < 0,05$ у порівнянні зі станом спокою (до навантаження).

Аналіз результатів свідчить про суттєву різницю між досліджуваними групами юнаків у стані спокою за показниками високочастотних коливань кардіоінтервалів (HF), загальної потужності кардіоінтервалів (Total), а також вегетативного балансу (LF/HF).

Водночас високий рівень показника VLF (60,2–69,4 %), у порівнянні з нормою (15–30 %), зафіксовано в юнаків як контрольної, так і обох основних груп, що свідчить про гіперадаптивний стан організму обстежених (напруга всіх регуляторних систем). Також виявлено, що в нетренованих юнаків 1-ї основної групи показник HF (%) становить 5,8 % сумарної потужності спектра за норми 15–25 % [11, 13], що вказує на зміщення вегетативного балансу в бік переважання симпатичної системи.

Результати досліджень, зафіксовані після фізичного навантаження, демонструють перевагу наднизькочастотного спектра коливань ритму серця. При цьому ми спостерігали достовірне зменшення загальної потужності спектра коливання кардіоінтервалів, знижується сумарний рівень активності різних ланок регуляторного механізму переважно в нетренованого контингенту, особливо серед представників контрольної групи, які використовували в процесі тренувань навантаження середнього рівня інтенсивності та великий обсяг роботи.

У відповідь на запропоновані нами силові навантаження в групах нетренованих і тренуваних осіб встановлено збільшення показника вегетативного балансу (LF/HF), що свідчить про зростання напруженості вегетативної регуляції ритму серця за рахунок послаблення активації парасимпатичного тону. Так, найбільш виражене зростання контрольованого показника майже в шість разів, у порів-

нянні зі станом спокою, спостерігали в нетренованих осіб контрольної групи. При цьому найнижчі параметри підвищення показника LF/HF на 17,2 % ($p < 0,05$) простежували в нетренованих юнаків 1-ї основної групи, які застосовують у процесі тренування навантаження високого рівня інтенсивності та малого обсягу роботи.

У табл. 3 представлено результати дослідження статистичних показників варіабельності ритму серця в осіб контрольної й обох основних груп після трьох місяців використання в процесі занять досліджень різних режимів силового навантаження.

Аналіз результатів довготривалих змін контрольованих параметрів серцево-судинної системи свідчить про те, що в стані спокою в обстежених осіб як контрольної, так і обох основних груп після трьох місяців занять силовим фітнесом, незалежно від особливостей використовуваних режимів фізичного навантаження, спостерігали достовірне зниження показника ЧСС (від 4,9 % ($p < 0,05$) в осіб 1-ї основної групи до 11,2 % ($p < 0,05$) – у нетренованих юнаків контрольної групи) та, отже, зростання середньої тривалості RR-інтервалів, порівняно з даними, фіксованими на початку досліджень.

Таблиця 3

Значення параметрів вегетативної регуляції ритму серця в юнаків усіх досліджуваних груп після трьох місяців тренувань за умов використання різних режимів навантаження, Me (25; 75), n=60

Показник	Група досліджуваних	До навантаження (стан спокою)	Після фізичного навантаження
ЧСС, уд./хв (Mean HR)	контрольна	72,79 (69,44; 89,53)	116,73* (114,43; 121,89)
	1-ша основна	81,48 (81,30; 88,25)	123,38* (114,12; 125,17)
	2-га основна	79,45 (79,42; 91,21)	121,01* (120,12; 136,05)
Середня тривалість RR- інтервалів, мс (Mean RR)	контрольна	832,20 (674,80; 883,65)	518,60* (507,30; 528,80)
	1-ша основна	744,10 (685,60; 744,20)	492,20 (487,00; 531,70)
	2-га основна	761,00 (658,90; 761,22)	502,30* (445,40; 503,50)
Стандартне відхилення RR- інтервалів, мс (SDNN)	контрольна	78,40 (59,97; 125,10)	55,30* (47,00; 82,82)
	1-ша основна	70,10 (51,87; 72,40)	54,95* (51,25; 60,00)
	2-га основна	61,80 (51,82; 62,30)	54,70 (45,00; 55,20)
SD1, мс	контрольна	30,60 (21,57; 61,27)	5,50* (3,80; 7,52)
	1-ша основна	12,60 (12,20; 18,00)	2,50* (2,10; 13,70)
	2-га основна	19,20 (17,02; 19,30)	4,70* (2,20; 4,80)
SD2, мс	контрольна	106,70 (82,00; 165,77)	77,65* (66,10; 116,60)
	1-ша основна	98,30 (71,22; 98,50)	76,70* (71,80; 84,60)
	2-га основна	84,80 (71,25; 85,70)	77,00 (63,50; 78,20)

Примітка. *- $p < 0,05$ у порівнянні з показниками попереднього місяця.

Лише в групах, до складу яких входять нетреновані юнаки, спостерігали тенденцію до зростання значень середнього квадратичного відхилення RR-інтервалів (у середньому на 41,4 % ($p < 0,05$) у кінці програми дослідження, у порівнянні з вихідними даними на початку програми, занять силовим фітнесом). При цьому в групі тренуваних осіб спостерігали зниження параметрів цього показника на 27,2 % ($p < 0,05$).

Після тренувального заняття за умов застосування різних режимів силового навантаження в юнаків усіх трьох груп зареєстровано більш адекватні зміни показників серцево-судинної системи в кінці тримісячної програми занять (табл. 3), ніж на початку досліджень (табл. 1).

Так, параметри показників частоти серцевих скорочень і, відповідно, середньої тривалості RR-інтервалів мають менш виражені зміни відносно стану спокою, ніж на початку дослідження. Водночас зміна величини показника SDNN після силового навантаження в кінці останнього етапу дослідження не відрізняється від первинних параметрів.

Аналіз результатів свідчить про те, що зафіксовані практично ідентичні між групами учасників позитивні зміни в серцево-судинній системі спостерігають за абсолютно різних значень показників силового навантаження. Цей факт указує на необхідність більш пріоритетного застосування в процесі занять силовим фітнесом режиму силового навантаження високої інтенсивності й малого обсягу тренувальної роботи.

У табл. 4 представлено значення параметрів спектрального аналізу серцевого ритму в групах нетренованих і тренуваних осіб після трьох місяців занять силовим фітнесом із використанням різних режимів силового навантаження.

Результати показників спектрального аналізу ВСР, реєстровані в осіб контрольної та обох основних груп на початку досліджень і після трьох місяців тренувань, демонструють різницю в розподілі за спектрами коливань кардіоінтервалів.

У кінці програми дослідження в юнаків усіх трьох досліджуваних груп у стані спокою виявлено більш виражене превалювання наднизькочастотного спектра (VLF) і менш виражений низькочастотний спектр (LF) коливань ритму серця (табл. 4) у порівнянні з такими самими показниками, які зареєстровано на початку досліджень (табл. 2).

Водночас значення показників високочастотного спектра (HF) і вегетативного балансу (LF/HF) у стані спокою в кінці дослідження (табл. 4) практично не змінилися в порівнянні з первинними даними, реєстрованими на початку програми (табл. 2). Це свідчить про переважання впливу центрального контуру управління ритмом серця в юнаків досліджуваних груп.

Таблиця 4

Значення параметрів спектрального аналізу серцевого ритму в юнаків усіх досліджуваних груп після трьох місяців тренувань за умов використання різних режимів навантаження, Me (25; 75), n=60

Показник	Група досліджуваних	До навантаження (стан спокою)	Після фізичного навантаження
Наднизькочастотний спектр, % (VLF)	контрольна	63,70 (60,60; 64,50)	95,35* (93,40; 96,50)
	1-ша основна	80,90 (49,60; 80,90)	96,00* (87,80; 97,00)
	2-га основна	54,50 (49,05; 54,70)	91,60 (91,50; 98,07)
Низькочастотний спектр, % (LF)	контрольна	19,65 (19,60; 21,90)	3,95* (2,40; 7,70)
	1-ша основна	15,50 (15,30; 33,05)	3,75* (2,80; 8,50)
	2-га основна	34,10 (34,00; 41,12)	6,80* (1,67; 6,90)
Високочастотний спектр, % (HF)	контрольна	15,85 (12,70; 16,70)	0,90* (0,70; 1,10)
	1-ша основна	3,60 (3,20; 17,82)	0,30* (0,22; 3,70)
	2-га основна	11,30 (9,90; 11,37)	1,60* (0,25; 1,80)
Total, мс ²	контрольна	5613,00 (3331,50; 12891,50)	2188,00* 1468,00; 3851,00
	1-ша основна	4332,15 2624,75; 4628,00	2093,00* 1868,00; 2498,00
	2-га основна	2895,00 2766,75; 2947,00	2199,00 1890,75; 2210,00
Співвідношення LF/HF, мс ²	контрольна	1,25 (1,17; 2,51)	5,20* (2,10; 6,79)
	1-ша основна	4,35 (1,87; 4,40)	10,94* (2,27; 13,58)
	2-га основна	3,01 (2,99; 4,18)	4,11* (4,00; 6,11)

Примітка. *- $p < 0,05$ у порівнянні зі станом спокою.

Збільшення показника вегетативного балансу (LF/HF) у досліджуваних усіх груп осіб свідчить про зростання напруженості вегетативної регуляції ритму серця за рахунок ослаблення активації парасимпатичного тону (табл. 4). Цей факт свідчить про значну активацію центрального контуру й посилення симпатичної регуляції серцево-судинної системи.

Дискусія. У цій роботі досліджували процеси вдосконалення рівня професійної діяльності тренерів із силового фітнесу шляхом використання показників варіабельності серцевого ритму для розширення методів діагностики функціонального стану спортсменів. Ця робота пов'язана із серією досліджень у силовому фітнесі, які стосуються вивчення адаптаційно-компенсаторних реакцій на навантаження.

Отримані на початку програми досліджень результати в осіб контрольної групи (реакція серцево-судинної системи) відображають найбільш знижений рівень резистентності до фізичних навантажень середньої інтенсивності й великого обсягу тренувальної роботи. Відповідні зміни розширюють дослідження ряду вчених (Holmes et al., 2020; Schoenfeld et al., 2020) та вказують на послаблення аперіодичних коливань ритму серця під впливом фізичних навантажень, незалежно від рівня їх тренуваності.

Виявлена в процесі досліджень закономірність про посилення центральних механізмів нейрогуморальної регуляції ритму серця за рахунок зниження парасимпатичної активації автономної нервової системи на синусовий вузол серця саме в нетренованих осіб контрольної групи збігається з результатами досліджень Nuutila et al., 2022; Nakamura et al., 2023. Застосування в процесі занять силовим фітнесом навантажень великого обсягу роботи й низької інтенсивності підвищує параметри показника наднизькочастотного спектра коливань кардіоінтервалів з одночасним зниженням активності низько- та високочастотного спектрів у порівнянні з даними, установленими під час роботи в режимі високої інтенсивності та малого обсягу. Отримані результати доповнюють дослідження науковців (Rial-Vázquez et al., 2022; Gavanda et al., 2023) щодо значного переважання центрального контуру регуляції ритму серця за рахунок активації нейрогуморального й метаболічного факторів.

Виявлені адаптаційні зміни під час досліджень свідчать про наявність економізації функціонування серцево-судинної системи в нетренованих юнаків обох груп унаслідок зростання рівня резистентності організму до фізичних навантажень як відображення результату довготривалої адаптації. Отримані результати статистичних показників ВСР учасників усіх груп після трьох місяців тренувань підтверджують дослідження науковців (Davletyarova et al., 2022; Hinzmann et al., 2022), що процес довготривалих занять силовим фітнесом в умовах заданих режимів навантаження приводить до економізації функціонування серцево-судинної системи.

Результати досліджень, отримані після фізичного навантаження, демонструють достовірне збільшення показника наднизькочастотного спектра ритму серця (VLF). При цьому значення низької високочастотних коливань знижуються. Цей факт підтверджує результати (Kaikkonen et al., 2020; Kassiano et al., 2021), що превалювання в спектрі потужності ВСР VLF-компонента означає значне переважання симпатичних впливів і відображає підвищену активність центрального, нейрогуморального та метаболічного рівнів регуляції в юнаків як контрольної, так і обох основних груп, незалежно від рівня їх тренуваності й режиму тренувальної роботи. При цьому простежено зменшення загальної потужності спектра коливань кардіоінтервалів (Total), особливо в групах нетренованого контингенту осіб, що пов'язано з активацією симпатичної ланки регуляції й може розглядатися як неспецифічний компонент адаптаційної реакції у відповідь на стресові впливи.

Отже, результати досліджень свідчать про те, що дві групи попередньо нетренованих юнаків відрізняються не лише за режимом силового навантаження, який вони використовували в процесі занять, але й за ступенем змін стану регуляторних механізмів, нейрогуморальної регуляції діяльності серця, співвідношенням активації симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи після фізичних навантажень.

Висновки. Поглиблене вивчення та практичне застосування методу варіабельності серцевого ритму в процесі діагностики адаптаційних змін в організмі під час використання різних режимів навантаження дає змогу вдосконалити рівень професійної діяльності тренерів із силового фітнесу.

Вивчення показників ВСР у нетренованих юнаків дало змогу встановити, що наявність процесу довгострокової адаптації до фізичних навантажень призводить до економізації функціонування серцево-судинної системи за рахунок зростання рівня резистентності до силових навантажень у процесі занять оздоровчим фітнесом.

Установлено, що застосування в процесі занять силовим фітнесом фізичних навантажень із великим обсягом роботи й низькою інтенсивністю достатньо підвищують функцію центральних механізмів нейрогуморальної регуляції ритму серця за рахунок зниження парасимпатичної активації автономної нервової системи на синусовий вузол серця, ніж навантаження високої інтенсивності з малим обсягом роботи.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому плануємо проведення досліджень, використовуючи комплекс фізіологічних і біохімічних методів діагностики систем організму для визначення особливостей перебігу процесів адаптації юнаків у процесі занять силовим фітнесом на тлі різних за інтенсивністю й обсягом режимів навантажень.

Джерела та література

1. Davletyarova K., Vacher P., Nicolas M. [et al.]. Associations Between Heart Rate Variability-Derived Indexes and Training Load: Repeated Measures Correlation Approach Contribution. *J Strength Cond Res.* 2022. № 36(7). P. 2005–2010. <https://doi/10.1519/JSC.0000000000003760>.
2. Holmes C., Winchester L., MacDonald H. [et al.]. Changes in Heart Rate Variability and Fatigue Measures Following Moderate Load Resistance Exercise. *J Exerc Physiol Online.* 2020. № 23(5). P. 24–35.

3. Nuutila O., Seipäjärvi S., Kyröläinen H. [et al.]. Reliability and Sensitivity of Nocturnal Heart Rate and Heart-Rate Variability in Monitoring Individual Responses to Training Load. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022. № 17(8). P. 1296–1303. <https://doi/10.1123/ijsp.2022-0145>.
4. Hinzmann D., Singer M., Schmelter V. [et al.]. *Interv Neuroradiol.* 2022. 15910199221128439. <https://doi/10.1177/15910199221128439>.
5. Rogers B., Gronwald T. Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability as a Biomarker for Intensity Distribution and Training Prescription in Endurance Exercise: An Update. *Front Physiol.* 2022. № 13. P. 879071. <https://doi/10.3389/fphys.2022.879071>.
6. Rial-Vázquez J., Rúa-Alonso M., Fariñas J. [et al.]. Heart Rate Responses and Cardiovascular Adaptations to Resistance Training Programs Differing in Set Configuration: A Randomized Controlled Trial. *Res Q Exerc Sport.* 2022. P. 1–10. <https://doi/10.1080/02701367.2021.2008293>.
7. Santos I., Lemos L., Biral T. [et al.]. Relationship between heart rate variability and performance in eccentric training with blood flow restriction. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2022. № 42(5). P. 333–347. <https://doi/10.1111/cpf.12774>
8. Nakamura F., Costa J., Travassos B. [et al.]. Intraindividual Relationships Between Training Loads and Heart-Rate Variability in High-Level Female Futsal Players: A Longitudinal Study. *Int J Sports Physiol Perform.* 2023. № 18(3). P. 306–312. <https://doi/10.1123/ijsp.2021-0500>.
9. Kaikkonen P., Hynynen E., Hautala A. [et al.]. The Effects of an Intensive 2-wk Resistance Training Period on Strength Performance and Nocturnal Heart Rate Variability. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020. № 15(10). P. 1448–1454. <https://doi/10.1123/ijsp.2019-0531>.
10. Kassiano W., Costa B., Lima-Júnior D. [et al.]. *Int J Sports Med.* 2021. № 42(1). P. 82–89. <https://doi/10.1055/a-1219-7750>.
11. Mao J., Wang T., Zhang L. [et al.]. Comparison of the acute physiological and perceptual responses between resistance-type and cycling high-intensity interval training. *Front Physiol.* 2022. № 13. P. 986920. <https://doi/10.3389/fphys.2022.986920>.
12. Gavanda S., Andrian-Werburg C., Wiewelhove T. Assessment of fatigue and recovery in elite cheerleaders prior to and during the ICU World Championships. *Front Sports Act Living.* 2023. № 5. P. 1105510. <https://doi/10.3389/fspor.2023.1105510>.
13. Schoenfeld B., Alto A., Grgic J. [et al.]. Alterations in Body Composition, Resting Metabolic Rate, Muscular Strength, and Eating Behavior in Response to Natural Bodybuilding Competition Preparation: A Case Study. *J Strength Cond Res.* 2020. № 34(11). P. 3124–3138. <https://doi/10.1519/JSC.0000000000003816>.

References

1. Davletyarova, K., Vacher, P., Nicolas, M., Kapilevich, L., Mourot, Laurent. (2022). Associations Between Heart Rate Variability-Derived Indexes and Training Load: Repeated Measures Correlation Approach Contribution. *J Strength Cond Res*, 36(7), 2005–2010. <https://doi/10.1519/JSC.0000000000003760>.
2. Holmes, C., Winchester, L., MacDonald, H., Fedewa, M., Wind, S., Esco, M. (2020). Changes in Heart Rate Variability and Fatigue Measures Following Moderate Load Resistance Exercise. *J Exerc Physiol Online*, 23(5), 24–35.
3. Nuutila, O., Seipäjärvi, S., Kyröläinen, H., Nummela, A. (2022). Reliability and Sensitivity of Nocturnal Heart Rate and Heart-Rate Variability in Monitoring Individual Responses to Training Load. *Int J Sports Physiol Perform*, 17(8), 1296–1303. <https://doi/10.1123/ijsp.2022-0145>.
4. Hinzmann, D., Singer, M., Schmelter, V., Kreiser, K., Gehling, K., Ströber, L., Kirschke, J., Schulz, C., Schneider, F. (2022). *Interv Neuroradiol*, 15910199221128439. <https://doi/10.1177/15910199221128439>.
5. Rogers, B., Gronwald, T. (2022). Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability as a Biomarker for Intensity Distribution and Training Prescription in Endurance Exercise: An Update. *Front Physiol*, 13, 879071. <https://doi/10.3389/fphys.2022.879071>.
6. Rial-Vázquez, J., Rúa-Alonso, M., Fariñas, J., Aracama, A., Tufano, J., Iglesias-Soler, E. (2022). Heart Rate Responses and Cardiovascular Adaptations to Resistance Training Programs Differing in Set Configuration: A Randomized Controlled Trial. *Res Q Exerc Sport*, 1–10. <https://doi/10.1080/02701367.2021.2008293>.
7. Santos, I., Lemos, L., Biral, T., Cavina, A., Junior, E., Filho Carlos, A., Vendrame, J., Vanderlei, F. (2022). Relationship between heart rate variability and performance in eccentric training with blood flow restriction. *Clin Physiol Funct Imaging*, 42(5), 333–347. <https://doi/10.1111/cpf.12774>
8. Nakamura, F., Costa, J., Travassos, B., Ortuño, D., Pino-Ortega, J. (2023). Intraindividual Relationships Between Training Loads and Heart-Rate Variability in High-Level Female Futsal Players: A Longitudinal Study. *Int J Sports Physiol Perform*, 18(3), 306–312. <https://doi/10.1123/ijsp.2021-0500>.
9. Kaikkonen, P., Hynynen, E., Hautala, A., Ahtiainen, J. (2020). The Effects of an Intensive 2-wk Resistance Training Period on Strength Performance and Nocturnal Heart Rate Variability. *Int J. Sports Physiol. Perform*, 15(10), 1448–1454. <https://doi/10.1123/ijsp.2019-0531>.

10. Kassiano, W., Costa, B., Lima-Júnior, D., Gantois, P., Fonseca, F., Costa M., Fortes, L. (2021). *Int J Sports Med*, 42(1), 82–89. <https://doi/10.1055/a-1219-7750>.
11. Mao, J., Wang, T., Zhang, L., Li, Q., Bo, S. (2022). Comparison of the acute physiological and perceptual responses between resistance-type and cycling high-intensity interval training. *Front Physiol.*, 13, 986920. <https://doi/10.3389/fphys.2022.986920>.
12. Gavanda, S., Andrian-Werburg, C., Wiewelhove, T. (2023). Assessment of fatigue and recovery in elite cheerleaders prior to and during the ICU World Championships. *Front Sports Act Living*, 5, 1105510. <https://doi/10.3389/fspor.2023.1105510>.
13. Schoenfeld, B., Alto, A., Grgic, J., Tinsley, G., Haun, C., Campbell, B., Escalante, G., Sonmez, G., Cote, G., Francis, A., Trexler, E. (2020). Alterations in Body Composition, Resting Metabolic Rate, Muscular Strength, and Eating Behavior in Response to Natural Bodybuilding Competition Preparation: A Case Study. *J Strength Cond Res*, 34(11), 3124–3138. <https://doi/10.1519/JSC.0000000000003816>.

Стаття надійшла до редакції 10.02.2023 р.