

ПРОБЛЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЗЕРВІВ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП У ММА ПІСЛЯ ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Іван Штефюк¹, Андрій Чернозуб², Юрій Мосейчук¹, Іван Маріонда³, Олена Дем'янчук²,
Олександр Завізіон², Владислав Григор'єв⁴, Володимир Потоп^{5,6}

¹ Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна, i.shtefyuk@chnu.edu.ua

² Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна, chernozub@gmail.com

³ ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна, ivan.marionda@uzhnu.edu.ua

⁴ Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

⁵ Національний університет науки і технологій «Політехніка Бухареста», Університетський центр у Пітешті, Пітешть, Румунія, vladimir_potop@yahoo.com

⁶ Державний університет фізичного виховання і спорту, Кишинів, Молдова, vladimir_potop@yahoo.com

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2024-03-75-82>

Анотації

Актуальність. Ураховуючи складність змагальної діяльності в ММА, питання щодо визначення чітких часових меж, необхідних для повного відновлення організму осіб різних вікових груп, використовуючи сучасні методи оцінки адаптаційних резервів організму, викликають суперечливі погляди серед дослідників щодо ефективних механізмів їх реалізації. **Мета** статті – визначити ефективність відновлення функціональних резервів кваліфікованих спортсменів різних вікових груп у ММА після змагальної діяльності. **Методи.** У дослідженнях узяли участь 40 кваліфікованих спортсменів (юнаки) з ММА різних вікових груп (14–16 та 17–18 років). Дослідження проводили після виступу обстежених спортсменів на двох турнірах високого рівня, які відбувалися з інтервалом у два дні. Сформовано чотири групи. Представники першої (віком 14–16 років) та третьої (17–18 років) брали участь лише в одному турнірі. Спортсмени другої (віком 14–16 років) і четвертої (17–18 років) брали участь у поєдинках в обох змаганнях. Використовуючи показники варіабельності серцевого ритму та біохімічного аналізу концентрації кортизолу в крові, визначали характер адаптаційних змін організму учасників на заданий фізичний подразник. Застосовували 2 тести: виконання спортсменами серії бокових ударів ногою по маківарі протягом 15 та 40 с – із максимальною силою. **Результати.** Установлено, що на початку дослідження в спортсменів 2- та 4-ї груп, які брали участь у поєдинках лише під час проведення одного змагання, спостерігаємо менш напружену регуляцією ритму серця ($LF/HF < 1,15$) у порівнянні з представниками інших двох груп. У спортсменів 1- та 3-ї груп у відповідь на навантаження спостерігаємо зниження значень SDNN у середньому на 26,2 % і показника LF на 24,3 % на тлі підвищення параметрів HF 2,8 %. У представників інших двох груп, навпаки, простежено підвищення показник SDNN (+25,9 % та +34,8 %) і значення LF у середньому на 26,9 % на тлі зниження параметрів HF на 22,0 % у відповідь на навантаження протягом 40 с. Виявлено, що в спортсменів 1- та 3-ї груп концентрація кортизолу в сироватці крові на 40,3 % перевищує параметри, фіксовані в представників 2- й 4-ї груп, але не виходять за межі фізіологічної норми. В обстежених першої групи рівень досліджуваного гормону у відповідь на спеціальні навантаження протягом 40 с демонструє суттєве зниження на 40,5 %, а серед учасників 3 групи – на 50,1 %, у порівнянні зі станом спокою. Серед інших учасників, спостерігаємо адекватну реакцію на стресовий подразник, що проявляється в зростанні цього стероїдного гормону в сироватці крові (+32,5 % у спортсменів 2-ї групи; +11,8 % – у 4-ї групі). **Висновки.** Виявлені в процесі досліджень результати свідчать, що кваліфіковані спортсмени ММА підліткового та юнацького віку після участі за короткий період часу одночасно у двох міжнародних турнірах у період відновлення потребують зниження навантажень до 40–45 % від 1 ПМ і використання лише аеробного режиму енергозабезпечення. Установлено, що в період відновлення використання спеціалізованих для цього виду спорту навантажень призводить до прояву компенсаторних механізмів, пов'язаних з активацією процесів глікоконезису та посилення вагусного впливу на синусовий вузол серця спортсменів.

Ключові слова: ММА, кваліфіковані спортсмени, регуляція ритму серця, параметри навантажень, адаптаційні резерви.

Ivan Shtefiuk, Andrii Chernozub, Yurii Moseichuk, Ivan Marionda, Olena Demianchuk, Oleksandr Zavizion, Vladyslav Hryhoriev, Vladimir Potop. Problems of Restoration of Functional Reserves of Qualified Athletes of Different Age Groups in MMA After Competitive Activity. Topicality. Taking into account the complexity of competitive activities in MMA, the question of determining clear time limits necessary for the complete recovery of the body of individuals of different age groups, using modern methods of assessing the adaptation reserves

of the body, cause conflicting views among researchers regarding the effective mechanisms of their implementation. **The Purpose of the Research.** To determine the effectiveness of recovery of functional reserves of qualified athletes of different age groups in MMA after competitive activity. **Methods.** 40 qualified MMA athletes (young men) of different age groups (14–16 and 17–18 years) participated in the research. The research was conducted after the performance of the examined athletes at two high-level tournaments, which were held with an interval of 2 days. 4 groups were formed. Representatives of the first (14–16 years old) and third groups (17–18 years old) took part in only one tournament. Athletes of the second (14–16 years old) and fourth (17–18 years old) took part in matches in both competitions. Using indicators of heart rate variability and biochemical analysis of cortisol concentration in the blood, the nature of adaptive changes of the participants' bodies to a given physical stimulus was determined. 2 tests were used: execution by athletes of a series of lateral kicks on the makiwara for 15 and 40 s with maximum force. **The Results.** It was established that at the beginning of the study, the athletes of groups 2 and 4, who were trained in duels only during one competition, had a less strained regulation of the heart rhythm (LF/HF<1,15) compared to representatives of the other two groups. In athletes of groups 1 and 3, in response to exercise, we observed a decrease in SDNN values by an average of 26,2 % and LF by 24,3 % against the background of an increase in HF parameters by 2,8 %. Representatives of the other two groups, on the contrary, showed an increase in SDNN (+25,9 % and +34,8 %) and LF value by an average of 26,9 % against a background of a decrease in HF parameters by 22,0 % in response to exercise during 40 p. It was found that in athletes of groups 1 and 3, the concentration of cortisol in blood serum is 40,3 % higher than the parameters fixed in representatives of groups 2 and 4, but do not go beyond the physiological norm. Among the subjects of group 1, the level of the studied hormone in response to special loads for 40 seconds shows a significant decrease by 40,5 %, and among the participants of group 3 by 50,1 % compared to the state of rest. Among other participants, we observe an adequate reaction to a stressful stimulus, which is manifested in the growth of this steroid hormone in blood serum (+32,5 % in athletes of the 2nd group; +11,8 % in the 4th group). **Conclusions.** The results revealed in the research show that qualified MMA athletes of adolescent and youth age, after participating for a short period of time simultaneously in two international tournaments, during the recovery period need to reduce loads to 40–45 % of 1 PM and use only aerobic mode of energy supply. It was established that during the recovery period, the use of specialized for this type of sport load leads to the manifestation of compensatory mechanisms associated with the activation of gluconeogenesis processes and the strengthening of the vagal influence on the sinus node of the heart of athletes.

Key words: MMA, qualified athletes, heart rhythm regulation, load parameters, adaptive reserves.

Вступ. У зв'язку зі стрімкою популяризацією занять Mixed Martial Arts (ММА) серед людей різних вікових груп питання, пов'язані з вивченням фізіологічних процесів адаптації їхнього організму до навантажень тренувальної та змагальної діяльності, є одним з актуальних й одночасно суперечливих напрямів науково-дослідної роботи цілої плеяди науковців [1; 6; 8; 14]. Проблема полягає не лише у відсутності єдиних для єдиноборств інформативних фізіологічних, біохімічних показників оцінки адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів на фізичні навантаження залежно від вікових особливостей, рівня тренуваності та резистентності, але й у визначенні граничних меж залежно від етапу підготовки й періодів відновлення після різного характеру змагань [4; 7].

На різних етапах підготовки кваліфікованих спортсменів у Mixed Martial Arts із метою оцінки перебігу процесів довготривалої адаптації, особливо в передзмагальних мезоциклах, активно використовуються біохімічні методи дослідження крові [5; 9; 19]. Практична реалізація результатів біохімічного аналізу зміни низки стероїдних гормонів та відповідних ферментів у сироватці крові спортсменів у відповідь на стресовий подразник у різних режимах навантаження дає змогу дослідникам чітко визначити характер адаптаційно-компенсаторних реакцій в умовах тренувальної діяльності, особливо з урахуванням вікових особливостей, що сприяє розробці ефективних механізмів корекції не лише параметрів навантажень, але й структури моделей занять [8; 15; 18]. При цьому використанню методу варіабельності серцевого ритму для оцінки функціонального стану спортсменів у ММА, на жаль, приділяється недостатньо уваги.

Ураховуючи складність поєдинків в ММА, варіативність їх можливої кількості на одного спортсмена в окремих змаганнях, різноманітний період відпочинку між турнірами різного рівня, питання щодо визначення чітких часових меж, необхідних для повного відновлення організму осіб різних вікових груп, використовуючи науково обґрунтовані сучасні методи оцінки адаптаційних резервів і функціонального стану організму, викликають суперечливі погляди серед дослідників щодо ефективних механізмів їх реалізації [4; 15; 19]. Здебільшого проблема реалізації цих питань пов'язана з недостатньою кількістю проведених досліджень, які б дали змогу чітко визначити доцільність того чи іншого методу для вивчення процесів відновлення адаптаційних резервів спортсменів у ММА залежно від особливостей змагальної діяльності.

Мета дослідження – визначити ефективність відновлення функціональних резервів кваліфікованих спортсменів різних вікових груп у ММА після змагальної діяльності.

Матеріал і методи дослідження. У дослідженнях брали участь 40 кваліфікованих спортсменів (юнаки) із ММА різних вікових груп (14–16 та 17–18 років). Дослідження проводили через 10 днів після виступу обстежених спортсменів на Кубку світу та чемпіонаті Європи 2024 р. з універсального бою в Туреччині (змагання проводили з інтервалом відпочинку у два дні). Ураховуючи вікові особливості учасників і кількість змагань, у яких вони брали участь до проведення досліджень, спортсменів розділили на чотири групи (по 10 осіб у кожній). До першої групи ввійшли спортсмени 14–16 років, які брали участь лише в одному виді змагань. Представники другої групи віком 14–16 років брали участь у поєдинках в обох змаганнях. До третьої групи ввійшли спортсмени 17–18 років, які вибірково були задіяні лише під час проведення Кубка світу чи чемпіонату Європи. Спортсмени четвертої групи віком 17–18 років були задіяні в обох видах змагань.

Після пояснення ризиків і переваг використання під час проведення досліджень відповідних фізіологічних і біохімічних методів діагностики функціонального стану організму після проведених змагань учасники підписали форму інформованої згоди, підготовлену відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації.

Для визначення ефективності відновлення функціональних резервів організму обстежених спортсменів за короткий період часу після участі в змагальній діяльності застосовували такі методи: фізіологічні (варіабельність серцевого ритму) і біохімічні (контроль за зміною концентрації стероїдного гормону кортизолу в сироватці крові).

Варіабельність серцевого ритму (BCP). Використовуючи монітор серцевого ритму Polar V800 (Finland), вимірювали RR-інтервали. Для реєстрації показників ЧСС і необроблених RR-інтервалів застосовували встановлений на нагрудному ремені (H10, Finland) спеціальний датчик (Polar). Отримані дані завантажували через вебсервіс Polar Flow на ноутбук. Використовуючи програмне забезпечення Kubios HRV Standard 3.5.0., проводили розрахунки параметрів BCP у часовій (статистичній) і частотній (спектральній) областях. У процесі досліджень оцінювали характер зміни показника стандартного відхилення RR-інтервалів (SDNN, мс). Під час аналізу спектральних характеристик потужності BCP виділяли такі діапазони: низькочастотний (LF, %), високочастотний (HF, %). Визначали співвідношення LF/HF як показник міри вегетативного балансу. Реєстрація сигналів інтервалів RR в обстежених відбувалась у положенні сидячи в стані спокою до та після гострого фізичного навантаження. Для стандартизації досліджень BCP під час коротких записів обрано оптимальну тривалість запису 5 хв [11; 12].

Біохімічний аналіз крові. Концентрацію стероїдного гормону кортизолу в сироватці крові обстежених груп спортсменів визначали методом імуноферментного аналізу з використанням набору реагентів СтероїдФА-тестостерон на обладнанні фірми «Алкор Біо». Референтні значення досліджуваного гормону в сироватці крові обстежених учасників цих вікових груп становив 150–660 нмоль/л. Збір крові проводили медичні працівники відповідно до міжнародно прийнятих вимог до медико-біологічних досліджень. Контроль змін концентрації кортизолу в сироватці крові здійснювали в спокої (перед фізичним навантаженням) та після виконання обох тестових завдань.

Організація досліджень. Контрольні вимірювання відбувались в умовах виконання двох спеціальних функціональних тестів. У першому випадку, дослідження відбувались у стані спокою та після виконання спортсменами серії бокових ударів ногою по маківарі протягом 15 с із максимальною силою й можливою оптимальною швидкістю для збереження ідеальної техніки. У другому випадку повторне вимірювання показників BCP і проведення біохімічного аналізу крові в стані спокою та після заданого навантаження відбувалось через годину відпочинку, але тривалість виконання бокових ударів ногою по маківарі збільшилася до 40 с.

Статистичні методи дослідження. Статистична обробка отриманих результатів відбувалась із використання пакету програм IBM *SPSS*Statistics 26 (США). Програму G-Power 3.1.96 (Німеччина) застосовували з метою визначення найменшого розміру вибірки. Ураховуючи невелику кількість учасників у кожній з обстежених груп, ми використовували непараметричні методи (медіану (Me) і міжквартильний діапазон (IQR)). Застосовували непараметричний критерій Манна-Уїтні для порівняння вихідних параметрів між двома групами обстежених, а також критерій Вілкоксона для порівняння двох незалежних вибірок.

Результати дослідження. У табл. 1 представлено результати показників варіабельності серцевого ритму у кваліфікованих спортсменів ММА після змагальної діяльності й характер їх зміни у відповідь на навантаження під час виконання двох спеціальних функціональних тестів.

Аналіз результатів ВСР, виявлених на початку дослідження, свідчить про те, що за параметрами статистичних і спектральних показників спостерігаємо достовірну різницю між обстеженими групами. Установлено, що в спортсменів 1-ї та 3-ї груп показник вегетативного балансу зміщений у бік симпатичної регуляції ($LF/HF > 1,15$). Цей факт свідчить про те, що можливо представники цих груп належать до симпатотоніків. В іншому випадку виявлене високе напруження регуляції ритму серця свідчить про недостатнє відновлення систем організму цих груп учасників після участі у двох змаганнях поспіль із коротким інтервалом відпочинку. При цьому в спортсменів 2- та 4-ї груп, які брали участь у поєдинках лише під час проведення одного змагання, спостерігаємо менш напружену регуляцією ритму серця ($LF/HF < 1,15$) незалежно від вікової категорії.

Результати, виявлені в спортсменів усіх чотирьох обстежених груп після виконання ними протягом 15 с бокових ударів ногою по маківарі одночасно з максимальною силою та можливою оптимальною швидкістю для збереження ідеальної техніки, демонструють зовсім протилежну тенденцію до змін, залежно від кількості змагань, у яких вони брали участь до проведення цього дослідження. Так, у відповідь на навантаження в таких умовах ми спостерігаємо посилення вагусного впливу на синусовий вузол, що проявляється в підвищенні потужності коливань серцевого ритму в діапазоні високих частот (HF) у представників 1 (+19,2 %) та 3 (+6,2 %) груп.

Таблиця 1

Результати показників ВСР у кваліфікованих спортсменів MMA після змагальної діяльності та характер їх зміни у відповідь на навантаження під час виконання двох спеціальних функціональних тестів (Me, IQR), n=40

Учасники дослідження		Виконання ударів протягом 15 с		Виконання ударів протягом 40 с	
		вихідні дані	після навантаження	вихідні дані	після навантаження
SDNN, мс					
14–16 років	1 група	997,72 (167)	932,73 (141)	1024,37 (179)	777,76 (103)*
	2 група	762,23 (111)	923,25 (138)*	793,21 (120)	998,98 (163)*
17–18 років	3 група	1067,33 (189)	893,44 (121)*	989,87 (151)	708,22 (107)*
	4 група	669,98 (102)	879,63 (119)*	647,82 (101)	873,71 (129)*
LF, %					
14–16 років	1 група	62,93 (4,02)	49,73 (3,37)*	61,88 (3,23)	39,02 (3,07)*
	2 група	47,23 (2,92)	65,05 (3,52)*	47,94 (3,19)	72,41 (3,77)*
17–18 років	3 група	71,68 (4,65)	64,89 (3,45)*	70,35 (3,85)	44,36 (3,22)*
	4 група	44,11 (3,25)	74,04 (4,77)*	45,63 (3,44)	74,98 (4,39)*
HF, %					
14–16 років	1 група	21,26 (2,14)	40,43 (2,95)*	20,49 (2,21)	49,29 (3,33)*
	2 група	44,14 (3,04)	21,82 (2,07)*	41,68(3,02)	20,51 (1,99)*
17–18 років	3 група	16,86 (2,39)	23,01 (2,24)*	16,87 (2,07)	54,09 (3,36)*
	4 група	45,01 (2,91)	19,95 (1,97)*	40,74 (2,93)	17,89 (1,94)*
LF/HF, у.о.					
14–16 років	1 група	2,96 (0,26)	1,23 (0,16)*	3,02 (0,29)	0,79 (0,13)*
	2 група	1,07 (0,18)	2,98 (0,21)*	1,15 (0,17)	3,53 (0,28)*
17–18 років	3 група	4,25 (0,43)	2,82 (0,25)*	4,17 (0,23)	0,82 (0,11)*
	4 група	0,98 (0,15)	3,71 (0,32)*	1,12 (0,15)	4,19 (0,32)*

Примітка. * $p < 0,05$ – порівнюючи з результатами до навантаження в стані спокою.

При цьому показники SDNN демонструють тенденцію до зниження в порівнянні зі станом спокою, особливо серед спортсменів третьої групи (-16,3 %). У представників 2 та 4 груп, навпаки, спостерігаємо підвищення параметрів SDNN у середньому на 26,8 %. Водночас у спортсменів цієї групи спостерігаємо достовірне посилення симпатичного тону, що проявляється в підвищенні потужності коливань серцевого ритму в діапазоні низьких частот (LF) у представників 2 (+17,8 %) та 4 (+29,9 %) груп. Водночас у представників 2 та 4 груп значення показника HF у відповідь на навантаження в цьому контрольному тесті знижуються удвічі, що свідчить про зміщення вегетативного балансу в бік симпатичної регуляції.

Виявлені під час проведення наступного контрольного тестування (виконання бокових ударів ногою протягом 40 с) результати демонструють подібний характер змін показників ВСР, який спостерігали в попередньому дослідженні (виконання бокових ударів ногою протягом 15 с), але з більш вираженою прогресією. Установлено, що в спортсменів 1- і 3-ї груп продовжуємо спостерігати зниження значень SDNN у середньому на 26,2 % та показника LF – на 24,3 % на тлі підвищення параметрів HF 2,8 %, у порівнянні з вихідними даними до навантаження. Відповідно, серед учасників цих груп виявлено достовірне зниження показника вегетативного балансу (LF/HF) незалежно від вікової категорії, що свідчить про можливе залучення додаткових енергетичних резервів організму для протидії цьому зовнішньому фізичному подразнику. Результати, виявлені в представників інших двох груп, навпаки, демонструють підвищення показник SDNN (+25,9 % спортсмени 2-ї групи та +34,8 % четвертої групи) і значень LF у середньому на 26,9 % на тлі зниження параметрів HF на 22,0 % у відповідь на навантаження протягом 40 с. При цьому в спортсменів 2- та 4-ї груп, незважаючи на їх різну вікову категорію, спостерігаємо підвищення більше ніж утричі показника LF/HF у порівнянні зі станом спокою, що вказує на зміщення вегетативного балансу в бік симпатичних впливів (активацію симпато-адреналової системи). Цей факт свідчить про те, що в спортсменів 2- та 4-ї груп рівень адаптаційних резервів організму дає змогу ефективно й одночасно безпечно, без додаткової активації компенсаторних механізмів, протидіяти навантаженням зовнішнього подразника під час виконання.

На рис. 1 графічно представлено результати зміни показника концентрації кортизолу в сироватці крові спортсменів обстежених груп у відповідь на навантаження під час реалізації двох спеціальних функціональних тестів (виконання бокових ударів ногою з максимальною силою зі збереженням ідеальної техніки протягом 15 с та через час відпочинку – тривалістю 40 с).

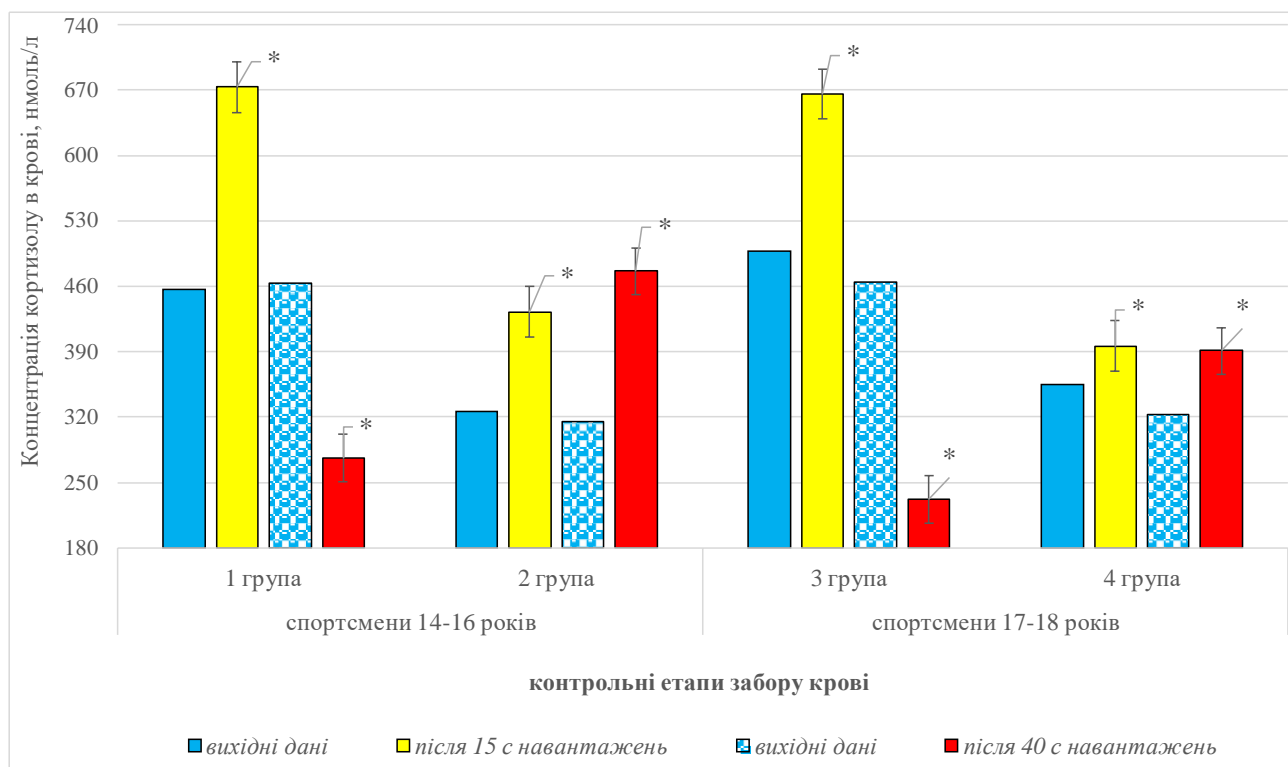


Рис. 1. Результати концентрації кортизолу в сироватці крові спортсменів обстежених груп в умовах виконання безперервних бокових ударів ногою з максимальною силою по маківара протягом 15 та 40 с, $n=40$
Примітка. * – $p < 0,05$, у порівнянні з показниками до навантаження.

Аналізуючи виявлені на початку дослідження результати, бачимо, що вони вказують на те, що в спортсменів 1- та 3-ї груп концентрація кортизолу в сироватці крові на 40,3 % ($p < 0,05$) перевищує параметри, фіксовані в представників 2- й 4-ї груп, але не виходять за межі фізіологічної норми. Установлено, що у відповідь на навантаження під час виконання бокових ударів ногою з максимальною силою протягом 15 с, у спортсменів усіх обстежених груп досліджуваний біохімічний показник

крові демонструє підвищення. Однак у учасників 1- та 3-ї груп, незалежно від вікових особливостей процесів адаптації, рівень кортизолу в сироватці крові після подібних навантажень підвищується вище від фізіологічної норми. Серед інших учасників спостерігаємо адекватну реакцію на стресовий подразник, що проявляється в зростанні цього стероїдного гормону в сироватці крові (+32,5 % у спортсменів 2-ї групи; +11,8 % – у четвертій групі) у порівнянні зі станом спокою.

Установлено, що результати біохімічного аналізу крові, фіксовані в обстеженого контингенту після навантажень, пов'язаних із виконанням протягом 40 с бокових ударів ногами по маківарі з максимальною силою, продовжують демонструвати практично ідентичні, у порівнянні з попереднім етапом досліджень, параметри концентрації кортизолу в сироватці крові серед спортсменів 2- та 4-ї груп як у стані спокою, так і у відповідь на стресовий подразник. При цьому в процесі обробки результатів, виявлених у спортсменів 1- та 3-ї групи у відповідь на навантаження під час проведення цього функціонального тесту, указують на те, що вони зовсім відрізняють від показників, фіксованих серед представників інших двох груп. Так, в обстежених 1-ї групи рівень досліджуваного гормону у відповідь на спеціальні навантаження протягом 40 с демонструє суттєве зниження на 40,5 % ($p < 0,05$), а серед учасників третьої групи – на 50,1 % ($p < 0,05$) у порівнянні зі станом спокою. Подібний характер зміни концентрації кортизолу в сироватці крові, який виявлено на цьому етапі серед спортсменів 1- та 3-ї груп у відповідь на фізичний подразник, свідчить про виснаження енергетичних ресурсів організму внаслідок неадекватних навантажень або недостатнє відновлення адаптаційних резервів після попередньої змагальної чи тренувальної діяльності.

Дискусія. У цьому дослідженні розкрито деякі аспекти наукової проблеми, пов'язаної з розробкою інтегральної системи, визначення ефективності відновлення функціональних резервів кваліфікованих спортсменів різних вікових груп у ММА залежно від особливостей змагальної діяльності [6, 19]. Вивчалися особливості зміни показників варіабельності серцевого ритму й адаптаційно-компенсаторних реакцій організму у відповідь на спеціальні навантаження в умовах виконання функціональних тестів із різним рівнем інтенсивності, після участі спортсменів в одному чи декількох спортивних турнірів високого рівня.

Отримані результати свідчать, що в спортсменів у підлітковому та юнацькому віці, які за короткий період часу беруть активну участь у двох змаганнях високого рівня, на етапі відновлення спостерігаємо високе напруження регуляції ритму серця (зміщення вегетативного балансу в бік симпатичних впливів). Установлено, що в таких спортсменів, яких за вихідними параметрами показників ВСР можна віднести за типом регуляції ритму серця до симпатотоніків, у відповідь на тестові навантаження в режимів аеробного гліколізу (виконання бокових ударів ногою за 40 с) спостерігаємо виражений прояв компенсаторних реакцій, які проявляються в зниженні концентрації кортизолу в сироватці крові внаслідок виснаження резервів м'язового глікогену та активації процесів глюконеогенезу [9; 15]. Отримані результати сприятимуть розробці процесу корекції тренувальної діяльності кваліфікованих спортсменів різних вікових груп у період відновлення після напруженої змагальної діяльності, залежно від її структури, періодичності й кількісних характеристик. Виявлені нами дані дозволять удосконалити систему оцінки функціональних резервів організму спортсменів після їх участі в турнірах високого рівня, використовуючи фізіологічні та біохімічні методи.

Виявлені нами в процесі дослідження результати свідчать, що у кваліфікованих спортсменів ММА указаних вікових груп, які належать за типом регуляції ритму серця до ваготоніків і брали участь саме в поєдинках одного турніру, після короткого періоду відновлення повною мірою можуть ефективно й водночас безпечно протидіяти зовнішньому подразнику за рахунок адаптаційних резервів організму без активації компенсаторних механізмів та залучення додаткових енергетичних ресурсів [6; 14]. У спортсменів із цим типом регуляції ритму серця у відповідь на стресовий фізичний подразник відбувається активація симпато-адреналової, на що вказує зміщення показника вегетативного балансу (LF/HF) у бік симпатичних впливів [12; 13; 17].

Вивченню питань щодо ефективності використання показників варіабельності серцевого ритму для оцінки функціонального стану спортсменів в єдиноборствах на етапах підготовки й проведення змагань, а також у період відновлення активно приділяли увагу дослідники [2; 11]. Однак більшість наукових праць стосувалась удосконалення підготовки спортсменів у греко-римській боротьбі, дзюдо [12; 13] і практично відсутня інформація щодо практичної реалізації методу ВСР для оцінки ефективності відновлення адаптаційних резервів організму атлетів після змагальної діяльності в ММА. При цьому деякі провідні науковці [5; 7; 14] протягом останніх років активно вивчають особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів ММА різних вікових

категорій і рівня підготовки в умовах фізичних навантажень різного обсягу, інтенсивності та режимів енергозабезпечення, використовуючи показники біохімічного аналізу крові як інформативних маркерів [4; 6; 19].

Висновки. Використання на етапі відновлення функціональних резервів кваліфікованих спортсменів різних вікових груп у ММА, які за короткий період часу брали активну участь в одному чи двох змаганнях високого рівня, показників варіабельності серцевого ритму й концентрації кортизолу в крові як інформативні маркери, дає змогу чітко визначити не лише рівень напруження регуляції ритму серця чи активацію симпато-адреналової системи у відповідь на стресовий подразник у цей період, але й прояв компенсаторних реакцій унаслідок низького рівня ресурсів енергозабезпечення м'язової діяльності на тлі виснаження організму.

Виявлені в процесі досліджень результати свідчать, що кваліфіковані спортсмени ММА підліткового та юнацького віку, після участі за короткий період часу одночасно у двох міжнародних турнірах, у період відновлення потребують зниження навантажень до 40–45 % від 1 ПМ і використання лише аеробного режиму енергозабезпечення. Установлено, що в період відновлення застосування спеціалізованих для цього виду спорту навантажень призводить до прояву компенсаторних механізмів, пов'язаних з активацією процесів глюконеогенезу та посилення вагусного впливу на синусовий вузол серця спортсменів.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується проведення досліджень щодо розробки експериментальних моделей занять з елементами силового фітнесу та режимами навантажень різної інтенсивності в процесі відновлення функціональних резервів організму спортсменів ММА після змагальної діяльності, використовуючи широкий спектр фізіологічних, біохімічних методів.

References

1. Antonietto, N., Bello, F., Queiroz, A., Carvalho, P., Brito, C., Amtmann, J., Miarka, B. (2023). Suggestions for Professional Mixed Martial Arts Training with Pacing Strategy and Technical-Tactical Actions by Rounds. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(6), 1306–1314 <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003018> (in English).
2. Bentley, R., Vecchiarelli, E., Banks, L., Gonçalves, P., Thomas, S., Goodman, J. (2020). Heart rate variability and recovery following maximal exercise in endurance athletes and physically active individuals. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(10), 1138–1144. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0154> (in English).
3. Beránek, V., Votápek, P., Stastny, P. (2023). Force and velocity of impact during upper limb strikes in combat sports: a systematic review and meta-analysis. *Sports Biomech*, 22(8), 921–939. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1778075> (in English).
4. Ciaccioni, S., Castro, O., Bahrani, F., Tomporowski, P., Capranica, L., Biddle, S., Vergeer, I., Pesce, C. (2023). Martial arts, combat sports, and mental health in adults: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise Journal*, 8(70), 102556. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102556> (in English).
5. Chernozub, A., Korobeynikov, G., Mytskan, B., Korobeinikova, L., Cynarski, W. J. (2018). Modeling mixed martial arts power training needs depends on the predominance of the strike or Wrestling fighting style. *Journal of Martial Arts Anthropology*, 18(3), 28–36. <https://doi.org/10.14589/ido.18.3.5> (in English).
6. Chernozub, A., Manolachi, V., Korobeynikov, G., Potop, V., Sherstiuk, L., Manolachi, V., Mihaila, I. (2022). Criteria for assessing the adaptive changes in mixed martial arts (MMA) athletes of strike fighting style in different training load regimes. *PeerJ*, 10, 13827. <https://doi.org/10.7717/peerj.13827> (in English).
7. Chernozub, A., Olkhovyi, O., Alohyna, A., Savenko, A., Shtefiuk, I., Marionda, I., Khoma, T., & Tulaydan, V. (2023). Evaluation of the Correlation Between Strength and Special Training Indicators in Mixed Martial Arts. *Physical Education Theory and Methodology*, 23(2), 276–282. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.2.17> (in English).
8. Faro, H., Lima-Junior, D., Machado, D. (2023) Rapid weight gain predicts fight success in mixed martial arts – evidence from 1,400 weigh-ins. *European Journal of Sport Sciences*, 23(1), 8–17. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.2013951> (in English).
9. Folhes, O., Reis, V., Marques, D., Neiva, H., Marques, M. (2023). Influence of the Competitive Level and Weight Class on Technical Performance and Physiological and Psychophysiological Responses during Simulated Mixed Martial Arts Fights: A Preliminary Study. *Journal of Human Kinetics*, 86, 205–215. <https://doi.org/10.5114/jhk/159453> (in English).
10. Gottschall, J., & Hastings, B. (2023). A comparison of physiological intensity and psychological perceptions during three different group exercise formats. *Front Sports Act Living*, 5, 1138605. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1138605> (in English).
11. Korobeynikov, G. V., Korobeinikova, L., Mytskan, B., Chernozub, A., Cynarski, W. (2017). Information processing and emotional response in elite athletes. Przetwarzanie informacji i emocji elity sportowców. Ido Movement for Culture. *Journal of Martial Arts Anthropology*, 17(2), 41–50 (in English).

12. Korobeynikov, G., Stavinskiy, Y., Korobeynikova, L., Chernozub, A., Volsky, D., Semenenko, V., Zhirmov, O., Nikonorov, D. (2020). Connection between sensory and motor components of the professional kickboxers' functional state. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(5), 2701–2708 (in English).
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> (in English).
14. Manolachi, V., Chernozub, A., Tsos, A., Potop, V., Kozina, Z., Zoriy, Y., Shtefiuk, I. (2023). Integral method for improving precompetition training of athletes in Mixed Martial Arts. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(6), 1359–1366. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.06166> (in English).
15. Manolachi, V., Chernozub, A., Tsos, A., Syvokhop, E., Marionda, I., Fedorov, S., Shtefiuk, I., Potop, V. (2023). Modeling the correction system of special kick training in Mixed Martial Arts during selection fights. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(8), 2203–2211. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.08252> (in English).
16. Marasingha-Arachchige, S., Rubio-Arias 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> (in English).
17. Perrone, M., Volterrani, M., Manzi, V., Barchiesi, F., Iellamo, F. (2021). Heart rate variability modifications in response to different types of exercise training in athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(10), 1411–1415. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12480-6> (in English).
18. Polechoński, J., Langer, A. (2022). Assessment of the Relevance and Reliability of Reaction Time Tests Performed in Immersive Virtual Reality by Mixed Martial Arts Fighters. *Sensors (Basel)*, 22(13), 4762. <https://doi.org/10.3390/s22134762> (in English).
19. Shtefiuk, I., Tsos, A., Chernozub, A., Aloshyna, A., Marionda, I., Syvokhop, E., Potop, V. (2024). Developing a training strategy for teenage athletes in mixed martial arts for high-level competitions. *Journal of Physical Education and Sport*, 24 (2), 329–337. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.02039> (in English).
20. Stellpflug, S., Menton, W., LeFevere, R. (2022). Analysis of the fight-ending chokes in the history of the Ultimate Fighting Championship™ mixed martial arts promotion. *Physician and Sportsmedicine*, 50(1), 60–63. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1866958> (in English).
21. Stepanyan, L., Lalayan, G., Avetisyan, A. (2023). An investigation of psychological and physiological factors affecting performance in adolescent judokas. *Georgian Med News*, 6(340–341), 30–36 (in English).

Стаття надійшла до редакції 04.09.2024 р.