

УДК 796.412-055.2

БІОХІМІЧНІ МАРКЕРИ ОЦІНКИ РІВНЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ОРГАНІЗМУ ДО НАВАНТАЖЕНЬ У ТАЙЛАНДСЬКОМУ БОКСІ

Владислав Григор'єв¹, Георгій Коробейніков^{1,2,3}, Андрій Чернозуб^{4,5}

¹ Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна, fighterkudo@ukr.net;

² Німецький спортивний університет Кельна, Інститут психології, Кельн, Німеччина, K.george.65.w@gmail.com;

³ Узбецький державний університет фізичного виховання і спорту, Ташкент, Узбекистан, K.george.65.w@gmail.com;

⁴ Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна, chernozub@gmail.com;

⁵ Науково-дослідний центр сучасної кінезіології, Україна, chernozub@gmail.com

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2025-01-45-53>

Анотація

Актуальність. Недостатня кількість фундаментальних досліджень щодо вивчення особливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів-початківців різного віку в умовах анаеробних режимів енергозабезпечення ускладнює процес контролю та управління системою підготовки в єдиноборствах. **Мета статті** – визначити ефективність використання запропонованого комплексу біохімічних маркерів крові як інформативних маркерів оцінки рівня резистентності організму до навантажень у чоловіків юнацького та першого періоду зрілого віку на етапі початкової підготовки в тайландському боксі. **Методи.** Обстежено 80 чоловіків, які лише 6–7 місяців займаються тайландським боксом. 40 учасників були віком $20 \pm 0,6$ років, а інші – $29 \pm 2,3$ років. Розроблено два тестових навантаження: № 1 – виконувалася повторна ударна комбінація (low kick, jumping knee strike, elbow strike) протягом 20 с (креатинфосфокіназний механізм енергозабезпечення); № 2 – аналогічна комбінація ударів протягом 40 с (анаеробний гліколіз). Особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій на стресовий подразник оцінювали, використовуючи біохімічні показники крові (креатинфосфокіназа, лактатдегідрогеназа, кортизол). **Результати.** Установлено, що в чоловіків першого періоду зрілого й 50 % юнацького віку з відсутнім попереднім досвідом тренувальної діяльності у відповідь на тестове навантаження № 1 спостерігаємо реалізацію процесів короточасної адаптації. Суттєве підвищення активності ферменту КФК за помірного зростання концентрації кортизолу та відсутності зміни параметрів ЛДГ у сироватці крові у відповідь на навантаження високої інтенсивності протягом 20 с (механізм креатинфосфокіназного енергозабезпечення) свідчить про високий рівень резистентності до подібного стресового подразника. Водночас у 50 % осіб юнацького віку, які мали до початку досліджень стаж занять іншими, крім єдиноборств, видами спорту, рівень резистентності до подібних навантажень був низьким. Цей факт підтверджено не лише вираженням підвищенням активності ЛДГ у крові внаслідок накопичення лактату, що свідчить про залучення механізму анаеробного гліколізу, але й зниженням концентрації кортизолу в крові. Результати, виявлені після тестового навантаження № 2, демонструють підвищення показника КФК у крові майже до верхньої межі норми та одночасне зниження рівня кортизолу в учасників юнацького віку, незалежно від їхнього стажу тренувальної діяльності, і 25 % чоловіків першого періоду зрілого віку. Однак у 50 % чоловіків першого періоду зрілого віку, незалежно від наявності в минулому спортивного досвіду занять іншими видами спорту, простежуємо високий рівень резистентності й водночас збалансований механізм енергозабезпечення до стресового подразника в умовах тестового навантаження № 2. **Висновки.** Виявлено, що запропонована комбінація біохімічних показників крові (КФК, ЛДГ, кортизолу) чітко відображає перебіг адаптаційно-компенсаторних реакцій організму чоловіків юнацького та першого періоду зрілого віку на етапі початкової підготовки в тайландському боксі. Залежно від особливостей зміни досліджуваних показників (активності ферментів та концентрації гормону в крові) можна чітко визначити рівень резистентності організму до навантажень, які за інтенсивністю, обсягом й енергозабезпеченням подібні до атакуючих дій у цьому виді єдиноборств.

Ключові слова: тайландський бокс, етап початкової підготовки, біохімічні показники крові, адаптаційно-компенсаторні реакції, вікові групи, тестові навантаження.

Vladyslav Hryhoriev, Georgiy Korobeynikov, Andrii Chernozub. Biochemical Markers for Assessing the Level of the Organism's Resistance to Loads in Thai Boxing. Topicality. The insufficient number of fundamental studies on the study of the features of adaptive and compensatory reactions of the body of novice athletes of different ages in conditions of anaerobic energy supply regimes complicates the process of control and management of the training system in martial arts. **The Purpose of the Research.** To determine the effectiveness of using the proposed complex of biochemical blood markers as informative markers for assessing the level of resistance of the body to stress in men of adolescence and the first period of adulthood at the stage of initial training in Thai boxing. **Methods.** 80 men who have been practicing Thai boxing for only 6–7 months were examined. 40 participants were $20 \pm 0,6$ years old, and the others were $29 \pm 2,3$ years old. Two test loads were developed: No. 1 – a repeated strike combination (low kick, jumping knee strike, elbow strike) was performed for 20 s (creatine phosphokinase energy supply mechanism); No. 2 – a similar combination of strikes for 40 s (anaerobic glycolysis). The features of adaptive and compensatory reactions to a stressful stimulus were assessed using biochemical blood parameters (creatine phosphokinase, lactate dehydrogenase, cortisol). **The Results.** It was found that in men of the first period of maturity and 50 % of adolescents with no previous experience of training activities in response to test load No. 1, we observe the implementation of short-term adaptation processes. A significant increase in the activity of the CPK enzyme with a moderate increase in cortisol concentration and no change in LDH parameters in blood serum in response to high-intensity load for 20 s (the mechanism of creatine phosphokinase energy supply) indicates a high level of resistance to such a stressful stimulus. At the same time, in 50 % of adolescents who had experience in other sports, except martial arts, before the start of the study, the level of resistance to such loads was low. This fact is confirmed not only by a pronounced increase in LDH activity in the blood due to the accumulation of lactate, which indicates the involvement of the anaerobic glycolysis mechanism, but also by a decrease in the concentration of cortisol in the blood. The results revealed after test load No. 2 demonstrate an increase in the CPK index in the blood almost to the upper limit of normal and a simultaneous decrease in the level of cortisol in the participants of the youth age regardless of their experience of training activities and 25 % of men of the first period of adulthood. However, in 50 % of men of the first period of adulthood, regardless of the presence of previous sports experience in other sports, we observe a high level of resistance and simultaneously a balanced mechanism of energy supply to the stressful stimulus under the conditions of test load No. 2. **Conclusions.** It was found that the proposed combination of biochemical blood parameters (CKD, LDH, cortisol) clearly reflects the course of adaptive and compensatory reactions of the body of men of adolescence and the first period of maturity at the stage of initial training in Thai boxing. Depending on the features of the change in the studied parameters (enzyme activity and hormone concentration in the blood), it is possible to clearly determine the level of resistance of the body to loads that are similar in intensity, volume and energy supply to attacking actions in this type of martial arts.

Key words: Thai boxing, initial training stage, biochemical blood parameters, adaptive and compensatory reactions, age groups, test loads.

Вступ. Питання, пов'язані з пошуком нових шляхів удосконалення системи контролю за процесами адаптації організму спортсменів різного рівня підготовки до навантажень тренувальної та змагальної діяльності в більшості видів єдиноборств протягом останніх років викликають усе більше дискусій [2; 5; 16]. Особливо гостро постає ця проблема на етапі початкової підготовки, що пов'язано зі зміною віку осіб, які бажають займатися єдиноборствами, у тому числі й тайландським боксом. Проведений аналіз результатів наукових досліджень [1; 4; 20] указує на те, що близько 64–68 % від загальної кількості початківців, які займаються тайландським боксом, становлять чоловіки юнацького та першого періоду зрілого віку [3; 18]. Цей факт обґрунтований, на думку провідних фахівців із єдиноборств [6; 9; 14], високими вимогами до функціональних можливостей і необхідного рівня резистентності організму для ефективної реалізації технічного арсеналу, який потребує великих ресурсів енергозабезпечення.

Одним з основних аспектів представленої проблеми є відсутність наукових досліджень щодо вивчення особливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій організму чоловіків 20–30 років до навантажень, які використовуються в тайландському боксі навіть на етапі початкової підготовки. Відповідно, відсутність подібної інформації ускладнює процес побудови оптимальних моделей занять та розробки ефективних механізмів корекції тренувальних навантажень [11; 15]. Пошуку інформативних маркерів оцінки процесів адаптації в спортсменів різних вікових груп і рівня резистентності до навантажень приділяла активну увагу ціла плеяда науковців та практиків [7; 13; 17] на різних етапах підготовки в ММА (змішаних єдиноборствах). Досліджуючи характер адаптаційно-компенсаторних реакцій у спортсменів ММА в умовах різних режимів навантажень на тлі анаеробних механізмів енергозабезпечення, науковці активно застосовували фізіологічні та біохімічні методи [14; 15; 19]. Одними з найбільш інформативних біохімічних критеріїв, які давали змогу оцінити рівень резистентності організму спортсменів у ММА до стресового подразника в умовах тренувальної й змагальної діяльності, були показники крові (ферменти, гормони, мікроелементи) [6; 7; 18].

Мета дослідження – визначити ефективність використання запропонованого комплексу біохімічних маркерів крові як інформативних маркерів оцінки рівня резистентності організму до навантажень у чоловіків юнацького та першого періоду зрілого віку на етапі початкової підготовки в тайландському боксі.

Методи. Загальна кількість обстежених, які брали участь у дослідженні, становила 80 чоловіків. 40 учасників мали вік $20 \pm 0,6$ років (юнацький), а інші – $29 \pm 2,3$ років (перший період зрілого віку). Дослідження проводили у 2024 р. в спортивному клубі з тайландського боксу «Slavia-Skif», м. Київ. Стаж занять обстежених чоловіків цим видом єдиноборств становив 6–7 місяців (етап початкової підготовки). За результатами медико-біологічної комісії обстежений контингент не мав протипоказань до участі в запланованому дослідженні. Дизайн дослідження схвалено комітетом біоетики Національного університету фізичного виховання і спорту України. Після пояснення ризиків та переваг використання під час проведення досліджень відповідних біохімічних методів оцінки рівня резистентності організму до навантажень в умовах заданих стресових подразників учасники підписали форму інформованої згоди, підготовлену відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації.

Тестові навантаження. Для створення умов, подібних до навантажень на організм спортсменів у період атакуючих дій під час реалізації найбільш нищівного в тайландському боксі комплексу ударів, запропоновано тестові випробування. Ударна комбінація в кожному з тестових навантажень складалась із таких елементів: low kick, jumping knee strike, elbow strike. Особливістю є те, що удари виконуються з максимальною силою й швидкістю один за одним, без зупинки протягом заданого періоду часу з дотриманням оптимального рівня техніки виконання. Запропоновані тестові навантаження максимально відтворюють зміст найбільш енергетичних у цьому виді єдиноборств комбінацій із нищівних ударів у період атак в умовах анаеробних режимів енергозабезпечення. У тестовому навантаженні № 1 послідовна повторна реалізація цієї комбінації ударів відбувалася протягом 20 с у поєднанні з високою інтенсивністю в умовах креатинфосфокіназного механізму енергозабезпечення. При цьому в тестовому навантаженні № 2 послідовна повторна реалізація тієї самої комбінації ударів відбувалася протягом 40 с у поєднанні із середньою інтенсивністю в умовах анаеробного гліколізу. Особливість таких тестів полягає в одночасному рекрутуванні максимальної кількості груп м'язів-агоністів, синергістів і стабілізаторів, що призведе до прискореного виснаження енергетичних резервів організму в запланований термін часу.

Біохімічний аналіз крові. Рівень активності ферментів лактатдегідрогенази (ЛДГ) та креатинфосфокінази (КФК) у сироватці крові обстежених визначали кінетичним методом на обладнанні фірми «High Technology Inc» (США) з набором реактивів PRESTIGE 24i LQ LDH (Польща). Концентрацію стероїдного гормону кортизолу в сироватці крові досліджуваних груп спортсменів визначали методом імуоферментного аналізу із застосуванням набору реагентів СтероїдІФА-тестостерон на обладнанні фірми «Алкор Біо». Збір крові проводили в спеціальному приміщенні клубу з тайландського боксу «Slavia-Skif» працівниками медичної лабораторії згідно з міжнародними вимогами з медико-біологічних досліджень. Біохімічні дослідження проводили в стані спокою до та після виконання тестових навантажень (№ 1–2). Отримані проби зберігали в спеціальних холодильниках боксах і після завершення заборів швидко відправляли до медичної лабораторії. Загальна кількість біохімічних проб під час проведення досліджень становила 320 одиниць.

Організація досліджень. Дослідження проводили в декілька етапів протягом 2024 р.

На першому етапі учасників дослідження розділено на чотири групи (по 20 осіб у кожній). Представники першої (вік $20 \pm 0,6$ років) та третьої (вік $29 \pm 2,3$ років) груп у минулому займалися різними видами спорту, але не єдиноборствами. В учасників другої (вік $20 \pm 0,6$ років) і четвертої (вік $29 \pm 2,3$ років) груп відсутній досвід тренувальної діяльності. Для створення умов, подібних до впливу стресового подразника на організм у період атакуючих дій під час реалізації найбільш нищівного в тайландському боксі комплексу ударів, розроблено тестові навантаження.

На другому етапі, застосовуючи розроблені тестові навантаження, оцінювали характер адаптаційно-компенсаторних реакцій у заданих умовах, що дасть змогу визначити рівень резистентності організму до подібних стресових подразників. У процесі порівняльного аналізу, залежно від характеру зміни досліджуваних біохімічних показників крові у відповідь на тестові навантаження в різних режимах енергозабезпечення, деякі з обстежених груп були розділені на підгрупи (А та Б). Відбувалась обробка отриманих результатів.

Статистичний аналіз. Використовуючи пакет програм IBM SPSS Statistics 27 (StatSoftInc., США), виконували статистичний аналіз результатів дослідження. Програма G-Power 3.1.96 дає змогу визначити найменший розмір вибірки для дослідження (розрахунок статистичної потужності).

Застосовували непараметричні методи статистичного аналізу. Визначали медіану (Me) та міжквартильний діапазон (IQR). Критерій Краскела Уолліса використовували для порівняння вихідних параметрів між групами на початку дослідження. Т-критерій Вілкоксона застосовували для порівняння двох залежних вибірок між собою.

На рис. 1 графічно представлено результати особливостей зміни досліджуваних біохімічних показників крові (КФК, ЛДГ, кортизол) учасників обстежених груп в умовах тестового навантаження № 1. Контроль відбувався в стані спокою та після виконання заданої комбінації ударів протягом 20 с.

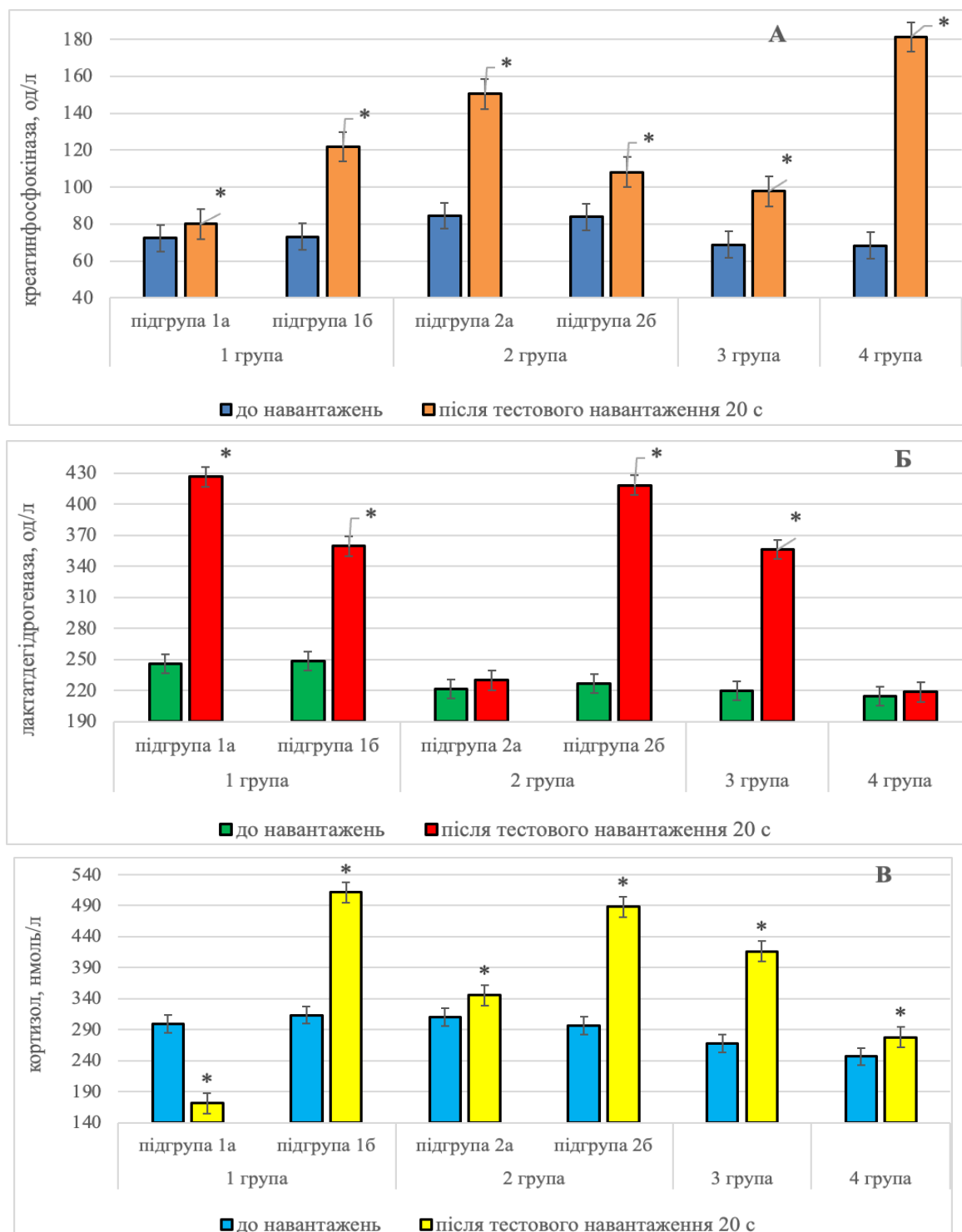


Рис. 1. Результати зміни активності креатинфосфокінази (А), лактатдегідрогенази (Б) та концентрації кортизолу (В) у крові учасників дослідження під час тестового навантаження № 1, n=80

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

Аналіз отриманих результатів свідчить, що виявлені до початку використання обох тестових навантажень параметри досліджуваних біохімічних показників крові в обстежених груп учасників відповідають референтним значенням. При цьому суттєвої міжгрупової різниці між вихідними значеннями активності креатинфосфокінази, лактатдегідрогенази й концентрації кортизолу в сироватці крові учасників не виявлено.

Результати, отримані після тестового навантаження № 1, демонструють різний характер зміни досліджуваних біохімічних показників крові навіть серед представників однієї й тієї самої вікової групи. Проведений аналіз отриманих результатів указав на необхідність розподілу учасників 1- та 2-ї груп (юнацький вік) на підгрупи (1^а, 1^б, 2^а, 2^б) по 10 чоловіків у кожній.

Установлено, що в осіб підгрупи 1^а у відповідь на тестове навантаження № 1 спостерігаємо достовірне ($p < 0,05$) підвищення КФК (+10,8 %) та виражене зростання ЛДГ (+73,6 %) у сироватці крові на тлі зниження концентрації кортизолу (-42,8 %). Відповідні зміни досліджуваних показників чітко відображають прояв компенсаторних реакцій та активацію процесів гліюконеогенезу на тлі низького рівня резервів креатинфосфату й м'язового глікогену [5, 19]. У чоловіків підгрупи 1^б також спостерігаємо підвищення показників КФК (+66,6 %) і ЛДГ (+44,5 %) у крові, але з одночасним зростанням рівня кортизолу (+63,1 %).

Отримані результати свідчать, що на тлі дефіциту енергетичних ресурсів в умовах кретинфосфокіназного механізму енергозабезпечення, активізувалися процеси анаеробного гліколізу [6, 16]. Подібний характер адаптаційно-компенсаторних реакцій в умовах цього тестового навантаження виявлено серед учасників підгрупи 2^б (КФК +28,9 %; ЛДГ +84,2 %; кортизол +64,6 %) й осіб 3 групи (КФК +42,0 %; ЛДГ +62,2 %; кортизол +55,5 %). Однак у чоловіків цих підгруп енергозабезпечення відбувається переважно за рахунок резервів м'язового глікогену залучених до роботи груп м'язів на тлі високого для організму стресу.

Виявлено, що ефективну реалізацію процесів короткочасної адаптації до стресового подразника в умовах тестового навантаження № 1 фіксовано в представників підгрупи 2^а та учасників 4-ї групи. Після навантажень простежуємо виражене підвищення креатинфосфокінази (підгрупа 2^а +78,1 %; 4-та група +165,3 %) і помірне зростання рівня кортизолу в сироватці крові (підгрупа 2^а +11,3 %; 4-та група +12,6 %). При цьому рівень активності ферменту лактатдегідрогенази в крові цих учасників не змінюється, що свідчить про відсутність залучення до енергозабезпечення резервів м'язового глікогену.

Представлені на рис. 2 результати відображають характер зміни ферментів креатинфосфокінази, лактатдегідрогенази й гормону кортизолу в сироватці крові учасників дослідження в умовах тестового навантаження № 2. Контроль відбувався в стані спокою та після виконання заданої комбінації ударів протягом 40 с.

Установлено, що у відповідь на стресовий подразник у процесі тестового навантаження № 2 в осіб 1- і 2-ї груп рівень активності ферменту креатинфосфокінази в сироватці крові не змінюється, у порівнянні зі станом спокою. Водночас виявлено суттєве підвищення ЛДГ (1 група +75,3 %; 2 група +87,3 %) і зниження рівня кортизолу (1 група -23,9 %; 2 група -33,8 %) у сироватці крові після навантаження. Цей факт свідчить про активацію компенсаторних механізмів (гліюконеогенез) унаслідок недостатнього рівня адаптаційних резервів в умовах енергозабезпечення за рахунок анаеробного гліколізу [14; 15].

Результати, виявлені після тестового навантаження № 2, свідчать, що серед чоловіків 3- та 4-ї груп у деяких випадках спостерігаємо одночасну активність зовсім різних механізмів енергозабезпечення (креатинфосфокіназного й анаеробного гліколізу). Ураховуючи подібну особливість, чоловіків першого періоду зрілого віку поділили на підгрупи (3^а, 3^б, 4^а, 4^б).

Після тестового завдання № 2 (реалізація резервів анаеробного гліколізу в умовах інтенсивних навантажень) простежуємо одночасне підвищення досліджуваних біохімічних показників крові лише серед представників підгрупи 3^а (КФК +5,2 %; ЛДГ +44,1 %; кортизол +14,3 %) та осіб підгрупи 4^б (КФК +7,2 %; ЛДГ +70,9 %; кортизол +45,5 %). Отримані дані свідчать про більш високий рівень резистентності саме представників підгрупи 3^а до подібного стресового подразника й збалансованості енергозатрат.

Установлено, що відсутність підвищення ферменту креатинфосфокінази в крові у відповідь на тестове навантаження № 2 серед учасників підгруп 3^б та 4^а демонструє «класичний» варіант енергозатрат під час інтенсивних навантажень протягом 40 с в умовах анаеробного гліколізу. Так, водночас виявлено прогнозоване підвищення ЛДГ у сироватці крові учасників підгруп 3^б (+54,1 %) та 4^а (+100,3 %) на заданий стресовий подразник. Однак саме в чоловіків підгрупи 4^а виявлено досто-

вірне зниження концентрації кортизолу в крові на 14,2 %, що свідчить про активацію процесів глікогонеогенезу внаслідок вираженого енергетичного дефіциту резервів м'язового глікогену в працюючих групах м'язів.

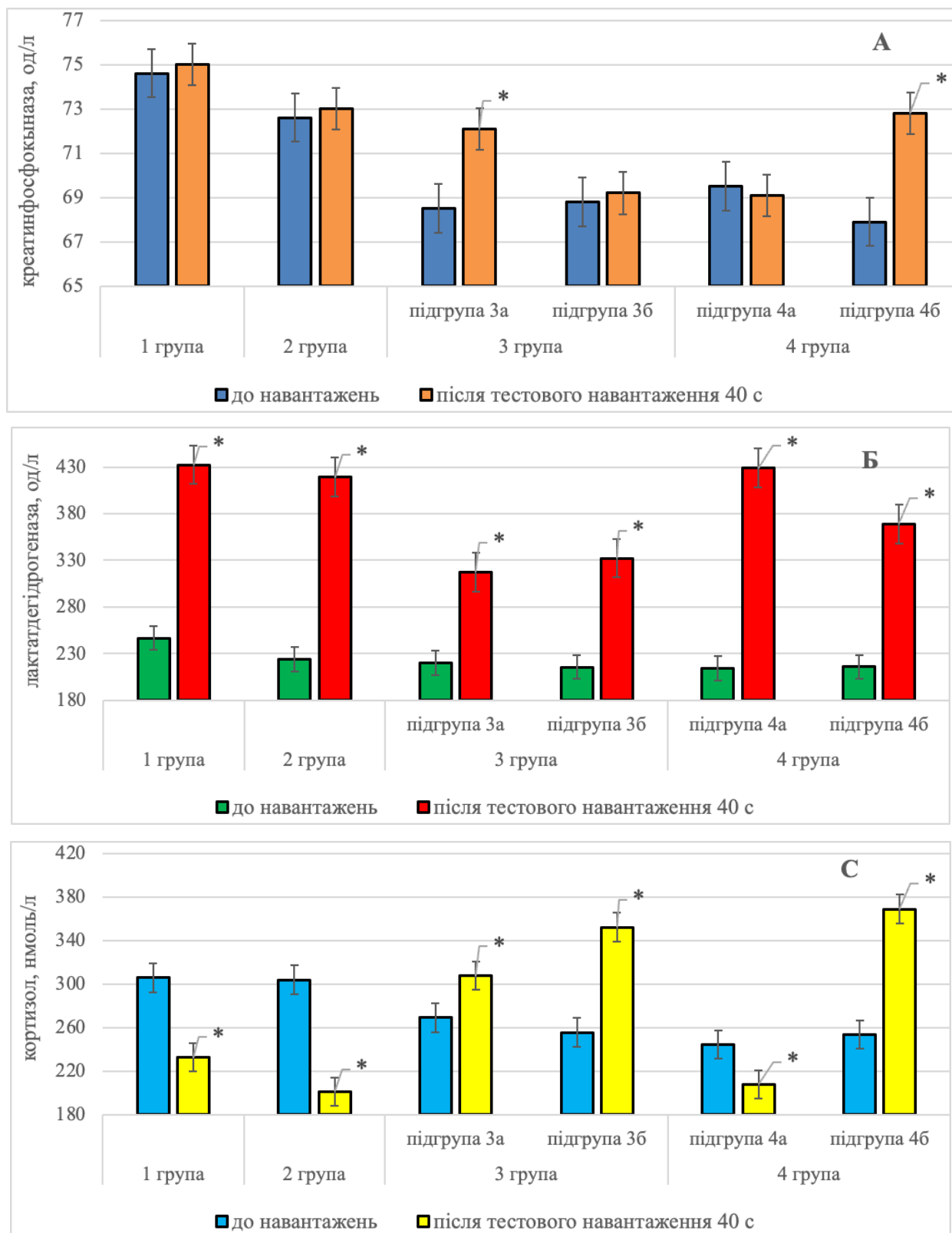


Рис. 2. Результати зміни активності кретианфосфокінази (А), лактатдегідрогенази (Б) та концентрації кортизолу (С) у крові учасників дослідження під час тестового навантаження № 2, n=80

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

Дискусія. У цьому дослідженні представлено результати, які дають змогу розкрити одну з наукових проблем не лише в тайландському боксі, але в інших подібних видах єдиноборств, пов'язану з пошуком ефективного механізму оцінки рівня резистентності організму до стресового подразника [2; 15; 20]. Одним із ключових питань у процесі реалізації цієї проблеми є визначення оптимального комплексу інформативних маркерів, у цьому випадку застосовуючи біохімічні показники крові, які дають змогу чітко визначити граничні межі прояву процесів короткочасної адаптації або додаткову активацію компенсаторних механізмів [6; 17]. У процесі дослідження вивчали особливості проявів адаптаційно-компенсаторних реакцій організму чоловіків юнацького й першого періоду зрілого віку, які вирішили почати займатися тайландським боксом в умовах запропонованих тестових навантажень. Одним із важливих критеріїв відбору до груп учасників було те, що частка (50 %) чоловіків цих вікових груп у минулому повинна була мати досвід занять різними видами спорту, крім єдиноборств. Цей підхід до організації досліджень дав змогу чітко визначити рівень резистентності до навантажень в умовах, різних за тривалістю та механізмами енергозабезпечення контратак у тайландському боксі для цієї категорії чоловіків. Отримані результати уможливають не лише вдосконалення системи контролю за процесами адаптації, використовуючи інформативну комбінацію з біохімічних маркерів крові, але й розробку ефективного механізму корекції тренувальних для запобігання систематичних проявів компенсаторних процесів [2; 8; 19].

Установлено, що в чоловіків першого періоду зрілого та 50 % юнацького віку з відсутнім попереднім досвідом тренувальної діяльності у відповідь на тестове навантаження № 1 спостерігаємо реалізацію процесів короткочасної адаптації. Суттєве підвищення активності ферменту КФК за помірного зростання концентрації кортизолу й відсутності зміни параметрів ЛДГ у сироватці крові у відповідь на навантаження високої інтенсивності протягом 20 с (механізм креатинфосфокіназного енергозабезпечення) свідчить про високий рівень резистентності до подібного стресового подразника [14; 15]. Водночас у 50 % осіб юнацького віку, які мали до початку досліджень стаж занять іншими, крім єдиноборств, видами спорту, рівень резистентності до подібних навантажень був низьким. Цей факт підтверджено не лише вираженням підвищення активності ЛДГ у крові внаслідок накопичення лактату, що свідчить про залучення механізму анаеробного гліколізу, але й зниженням концентрації кортизолу в крові [15; 18]. Відповідні зміни досліджуваних показників чітко відображають прояв компенсаторних реакцій та активацію процесів глюконеогенезу на тлі низького рівня резервів креатинфосфату й м'язового глікогену [4; 7].

Результати, виявлені після тестового навантаження № 2, демонструють підвищення показника КФК у крові майже до верхньої межі норми та одночасне зниження рівня кортизолу в учасників юнацького віку, незалежно від їх стажу тренувальної діяльності, і 25 % чоловіків першого періоду зрілого віку. Відповідний характер адаптаційно-компенсаторних реакцій на подразник свідчить про низький рівень резистентності до інтенсивних навантажень протягом 40 с (механізм анаеробного гліколізу) та виснаження адаптаційних резервів [1; 6; 13]. Однак у 50 % чоловіків першого періоду зрілого віку, незалежно від наявності в минулому спортивного досвіду занять іншими видами спорту, спостерігаємо високий рівень резистентності й водночас збалансований механізм енергозабезпечення до стресового подразника в умовах тестового навантаження № 2. Одночасне помірне підвищення активності ферментів КФК та ЛДГ в умовах анаеробного гліколізу свідчить про суттєві адаптаційні резерви креатинфосфату в організмі й збалансованість системи енергозабезпечення в таких умовах м'язової діяльності [14, 18, 19].

Висновки. Виявлено, що запропонована комбінація біохімічних показників крові (КФК, ЛДГ, кортизолу) чітко відображає перебіг адаптаційно-компенсаторних реакцій організму чоловіків юнацького й першого періоду зрілого віку на етапі початкової підготовки в тайландському боксі. Залежно від особливостей зміни досліджуваних показників (активності ферментів і концентрації гормону в крові), можемо чітко визначити рівень резистентності організму до навантажень, які за інтенсивністю, обсягом й енергозабезпеченням подібні до атакуючих дій у цьому виді єдиноборств.

Установлено, що в 50 % чоловіків першого періоду зрілого, які брали участь у дослідженнях, рівень резистентності організму був високий до тестових навантажень в обох режимах анаеробного енергозабезпечення, незалежно від попереднього досвіду занять іншими видами спорту. При цьому в 75 % обстежених юнацького віку, низькі вихідні адаптаційні резерви організму не давали змоги ефективно протидіяти зовнішньому подразнику в обох тестових навантаженнях, що призвело до посилення компенсаторних процесів.

Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні фундаментальних досліджень щодо вивчення особливостей процесів довготривалої адаптації в організмі в спортсменів-початків різних вікових категорій у тайландського боксі, використовуючи фізіологічні методи дослідження.

References

1. Athanasiou, N, Bogdanis, G, Mastorakos, G. (2023). Endocrine responses of the stress system to different types of exercise. *Rev Endocr Metab Disord*, 24(2), 251–266. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09758-1> (in English).
2. Brockmann, L., & Hunt, K. (2023). Heart rate variability changes with respect to time and exercise intensity during heart-rate-controlled steady-state treadmill running. *Journal of Scientific Reports*, 13, 8515. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35717-0> (in English).
3. Cannataro, R., Cione, E., Gallelli, L., Marzullo, N., A Bonilla, D. (2020). Acute Effects of Supervised Making Weight on Health Markers, Hormones and Body Composition in Muay Thai Fighters. *Sports (Basel)*, 8(10), 137. <https://doi.org/10.3390/sports8100137> (in English).
4. Cimadoro, G., Mahaffey, R., Babault, N. (2019). Acute neuromuscular responses to short and long roundhouse kick striking paces in professional Muay Thai fighters. *J Sports Med Phys Fitness*, 59(2), 204–209. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08295-6> (in English).
5. Chycki, J., Krzysztofik, M., Sadowska-Krępa, E., Baron-Kaczmarek, D., Zając, A., Poprzęcki, S., Petr, M. (2024). Acute Hormonal and Inflammatory Responses following Lower and Upper Body Resistance Exercises Performed to Volitional Failure. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(13), 7455. <https://doi.org/10.3390/ijms25137455> (in English).
6. Chernozub, A., Korobeynikov, G., Mytskan, B., Korobeinikova, L., Cynarski, W. (2018). Modelling mixed martial arts power training needs depending on the predominance of the strike or Wrestling fighting style. *Ido Movement for Culture*, 18(3), 28–36. <https://doi.org/10.14589/ido.18.3.5> (in English).
7. 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:e, 13827. <https://doi.org/10.7717/peerj.13827> (in English).
8. Claiborne, A., Alessio, H., Slaterry, E., Hughes, M., Barth, E., Cox, R. (2021). Heart Rate Variability Reflects Similar Cardiac Autonomic Function in Explosive and Aerobically Trained Athletes. *Int J Environ Res Public Health*, 18(20), 10669. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010669> (in English).
9. Finlay, M., Greig, M., Page, R., Bridge, C. (2023). Acute physiological, endocrine, biochemical and performance responses associated with amateur boxing: A systematic review with meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 23(5), 774–788. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2063072> (in English).
10. Gavagan, C., & Sayers, M. (2017). A biomechanical analysis of the roundhouse kicking technique of expert practitioners: A comparison between the martial arts disciplines of Muay Thai, Karate, and Taekwondo. *PLoS One*, 12(8), e0182645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182645> (in English).
11. Haller, N., Behringer, M., Reichel, T., Wahl, P., Simon, P., Krüger, K., Zimmer, P., Stöggel, T. (2023). Blood-Based Biomarkers for Managing Workload in Athletes: Considerations and Recommendations for Evidence-Based Use of Established Biomarkers. *Sports Med*, 53(7), 1315–1333. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01836-x> (in English).
12. 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).
13. 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).
14. 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).
15. Mousavi, E., Sadeghi-Bahmani, D., Khazaie, H., Brühl, A., Stanga, Z., Brand, S. (2023). The Effect of a Modified Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR) Program on Symptoms of Stress and Depression and on Saliva Cortisol and Serum Creatine Kinase among Male Wrestlers. *Healthcare (Basel)*, 11(11), 1643. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111643> (in English).
16. Saengsawang, N. (2023). Effect of Muay-Thai Functional Training Program on Physical Fitness and Muay-Thai Skills: A Pilot Study. *Journal for ReAttach Therapy and Developmental Diversities*, 6(2s), 388–394 (in English).

17. Saraiva, B., Franchini, E., Ribeiro, A., Gobbo, L., Correia, M., Vanderlei, L., Ferrari, G., Christofaro, W. (2024). Effects of 12 weeks of functional training vs. Muay Thai on cardiac autonomic modulation and hemodynamic parameters in older adults: a randomized clinical trial. *BMC Cardiovascular Disorders*, 24, 433. <https://doi.org/10.1186/s12872-024-04096-3> (in English).
18. Schoenfeld, B., Androulakis-Korakakis, P., Piñero, A., Burke, R., Coleman, M., Mohan, A., Escalante, G., Rukstela, A., Campbell, B., Helms, E. (2023). Alterations in Measures of Body Composition, Neuromuscular Performance, Hormonal Levels, Physiological Adaptations, and Psychometric Outcomes during Preparation for Physique Competition: A Systematic Review of Case Studies. *J Funct Morphol Kinesiol*, 8(2), 59. <https://doi.org/10.3390/jfmk8020059> (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. Zikrur, R., Irfandi, I., Munzir, M. (2024). The Effect of Dumbell Load Training on Straight Block Speed on Muay Thai Athletes Unsyiah Banda Aceh. *Journal Coaching Education Sports*, 3(1), 97–104. <https://doi.org/10.31599/key0j337> (in English).

Стаття надійшла до редакції 24.02.2025 р.