

Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення

УДК 796.012.6:796.8

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2026-01-09-18>

Вадим Коваль ✉

ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, Рівне, Україна
ORCID: 0009-0000-4659-8819
koval.vadym@megu.edu.ua

Алла Альошина

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
ORCID: 0000-0001-6517-1984

Олег Дикий

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
ORCID: 0000-0002-1330-9352

Юлія Кіричук

ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, Рівне, Україна
ORCID: 0009-0008-8669-1098

Інна Тхорева

ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, Рівне, Україна
ORCID: 0009-0007-8218-1982

Олександр Дерлюк

ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, Рівне, Україна
ORCID: 0009-0007-5500-6062

Едуард Вільчковський

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
ORCID: 0009-0006-9551-9455

АДАПТАЦІЙНО-КОМПЕНСАТОРНІ РЕАКЦІЇ НА НАВАНТАЖЕННЯ У ЧОЛОВІКІВ ЗРІЛОГО ТА ПОХИЛОГО ВІКУ З НАДМІРНОЮ ВАГОЮ ТІЛА ТА ГІПОКІНЕЗІЄЮ

Актуальність. В сучасній системі фітнес індустрії питанню щодо пошуку ефективних механізмів стабілізації роботи систем організму людей різного віку з надмірною вагою тіла внаслідок тривалої гіподинамії, певних нозологічних проявів, патологічних станів, приділяється увага науковцями не лише з фізичного виховання, але й дослідниками з біології, медицини. **Мета.** Дослідити ефективність використання біомаркерів крові для оцінки характеру адаптаційно-компенсаторних реакцій на тестові навантаження у чоловіків першого,

другого періодів зрілого та похилого віку з надмірною вагою тіла та гіпокінезією. **Методи.** Обстежено 60 чоловіків різних вікових груп з вираженою гіпокінезією внаслідок проблем з надмірною вагою тіла. Сформовано 3 групи по 20 осіб: А (вік $32 \pm 1,3$ років, жирова маса тіла – 46,2%), Б (вік $52 \pm 2,2$ років, ЖМ – 50,3%), В (вік $64 \pm 2,4$ років, ЖМ – 48,7%). Для оцінки адаптаційно-компенсаторних реакцій на тестове навантаження використовували біохімічні показники крові (КФК, ЛДГ, кортизол та креатинін). **Результати.** Виявлено, що у відповідь на тестове навантаження у представників групи А, активність ферменту КФК крові знижується на 6,9%, а у обстежених осіб групи Б – навпаки, спостерігаємо підвищення на 15,1% ($p < 0,05$), що свідчить про активацію достатньо різних механізм енергозабезпечення м'язової діяльності в даних умовах. При цьому, у обстежених чоловіків всіх груп, не залежно від їх вікових особливостей, фіксуємо суттєве достовірне підвищення активності ЛДГ в сироватці крові. Однак, виявлені зміни досліджуваного біомаркера крові у чоловіків групи А (+36,9%) та В (+22,9%) у відповідь на стресовий подразник виходять за верхні межі референтних значень, що свідчить про можливі прояви активації компенсаторних механізмів. Встановлено, що у відповідь на тестове навантаження серед учасників дослідження спостерігаємо одночасно суттєве підвищення рівня кортизолу в крові (група Б +42,7%) навіть за верхні межі референту, а також зниження концентрації даного стероїдного гормону в крові представників груп А (-19,1%) та В (-16,6%) порівняно зі станом спокою. При цьому, у представників групи Б виявлено підвищення концентрації креатиніну в сироватці крові на 13,9% ($p < 0,5$), а у обстежених чоловіків групи А (-19,1%) та В (-9,3%) фіксуємо інший напрямок змін. **Висновки.** Виявлено, що серед учасників обстежених груп, саме у чоловіків першого періоду зрілого та представників похилого віку з надмірною вагою тіла та гіпокінезією, спостерігаємо виражені наслідки можливо хронічної дезадаптації, що під час тестового випробування призвело до провів компенсаторних реакцій на тлі виснаження резервів анаеробного механізму енергозабезпечення та додаткової активації процесів глікоконезу.

Ключові слова: надмірна вага тіла, гіпокінезія, резистентність, тестові навантаження, вікові групи, функціональні резерви, адаптаційно-компенсаторні реакції.

Vadym Koval, Alla Alosyna, Oleh Dykyi, Yuliia Kirychuk, InnaTkhorova, Oleksandr Derliuk, Eduard Vilchkovskiy. Adaptive-compensatory responses to exercise in overweight and hypokinetic men of mature and elderly age. Relevance. In the modern fitness industry, the search for effective mechanisms to stabilize the functioning of the body systems of people of different ages who are overweight due to prolonged physical inactivity, certain nosological manifestations, and pathological conditions is being addressed not only by physical education scientists, but also by researchers in biology and medicine. **Objective.** To investigate the effectiveness of using blood biomarkers to assess the nature of adaptive-compensatory responses to test loads in men of the first and second periods of middle and old age who are overweight and hypokinetic. **Methods.** Sixty men of different age groups with pronounced hypokinesia due to problems with excessive body weight were examined. Three groups of 20 people were formed: A (age 32 ± 1.3 years, body fat mass – 46.2%), B (age 52 ± 2.2 years, BFM – 50.3%), C (age 64 ± 2.4 years, BFM – 48.7%). Biochemical blood parameters (CK, LDH, cortisol, and creatinine) were used to assess adaptive-compensatory responses to the test load. **Results.** It was found that in response to the test load in representatives of group A, the activity of the blood CPK enzyme decreased by 6.9%, while in group B, on the contrary, we observed an increase of 15.1% ($p < 0.05$), which indicates the activation of quite different mechanisms of energy supply for muscle activity under these conditions. At the same time, in the examined men of all groups, regardless of their age characteristics, we recorded a significant and reliable increase in LDH activity in blood serum. However, the detected changes in the studied blood biomarker in men in groups A (+36.9%) and B (+22.9%) in response to a stress stimulus exceed the upper limits of the reference values, which indicates possible manifestations of the activation of compensatory mechanisms. It was found that in response to the test load, we observed a simultaneous significant increase in blood cortisol levels (group B +42.7%) even above the upper limits of the reference range, as well as a decrease in the concentration of this steroid hormone in the blood of representatives of groups A (-19.1%) and B (-16.6%) compared to the resting state. At the same time, an increase in serum creatinine concentration by 13.9% ($p < 0.5$) was found in representatives of group B, while in the examined men of groups A (-19.1%) and B (-9.3%) we recorded a different direction of changes.

Keywords: excessive body weight, hypokinesia, resistance, test loads, age groups, functional reserves, adaptive-compensatory reactions.

Вступ. В сучасній системі фітнес індустрії питанню щодо пошуку ефективних механізмів стабілізації роботи систем організму людей різного віку з надмірною вагою тіла внаслідок тривалої гіподинамії, певних нозологічних проявів, патологічних станів, приділяється увага науковцями не лише з фізичного виховання, але й дослідниками з біології, медицини [5; 9; 14; 17]. Проблема полягає не лише вивченню питань пов'язаних з розробкою ефективних та одночасно безпечних моделей тренувальних занять, в основі яких використовується оптимальна варіація між режимами навантажень та комплексами силових вправ різного характеру (на спеціальних тренажерах, з вільною вагою обтяження, з протидією зусиллям партнера) в умовах анаеробного та аеробного енергозабезпечення, але й моделюванні науково-обґрунтованих механізмів корекції як загальної системи відновлення

функціональних резервів, так і зміни параметрів ключових її компонентів [1; 3; 10]. Одночасно, одним із важливих питань, від яких залежить ефективність та безпечність реалізації даного процесу, є необхідність під час моделювання режимів навантажень, які можуть суттєво відрізнятись за величиною показників обсягу та інтенсивності, враховувати індивідуальні адаптаційні резерви організму людей з надмірною вагою тіла, їх вікові особливості процесів адаптації та реадaptaції, а також рівень резистентності систем до різних стресових подразників [2; 11; 14].

Постійно зростаючі вимоги до удосконалення інтегрального підходу до оптимізації системи медико-біологічного контролю за характером адаптаційно-компенсаторних реакцій організму людей з різним рівнем резистентності, функціональними можливостями, розвитком фізичних якостей, станом нервово-м'язової та інших систем до фізичних навантажень, потребує від науковців та практиків зі спортивної діяльності, реабілітації, фітнесу та кінезіології, пошук найбільш оптимального комплексу інформативних біомаркерів оцінки перебігу процесів адаптації, дезадаптації та навіть функціонального перенапруження [1; 8; 13]. Одним із ключових питань, є саме використання вибір оптимальної комбінації інформативних біохімічних показників крові (ферментів, гормонів, мікроелементів), які в найбільш короткі терміни часу дозволять оцінити вихідний рівень функціональних резервів людей різних вікових груп, які мають проблеми з надмірною вагою тіла та гіпокінезією, для подальшого процесу розробки ефективних та найголовніше безпечних для їх організму моделей занять з силового фітнесу [5; 7; 18].

Мета дослідження – дослідити ефективність використання біомаркерів крові для оцінки характеру адаптаційно-компенсаторних реакцій на тестові навантаження у чоловіків першого та другого періодів зрілого та похилого віку з надмірною вагою тіла та гіпокінезією.

Методи. В дослідженні приймали участь 60 чоловіків різних вікових груп з вираженою гіпокінезією внаслідок проблем з надмірною вагою тіла. Залежно від поставленої мети було сформовано три групи по 20 осіб в кожній. До складу групи А увійшли обстежені чоловіки першого періоду зрілого віку $32 \pm 1,3$ років. Представниками групи Б стали чоловіки другого періоду зрілого віку $52 \pm 2,2$ років. Учасники похилого віку $64 \pm 2,4$ років, були віднесені до групи В. Обстеження проводились протягом 2025 року в відділеннях науково-дослідного центру сучасної кінезіології «KINEZUS», а обробка отриманих біоматеріалів (сироватки крові) по закінченню практичної частини досліджень, потім відбувалась в спеціалізованих лабораторіях м. Рівне. Дизайн дослідження було схвалено комітетом з біоетики Волинського національного університету імені Лесі Українки, м. Луцьк. Після пояснення ризиків і переваг дослідження учасники підписали форму інформованої згоди, підготовлену відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації.

Лабораторні біохімічні методи аналізу крові. Активність ферментів креатинфосфокінази (КФК), лактатдегідрогенази (ЛДГ) та концентрації креатиніну в сироватці крові обстежених груп чоловіків визначали кінетичним методом на обладнанні фірми «High Technology Inc» (США) з набором реактивів PRESTIGE 24i LQ LDH (Польща). Концентрацію клюкокортикоїдного гормону кортизолу у сироватці крові учасників визначали методом імуноферментного аналізу, з використанням набору реагентів СтероїдІФА-тестостерон на обладнанні фірми «Алкор Біо». Референтні значення досліджуваних біомаркерів крові: КФК (40-270 од/л), ЛДГ (195-462 од/л), кортизол (150-660 нмоль/л), креатинін (62-108 мкмоль/л). Забір крові проводився в спеціальному відділенні центрів «KINEZUS» працівниками медичної лабораторії згідно міжнародним вимогам до медико-біологічних досліджень. Контрольні забори крові в учасників дослідження проводились медичною сестрою в присутності лікаря в стані спокою до та після виконання тестового навантаження. По закінченню практичної частини досліджень, отримані біоматеріали, в найкоротший термін часу, в спеціальних боксах, доставлялись в сертифіковану науково-дослідну лабораторію.

Тестове навантаження. В якості основного засобу для проведення тестового випробування використовували експериментальний «реабілітаційний тренажерний комплекс» (№ u202501902) [6]. Згідно інструкції [6]: «відмінність даного тренажера від звичайних полягає в тому, що даний рухомий засіб для вправ, що виконаний з можливістю під'єднання з внутрішньої сторони верхньої горизонтальної планки рами по центру, представлений у вигляді лука, підвісної планки, або підвісних петель, а рухомий засіб для вправ, що виконаний з можливістю під'єднання до додаткових бокових частин з внутрішньої сторони рами, представлений у вигляді змінної ручки або підвісних петель, а виносна стійка, яка виконана з можливістю кріплення до неї обмежуючих опорних елементів, та додаткові бокові частини виконані з перфорацією по висоті. Ремені для додаткового закріплення

людини на стільці виконані так, що чотири ремені приєднують до однієї пряжки з утворенням хрестоподібної спереду структури».

В процесі дослідження, в вихідному положенні учасник сидить на стільці в даному тренажері, тулуб за рахунок 4-х ременів зафіксований, з нижньої підвісної планки через систему тросів приєднаний через додаткове кріплення до обох до ніг, які стоять на стабільній платформі (кут в колінному суглобі між стегном та гомілкою становить 90°) за рахунок м'язових зусиль використовуючи трособлокові навантаження піднімаємо ноги, не змінюючи положення в колінному суглобі, зменшуючи кут в кульшовому суглобі на $35-40^\circ$. В верхньому положенні відбувається фіксація напружених груп м'язів на 2-3 с, а потім ноги опускаються в вихідне положення, але без фази розслаблення в нижній точці. Тривалість концентричної фази становить 2-3 с, а ексцентричної - 4-5. Вибрані параметри вага обтяження на тренажері повинні дозволити кожному учаснику дослідження виконати дану вправу протягом 45-50 с до початку виражених проявів м'язової чи функціональної втоми [6].

Дизайн дослідження. Дослідження проводились в декілька етапів.

На першому етапі дослідження використовуючи неінвазійний метод біоімпедансометрія визначали вихідні параметри показників складу тіла (жирової, безжирової та активної клітинної маси) учасників обстежених груп першого та другого періодів зрілого, а також осіб похилого віку з надмірною вагою тіла, що призвело наслідок тривалої гіподинамії до розвитку стану гіпокінезії.

На другому етапі, для учасників всіх трьох груп, не залежно від їх вікових особливостей, а переважно враховували показники жирової та активної клітинної маси тіла та можливий стан гіпокінезії, використовуючи спеціальне обладнання (реабілітаційний тренажерний комплекс № u202501902 [6]) було змодельоване тестове випробування з відповідними параметрами навантаження.

На третьому етапі, використовуючи біохімічні показники крові (КФК, ЛДГ, кортизол та креатинін) в якості інформативних маркерів оцінки рівня резистентності, вивчали особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій чоловіків досліджуваних вікових груп на тестові навантаження. Дослідження відбувались в стані спокою та у відповідь на заданий стресовий подразник.

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

Результати дослідження. На рис. 1 графічно представлено результати оцінки вихідних параметрів показників складу тіла у чоловіків обох періодів зрілого віку та похилого з надмірною вагою тіла та гіпокінезією, використовуючи метод біоімпедансометрії.

Отримані в процесі досліджень результати вказують на те, що серед учасників обстежених груп, не зважаючи на достатньо суттєву різницю в віці, показник відсотку жирової маси тіла (ЖМ,%) демонструє майже ідентичні значення, які не мають достовірних відмінностей ($p > 0,05$). При цьому, параметри показника «ЖМ, кг» у чоловіків групи Б, до якої відносяться особи другого періоду зрілого віку, на 9,2% вищі порівняно з результатами інших двох груп.

Встановлено, що найбільші параметри показника безжирової маси тіла (БЖМ,кг) виявлено у чоловіків першого періоду зрілого віку (68,9 кг) з яких була формована група А, що на 6,6% вище ніж у представників групи Б та на 9,2% результатів, які фіксувались у обстежених осіб похилого віку групи В. Одночасно, виявлені в процесі дослідження результати щодо оцінки параметрів показників активної клітинної маси тіла (АКМ в %, кг) демонструють відсутність достовірної різниці між учасниками обстежених груп.

На рис. 2 представлено результати активності ферменту креатинфосфокінази (КФК) в сироватці учасників обстежених груп з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в стані спокою та у відповідь на тестове навантаження.

Аналіз отриманих в процесі лабораторних досліджень даних свідчить, що базальний рівень ферменту креатинфосфокінази в сироватці крові чоловіків групи Б, порівняно з результатами інших учасників, в середньому на 27,3% нижчий. При цьому, у відповідь на тестове навантаження у представників групи А, досліджуваний біохімічний показник крові демонструє достовірне зниження на 6,9% ($p < 0,5$), а у обстежених осіб групи Б – навпаки, спостерігаємо підвищення на 15,1% ($p < 0,05$), що свідчить про активацію достатньо різних механізм енергозабезпечення м'язової діяльності в даних умовах.

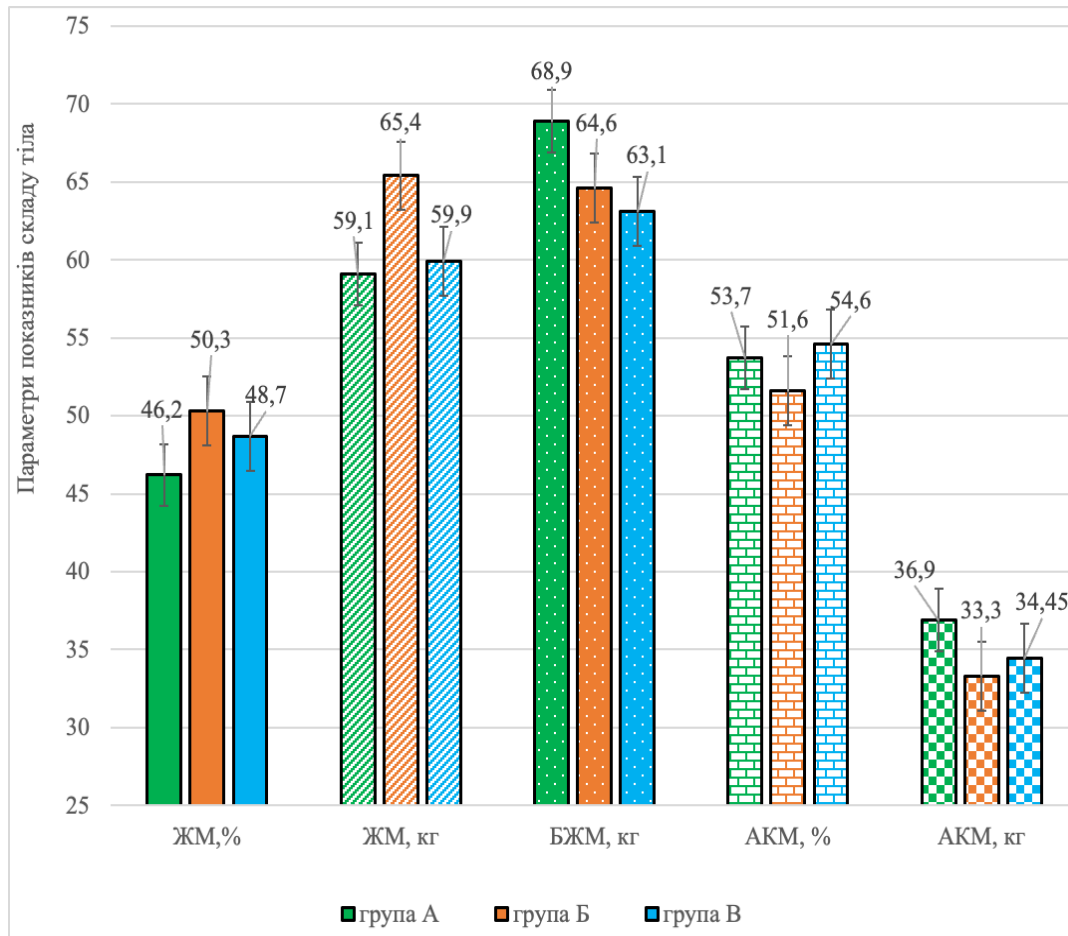


Рис. 1. Вихідні параметри показників складу тіла чоловіків першого (група А), другого (група Б) періодів зрілого та похилого (група В) віку з надмірною вагою та гіпокінезією, n=60

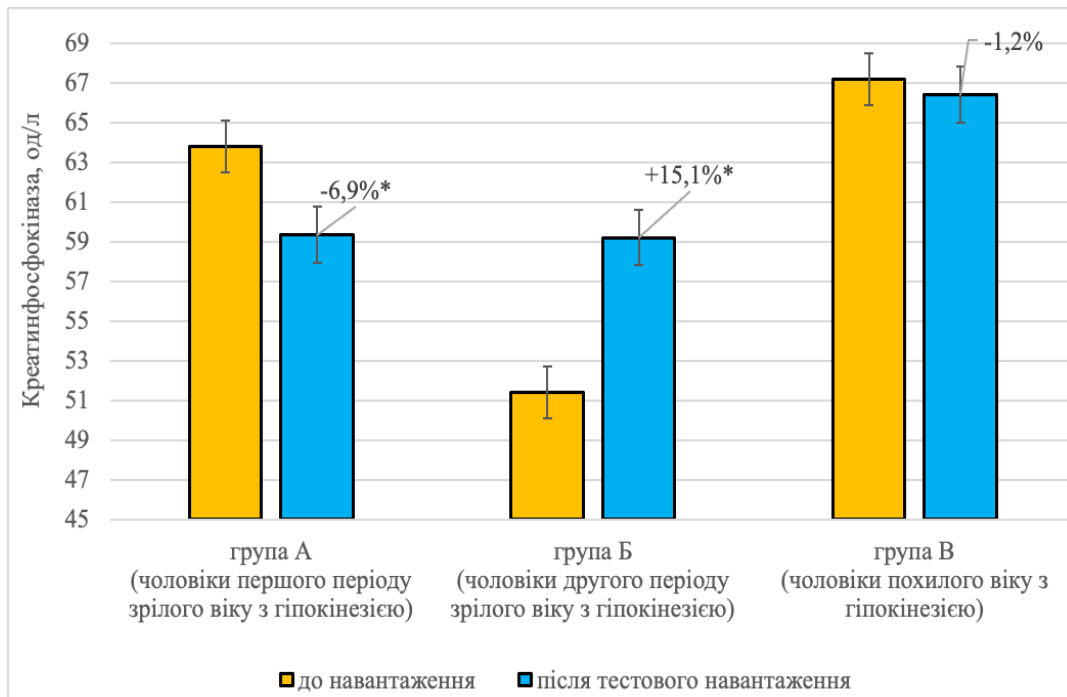


Рис. 2. Результати активності ферменту креатинфосфокінази (КФК) в сироватці учасників обстежених груп з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в стані спокою та у відповідь на тестове навантаження, n=60
Примітка: * – $p < 0,05$ порівняно з результатами в стані спокою

На рис. 3 представлено результати активності ферменту лактатдегідрогенази (ЛДГ) в сироватці учасників обстежених груп зрілого та похилого віку з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в стані спокою та у відповідь на тестове навантаження.

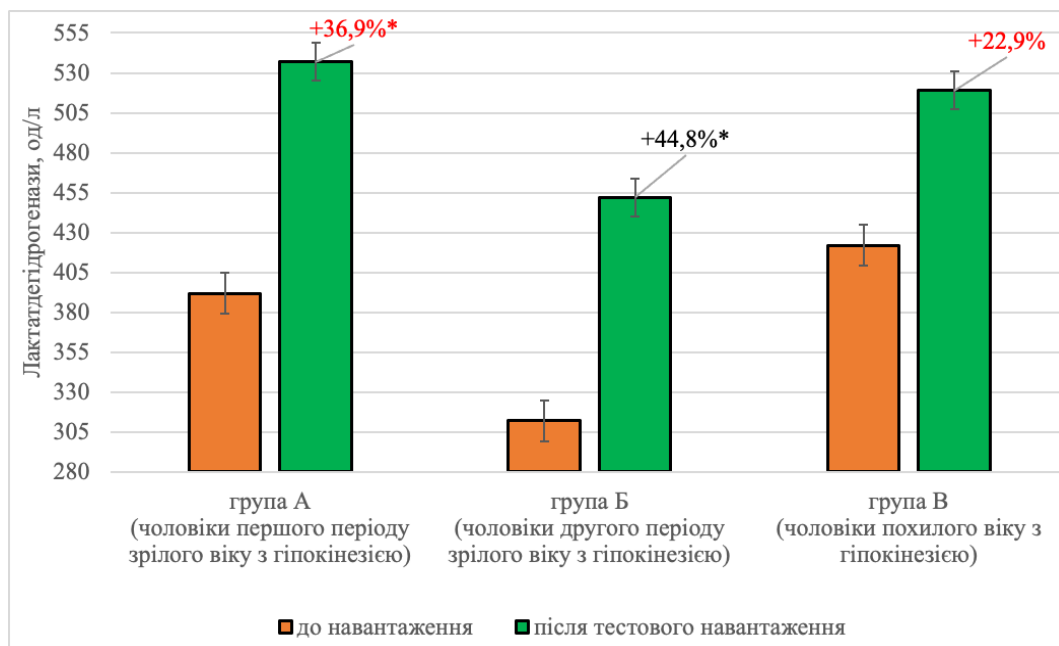


Рис. 3. Результати активності ферменту лактатдегідрогенази (ЛДГ) в сироватці учасників обстежених груп з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в стані спокою та у відповідь на тестове навантаження, $n=60$
Примітка: * – $p<0,05$ порівняно з результатами в стані спокою;

* – вихід за верхні межі референтних значень.

Отримані результати демонструють майже ідентичне співвідношення величини базального рівня лактатдегідрогенази в сироватці крові між представниками обстежених груп, яке було виявлено під час контролю за параметрами активності ферменту КФК в стані спокою (рис. 2). Однак, виявлено, що у відповідь на задане тестове навантаження, у обстежених чоловіків всіх груп, не залежно від їх вікових особливостей, фіксуємо суттєве достовірне підвищення активності ЛДГ в сироватці крові. При цьому, виявлені зміни досліджуваного біомаркера крові у чоловіків групи А (+36,9% ($p<0,05$)) та В (+22,9% ($p<0,05$)) у відповідь на стресовий подразник виходять за верхні межі референтних значень, що свідчить про можливі прояви активації компенсаторних механізмів.

На рис. 4 представлено результати лабораторного контролю за характером змін концентрації гормону кортизолу в сироватці крові учасників обстежених груп з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в стані спокою та у відповідь на тестове навантаження.

Проводячи порівняльний аналіз між рівнем концентрації кортизолу в сироватці в стані спокою до навантажень у чоловіків обстежених груп було виявлено, що даний біохімічний показник демонструє майже ідентичне співвідношення серед учасників, яке було виявлено під час контролю за величиною базального рівня активності досліджуваних ферментів креатинфосфокінази та лактатдегідрогенази (рис. 2 та 3). Встановлено, що у відповідь на тестове навантаження серед учасників дослідження спостерігаємо одночасно суттєве підвищення рівня кортизолу в крові (група Б +42,7% ($p<0,05$)) навіть за верхні межі референту. Даний факт свідчить про те, що для даної групи учасників, запропоновані навантаження є надто великим стресовим подразником для рівня стресостійкості їх систем організму. Одночасно фіксували достовірне зниження концентрації даного стероїдного гормону в крові представників груп А (-19,1% ($p<0,05$)) та В (-16,6% ($p<0,05$)) порівняно зі станом спокою, що свідчить про виражені прояви компенсаторних реакцій внаслідок значних енергозатрат та активації додаткових механізмів для енергозабезпечення м'язової діяльності в даних умовах.

На рис. 5 представлено результати концентрації креатиніну в сироватці учасників обстежених груп зрілого та похилого віку з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в стані спокою та у відповідь на тестове навантаження.

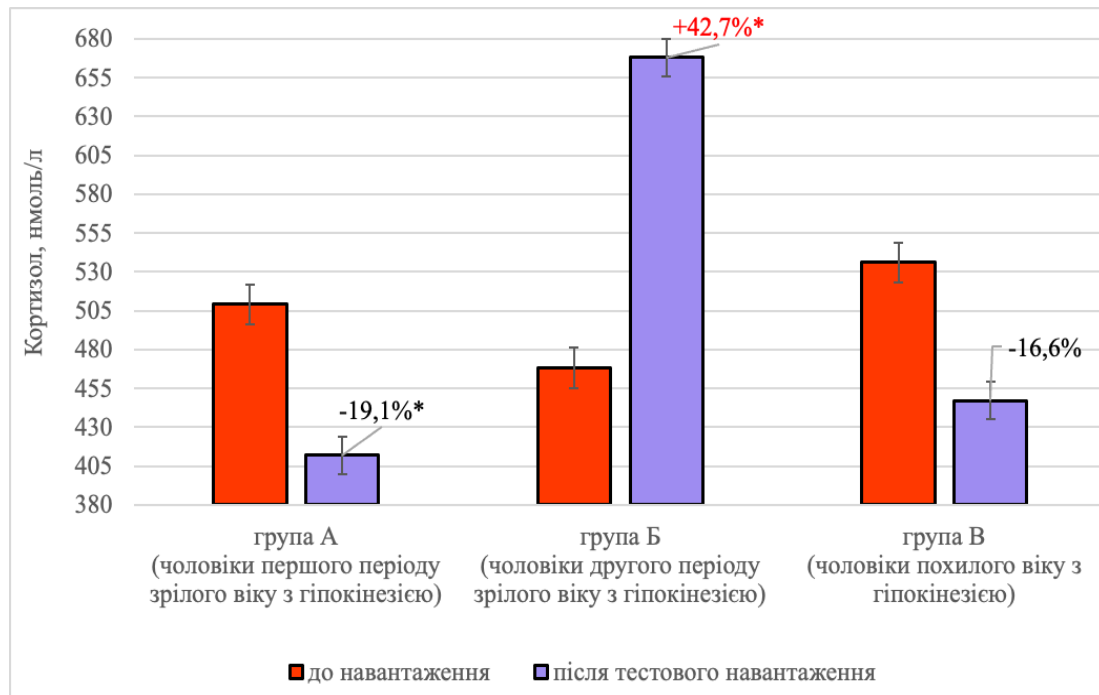


Рис. 4. Результати концентрації кортизолу в сироватці учасників обстежених груп з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в стані спокою та у відповідь на тестове навантаження, $n=60$

Примітка: * – $p < 0,05$ порівняно з результатами в стані спокою;

* – вихід за верхні межі референтних значень.

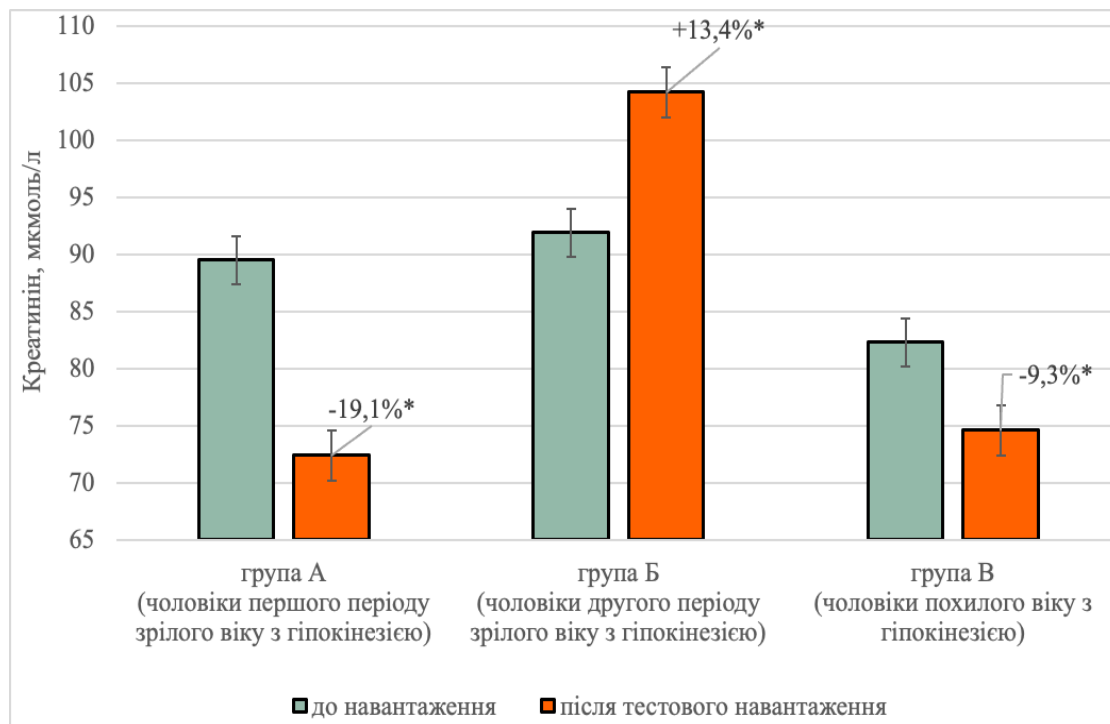


Рис. 5. Результати концентрації креатиніну в сироватці учасників обстежених груп з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в стані спокою та у відповідь на тестове навантаження, $n=60$

Примітка: * – $p < 0,05$ порівняно з результатами в стані спокою

Аналіз отриманих в процесі лабораторних досліджень даних свідчить, що базальний рівень креатиніну в сироватці крові чоловіків групи Б, порівняно з результатами учасників в яких фіксували найнижчі значення (група В), на 11,6% вищий, що підтверджує отримані дані в між груповій різниці

показників складу тіла під час проведення біоімпедансометрії. При цьому, у відповідь на тестове навантаження у представників групи Б, досліджуваний біохімічний показник крові демонструє достовірне підвищення концентрації в сироватці крові на 13,9% ($p < 0,5$), що свідчить про те ефективність залучення резервів креатинфосфату для енергетичного забезпечення м'язової діяльності навіть в умовах анаеробного гліколізу. Одночасно, серед учасників дослідження у відповідь на даний стресовий подразник фіксували зниження концентрації креатиніну в сироватці крові у обстежених чоловіків групи А (-19,1% ($p < 0,05$)) та В (-9,3% ($p < 0,05$)) порівняно зі станом спокою, що свідчить про низькі спроможності креатинфосфокіназного механізму енергозабезпечення у даного контингенту в подібних умовах навантажень.

Дискусія. В даній роботі представлені результати, які є фрагменту серії експериментальних досліджень з фізичного виховання та кінезіології направлених на дослідження питань пов'язаних з вивченням процесів адаптації, дезадаптації та реадaptaції систем організму людей різних вікових категорій (від підлітків до осіб похилого віку) з надмірною вагою тіла, що призвели в процесі вираженої гіподинамії до стану гіпокінезії та розвитку функціонального та нефункціонального перенапруження [4; 8; 9; 14].

В представленому дослідженні відбулись спроби детально розкрити одну із найбільш дискусійних проблем серед науковців з даного напрямку, яка пов'язана з пошуком найбільш інформативного комплексу біомаркерів крові для оцінки рівня резистентності систем організму чоловіків з надмірною вагою тіла та гіпокінезією з урахування вікових особливостей шляхом вивчення особливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій на тестові навантаження з відповідної структури та змісту [2; 13; 15]. Одночасно, в даній роботі приділялась увага питанню науково-обґрунтованого підходу до вибору тестового випробування, а саме умов виконання, використання тих чи інших засобів (тренажерів) в поєднанні з режимом навантажень, оптимальним механізмом енергозабезпечення м'язової діяльності та кінематичними характеристиками техніки з урахуванням вікових особливостей чоловіків з надмірною вагою тіла, їх функціональних можливостей та станом нервово-м'язової системи [7; 10; 16].

В процесі досліджень, на основі аналізу особливостей вихідного базального рівня ферментів креатинфосфокінази та лактатдегідрогенази, концентрації кортизолу та креатиніну в сироватці крові, а також характерних змін даних біомаркерів у відповідь на запропоноване тестове навантаження, детально вивчались адаптаційно-компенсаторні реакції у чоловіків обох періодів зрілого та похилого віку з надмірною вагою тіла, що в перспективі дозволить обґрунтовано розробити оптимальні для даної категорії осіб моделі занять з реадaptaції функціональних резервів та ефективно вплинути на процес змін показників складу тіла.

Досліджуючи особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій організму чоловіків зрілого та похилого віку з надмірною вагою тіла та гіпокінезією в заданих нами умовах тестового випробування було виявлено, що лише у представників груп Б (особи другого періоду зрілого віку) в умовах навантажень з застосуванням переважно механізму анаеробного гліколізу для енергозабезпечення м'язової діяльності, активно залучались резерви креатинфосфату (креатинфосфокіназний механізм), що відображено в достовірному підвищенні ферменту креатинфосфокінази та концентрації креатиніну [3, 6, 17]. Відповідні зміни свідчать про більш високі функціональні резерви та збалансованість системи енергозабезпечення м'язової діяльності обстежених чоловіків даної вікової категорії з надмірною вагою, порівняно з представниками інших груп, що відповідно впливає також і на рівень резистентності [1; 5; 11]. При цьому, серед обстежених чоловіків з надмірною вагою тіла першого періоду зрілого віку та учасників похилого віку, спостерігаємо виражені прояви компенсаторних механізмів пов'язаних з низьким рівнем резистентності до подібних навантажень в умовах анаеробного гліколізу внаслідок недостатньої збалансованості роботи механізмів енергозабезпечення м'язової діяльності, про що свідчать зниження концентрації кортизолу, креатиніну та активності ферменту креатинфосфокінази на тлі суттєвого підвищення, з одночасним виходом за верхні межі референтних значень, активності ЛДГ в сироватці крові [5; 8; 10].

Висновки. Використання в якості інформативних маркерів оцінки характеру адаптаційно-компенсаторних реакцій організму чоловіків зрілого та похилого віку з надмірною вагою тіла та розвиваючою гіпокінезією на фізичні навантаження, показників активності ферментів креатинфосфокінази та лактатдегідрогенази, концентрації кортизолу та креатиніну в сироватці крові, є мінімальним комплексом біомаркерів крові, які дозволяють не лише визначити рівень резистентності до відповідного стресового подразника та збалансованість системи енергозабезпечення м'язової

діяльності, але й чітко спрогнозувати необхідний алгоритм дій направлених на удосконалення системи фізичної підготовки для даної категорії осіб для подальшої реадaptaції функціональних резервів. Виявлено, що серед учасників обстежених груп, саме у чоловіків першого періоду зрілого та представників похилого віку з надмірною вагою тіла та гіпокінезією, спостерігаємо виражені наслідки можливо хронічної дезадаптації, що під час тестового випробування призвело до провів компенсаторних реакцій на тлі виснаження резервів анаеробного механізму енергозабезпечення та додаткової активації процесів гліюконеогенезу.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується проведення подібних досліджень щодо оцінки адаптаційно-компенсаторних реакцій чоловіків обох періодів зрілого та похилого віку з вираженою гіпокінезією на тлі надмірної ваги тіла, використовуючи методи електроміографії та варіабельності серцевого ритму.

References

1. Abassi, W., Ouerghi, N., Hammami, M., Jebabli, N., Feki, M., Bouassida, A., Weiss, K., Knechtel, B. (2025). High-Intensity Interval Training Reduces Liver Enzyme Levels and Improves MASLD-Related Biomarkers in Overweight. *Nutrients*. 17(1). 164. <https://doi.org/10.3390/nu17010164>
2. Bagheri N., Bagheri R., Mesinovic J., Ghobadi H., Scott D., Kargarfard M., Dutheil F. (2025). Effects of Resistance Training on Muscular Adaptations and Inflammatory Markers in Overweight and Obese Men. *Med Sci Sports Exerc*. 57(3). 600–612. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003592>
3. Chernozub, A., Manolachi, V., Potop, V., Khudiyi, O., Kozin, S., Bokatuieva, V., Kizilova, A., Stanescu, M., Timnea, O.C. (2023). Kinesiological models of the neuromuscular system readaptation in mature women after prolonged hypokinesia. *Health, Sport, Rehabilitation*. 9(1). 78–92. <https://doi.org/10.34142/HSR.2023.09.01.07>
4. Chernozub, A., Tsos, A., Olkhovyi, O., Hlukhov, I., Koval, V., Zavizion, O. (2025). Readaptation of functional capabilities of special unit servicemen with long-term hypodynamia caused by peripheral neuromuscular system damage. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*. 10(1). 9–19. [https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10\(1\).02](https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(1).02)
5. Chernozub, A., Alosyna, A., & Zavizion, O. (2025). Biomarkers for assessing the mechanisms of re-adaptation of special units' military personnel in conditions of power loads. *Rehabilitation and Recreation*, 19(2). 326–337. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.2.29>
6. Expert Opinion on the Patent Application of Vadym Vadymovych Koval for an Invention and a Utility Model Application: Rehabilitation Training Complex (Application registration no. u202501902 dated April 25, 2025). (2025). Academia.edu. <https://www.academia.edu/164830812/>
7. Han, M., Yun, J., Kuk, J., Lee, S. (2025). Effect of brief intense stair climbing on cardiorespiratory fitness and metabolic risk factors in inactive young men with obesity: A randomized controlled trial. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 35(7). 103902. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2025.103902>
8. Kizilova, A., Tsos, A., Syvokhop, E., Marionda, I., Maidachenko, A. (2025). Modeling the mechanisms of readaptation of functional reserves in military personnel with musculoskeletal limb injuries during long-term rehabilitation. *Fizicna rehabilitacija ta rekreacijno-ozdorovci tehnologii*. 10(6). 408–417. [https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10\(6\).03](https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(6).03)
9. Koval, V., Tsos, A., Olkhovyi, O., Drobot, K., Chernozub, A., Potop, V. (2025) Overtraining syndrome in bodybuilding and the difficulty of searching for informative biomarkers for disadaptation diagnostics. In: *Fizicna Rehabilitacija ta Rekreacijno-Ozdorovci Tehnologii*. 10. 108–119. [https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10\(2\).06](https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(2).06)
10. Koval, V., Derliuk, O., & Chernozub, A. (2025). The impact of different models of power fitness training on the re-adaptation processes of overweight adolescents. *Rehabilitation and Recreation*. 19(2). 338–349. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.2.30>
11. Lee, T., Lee, H., Roh, H., Cho, S. (2025). Eight Weeks of Aerobic Exercise Training Improves Fitness, Metabolic Health, Inflammation, and Intestinal Barrier Integrity in Overweight and Obese Women of Different Age Groups. *Life (Basel)*. 15(11). 1752. <https://doi.org/10.3390/life15111752>
12. Liu, X., Li, Q., Lu, F., Zhu, D. (2024). Effects of aerobic exercise combined with resistance training on body composition and metabolic health in children and adolescents with overweight or obesity: systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*. 12. 1409660. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1409660>
13. Long, C., Ranellone, S., Welch, M. (2024). Strength and Conditioning in the Young Athlete for Long-Term Athletic Development. *HSS J*. 20(3). 444–449. <https://doi.org/10.1177/15563316241248445>
14. Manolachi, V., Potop, V., Chernozub, A., Khudiyi, O., Delipovici, I., Eshtayev, S., Mihailescu, L. (2022). Theoretical and applied perspectives of the kinesiology discipline in the field of physical education and sports science. *Physical Education of Students*. 26(6). 316–324 <https://doi.org/10.15561/20755279.2022.0606>

15. Potop, V., Mihailescu, L.E., Mahaila, I., Zawadka-Kunikowska, M., Jagiello, W., Chernozub, A., Baican, M., Timnea, O.C., Ene-Voiculescu, C., Ascinte, A. (2024). Applied biomechanics within the Kinesiology discipline in higher education. *Physical Education of Students*. 28(2). 106-119. <https://doi.org/10.15561/20755279.2024.0208>
16. Tingelstad, H., Robitaille, E., O'Leary, T. (2025). MSKI reduction strategies: evidence-based interventions to reduce musculoskeletal injuries in military service members. *BMJ Mil Health*. 171(5). 418–422. <https://doi.org/110.1136/military-2024-002747>
17. Silva, M., Waclawovsky, G., Perin, L., Camboim, I., Eibel, B., Lehnen, A. (2020). Effects of high-intensity interval training on endothelial function, lipid profile, body composition and physical fitness in normal-weight and overweight-obese adolescents: A clinical trial. *Physiol Behav*. 1:213:112728. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112728>
18. Yi, L., Wu, J., Yan, B., Wang, Y., Zou, M., Zhang, Y., Li, F., Qiu, J., Girard, O. (2024). Effects of three weeks base training at moderate simulated altitude with or without hypoxic residence on exercise capacity and physiological adaptations in well-trained male runners. *Peer J*. 29:12:e17166. <https://doi.org/10.7717/peerj.17166>

Стаття надійшла до редакції / Received 09.02.2026

Прийнята до друку / Accepted 22.03.2026

Опубліковано / Published 20.04.2026