



Фізична культура і спорт

УДК 796.012.6:796.8

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.18807064>

**Резистентність військовослужбовців до навантажень на етапі медичної
реабілітації та в процесі реадaptaції в підрозділах**

Штефюк Іван Кирилович

кандидат наук з фізичного виховання і спорту

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58012, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-0390-5422>, i.shtefyuk@chnu.edu.ua

Бріскін Юрій Аркадійович

доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана

Боберського, вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна

<https://orcid.org/0000-0001-6375-9872>, y.a.briskin@gmail.com

Савенко Андрій Олександрович

доктор філософії (PhD)

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

проспект Героїв України, 9, 54007, Миколаїв, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-3124-2673>, galkinalora2015@ukr.net

Альошина Алла Іванівна

доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор

Волинський національний університет імені Лесі Українки

проспект Волі, 13, Луцьк, 43025, Україна

<https://orcid.org/0000-0001-6517-1984>, aleshina1012@gmail.com



Потоп Володимир

доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор

Department of Physical Education and Sport, National University of Science
and Technology Politehnica Bucharest, University Center Pitesti, Pitesti, Romania,
<https://orcid.org/0000-0001-8571-2469>, vladimir_potop@yahoo.com

Прийнято: 11.10.2025 | Опубліковано: 30.10.2025

Анотація. *Мета* дослідження полягає в вивченні, використовуючи в якості інформативних біомаркерів показники активності ЛДГ та концентрації кортизолу в сироватці крові, ступеня зміни рівня резистентності військовослужбовців ССО та ППО з вираженою гіпокінезією до стресового подразника на етапі медичної реабілітації після поранень та в процесі реадаптації по поверненню в свої підрозділи. *Методи.* Обстежено 40 військовослужбовців з вираженою гіпокінезією після реабілітації внаслідок поранень, які проходили цикл тренувань направлених на реадаптацію функціональних резервів з використанням «стандартних» моделей занять розроблених інструкторами з фізкультурно-спортивної реабілітації ЗСУ. Створено дві групи по 20 осіб: військовослужбовці ССО та ППО. Для оцінки адаптаційно-компенсаторних реакцій учасників в процесі досліджень використовували біохімічні показники крові (ЛДГ та кортизол). *Результати.* Виявлено, що в перші 3-5 днів після отримання поранень, саме у військовослужбовців ССО спостерігаємо найнижчий базальний рівень ЛДГ та найвищий кортизол в крові, з різницею в 55,0% порівняно з результатами іншої групи. У відповідь на тестове навантаження, на даному етапі, саме в групі військовослужбовців ППО спостерігаємо найбільше підвищення активності ЛДГ в крові (+26,7%), а рівень кортизолу виходить за верхні межі референту. Встановлено, що по завершенню 3-4місяців реабілітації, базальний рівень ЛДГ в крові у військовослужбовців ССО



підвищується в 2 рази помітніше, порівняно з результатами з групи ППО. Однак, базальний рівень кортизолу в крові демонструє зниження серед учасників підрозділу ССО (-4,1%), але підвищення в групі військовослужбовців ППО на 10,1% ($p < 0,05$). Одночасно відбувається суттєве зниження (-35,0%) концентрації даного гормону у відповідь на стресовий подразник в групі ППО. Досліджено, що протягом 90 діб використання «стандартних» моделей занять з реадаптації функціональних резервів, у відповідь на тестове навантаження, в групі військовослужбовців з підрозділів ППО продовжуємо, як і на попередньому етапі, спостерігати зниження концентрації кортизолу крові (-16,9%) порівняно зі станом спокою. **Висновки.** Встановлено, що використання військовослужбовцями з підрозділів ППО «стандартних», залежно від особливостей нозології, протоколів з фізичної терапії під час реабілітації та відповідних моделей занять під час реадаптації резервів, за результатами лабораторних досліджень, призводить до постійної активації компенсаторних механізмів, що ускладнює процес дезадаптації та функціонального перенапруження.

Ключові слова: функціональні резерви, реадаптація, моделі занять, навантаження, гіпокінезія, резистентність, військовослужбовці.

Resistance of military personnel to stress during medical rehabilitation and in the process of readaptation of functional reserves in units

Ivan Shtefiuk

Candidate of Science in Physical Education and Sports, Yuriy Fedkovych Chernivtsi

National University, 2 Kotsiubynskoho St. Chernivtsi 58002, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-0390-5422>, i.shtefyuk@chnu.edu.ua



Yuriy Briskin

Doctor of Science in Physical Education and Sports, Professor, Ivan Boberskyi Lviv

State University of Physical Culture Kostyushka st., 11, Lviv, 79007, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0001-6375-9872>, y.a.briskin@gmail.com

Andrii Savenko

Doctor of Philosophy, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv

Ukraine Av, 9, Mykolaiv, Mykolaivska Region, 54000, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-3124-2673>, galkinalora2015@ukr.net

Alla Alosyna

Doctor of Science in Physical Education and Sports, Professor Lesya Ukrainka

Volyn National University, 43000, Ukraine, Lutsk, Voli Avenue 13,

<https://orcid.org/0000-0001-6517-1984>, aleshina1012@gmail.com

Vladimir Potop

Doctor of Science in Physical Education and Sports, Professor, Professor,

Department of Physical Education and Sport, National University of Science and

Technology Politehnica Bucharest, University Center Pitesti, Pitesti, Romania,

<https://orcid.org/0000-0001-8571-2469>, vladimir_potop@yahoo.com

Abstract: Objective. The study consists of examining, using LDH activity and serum cortisol concentration as informative biomarkers, the degree of change in the level of resistance of SSO and PPO servicemen with pronounced hypokinesia to a stress stimulus at the stage of medical rehabilitation after injuries and in the process of readaptation upon return to their units. **Methods.** Forty military personnel with severe hypokinesia after rehabilitation due to injuries underwent a training cycle aimed at readapting functional reserves using “standard” training models developed by



instructors in physical education and sports rehabilitation of the Armed Forces of Ukraine. Two groups of 20 people were formed: servicemen of the Special Operations Forces and Air Defense Forces. To assess the adaptive-compensatory reactions of the participants in the research process, blood biochemical indicators (LDH and cortisol) were used. **Results.** It was found that in the first 3-5 days after receiving injuries, it was the SSO servicemen who had the lowest basal LDH level and the highest cortisol level in the blood, which was 55.0% compared to the results of the other group. In response to the test load, at this stage, it is in the group of air defense servicemen that we observe the greatest increase in LDH activity in the blood (+26.7%), and the cortisol level exceeds the upper reference limits. It was found that after 3-4 months of rehabilitation, the basal level of LDH in the blood of SSO servicemen increased twice as much compared to the results of the air defense group. However, the basal level of cortisol in the blood shows a decrease among members of the SSO unit (-4.1%), but an increase in the group of PPO servicemen by 10.1% ($p < 0.05$) and, at the same time, a significant decrease (-35.0%) in its concentration in response to a stress stimulus. It has been found that during 90 days of using “standard” models of functional reserve readaptation training in response to test loads, in the group of military personnel from air defense units, as in the previous stage, we continue to observe a decrease in blood cortisol concentration (-16.9%) compared to the resting state. **Conclusions.** It has been established that the use of “standard” physical therapy protocols during rehabilitation and appropriate training models during the readaptation of reserves by military personnel from air defense units, depending on the characteristics of the nosology, according to the results of laboratory studies, leads to the constant activation of compensatory mechanisms, which complicates the process of maladjustment and functional overload.

Key words: functional reserves, readaptation, exercise models, workload, hypokinesia, resistance, military personnel.



Постановка проблеми. Пошук ефективних механізмів удосконалення структури та змісту моделей занять направлених на реадaptaцію функціональних резервів військовослужбовців різних підрозділів ЗСУ з урахуванням їх рівня резистентності до стресового подразника в період відновлення після основних етапів реабілітації внаслідок травм, є одним із пріоритетних та одночасно дискусійних питань науковців та практиків з фізичної терапії, кінезіології та фізичного виховання [3, 5, 11, 14].

Ефективність використання в практичній діяльності «класичних» протоколів з фізичної терапії в період основних етапів реабілітації з урахування особливостей нозологій та «стандартних» моделей занять направлених на редaptaцію систем організму військовослужбовців по поверненню в свої підрозділи, більшість яких розроблена інструкторами з фізкультурно-спортивної реабілітації в ЗСУ, останнім часом викликає низку достатньо спірних питань щодо їх доцільності використання та особливо ефективності [4, 6, 9, 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні наукові дослідження у сфері військової медицини, фізичної терапії та спортивної науки дедалі більше зосереджені на вивченні механізмів відновлення та реадaptaції військовослужбовців після травм, зокрема з урахуванням їх здатності протистояти фізичним і психофізіологічним навантаженням. Особливу увагу приділено пошуку інформативних критеріїв оцінки функціональних резервів та адаптаційно-компенсаторних реакцій організму в умовах реабілітації та повернення до служби.

Burt B. та ін. [1] у дослідженні проаналізували вплив термінів реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки на показники повернення військовослужбовців до виконання службових обов'язків. У роботі детально розглянуто взаємозв'язок між часом хірургічного втручання, характером функціонального відновлення та рівнем фізичної готовності до навантажень, що



дозволяє оцінити ефективність реабілітаційних стратегій і визначити чинники, які впливають на відновлення адаптаційних резервів організму.

Butowicz С. та ін. [2] представили протокол перспективного дослідження PREPARE, спрямованого на комплексну оцінку факторів ризику нейром'язово-скелетних травм та післятравматичного функціонального стану військовослужбовців. Запропонована система передбачає поєднання біомеханічних, фізіологічних і функціональних показників для прийняття обґрунтованих рішень щодо повернення до служби, що має безпосереднє значення для визначення рівня резистентності до фізичних і стресових навантажень.

У наративному огляді Campbell Р. та ін. [3] узагальнили результати досліджень щодо ефективності раннього фізіотерапевтичного втручання при м'язово-скелетних ушкодженнях у військовослужбовців. Проаналізовані дані свідчать про те, що своєчасне застосування реабілітаційних програм сприяє скороченню термінів відновлення, зменшенню ризику ускладнень та формуванню більш стійких адаптаційно-компенсаторних реакцій організму.

Проблематику реадаптації функціональних можливостей військовослужбовців спеціальних підрозділів за умов тривалої гіподинамії, зумовленої ураженням периферичної нервово-м'язової системи, розкрито у праці Chernozub А. та ін. [4]. У межах дослідження проаналізовано динаміку відновлення під впливом дозованих фізичних навантажень та окреслено особливості перебігу адаптаційно-компенсаторних реакцій, що має безпосередній зв'язок із рівнем стійкості до стресових подразників у процесі реадаптації.

Обґрунтування використання біомаркерів як інструменту оцінки механізмів реадаптації військовослужбовців спеціальних підрозділів в умовах силових навантажень представлено у роботі Chernozub А. та ін. [5]. У дослідженні доведено інформативність лабораторних показників для контролю



адаптаційних процесів, що відкриває можливості для більш об'єктивної оцінки функціонального стану та рівня резистентності організму до навантажень.

Аналіз частоти м'язово-скелетних травм серед військовослужбовців Великої Британії та ефективності реабілітації безпосередньо під час польових навчань здійснено Ferraby D. та ін. [7]. Отримані результати підтверджують важливість інтегрованих відновлювальних програм для підтримання функціональної готовності особового складу та попередження розвитку перевантаження систем організму в умовах інтенсивної підготовки.

Ефективність стандартних, інтегративних і комплементарних реабілітаційних підходів у військовослужбовців із хронічним переважно м'язово-скелетним болем стала предметом клінічного дослідження Flynn D. та ін. [8]. Застосування різних терапевтичних стратегій у межах адаптивного дизайну SMART дозволило оцінити їхній вплив на зменшення больового синдрому та підвищення адаптаційних можливостей організму.

Моніторинг фізіологічних біомаркерів під час інтенсивної військової підготовки з метою підтримання боєздатності та оптимізації тренувального процесу досліджували Koltun K. та ін. [10]. У роботі підкреслено значення лабораторного контролю гормональних і метаболічних показників як засобу раннього виявлення ознак перенавантаження та зниження функціональної стійкості.

Питання впливу різних моделей силового тренування на процеси реадaptaції організму висвітлено у праці Koval V. та ін. [11]. Результати засвідчують, що структуровані програми фізичного навантаження сприяють формуванню адаптаційних резервів і покращенню функціонального стану, що має методичне значення для розроблення моделей занять у військових підрозділах.

Систематизацію доказових стратегій зниження частоти м'язово-скелетних ушкоджень у військовослужбовців здійснили Tingelstad H. та ін. [16].



Запропоновані інтервенції спрямовані на профілактику травматизму, підтримання фізичної готовності та раціоналізацію навантажень, що безпосередньо пов'язано з проблемою збереження адаптаційних можливостей і резистентності організму до стресових чинників служби.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проблема щодо пошуку інформативних біомаркерів оцінки вихідного рівня резистентності систем організму військовослужбовців, залежено від особливостей їх фізичної підготовки до різних та інтенсивністю та обсягом навантажень та одночасно перебігу адаптаційно-компенсаторних реакцій в процесі підвищення, або реадаптації функціональних резервів, постійно є одним із дискусійних питань серед фахівців з фізіології та біохімії, які вивчають процеси адаптації до стресових подразників [1, 7, 15]. Використання показників зміни активності низки ферментів та концентрації стероїдних гормонів в крові, як основних критеріїв оцінки рівня резистентності до навантажень в період реабілітації військовослужбовців після поранень та на етапі реадаптації, протягом останніх років привертають увагу широкого спектру науковців [2, 6, 9]. Однак, дана проблема залишається не до кінця вивченою і потребує проведення додаткових фундаментальних досліджень в яких прийматимуть участь військовослужбовці різних підрозділів та напрямку підготовки, що відповідно впливатиме на їх рівень функціональних резервів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Вивчення, використовуючи в якості інформативних біомаркерів показники активності ЛДГ та концентрації кортизолу в сироватці крові, ступеня зміни рівня резистентності військовослужбовців ССО та ППО з вираженою гіпокінезією до стресового подразника на етапі медичної реабілітації після поранень та в процесі реадаптації по поверненню в свої підрозділи.

Матеріали та методи. *Учасники.* Обстежено 40 військовослужбовців віком $25 \pm 2,1$ років з вираженою гіпокінезією після реабілітації внаслідок



поранень, які проходили цикл тренувань направлених на реадaptaцію рівня резистентності з використанням «стандартних», залежно від особливостей військових підрозділів, моделей занять розроблених інструкторами з фізкультурно-спортивної реабілітації ЗСУ. В процесі дослідження учасників було розділено на дві групи по 20 осіб в кожній: військовослужбовці ССО та ППО. *Методи.* Для практичної реалізації поставленої мети використовували лабораторні методи біохімічного аналізу крові. Активність ферменту лактатдегідрогенази (ЛДГ) у сироватці крові обстежених військовослужбовців визначали кінетичним методом на обладнанні фірми «High Technology Inc» (США). Концентрацію гормону кортизолу у сироватці крові обстежених визначали методом імуноферментного аналізу, з використанням набору реагентів СтероїдІФА-тестостерон на обладнанні фірми «Алкор Біо». Референтні значення досліджуваних біохімічних показників в сироватці крові: ЛДГ(195-462 од/л), кортизол (150-660 нмоль/л). Забір крові проводився працівниками медичної лабораторії згідно міжнародним вимогам до медико-біологічних досліджень. Контрольні забори крові проводились у стані спокої до та після виконання тестового навантаження протягом всіх етапів дослідження. Статистичний аналіз результатів дослідження виконували з використанням пакету програм IBM *SPSS*Statistics 26 (StatSoftInc., США). *Організація дослідження.* На першому етапі оцінювали базальний рівень досліджуваних біомаркерів крові та їх зміни у відповідь на стресовий подразник у обстежених військовослужбовців в перші 3-5 днів після отримання поранень. Проводили порівняльний аналіз вихідних параметрів досліджуваних показників між обстеженими групами військовослужбовців підрозділів ССО та ППО. На другому етапі оцінювали характер зміни контрольованих показників у обстежених груп військовослужбовців після закінчення основних етапів реабілітації з використанням «стандартних» протоколів з фізичної терапії залежно від особливостей нозологій, які були виявлені внаслідок поранень.



Тривалість даного етапу становила 3-4 місяці. На третьому етапі оцінювали ефективність впливу «стандартних» моделей занять з реадaptaції функціональних резервів на параметри досліджуваних біомаркерів крові, після повернення обстежених груп військовослужбовців до своїх підрозділів, по закінченню реабілітації в медичних закладах. Тривалість даного етапу реадaptaції становила 3 місяці.

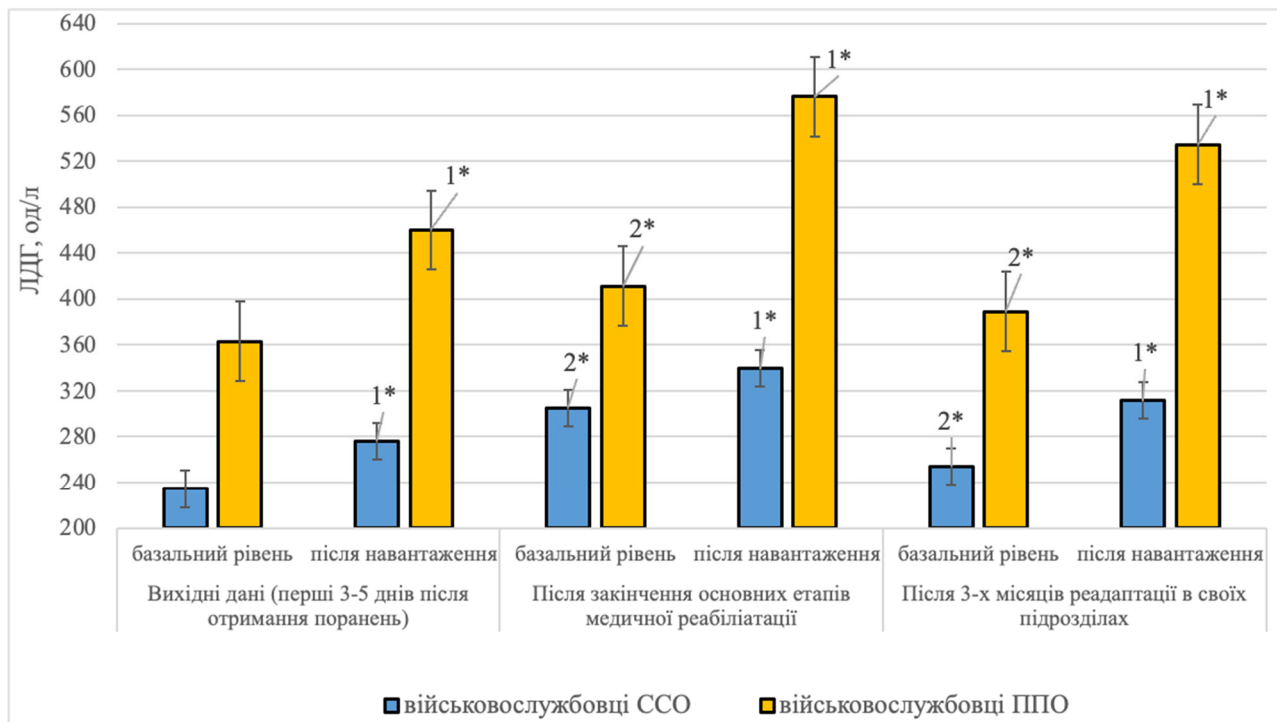
Виклад основного матеріалу дослідження. Для оцінки рівня резистентності систем організму обстежених груп військовослужбовців ССО та ППО після поранення в стані гіпокінезії на всіх етапах дослідження, проводили детальний аналіз особливостей зміни активності ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові (базального рівня та у відповідь на гострий стресовий подразник) під час реабілітації в медичних установах та в процесі реадaptaції після повернення в підрозділи (рис. 1).

Виявлено, що після перших 3-5 днів після отримання поранень, базальний рівень ЛДК в крові військовослужбовців ССО на 55,0% ($p < 0,05$) нижчий, порівняно з результатами іншої групи. При цьому, у відповідь на тестове навантаження, саме у представників з підрозділів ППО спостерігаємо найбільше підвищення (+26,7% ($p < 0,05$)) рівня даного біомаркеру крові.

Встановлено, що після закінчення основних етапів медичної реабілітації, під час яких використовувались «стандартні» протоколи з фізичної терапії, підвищення базального рівня ЛДГ в крові фіксували серед військовослужбовців ППО (+13,3%) та підрозділів ССО (+30,3%). У відповідь на тестове навантаження, саме у представників підрозділів ППО фіксували найбільш виражене підвищення (+40,1% ($p < 0,05$)) активності даного біомаркеру в крові порівняно зі станом спокою, а також фіксували перевищення верхньої межі референту, що вказує на активацію компенсаторних механізмів на тлі зниження рівня резистентності.

Рисунок 1

Результати зміни активності ферменту лактатдегідрогенази (ЛДГ) в сироватці крові обстежених груп військовослужбовців підрозділів ССО та ППО в процесі досліджень, n=40



Примітка 1. ^{1*} – $p < 0,05$ порівняно з результатами в стані спокою (базальний рівень),

Примітка 2. ^{2*} – $p < 0,05$ порівняно з результатами попереднього етапу контролю

Джерело: власна розробка авторів

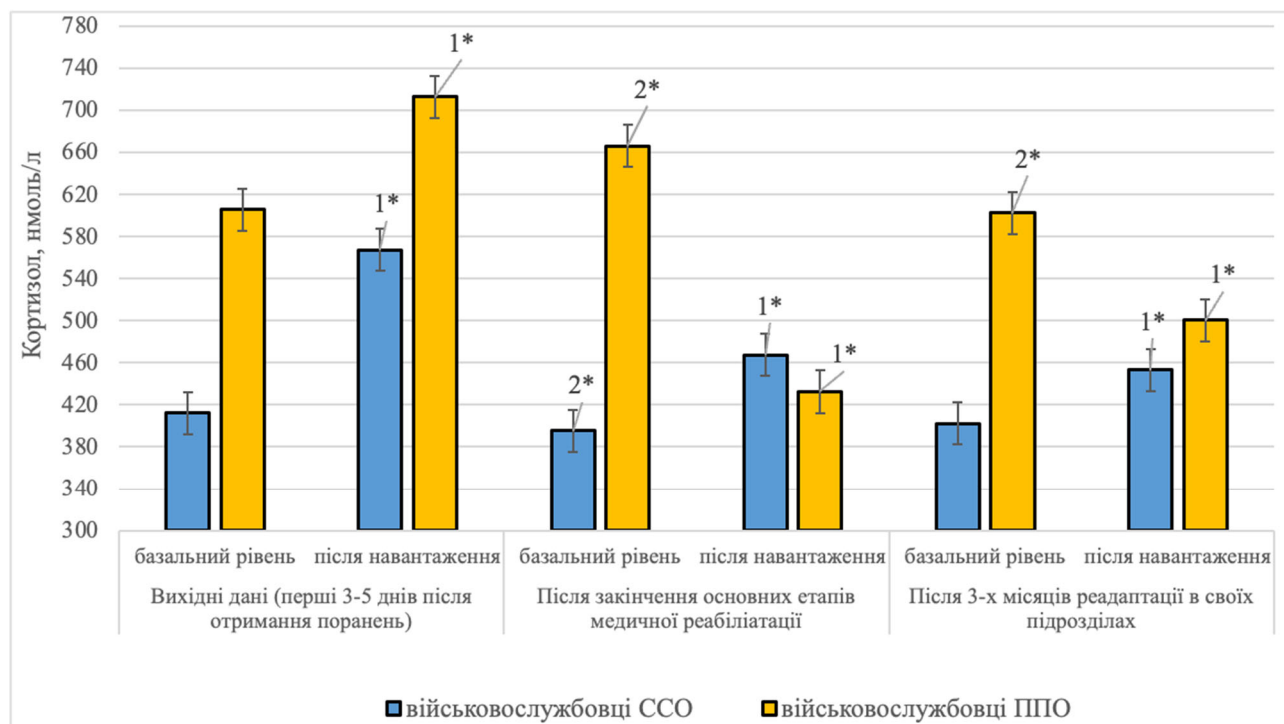
Аналіз отриманих результатів лабораторних досліджень, виявлених протягом 3 місяців реадaptaції функціональних резервів, після закінченню попереднього період реабілітації в медичних установах, демонструють достовірне ($p < 0,05$) зниження базального рівня ЛДГ в крові представників обох груп (в підрозділах ССО – на 16,7%; в підрозділах ППО – на 5,4%). Однак, у відповідь на заданий фізичний стресовий подразник, активність досліджуваного ферменту в крові у обстежених військовослужбовців ППО знову, як і на попередньому етапі, демонструє найбільше серед учасників підвищення (+37,3%

($p < 0,05$) та одночасно перевищує верхню межу референтних значень, що вказує на можливі процеси дезадаптації чи функціонального перенапруження.

На рис. 2 представлено результати базального рівня кортизолу в сироватці крові обстежених груп військовослужбовців підрозділів ССО та ППО протягом всіх етапів досліджень та особливості зміни його концентрації в крові у відповідь на гостре тестове навантаження.

Рисунок 2

Результати зміни концентрації гормону кортизолу в сироватці крові обстежених груп військовослужбовців підрозділів ССО та ППО в процесі досліджень, $n=40$



Примітка 1. ^{1*} – $p < 0,05$ порівняно з результатами в стані спокою (базальний рівень),

Примітка 2. ^{2*} – $p < 0,05$ порівняно з результатами попереднього етапу контролю

Джерело: власна розробка авторів

Отримані на першому етапі дослідження результати вказують на те, що навіть по завершенню перших 3-5 днів після отримання поранень, базальний рівень кортизолу в крові військовослужбовців ППО на 55,0% ($p < 0,05$) нижчий, порівняно з результатами іншої групи. При цьому, у відповідь на тестове



навантаження, саме у представників з підрозділів ССО спостерігаємо найбільше підвищення (+37,5% ($p < 0,05$) рівня даного гормону, але його референтні значення залишаються в межах норми. При цьому, в групі військовослужбовців ППО, незважаючи на середнє (+17,7% ($p < 0,05$) підвищення коенцентрації кортизолу в крові після заданого стресового подразника, виявлені зміни виходять за верхні межі референту. Отримані результати вказують на низький вихідний рівень резистентності та відповідно і стресостійкості обстежених військовослужбовців підрозділів ППО, порівняно з представниками іншої групи.

Детальний аналіз результатів отриманих після використання протягом 3-4 місяців реабілітації (стаціонар, амбулаторно) «стандартних» протоколів з фізичної терапії свідчить про те, що базальний рівень кортизолу в крові демонструє достовірне зниження серед учасників підрозділу ССО (-4,1% ($p < 0,05$), але підвищення в групі військовослужбовців ППО на 10,1% ($p < 0,05$). Встановлено, що у відповідь на гостре тестове навантаження, у обстежених військовослужбовців підрозділів ССО спостерігаємо підвищення концентрації даного стероїдного гормону в крові на 18,2% ($p < 0,05$), що свідчить про адекватну реакцію на стресовий подразник. Однак, серед учасників, які є представниками підрозділів ППО, навпаки, після заданого навантаження спостерігаємо зниження концентрації кортизолу в крові на 35,0% ($p < 0,05$) порівняно зі станом спокою, що свідчить про виражені прояви реалізації компенсаторних реакцій внаслідок низького рівня резистентності до подібного подразника та енергетичних резервів.

Виявлено, що на останньому етапі досліджень, в умовах використання обстеженими військовослужбовцями обох груп, по поверненню після медичної реабілітації в свої частини, протягом 90 діб «стандартних» моделей занять з реадaptaції функціональних резервів запропонованих інструкторами з фізкультурно-спортивної реабілітації в ЗСУ, лише в учасників підрозділу ССО, базальний рівень концентрація кортизолу в крові не змінюється, що свідчить про



ефективність процесу довготривалої адаптації. Встановлено, що у відповідь на тестове навантаження, в групі військовослужбовців з підрозділів ППО продовжуємо, як і на попередньому етапі, спостерігати зниження концентрації даного гормону в сироватці крові на 16,9% ($p < 0,05$) порівняно зі станом спокою, що свідчить не лише про недостатність енергетичних резервів та прояви компенсаторних реакцій, але про можливі наслідки нефункціонального перенапруження та хронічної гіпокінезії.

Висновки. Отримані в процесі досліджень результати, які відображають особливості змін контрольованих біомаркерів крові (ЛДГ та кортизолу) свідчать про те, що досягнутий в процесі попередньої спеціальної фізичної підготовки високий рівень резистентності систем організму військовослужбовців підрозділів ССО, дозволяє, незважаючи на стан гіпокінезії внаслідок поранень, протягом основних етапів реабілітації в медичних закладах та в період реадaptaції функціональних резервів після повернення в свої підрозділи, ефективно реалізувати механізми короткочасної адаптації без виражених компенсаторних реакцій на стресовий подразник. Встановлено, що використання військовослужбовцями з підрозділів ППО «стандартних», залежно від особливостей нозології, протоколів з фізичної терапії під час реабілітації та відповідних моделей занять під час реадaptaції резервів, за результатами лабораторних досліджень, призводить до постійної активації компенсаторних механізмів, що ускладнює процес дезадаптації та функціонального перенапруження.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується проведення подібних досліджень щодо практичної реалізації експериментальних моделей занять з реадaptaції функціональних резервів після вимушеної реабілітації в медичних установах використовуючи методи варіабельності серцевого ритму.



Список використаних джерел

1. Burt B., Lopez P., Chardon M. The impact of time to anterior cruciate ligament reconstruction on return to duty among active duty military personnel. *Military Medicine*. 2025. Vol. 190, № 3–4. P. 675–681. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usae419>
2. Butowicz C., Hendershot B., Watson N. Pre-neuromusculoskeletal injury risk factor evaluation and post-neuromusculoskeletal injury assessment for return-to-duty/activity enhancement (PREPARE) in military service members: a prospective, observational study protocol. *Journal of Translational Medicine*. 2022. Vol. 20, № 1. P. 619. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12967-022-03832-7>
3. Campbell P., Pope R., Simas V. The effects of early physiotherapy treatment on musculoskeletal injury outcomes in military personnel: a narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19, № 20. P. 13416. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192013416>
4. Chernozub A., Tsos A., Olkhovyi O., Hlukhov I., Koval V., Zavizion O. Readaptation of functional capabilities of special unit servicemen with long-term hypodynamia caused by peripheral neuromuscular system damage. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*. 2025. Vol. 10, № 1. P. 9–19. DOI: [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. Biomarkers for assessing the mechanisms of re-adaptation of special units' military personnel in conditions of power loads. *Rehabilitation and Recreation*. 2025. Vol. 19, № 2. P. 326–337. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.2.29>
6. Farina E., Thompson L., Knapik J. Anthropometrics and body composition predict physical performance and selection to attend special forces training in United States Army soldiers. *Military Medicine*. 2022. Vol. 187, № 11–12. P. 1381–1388. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usab315>



7. Ferraby D., Hayhurst D., Strachan R. Musculoskeletal injuries in UK service personnel and the impact of in-theatre rehabilitation during Cold Weather Warfare training: Exercise CETUS 2020. *BMJ Military Health*. 2023. Vol. 169, № 6. P. 517–522. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj-military-2021-001972>
8. Flynn D., Ransom J., Steffen A. Complementary, integrative, and standard rehabilitative therapies in a military population with chronic predominantly musculoskeletal pain: a pragmatic clinical trial with SMART design. *Pain*. 2025. Vol. 166, № 6. P. 1343–1353. DOI: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003462>
9. Kizilova A., Tsos A., Syvokhop E., Marionda I., Maidachenko A. Modeling the mechanisms of readaptation of functional reserves in military personnel with musculoskeletal limb injuries during long-term rehabilitation. *Fizicna rehabilitacija rekreacijno-ozdorovci tehnologii*. 2025. Vol. 10, № 6. P. 408–417. DOI: [https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10\(6\).03](https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(6).03)
10. Koltun K., Bird M., Forse J. Physiological biomarker monitoring during arduous military training: maintaining readiness and performance. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2023. Vol. 26, № 1. P. 64–70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.12.005>
11. Koval V., Derliuk O., Chernozub A. The impact of different models of power fitness training on the re-adaptation processes of overweight adolescents. *Rehabilitation and Recreation*. 2025. Vol. 19, № 2. P. 338–349. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.2.30>
12. Poploski K., Picha K., Winters J. Influence of limb dominance and shoulder injury on strength and explosive force in US marines. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2020. Vol. 15, № 6. P. 1129–1140. DOI: <https://doi.org/10.26603/ijsp20201129>
13. Saunders D., Rose L. Regenerative rehabilitation of catastrophic extremity injury in military conflicts and a review of recent developmental efforts. *Connective*



Tissue Research. 2021. Vol. 62, № 1. P. 83–98. DOI: <https://doi.org/10.1080/03008207.2020.1776707>

14. Savenko A., Chernozub A., Aloshyna A. Adaptation reserves of athletes from different combat sports during functional training for Mixed Martial Arts competitions. *Rehabilitation & Recreation*. 2025. Vol. 19, № 3. P. 160–170. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.4.17>

15. Savenko A., Chernozub A., Turkmen M., Olkhovyi O., Shtefiuk I., Korchaging M. Readaptation of the functional reserves of elite Mixed Martial Arts athletes during long-term rehabilitation after musculoskeletal injuries. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*. 2025. Vol. 10, № 6. P. 457–466. DOI: [https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10\(6\).08](https://doi.org/10.15391/prrht.2025-10(6).08)

16. Tingelstad H., Robitaille E., O’Leary T. MSKI reduction strategies: evidence-based interventions to reduce musculoskeletal injuries in military service members. *BMJ Military Health*. 2025. Vol. 171, № 5. P. 418–422. DOI: <https://doi.org/10.1136/military-2024-002747>

17. Vries H., Wal S., Delahaij R. Real-time monitoring of military health and readiness: a perspective on future research. *Frontiers in Digital Health*. 2025. Vol. 7. P. 1542140. DOI: <https://doi.org/10.3389/fdgth.2025.1542140>

18. Whitehurst R., Romanello A., Reilly N. U.S. Army holistic health and fitness programs outperform traditional physical therapy models for soldiers. *Military Medicine*. 2025. P. 419. DOI: <https://doi.org/10.1093/milmed/usaf419>