

УДК 613.69:612.17/.2:355.23

DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2025-3.32>**Ярмак Олена Миколаївна**

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
професор кафедри фізичного виховання, спеціальної
фізичної підготовки і спорту
Національний університет оборони України
ORCID ID: 0000-0002-6580-6123

Жембровський Сергій Миколайович

кандидат педагогічних наук, доцент,
начальник кафедри фізичного виховання,
спеціальної фізичної підготовки і спорту
Національний університет оборони України
ORCID ID: 0000-0003-4903-9398

Ляшук Олег Володимирович

старший науковий співробітник Науково-дослідного відділення розвитку фізичного
виховання, спеціальної фізичної підготовки і спорту
Національний університет оборони України
ORCID ID: 0009-0006-9490-4693

Романюк Віктор Станіславович

науковий співробітник Науково-дослідної лабораторії
наукового супроводження розроблення нормативів і стандартів
з фізичної підготовки і спорту
Національний університет оборони України
ORCID ID: 0009-0004-9183-2220

МОНІТОРИНГ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ ОФІЦЕРІВ ОРГАНІВ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ

Актуальність. Інтенсивність службово-бойової діяльності та пов'язані з нею психоемоційні й фізичні навантаження зумовлюють зростання вимог до функціонального стану провідних систем організму офіцерів органів військового управління. Відповідна адаптація кардіореспіраторної системи є критичною для їхньої боєздатності та фізичного здоров'я, що підкреслює актуальність систематичного моніторингу. **Мета дослідження** – здійснити аналіз основних показників функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем офіцерів в умовах підвищених фізичних і психоемоційних навантажень, зумовлених специфікою професійної діяльності. **Методи дослідження:** теоретичні методи дослідження, фізіологічні методи дослідження та методи математичної статистики.

Результати дослідження. Результати аналізу систолічного АТ виявили медіанне значення на рівні 136,0 мм рт. ст., що вже перебуває на верхній межі норми, результати 75-го процентилю становили 145,0 мм рт. ст., що свідчить про початкову стадію артеріальної гіпертензії. Аналогічна тенденція спостерігалася і для діастолічного АТ, його результати варіювалися в широкому діапазоні – від 64,0 до 127,0 мм рт. ст., при цьому медіанне значення становило 88,0 мм рт. ст., а 75-й перцентиль перевищував 94,0 мм рт. ст. Такі показники АТ діастолічного, особливо вище 90,0 мм рт. ст., є індикатором підвищеного периферичного судинного

опору, що створює додаткове навантаження на серцево-судинну систему і може призводити до гіпертрофії лівого шлуночка та інших ускладнень.

Аналіз спірометричних показників виявив значну частку офіцерів із результатами, які знаходилися нижче фізіологічної норми, зокрема 29,3% досліджуваних осіб мали знижену форсовану життєву ємність легень, 34,1% осіб мали знижений об'єм форсованого видиху за першу секунду, а 60,9% офіцерів мали знижену пікову швидкість видиху.

Результати моніторингу функціонального стану кардіореспіраторної системи дали змогу ідентифікувати контингент офіцерів, який належить до групи підвищеного ризику. Дану групу формують військовослужбовці з виявленими проявами серцево-судинної дисрегуляції, зокрема з підвищеним АТ та гемодинамічними порушеннями, а також особи зі значно зниженими показниками дихальної функції, що вказує на обмеження їхніх респіраторних резервів.

Ключові слова: артеріальна гіпертензія, адаптаційні можливості, військовослужбовців, дихальна функція, серцево-судинна система.

Вступ. Забезпечення високого рівня фізичної готовності військовослужбовців, зокрема офіцерів органів військового управління, є однією з ключових передумов ефективного виконання завдань у межах службово-бойової та управлінської діяльності. Провідне місце у цьому контексті займає стан кардіореспіраторної системи як провідної фізіологічної системи, яка відповідає за транспортування кисню, виведення вуглекислого газу, підтримку гомеостазу, а також адаптацію організму до стресових і фізичних навантажень різної інтенсивності.

Професійна діяльність офіцерів органів військового управління здійснюється в екстремальних умовах, що пов'язані з нестачею сну (відпочинку), впливу температурних і гіпоксичних факторів, що часто супроводжується розвитком функціональних порушень, зниженням толерантності до фізичного навантаження, змінами варіабельності серцевого ритму, порушенням дихального гомеостазу, що значно знижує їхню фізичну готовність. За результатами вітчизняних досліджень [3–5] в умовах дії правового режиму воєнного стану в офіцерів фіксуються негативні зміни у стані кардіореспіраторної системи, що підкреслює необхідність постійного моніторингу провідних систем організму.

Значну наукову цінність становлять дослідження [1–4; 10] які доводять ефективність регулярного контролю фізіологічних показників, таких як частота серцевих скорочень (ЧСС), варіабельність серцевого ритму (ВСР), частота дихання (ЧД), електродермальна активність, насичення крові киснем тощо, для своєчасного виявлення ранніх ознак перевантаження, зниження адаптаційного потенціалу та розвитку дезадаптаційних станів. Такий підхід дає змогу формувати індивідуалізовані режими фізичної підготовки, оптимізувати відновлення та підвищити боєздатність особового складу.

Особливу увагу в сучасній науці приділено вивченню явища втоми як ключового ризику для прийняття рішень та ефективної службової діяльності військовослужбовців. Як свідчить результати дослідження [7], саме втому було визначено як основну причину загибелі 17 моряків США у 2017 р. Джерелами втоми можуть бути когнітивне перенапруження, порушення режимів сну, надмірне фізичне навантаження, саме такі чинники є неминучими в сучасному військовому середовищі [6; 11; 12]. Водночас, за даними досліджень [9], застосування носимих сенсорних пристроїв дає змогу не лише оперативно оцінювати функціональний стан організму офіцерів, а й прогнозувати розвиток перевантаження, зниження когнітивної продуктивності, а також попереджати ризики серцево-судинних порушень.

Зміни у ЧСС, ВСР, ЧД та інших фізіологічних параметрах можуть слугувати об'єктивними маркерами ранніх проявів втоми та зниження функціональної спроможності провідних систем організму [6; 8; 11]. У такому контексті інтеграція систем моніторингу в підготовку та повсякденну діяльність офіцерського складу виглядає як стратегічно обґрунтований підхід до збереження їхнього професійного довголіття та зміцнення розумової та фізичної працездатності.

Отже, актуальність вибраної теми дослідження зумовлена потребою науково обґрунтованого, системного підходу до моніторингу кардіореспіраторної системи офіцерів органів військового управління з метою раннього виявлення ознак втоми, перевантаження та попередження функціональних порушень кардіореспіраторної системи в умовах професійної діяльності.

Мета та завдання – здійснити аналіз основних показників функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем офіцерів органів військового управління в умовах підвищених фізичних і психоемоційних навантажень, зумовлених специфікою професійної діяльності.

Завдання дослідження:

1. Здійснити комплексний аналіз функціонального стану серцево-судинної системи офіцерів органів військового управління на основі гемодинамічних показників та показників артеріального тиску.

2. Оцінити функціональні показники дихальної системи офіцерів органів військового управління, зокрема параметри спірометрії та гіпоксичної толерантності.

3. Ідентифікувати групи ризику серед офіцерів органів військового управління на підставі виявлених відхилень у функціональному стані кардіореспіраторної системи.

Методи дослідження. У дослідженні взяли участь 279 офіцерів, які навчалися на заочній формі навчання в Національному університеті оборони України. Вибірка формувалася на основі визначених критеріїв включення, до яких належали: наявність офіцерського звання та відповідність оперативному рівню підготовки, вік від 30 до 52 років, задовільний загальний стан здоров'я за результатами щорічного медичного огляду, відсутність гострих захворювань або загострень хронічних патологій на момент обстеження, а також добровільна письмова інформована згода на участь у дослідженні.

Учасників, які мали захворювання у стадії загострення, вживали лікарські препарати, що можуть впливати на частоту серцевих скорочень, артеріальний тиск або функціональний стан центральної нервової системи, перебували у стані психоемоційної нестабільності або відмовилися від участі на будь-якому з етапів дослідження, було виключено з вибірки.

Дослідження проводилося у штатних умовах службової діяльності, з 9:00 до 14:00 із дотриманням стандартного добового режиму. Дослідження основних показників кардіореспіраторної системи здійснювалися після щонайменше 10-хвилинного періоду відпочинку у положенні сидячи. Для аналізу функціонального стану серцево-судинної системи використовували вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС) та артеріального тиску (АТ) у стані спокою за допомогою автоматичного тонометра Omron M3 (Японія), що дає змогу здійснювати точну реєстрацію систолічного та діастолічного тиску згідно з міжнародними стандартами.

Для об'єктивної оцінки вентиляційної функції легень та визначення прохідності дихальних шляхів у всіх учасників дослідження проводилася спірометрія з використанням електронного спірометру HEACO SP10. Дослідження виконувалося відповідно до уніфікованих міжнародних рекомендацій та стандартів Американського торакального товариства і Європейського респіраторного товариства (ATS/ERS). У ході спірометричного дослідження реєструвалися та аналізувалися ключові показники функції зовнішнього дихання. До них належить форсована життєва ємність легень (FVC), об'єм форсованого видиху за першу секунду (FEV1), пікова об'ємна швидкість видиху (PEF), відсоткове співвідношення FEV1 до FVC, даний показник позначався як FEV1%. Додатково проводили функціональні дихальні проби – пробу Штанге (затримка дихання після вдиху) та пробу Генча (затримка дихання після видиху), які дають змогу оцінити ступінь адаптації організму до гіпоксичних умов і загальний рівень респіраторної витривалості.

Дослідження проводилося відповідно до принципів біоетики з отриманням інформованої згоди всіх учасників.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали з використанням непараметричних методів математичної статистики, зважаючи на те, що розподіл вибірки не відповідав нормальному закону, який було оцінено за допомогою критерію Шапіро – Уїлка. Описові статистичні характеристики передбачали розрахунок медіани (Me), нижнього (25-й перцентиль) та верхнього (75-й перцентиль) кuartилів, а також мінімальних і максимальних значень. Додатково обчислювався коефіцієнт варіації як показник ступеня варіабельності показників у межах вибірки. Аналіз статистичних даних здійснювали з використанням програмного забезпечення Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США).

Результати дослідження. Проведений нами моніторинг функціонального стану кардіореспіраторної системи офіцерів дав змогу ідентифікувати осіб із вираженими відхиленнями від нормативних значень, результати представлено в табл. 1.

Таблиця 1

**Результати моніторингу показників серцево-судинної системи офіцерів органів
військового управління (n=279)**

Досліджувані показники	Статистичні характеристики					
	Me	25 %	75 %	Min	Max	V, %
ЧСС у стані відносного спок., уд·хв. ⁻¹	80,0	73,0	88,0	52,0	155,0	17,3
АТ систолічний, мм рт. ст.	136,0	128,0	145,0	91,0	185,0	10,5
АТ діастолічний, мм рт. ст.	88,0	80,0	94,0	64,0	127,0	13,5

Аналіз показника ЧСС у стані відносного спокою показав, що медіанне значення становило 80 уд·хв.⁻¹, що відповідає межах нормативних показників для чоловіків у працездатному віці. Проте у 25,0% обстежених ЧСС перевищувала 88 уд·хв.⁻¹ (75-й перцентиль), а у деяких учасників сягала 155 уд·хв.⁻¹, що може свідчити про напруження регуляторних механізмів, зниження резервних можливостей організму або приховані функціональні порушення.

Показник АТсист у досліджуваних мав медіанне значення 136 мм рт. ст., а 75-й перцентиль становив 145 мм рт. ст., при цьому максимальне зафіксоване значення становило 185 мм рт. ст., що значно перевищує клінічний поріг гіпертензії, та вказує на наявність осіб із потенційним ризиком розвитку артеріальної гіпертензії або вже наявними патологічними змінами гемодинаміки.

Показник АТдіаст коливався в межах від 64 до 127 мм рт. ст. за медіанного значення 88 мм рт. ст. У чверті офіцерів власні результати АТдіаст за 75-м перцентилем перевищували 94 мм рт. ст., що також виходить за межі нормативних значень і може свідчити про підвищений периферичний судинний опір та потенційне навантаження на серцево-судинну систему.

Із метою виявлення осіб із відхиленнями від нормативних значень та визначення частоти випадків підвищеного АТ серед офіцерів доцільним, на нашу думку, є представлення даних у графічній формі на рис. 1.

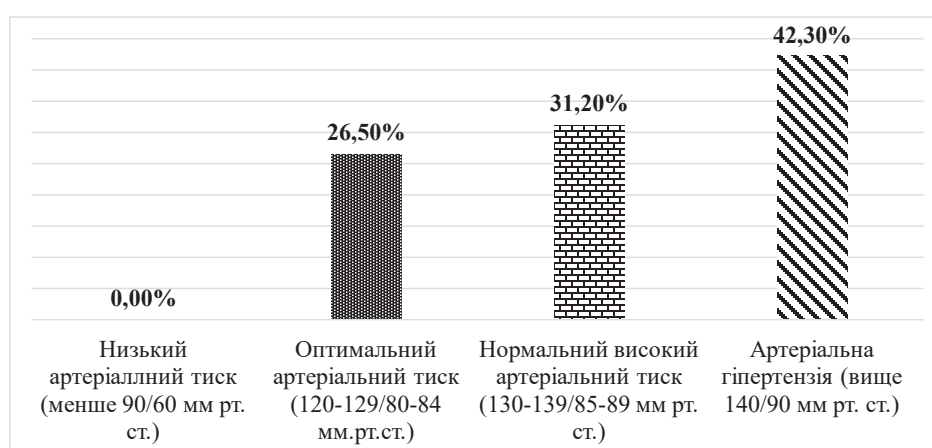


Рис. 1. Розподіл індивідуальних показників АТ серед офіцерів органів військового управління (279)

Аналіз індивідуальних показників АТ у досліджуваній вибірці офіцерів виявив переважання підвищених його значень. Найбільшу частку обстежених осіб було діагностовано як таких, що мають артеріальну гіпертензію – 42,3%, виражену підвищеними систолічним та діастолічним артеріальним тиском. Серед інших категорій розподілу значна частина офіцерів – 31,2% була віднесена до групи з нормальним високим АТ, що вказує на стан, який потребує уваги

та профілактичних заходів. Оптимальний рівень АТ спостерігався лише у 26,5% досліджуваних осіб. Важливо зазначити, що у складі вибірки не було виявлено осіб зі зниженим АТ, тобто власні результати менше 90/60 мм рт. ст., що свідчить про односпрямованість змін АТ у бік його підвищення.

Виявлені тенденції до підвищення АТ у офіцерів можуть бути асоційовані з особливостями їхньої професійної діяльності. Інтенсивні психоемоційні навантаження, високий рівень відповідальності, хронічний стрес та нерегулярний режим службової діяльності, характерні для функціонування органів військового управління, можуть мати суттєвий негативний вплив на стан серцево-судинної системи, сприяючи розвитку артеріальної гіпертензії та інших ризиків розвитку серцево-судинних захворювань.

Поряд із показниками серцево-судинної системи важливим компонентом оцінки функціонального стану кардіореспіраторної системи офіцерів є стан дихальної системи, яка забезпечує газообмінні процеси та тісно взаємодіє з іншими фізіологічними системами в умовах навантаження. Дослідження спірометрії та результатів дихальних проб Штанге й Генча дає змогу оцінити ефективність зовнішнього дихання, ступінь адаптації до гіпоксичних умов, а також резервні можливості респіраторної системи.

Отримані результати, які представлено в табл. 2, дали змогу визначити індивідуальні коливання показників, виявити осіб зі зниженими дихальними резервами та оцінити загальну спроможність організму до перенесення фізичних і психоемоційних навантажень у складних умовах військової діяльності.

Аналіз показників дихальної системи офіцерів свідчить про значну індивідуальну варіативність функціональних резервів зовнішнього дихання. Медіанне значення показника FVC становило 4,4 л, що відповідає нормативним показникам для чоловіків зрілого віку, проте за результатами 25%-го перцентилу показник FVC не перевищував 3,7 л, а мінімальне значення становило критично низькі 1,9 л, що вказує на істотне обмеження об'єму вентиляційної здатності легень у частини осіб. Високий коефіцієнт варіації ($V = 22,7\%$) підтверджує значні індивідуальні відмінності у функціональному стані респіраторної системи.

Показник FEV1 мав ще більший рівень варіабельності ($V = 31,2\%$), що вказує на неоднорідність вибірки. Медіанне значення показника FEV1 становило 3,8 л, однак за 25%-м перцентилем даний показник не перевищував 2,8 л, а мінімальне значення було на рівні 1,3 л, що може свідчити про обмеження швидкісних характеристик видиху та знижений бронхіальний просвіт у частини досліджуваних осіб.

Таблиця 2

**Результати спірометрії та функціональних дихальних проб у офіцерів органів
військового управління (279)**

Досліджувані показники	Статистичні характеристики					
	Me	25 %	75 %	Min	Max	V, %
FVC (форсована ЖЄЛ), мл	4,4	3,7	4,9	1,9	6,5	22,7
FEV1 (об'єм форсованого видиху за першу секунду), мл	3,8	2,8	4,3	1,3	5,7	31,2
PEF (пікова об'ємна швидкість видиху), мл	6,1	3,9	8,6	1,5	13,3	48,6
FTV 1% (відношення FEV1 до FVC), %	91,0	79,5	97,5	57,5	100,0	24,0
Проба Штанге, с	51,0	41,0	62,0	15,0	121,0	33,3
Проба Генча, с	24,0	18,0	30,0	10,0	80,0	41,4

Найвищу варіабельність продемонстрував показник PEF, який характеризується коефіцієнтом варіації 48,6%. За медіанного значення 6,1 л на 25%-му перцентилі у військовослужбовців значення не перевищувало 3,9 л, а мінімальне сягало лише 1,5 л, що є критично низьким показником ефективності видиху та вимагає додаткової уваги щодо стану бронхолегеневої системи.

Показник FTV 1% за медіаною становив 91,0%, що в межах норми, проте у чверті офіцерів значення було нижчим за 79,5%, а мінімальне становило лише 57,5%, що може свідчити про

наявність ознак обструктивних змін у частини обстежених осіб, варіабельність даного показника також є підвищеною ($V = 24,0\%$) і вказує на неоднорідність вибірки.

Зважаючи на високу варіабельність досліджуваних показників та наявність осіб із критично зниженими значеннями, візуалізація розподілу індивідуальних результатів, яка представлена на рис. 2, є важливим елементом комплексного аналізу.

Аналіз розподілу показників дихальної функції серед офіцерів виявив наявність як значної частки осіб із показниками нижче норми, так і таких, які демонструють наднормові функціональні резерви організму.

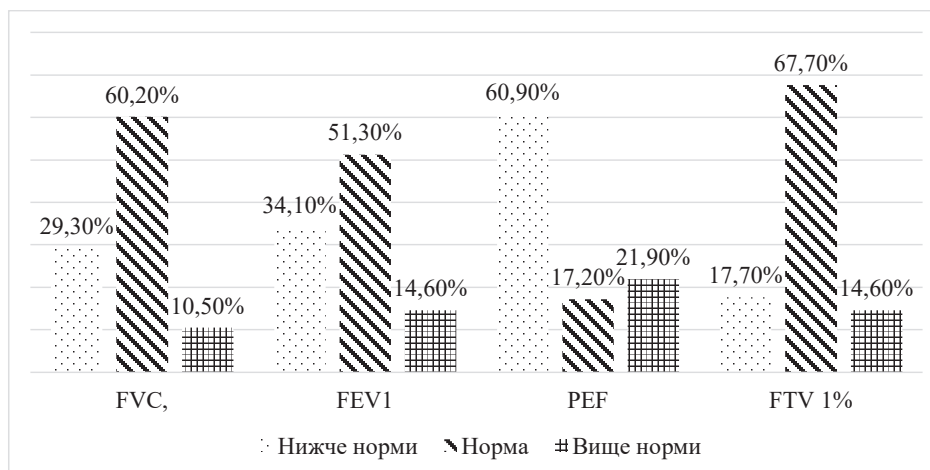


Рис. 2. Розподіл індивідуальних результатів спірометрії офіцерів органів військового управління за категоріями фізіологічної норми (n = 279)

У 29,3% офіцерів значення показника FVC були нижчими за норму, що може вказувати на знижений об'єм вентиляційної здатності легень у переважної більшості офіцерів, а таких 60,2%, чий показники перебували в межах фізіологічної норми, 10,5% осіб мали підвищені значення, що може свідчити про добре розвинену респіраторну функцію. Більше третини офіцерів, а таких 34,1%, мали низькі результати показника FEV1, що може бути ознакою зниження швидкісних характеристик видиху, при цьому у 51,3% офіцерів результати показника FEV1 перебували у межах фізіологічної норми, а у 14,6% були вищими за норму.

Особливу увагу привертає високий відсоток осіб із низькими власними результатами показника PEF, таких 60,9% осіб, що може свідчити про обмеження прохідності дихальних шляхів або недостатній розвиток м'язів видиху. Значення, які перебували в межах фізіологічної норми, спостерігалися лише у 17,2%, а у 21,9% власні результати перевищували фізіологічну норму.

Представлені дані в графічній інтерпретації свідчать про наявність групи осіб зі зниженими респіраторними резервами організму, насамперед за показниками PEF та FEV1, що вимагає ретельнішого індивідуального підходу під час планування занять із фізичної підготовки.

Результати дихальних проб указують на значні індивідуальні відмінності у толерантності до гіпоксії. Медіана проби Штанге становила 51,0 с, однак за 25%-м процентилям у військовослужбовців результат був нижче 41,0 с, а мінімальне значення – лише 15,0 с, при цьому високий коефіцієнт варіації ($V = 33,3\%$) свідчить про істотні відмінності в гіпоксичній резистентності. Аналогічні результати спостерігаються і під час аналізу результатів проби Генча, де медіана становила 24,0 с, проте за 25%-м процентилям результат не перевищував 18,0 с, а мінімальне значення становило лише 10,0 с, при цьому варіація даного показника також є дуже високою ($V = 41,4\%$).

Таким чином, результати дослідження дихальної системи свідчать про те, що в частини офіцерів органів військового управління спостерігається недостатній рівень респіраторної функціональної готовності, що потребує індивідуального підходу до корекції тренувальних навантажень та використання спеціальних вправ для розвитку зовнішнього дихання.

Висновки. Детальний аналіз розподілу артеріального тиску серед офіцерів підтвердив несприятливі тенденції. Виявлено, що 42,3% офіцерів відповідали клінічним критеріям артеріальної гіпертензії, маючи підвищені значення як систолічного, так і діастолічного тиску. Додатково, 31,2% офіцерів були віднесені до групи з нормальним високим артеріальним тиском, дана категорія осіб характеризується значним ризиком її розвитку в майбутньому і вимагає постійного медичного контролю та впровадження профілактичних заходів. Щодо показників дихальної функції аналіз спірометричних даних виявив значну частку офіцерів із результатами, які знаходилися нижче фізіологічної норми. Окрім того, результати дихальних проб указали на значні індивідуальні відмінності у толерантності до гіпоксії з наявністю осіб із суттєво низькою гіпоксичною резистентністю.

Література:

1. Звонарьов О., Сватсьєв А. Особливості динаміки показників функціонального стану кардіореспіраторної системи борців греко-римського стилю 15–17 років у підготовчому періоді річного макроциклу. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*. 2025. Т. 2. № 1. С. 299–305.
2. Лисенко О., Федорчук С. Реакція кардіореспіраторної системи за умов фізичних навантажень різного характеру залежно від фізіологічної реактивності і стомлення. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2019. № 2. С. 27–32.
3. Петрачков О.В., Ярмач О.М. Аналіз показників кардіореспіраторної системи офіцерів оперативного рівня Збройних сил України. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2023. № 15(34). С. 449–458.
4. Петрачков О., Ярмач О. Аналіз стану варіабельності серцевого ритму офіцерів оперативного рівня ЗСУ. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені І. Огієнка. Серія «Фізична культура, спорт та здоров'я нації»*. 2023. № 28(1). С. 45–51.
5. Петрачков О., Ярмач О. Вплив фізичних навантажень на показники функціонального стану кардіореспіраторної системи офіцерів оперативного рівня. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2023. № 4. С. 53–59.
6. Adão Martins N.R., Annaheim S., Spengler C.M., Rossi R.M. Fatigue monitoring through wearables: A state-of-the-art review. *Frontiers in Physiology*. 2021. Vol. 12. P. 1–15.
7. Brager A., McKeon A., Russell D.W., Markwald R.R. Military health and performance optimization: A circadian strategy in response to governmental policies. *F1000 Research*. 2022. Vol. 11. P. 1262.
8. Friedl K.E. Military applications of soldier physiological monitoring. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018. Vol. 21. № 11. P. 1147–1153.
9. Hegarty-Craver M., Davis-Wilson H., Gaur P., Walls H., Dausch D., Temple D. Wearable Sensors for Service Members and First Responders: Considerations for Using Commercially Available Sensors in Continuous Monitoring. RTI Press Publication No. OP-0090-2402. Research Triangle Park, NC: RTI Press, 2024.
10. Kenney W.L., Wilmore J.H., Costill D.L. *Physiology of Sport and Exercise*. 7th ed. Champaign: Human Kinetics, 2019.
11. Kodithuwakku Arachchige S.N.K., Burch V.R.F., Chander H., Turner A.J., Knight A.C. The use of wearable devices in cognitive fatigue: Current trends and future intentions. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. 2022. Vol. 23. № 3. P. 374–386.
12. Tornero-Aguilera J.F., Robles-Pérez J.J., Clemente-Suárez V.J. Effect of combat stress in the psychophysiological response of elite and non-elite soldiers. *Journal of Medical Systems*. 2017. Vol. 41. № 7. P. 100.

References:

1. Zvonarov, O., & Svatyev, A. (2025). Osoblyvosti dynamiky pokaznykiv funktsionalnoho stanu kardiorespyratornoi systemy bortsiv hreko-rymskoho styliu 15–17 rokiv u pidhotovchomu periodi richnoho makrotsyклу [Dynamics of functional state indicators of the cardiorespiratory system in 15–17-year-old Greco-Roman wrestlers during the preparatory period of the annual macrocycle]. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*, 2(1), 299–305. [in Ukrainian].

2. Lysenko, O., & Fedorchuk, S. (2019). Reaktsiia kardiorespiratornoi systemy za umov fizychnykh navantazhen riznoho kharakteru v zalezhnosti vid fiziologichnoi reaktyvnosti i stomlennia [Cardiorespiratory system response to different types of physical load depending on physiological reactivity and fatigue]. *Sportyvna nauka ta zdorovia liudyny*, (2), 27–32. [in Ukrainian].
3. Petrachkov, O.V., & Yarmak, O. (2023). Analiz pokaznykiv kardiorespiratornoi systemy ofitseriv operatyvnoho rivnia Zbroinykh syl Ukrainy [Analysis of cardiorespiratory system indicators of operational-level officers of the Armed Forces of Ukraine]. *Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii: zbirnyk naukovykh prats*, 15(34), 449–458. [in Ukrainian].
4. Petrachkov, O., & Yarmak, O. (2023). Analiz stanu variabelnosti sertsevoho rytmu ofitseriv operatyvnoho rivnia ZSU [Analysis of heart rate variability in operational-level officers of the Armed Forces of Ukraine]. *Visnyk Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni I. Ohienka. Serii: Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii*, 28(1), 45–51. [in Ukrainian].
5. Petrachkov, O., & Yarmak, O. (2023). Vplyv fizychnykh navantazhen na pokaznyky funktsionalnoho stanu kardiorespiratornoi systemy ofitseriv operatyvnoho rivnia [The impact of physical loads on the functional state of the cardiorespiratory system in operational-level officers]. *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia i sportu*, (4), 53–59. [in Ukrainian].
6. Adão Martins, N.R., Annaheim, S., Spengler, C.M., & Rossi, R.M. (2021). Fatigue monitoring through wearables: A state-of-the-art review. *Frontiers in Physiology*, 12 [in English].
7. Brager, A., McKeon, A., Russell, D.W., & Markwald, R.R. (2022). Military health and performance optimization: A circadian strategy in response to governmental policies. *F1000 Research*, 11, 1262 [in English].
8. Friedl, K.E. (2018). Military applications of soldier physiological monitoring. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1147–1153 [in English].
9. Hegarty-Craver, M., Davis-Wilson, H., Gaur, P., Walls, H., Dausch, D., and Temple, D. (2024). Wearable Sensors for Service Members and First Responders: Considerations for Using Commercially Available Sensors in Continuous Monitoring. RTI Press Publication No. OP-0090-2402. *Research Triangle Park, NC: RTI Press* [in English].
10. Kenney, W.L., Wilmore, J.H., & Costill, D.L. (2019). *Physiology of Sport and Exercise* (7th ed.). Human Kinetics [in English].
11. Kodithuwakku Arachchige, S.N.K., Burch V.R.F., Chander, H., Turner, A.J., & Knight, A.C. (2022). The use of wearable devices in cognitive fatigue: Current trends and future intentions. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 23(3), 374–386 [in English].
12. Tornero-Aguilera, J.F., Robles-Pérez, J.J., & Clemente-Suárez, V.J. (2017). Effect of Combat Stress in the Psychophysiological Response of Elite and Non-Elite Soldiers. *Journal of Medical Systems*, 41(7), 100 [in English].

Yarmak Olena, Zhembrovskiy Serhii, Liashuk Oleh, Romaniuk Viktor

MONITORING THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM IN OPERATIONAL-LEVEL OFFICERS

Relevance. The intensity of service-combat activities and the associated psycho-emotional and physical stress increase the demands on the functional state of the key physiological systems in operational-level officers. Adequate adaptation of the cardiorespiratory system is critical for their combat readiness and physical health, which highlights the importance of systematic monitoring. Purpose of the study: To analyze the main indicators of the functional state of the cardiovascular and respiratory systems in operational-level officers under increased physical and psycho-emotional stress caused by the specifics of military activity. **Methods:** Theoretical analysis, physiological assessment methods, and mathematical statistics were applied. **Results.** Analysis of systolic blood pressure revealed a median value of 136.0 mmHg, which corresponds to the upper limit of normal. The 75th percentile reached 145.0 mmHg, indicating the early stage of arterial hypertension. A similar trend was observed in diastolic pressure values, ranging from 64.0 to 127.0 mmHg. The median value was 88.0 mmHg, while the 75th percentile exceeded 94.0 mmHg. Diastolic pressure values above 90.0 mmHg are considered a marker of increased peripheral vascular resistance, creating

additional load on the cardiovascular system and posing a risk for left ventricular hypertrophy and other complications. Spirometric assessment showed that a considerable proportion of officers had values below the physiological norm. Specifically, 29.3% had reduced forced vital capacity, 34.1% had a decreased volume of forced expiratory volume in one second, and 60.9% had a lowered peak expiratory flow rate.

Monitoring of the cardiorespiratory system revealed a subgroup of officers belonging to a high-risk category. This group includes service members with signs of cardiovascular dysregulation, particularly elevated blood pressure and hemodynamic impairments, as well as those with significantly reduced respiratory function, indicating limited respiratory reserve.

Key words: *arterial hypertension, adaptive capacity, military personnel, respiratory function, cardiovascular system.*

Дата надходження статті: 25.06.2025

Дата прийняття статті: 05.08.2025

Опубліковано: 23.10.2025