



БІОЛОГІЯ

УДК 612.2:796.015.363:796.325-055.2

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.16.2026.1>

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЖІНОК-ВОЛЕЙБОЛІСТОК У КОНТЕКСТІ СПОРТИВНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ВІДНОВЛЕННЯ

Н. М. Бовсуновська¹, І. П. Онищук²

Мета дослідження полягає у визначенні та оцінці функціональних можливостей дихальної системи жінок-волейболісток репродуктивного віку, а також виявленні адаптаційних реакцій організму залежно від рівня спортивної майстерності.

У дослідженні взяли участь 10 спортсменок віком 18–21 років, розподілених на дві групи за стажем занять волейболом (до 6 років та 7–10 років). Використовувалися антропометричні вимірювання, спірометрія, визначення артеріального тиску та інтегральні індекси функціональних резервів (ЖЄЛ, МВА, індекс Скібінського, вентиляційний індекс, індекс гіпоксії). Статистична обробка даних здійснювалася із застосуванням програмного забезпечення SPSS Statistics v.25. Встановлено, що спортсменки з більшим стажем тренувань характеризуються більш сприятливими показниками кардіореспіраторної системи: нижчою частотою серцевих скорочень, вищими значеннями життєвої ємності легень, довшою тривалістю фаз дихання та більшою контрольованістю роботи дихальних м'язів. Це свідчить про кращу адаптацію до фізичних навантажень, економнішу роботу серцево-судинної системи та вищі резерви вентиляційної функції легень. Водночас спостерігалася варіативність індивідуальних показників, що підкреслює необхідність індивідуалізації тренувальних програм.

Отримані результати підтверджують значущість функціональних можливостей дихальної системи для спортивної працездатності та відновлення жінок-волейболісток. Практичне значення дослідження полягає у використанні даних для оптимізації тренувального процесу, профілактики перевтоми та зниження ризику травм. Робота сприяє поглибленню знань про механізми адаптації жіночого організму до специфічних навантажень у волейболі та має прикладне значення для спортивної фізіології й медицини.

Ключові слова: дихальна система, спортивна працездатність, відновлення, волейбол, функціональні резерви, фізіологія.

¹ кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри медико-біологічних дисциплін
(Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир)
e-mail: Bovsunovska-N@zu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-8137-114X

² кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри екології та географії
(Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир)
e-mail: Onyshchuk-I@zu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2847-8570

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL CAPACITIES OF THE RESPIRATORY SYSTEM IN FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS IN THE CONTEXT OF SPORTS PERFORMANCE AND RECOVERY

N. M. Bovsunovska, I. P. Onyshchuk

The study aims to determine and evaluate the functional capacities of the respiratory system in female volleyball players of reproductive age, and to identify adaptive responses depending on the level of sports mastery.

The research involved 10 athletes aged 18–21 years, divided into two groups according to volleyball training experience (up to 6 years and 7–10 years). Anthropometric measurements, spirometry, blood pressure assessment, and integral indices of functional reserves (vital lung capacity, maximum voluntary ventilation, Skibinsky index, ventilation index, hypoxia index) were applied. Statistical analysis was performed using SPSS Statistics v.25 with variation statistics and Student's t-test.

Athletes with longer training experience demonstrated more favorable cardiorespiratory parameters: lower resting heart rate, higher vital lung capacity, longer phases of respiration, and better control of respiratory muscles. These findings indicate improved adaptation to physical loads, more economical cardiovascular function, and greater reserves of pulmonary ventilation. At the same time, variability in individual indicators was observed, highlighting the importance of personalized training approaches. The results confirm the significance of respiratory system functional capacities for sports performance and recovery in female volleyball players. The practical value of the study lies in applying these data to optimize training processes, prevent overtraining, and reduce injury risks. The findings contribute to a deeper understanding of female physiological adaptation mechanisms to volleyball-specific loads and have applied relevance for sports physiology and medicine.

Key words: respiratory system, sports performance, recovery, volleyball, functional reserves, physiology.

Вступ

Функціональні можливості дихальної системи є одним із ключових чинників, що визначають рівень фізичної працездатності спортсменів. Дихальна система забезпечує адекватне постачання кисню до тканин, підтримує сталість газового складу крові та створює умови для оптимальної роботи серцево-судинної та м'язової систем. У процесі занять волейболом, який характеризується поєднанням короточасних вибухових рухів (стрибки, удари, блоки) та тривалих періодів ігрової активності, дихальна система зазнає значних навантажень. Це вимагає високої здатності до швидкої адаптації вентиляції легень, ефективного газообміну та мобілізації резервів.

Особливості жіночої фізіології зумовлюють необхідність окремого вивчення резервів дихальної системи у спортсменок. Жінки мають менший об'єм легень і нижчі показники життєвої ємності легень (ЖЄЛ) порівняно з чоловіками, що може впливати на максимальну вентиляцію легень (МВЛ) та ефективність використання кисню. Крім того, гормональні коливання, пов'язані з менструальним циклом, можуть змінювати реактивність дихальної системи та впливати на толерантність до фізичних навантажень (Constantini et al., 2005). Це створює додаткові виклики для тренувального процесу у жінок-спортсменок.

Дослідження показують, що у спортсменів високого рівня спостерігається збільшення ЖЄЛ, зниження частоти дихання при збереженні його глибини, а також підвищення ефективності газообміну (McArdle et al., 2015). У жінок-волейболісток ці адаптаційні механізми проявляються специфічно: поєднання аеробних і анаеробних навантажень вимагає від дихальної системи високої динамічності та здатності швидко переключатися між різними режимами роботи.

Важливим аспектом є те, що у жінок репродуктивного віку функціональні можливості дихальної системи мають особливе значення. Сучасні дослідження свідчать, що статеві та гормональні відмінності впливають на легеневу вентиляцію та газообмін (Dominelli et al., 2019). Зокрема, менструальний цикл може змінювати показники функції легень і толерантність до навантажень (Janse de Jonge, 2003), а у спортсменок спостерігається специфічна адаптація дихальних м'язів та підвищення ефективності використання кисню (Dominelli et al., 2019). Крім того, у цей період життя поєднуються високі спортивні навантаження з фізіологічними змінами, що мають значення для довготривалого здоров'я та профілактики патологій.

Загалом актуальність дослідження підтверджується кількома аспектами: дихальна система є центральною ланкою у забез-

печенні енергетичних потреб організму, її резерви визначають здатність спортсменок витримувати інтенсивні навантаження та швидко відновлюватися після них; існує обмежена кількість робіт, присвячених саме жінкам-волейболісткам, тоді як більшість досліджень орієнтовані на чоловіків або спортсменів інших видів спорту (Романюк і Деркач, 2017); результати можуть бути використані для розробки індивідуальних програм тренувань, що враховують функціональні можливості дихальної системи, а також для профілактики перевтоми та зниження ризику травм; своєчасна оцінка резервів дихальної системи дозволяє попередити розвиток патологічних станів, пов'язаних із надмірними навантаженнями, та забезпечити збереження здоров'я спортсменок; підвищення рівня спортивних досягнень жінок сприяє розвитку жіночого спорту в Україні та інтеграції у світовий спортивний простір.

Таким чином, дослідження потенційних можливостей дихальної системи у жінок-волейболісток репродуктивного віку є актуальним як з точки зору фундаментальної науки, так і практичного застосування у спортивній фізіології та медицині. Воно дозволить глибше зрозуміти механізми адаптації жіночого організму до специфічних навантажень і сприятиме підвищенню ефективності тренувального процесу, постанавантажувального відновлення та підвищення спортивної працездатності.

Мета дослідження: визначити та оцінити потенційні можливості дихальної системи у жінок-спортсменок, які займаються волейболом, щодо виявлення особливостей її функціонування та резервів адаптації до специфічних фізичних навантажень. Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні наукові дані щодо функціональних можливостей дихальної системи у жінок-спортсменок та їхнього значення для спортивної діяльності.

2. Визначити та дослідити основні показники функціонального стану дихальної системи (ЖЄЛ, ФЖЄЛ, ОФВ1, МВЛ, нМВЛ, частота та глибина дихання) та розрахункові параметри киснево-транспортної системи (відхилення ЖЄЛ, вентиляційний індекс, коефіцієнт Гаріссона, індекс Скібінського).

3. Оцінити резервні можливості та адаптаційні реакції дихальної системи у жінок-волейболісток різного рівня спортивної майстерності залежно від інтенсивності та тривалості навантажень.

4. Сформулювати практичні рекомендації щодо оптимізації тренувального процесу з урахуванням функціональних можливостей та резервів дихальної системи.

Матеріал і методи

Дослідження проводилося на базі Житомирського державного університету імені Івана Франка та було спрямоване на оцінку функціональних можливостей респіраторної системи у жінок-спортсменок, які спеціалізуються у волейболі. Загальна кількість учасниць становила 10 осіб. Формування вибірки здійснювалося з урахуванням спортивного стажу, що дозволило виділити дві групи для порівняльного аналізу.

Перша група (I) включала п'ять спортсменок, які входять до групи підвищення спортивної майстерності, зі стажем занять волейболом до 6 років. Друга група (II) була сформована зі спортсменок волейбольного клубу «Полісся-ЖДУ», спортивний стаж яких становив від 7 до 10 років. Такий поділ дав можливість простежити вплив тривалості систематичних занять на показники респіраторної системи. Базові антропометричні характеристики досліджуваних наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Базові дані та основні антропометричні показники досліджуваних спортсменок

Досліджувані	Вік, р.	Рік початку тренувань	Маса тіла, кг	Зріст, см
1 (I)	19	2014	64	171
2 (I)	20	2013	58	161
3 (I)	19	2013	61	180
4 (I)	19	2013	52	162
5 (I)	19	2013	65	166
6 (II)	18	2012	70	170
7 (II)	18	2011	65	181
8 (II)	20	2009	70	180
9 (II)	19	2012	77	186
10 (II)	21	2009	79	183

Для коректності порівняння показників респіраторної системи враховувався вік спортсменок. Відповідно до схеми вікової періодизації Поліщук В. (Поліщук, 2017), усі учасниці належали до сьомої вікової групи – юнацький вік (17–21 рік для юнаків, 16–20 років для дівчат). Критеріями такої періодизації є комплекс морфофункціональних ознак: розміри тіла та органів, маса, ступінь окостеніння скелета, розвиток залоз внутрішньої секреції, рівень статевого дозрівання та показники м'язової сили. Це

забезпечує адекватність зіставлення отриманих результатів у межах однорідної вікової категорії.

Для визначення тотальних розмірів тіла застосовувалася соматометрія: зріст (см) вимірювався за допомогою ростоміра SECA 213 Portable Stadiometer (Німеччина); маса тіла (кг) визначалася за допомогою електронних ваг Tanita BC-418 Segmental Body Composition Analyzer (Японія).

Для оцінки функціонального стану серцево-судинної та респіраторної системи спортсменок застосовували комплекс інструментальних методів, сертифікованих для клінічних та наукових досліджень.

Артеріальний тиск визначався непрямим аускультативним методом Н.С. Короткова, який і сьогодні вважається «золотим стандартом» у клінічній практиці (Campbell et al., 2023). Для вимірювань використовували механічний тонометр Riestel Diplomat Presameter (Німеччина) та фонендоскоп Littmann Classic III (США). Фіксувалися показники: АТс – систолічний артеріальний тиск; АТд – діастолічний; АТп – пульсовий; АТср – середній артеріальний тиск, який розраховували за стандартною формулою:

$$АТср = АТд + 1/3*(АТс-АТд).$$

Цей підхід дозволяє оцінити навантаження на серцево-судинну систему під час фізичної активності та відновлення.

Функціональний стан респіраторної системи визначався за допомогою сертифікованого спірометра MIR Spirobank II Smart (Італія), який відповідає міжнародним стандартам та використовується у клінічних і наукових дослідженнях (Thomsen et al., 2025; Quanjer et al., 1993). Фіксувалися показники:

- Частоту дихання (ЧД) – кількість дихальних циклів за хвилину, що є базовим показником ефективності зовнішнього дихання. Для безперервного моніторингу застосовувався пульсоксиметр Nonin RespSense (США), який забезпечує точність реєстрації частоти дихання та сатурації киснем (Dgummond et al., 2020);

- ЖЄЛ (життєва ємність легень) – максимальний об'єм повітря після глибокого вдиху;

- МВА (максимальна вентиляція легень) – визначається шляхом максимально глибокого та частого дихання протягом 15 секунд із перерахунком на хвилину, що характеризує резервні можливості вентиляції.

- нМВА (належна величина максимальної вентиляції легень) – розраховується

за формулами з урахуванням статі, віку, зросту та маси тіла (Quanjer et al., 1993).

Для комплексної оцінки функціональних резервів респіраторної системи використовувалися інтегральні індекси:

- Відхилення ЖЄЛ (%) – різниця між фактичною та належною величиною ЖЄЛ.

- Вентиляційний індекс (VI) – співвідношення ЖЄЛ (л) до маси тіла (кг), що характеризує ефективність вентиляції.

- Індекс гіпоксії (ІГ) – інтегральний показник, що характеризує здатність організму переносити дефіцит кисню та відображає рівень адаптації респіраторної та серцево-судинної систем до фізичних навантажень. Він розраховується на основі співвідношення життєвої ємності легень (ЖЄЛ) та тривалості затримки дихання

- Індекс Скібінського (ІС) – добуток ЖЄЛ (л) на час затримки дихання на вдиху (с), який є інтегральним показником функціональних резервів організму та широко використовується у спортивній фізіології (Futorny et al., 2020).

Обробка даних здійснювалася із застосуванням програмного забезпечення SPSS Statistics v.25 (IBM, США). Використовувалися методи варіаційної статистики, середні значення (M), стандартне відхилення (SD), коефіцієнт варіації (Cv), а також t-критерій Стьюдента для оцінки достовірності різниць між групами ((p < 0,05)).

Результати

Відомо, що показники стану дихальної системи організму спортсменів знаходяться в залежності від ряду показників, одними з яких є вік спортсмена та рівень тренуваності його організму (Романчук і Гузій, 2020; Микитчик та ін., 2024). Наші дослідження проводились в групах середній вік респондентів в яких складав 19,2 р (середній вік у двох групах практично однаковий). При порівнянні антропометричних показників представниць жіночого волейбольного клубу «Полісся-ЖДУ» групи один (I) та два (II), було встановлено, що середні показники маси (72,2 кг) та довжини тіла (180 см) були вищими у спортсменок другої групи порівняно з першою (60 кг та 168 см) відповідно (рис. 1).

Аналіз отриманих даних засвідчив наявність відмінностей у кардіореспіраторних показниках між двома досліджуваними групами спортсменок (Рис. 2).

У спортсменок групи II середня частота серцевих скорочень (73,2 уд/хв) була нижчою порівняно з групою I (84,6 уд/хв). Це

свідчить про більш економну роботу серця та вищий рівень тренуваності серцево-судинної системи, що узгоджується з даними літератури про зниження ЧСС у спортсменів із високим рівнем фізичної підготовки (Романчук і Гузій, 2020).

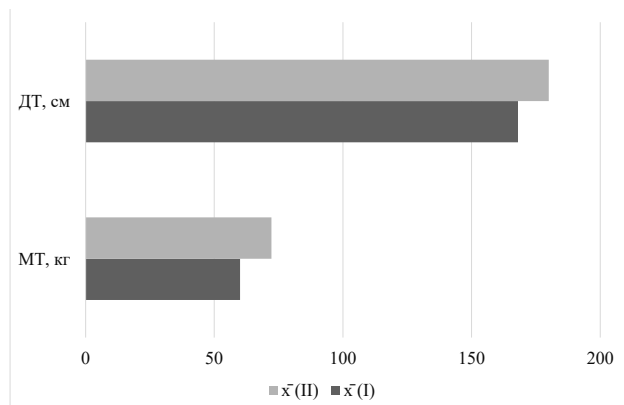


Рис. 1. Порівняння антропометричних середніх значень показників спортсменок груп (I) та (II)

Показники артеріального тиску в обох групах фіксувались в межах фізіологічної норми. Середні показники АТс становлять – 112 мм рт. ст. у групі I та 113,8 мм рт. ст. у групі II, АТд – відповідно 66,6 та 68 мм рт. ст. Пульсовий тиск також не мав суттєвих відмінностей (45,4 проти 45,8 мм рт. ст.). Це свідчить про стабільність гемодинаміки та відсутність ознак перевантаження серцево-судинної системи під час дослідження.

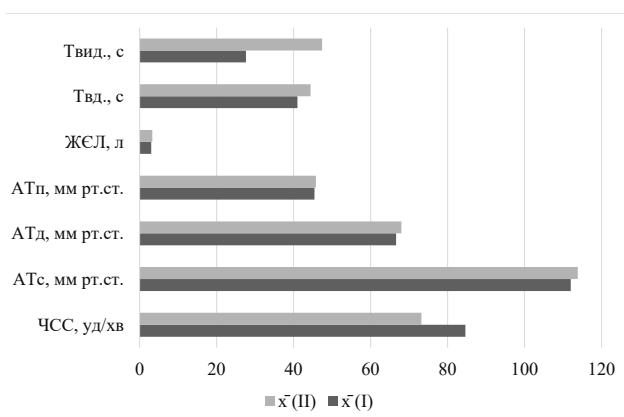


Рис. 2. Порівняння середніх значень основних кардіореспіраторних показників (ЧСС, АТс, АТд, АТп, ЖЄЛ, Т-вдих, Т-видих)

Важливим показником функціонального стану респіраторної системи є життєва ємність легень (ЖЄЛ). У спортсменок групи II середнє значення ЖЄЛ становило 3,68 л, що перевищувало показники групи

I (3,28 л). Такі відмінності можна пояснити як прояв більш високих резервів вентиляційної функції легень та кращої адаптації до фізичних навантажень у представниць II групи.

Проаналізувавши тривалість дихальних фаз досліджуваних жінок встановили: у групі II тривалість вдиху становила 44,4 с, а видиху – 47,4 с, тоді як у групі I відповідні показники були нижчими (41 с та 27,6 с відповідно). Значно довший час видиху у спортсменок групи II свідчить про кращу контрольованість дихання, ефективнішу роботу дихальних м'язів та більшу витривалість респіраторної системи.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що спортсменки групи II характеризуються більш сприятливими показниками кардіореспіраторної системи, що може бути пов'язано з тривалішим стажем тренувань та вищим рівнем спортивної майстерності. Виявлені відмінності мають практичне значення для оцінки функціональних резервів організму та оптимізації тренувального процесу у жінок-волейболісток.

Пульсовий артеріальний тиск (АТп), є важливим показником стану серцево-судинної системи, оскільки відображає амплітуду пульсової хвилі та еластичність артеріальних судин.

У спортсменок групи I середнє значення АТп становило 45,4 мм рт. ст., із коливаннями від 40 до 52 мм рт. ст. Найнижчі показники зафіксовано у двох досліджуваних (40 мм рт. ст.), тоді як найвищий рівень (52 мм рт. ст.) спостерігався у спортсменки з більшою масою тіла та вищим систолічним тиском. Загалом показники групи I були відносно однорідними, що свідчить про стабільність гемодинаміки та достатню еластичність судин.

У спортсменок групи II середнє значення АТп склало 45,8 мм рт. ст., проте діапазон коливань був ширшим — від 39 до 58 мм рт. ст. Найнижчий показник (39 мм рт. ст.) може свідчити про знижену амплітуду пульсової хвилі, тоді як найвищий (58 мм рт. ст.) відображає більш значне навантаження на серцево-судинну систему. Така варіативність результатів у групі II може бути пов'язана з індивідуальними відмінностями у рівні тренуваності, стажі занять та особливостях судинного тону.

Узагальнюючи, слід зазначити, що середні значення АТп у двох групах практично не відрізнялися та перебували в межах фізіоло-

гічної норми (40–50 мм рт. ст.), що підтверджує відсутність патологічних змін у серцево-судинній системі спортсменок. Водночас більший розкид індивідуальних показників у групі II свідчить про неоднорідність адаптаційних реакцій, що має значення для індивідуалізації тренувальних програм та контролю функціонального стану спортсменок (Рис. 3).

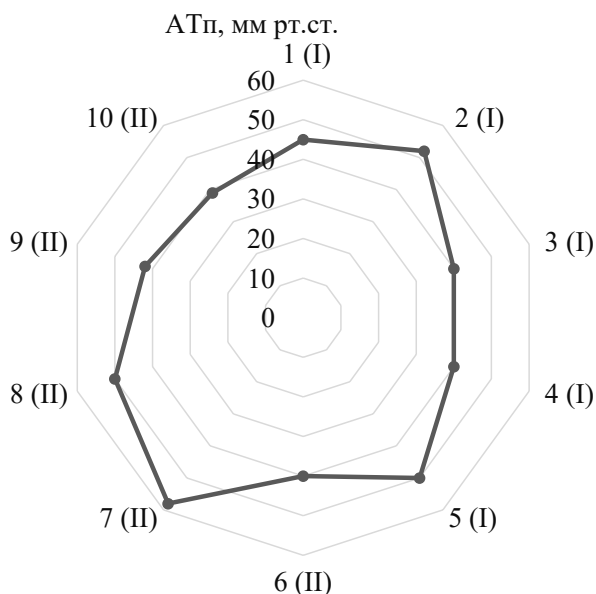


Рис. 3. Показники АТп у досліджуваних групах спортсменок

Середній артеріальний тиск (АТср) є інтегральним показником, що відображає рівень навантаження на серцево-судинну систему та використовується для оцінки стану гемодинаміки під час фізіологічних досліджень.

У спортсменок групи I середнє значення АТср становить 81,6 мм рт. ст., тоді як у спортсменок групи II цей показник був дещо вищим – 83,1 мм рт. ст. Різниця між групами є незначною і перебуває в межах фізіологічної варіативності, що свідчить про відсутність суттєвих відмінностей у рівні системного артеріального тиску.

Аналіз індивідуальних даних показав, що у групі I спостерігалися більш виражені коливання середнього артеріального тиску – від 63,2 до 90,2 мм рт. ст., тоді як у групі II діапазон був вузьким (78,1– 90,9 мм рт. ст.). Це може свідчити про більш однорідний рівень адаптації серцево-судинної системи у спортсменок другої групи, що ймовірно пов'язано з тривалішим стажом тренувань та вищим рівнем спортивної майстерності.

Загалом отримані результати підтверджують, що АТср у обох групах перебуває

в межах фізіологічної норми, без ознак перевантаження серцево-судинної системи. Водночас більша варіативність показників у групі I може вказувати на індивідуальні відмінності у рівні тренуваності та адаптаційних можливостях. Це має практичне значення для індивідуалізації тренувальних програм та контролю функціонального стану спортсменок (Рис. 4).

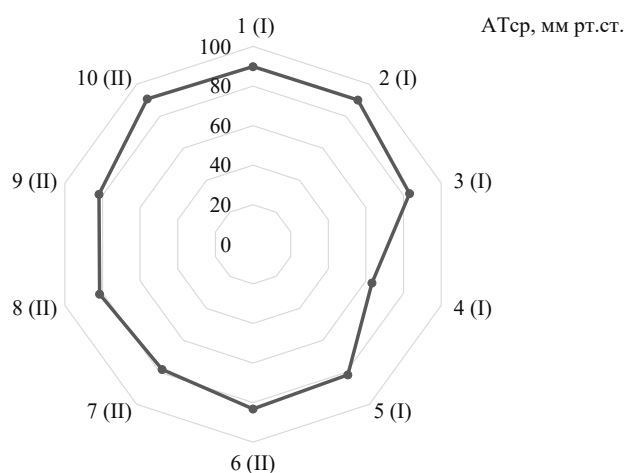


Рис. 4. Показники АТср у досліджуваних групах спортсменок

Результати дослідження функції зовнішнього дихання у спортсменок, які характеризуються різним рівнем тренуваності організму, демонструють, що фізичні вправи можуть чинити цілеспрямований вплив на окремі показники зовнішнього дихання. Зокрема, життєва ємність легень (ЖЄЛ) є одним із ключових показників функціонального стану респіраторної системи, що відображає резервні можливості зовнішнього дихання та рівень адаптації організму до фізичних навантажень.

У спортсменок групи I середнє значення ЖЄЛ становить 3,28 л, тоді як у спортсменок групи II цей показник був вищим — 3,68 л. Отримані результати свідчать про те, що у представниць групи II, які мають більший стаж тренувань та вищий рівень спортивної майстерності, спостерігається більш розвинена вентиляційна функція легень. Це узгоджується з даними літератури, де підкреслюється, що регулярні фізичні навантаження сприяють збільшенню життєвої ємності легень за рахунок посилення сили дихальних м'язів та підвищення еластичності легеневої тканини (Корнійчук та ін., 2024).

Аналіз індивідуальних показників показав, що у групі I ЖЄЛ коливалася від 2,7 до

3,8 л, тоді як у групі II діапазон був дещо вищим — від 3,0 до 3,8 л. Це свідчить про більш однорідний рівень функціональних можливостей у спортсменок II групи, тоді як у групі I спостерігається більша варіативність, що може бути пов'язано з різним рівнем тренуваності та індивідуальними особливостями організму (Рис. 5).

Важливим є також порівняння фактичних значень ЖЄЛ із належними величинами. У більшості спортсменок обох груп спостерігалось відхилення від нормативних показників у межах -16 % до -28 % у групі I та -18 % до -19 % у групі II. Це свідчить про те, що навіть у більш тренуваних спортсменок показники ЖЄЛ залишаються нижчими за належні, що може бути пов'язано з індивідуальними анатомо-фізіологічними особливостями жіночого організму та специфікою волейболу як виду спорту, де переважають інтервальні навантаження з високою інтенсивністю (Рис. 5).

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що регулярні тренування у волейболі сприяють підвищенню життєвої ємності легень, проте рівень цього показника значною мірою залежить від стажу занять та рівня спортивної майстерності. Виявлені відмінності між групами мають практичне значення для оцінки функціональних резервів респіраторної системи та оптимізації тренувального процесу у жінок-спортсменок.

Оскільки відомо, що ЖЄЛ є одним із ключових показників, який характеризує функціональні резерви респіраторної системи

та рівень її адаптації до фізичних навантажень, доцільним було розрахувати відхилення ЖЄЛ. На Рис.6 наведено діаграму відхилення фактичних значень ЖЄЛ від належних у спортсменок обох груп.

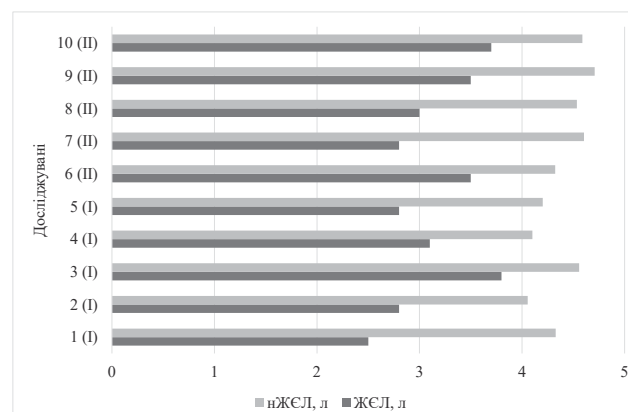


Рис. 5. Показники фактичних та належних значень ЖЄЛ спортсменок I та II групи

Аналіз показав, що у групі I відхилення від нормативних величин коливалося в межах -16 % до -28 %, тоді як у групі II діапазон був більш вузьким – від -18 % до -19 %. Це свідчить про більшу варіативність показників у спортсменок першої групи, що може бути зумовлено різним рівнем тренуваності та індивідуальними особливостями організму. У спортсменок другої групи спостерігається більш однорідний рівень функціональних можливостей, що узгоджується з їхнім тривалішим стажем занять та вищим рівнем спортивної майстерності.

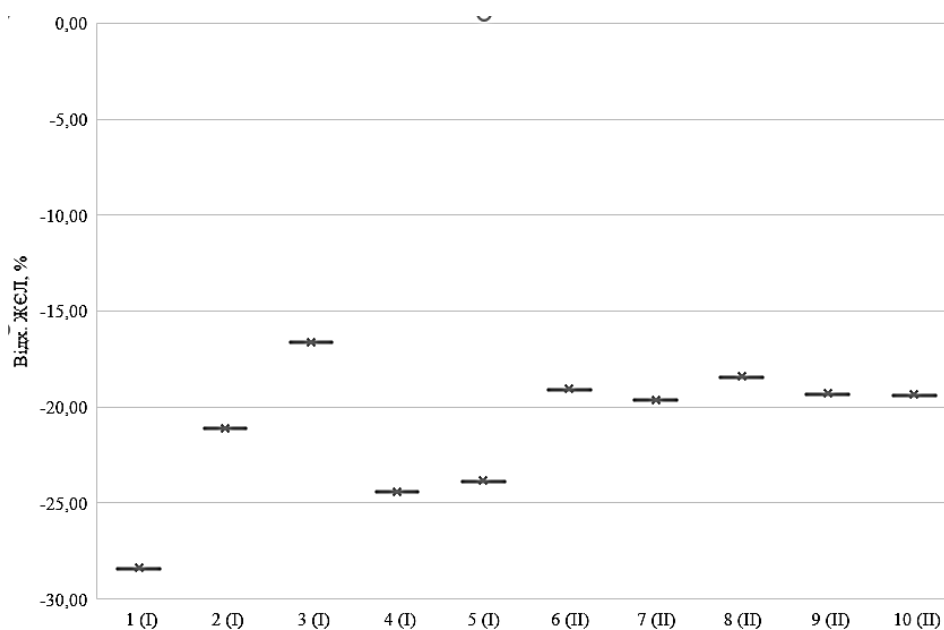


Рис. 6. Відхилення фактичних значень ЖЄЛ від належних у спортсменок I та II групи

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що регулярні тренування у волейболі сприяють розвитку вентиляційної функції легень, проте навіть у більш досвідчених спортсменок показники ЖЄЛ залишаються нижчими за належні. Це підкреслює значення індивідуальних анатомо-фізіологічних особливостей жіночого організму та специфіки волейболу як виду спорту, де переважають інтервальні навантаження з високою інтенсивністю. Виявлені відмінності мають практичне значення для оцінки функціональних резервів респіраторної системи та оптимізації тренувального процесу у жінок-спортсменок.

Максимальна вентиляція легень (МВЛ) є інтегральним показником функціонального стану респіраторної системи, що характеризує граничні можливості легеневої вентиляції при максимальному фізичному навантаженні. МВЛ використовується для оцінки резервів зовнішнього дихання у спортсменів.

Аналіз отриманих даних показав, що у спортсменок групи I середні значення належної МВЛ становили близько 110,5 л/хв, тоді як у спортсменок групи II цей показник був дещо вищим – 118,3 л/хв. Фактичні індивідуальні значення у групі I коливалися від 105,4 до 118,5 л/хв, а у групі 2 – від 112,4 до 122,4 л/хв.

Порівняння фактичних показників із належними величинами засвідчило, що у більшості спортсменок обох груп МВЛ була нижчою за прогнозовані нормативи, що відображає певний дефіцит резервних можливостей вентиляції. Водночас у групі II відхилення від належних величин було менш вираженим (у межах –18–19 %), тоді як у групі 1 воно досягало –22–28 %. Це свідчить про більш високий рівень адаптації респіраторної системи у спортсменок II групи, що узгоджується з їхнім тривалішим стажем тренувань та вищим рівнем спортивної майстерності (Рис. 7).

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що регулярні тренування у волейболі сприяють підвищенню максимальної вентиляції легень, проте фактичні показники залишаються нижчими за належні величини. Це вказує на необхідність цілеспрямованого розвитку дихальної витривалості у спортсменок, зокрема шляхом включення спеціальних вправ для тренування дихальних м'язів та оптимізації навантажень у тренувальному процесі.

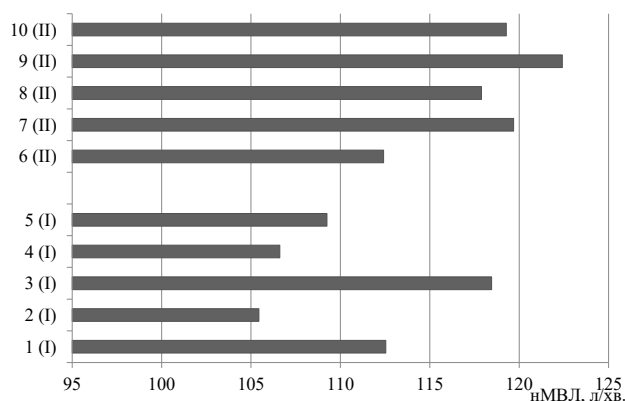


Рис. 7. Показники належної максимальної вентиляції легень

Вентиляційний індекс (ВІ) є розрахунковим показником, що характеризує співвідношення життєвої ємності легень (ЖЄЛ) до маси тіла спортсмена. Він використовується для оцінки ефективності функціонування респіраторної системи з урахуванням антропометричних параметрів і дозволяє визначити відносні резерви зовнішнього дихання (Рис. 8).

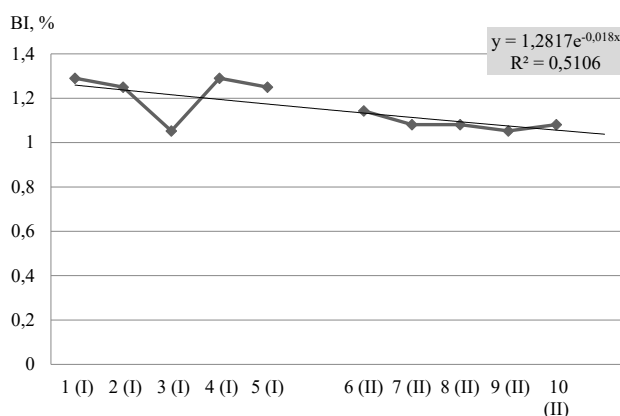


Рис. 8. Показники вентиляційного індексу (ВІ)

У спортсменок групи I середнє значення ВІ становило 1,23 %, тоді як у спортсменок групи II цей показник був дещо нижчим – 1,09 %. Отримані результати свідчать про те, що у представниць першої групи, які мають меншу масу тіла, відносна ефективність вентиляційної функції легень є вищою. Водночас у групі II, де маса тіла спортсменок була більшою, абсолютні показники ЖЄЛ перевищували значення групи I, проте відносний індекс виявився нижчим.

Аналіз індивідуальних даних показав, що у групі I ВІ коливався від 1,05 до 1,29 %, у групі II – від 1,05 до 1,15 %.

тоді як у групі 2 – від 1,05 до 1,14 %. Це свідчить про більш однорідний рівень показників у другій групі та більшу варіативність у першій.

Отже, результати дослідження підтверджують, що вентиляційний індекс є інформативним показником для оцінки функціональних можливостей респіраторної системи у спортсменок. Вищі значення ВІ у групі I пояснюються меншою масою тіла при відносно високих показниках ЖЄЛ, тоді як у групі II нижчий індекс відображає більшу масу тіла при вищих абсолютних значеннях життєвої ємності легень. Це підкреслює необхідність комплексної оцінки як абсолютних, так і відносних показників функції зовнішнього дихання у спортивній практиці.

Індекс Скібінського (ІС) є інтегральним показником функціональних резервів респіраторної системи, який визначається як добуток життєвої ємності легень (ЖЄЛ) на час затримки дихання на вдиху. Він широко використовується у спортивній фізіології для оцінки адаптаційних можливостей організму та рівня тренуваності спортсменів (Рис. 9).

У спортсменок групи I середнє значення ІС становило 1,07 у.о., тоді як у спортсменок групи II цей показник був майже удвічі вищим – 2,38 у.о. Така різниця свідчить про більш високі функціональні резерви дихальної системи у представниць другої групи, що може бути пов'язано з тривалішим стажем тренувань та вищим рівнем спортивної майстерності.

Аналіз індивідуальних даних показав, що у групі I ІС коливався від 0,77 до 1,82 у.о., тоді як у групі 2 діапазон був значно вищим – від 1,54 до 2,21 у.о. Це свідчить про більш однорідний та стабільний рівень адаптаційних реакцій у спортсменок другої групи, тоді як у групі I спостерігалася більша варіативність, що може бути ознакою різного рівня тренуваності та індивідуальних особливостей функціонального стану.

Отримані результати підтверджують, що регулярні та інтенсивні тренування у волейболі сприяють підвищенню ІС, що відображає покращення резервних можливостей респіраторної системи. Вищі значення ІС у спортсменок групи II свідчать про їхню здатність ефективніше використовувати вентиляційні резерви легень та підтримувати тривалішу затримку дихання, що є важливим чинником для забезпечення високої толерантності до фізичних навантажень.

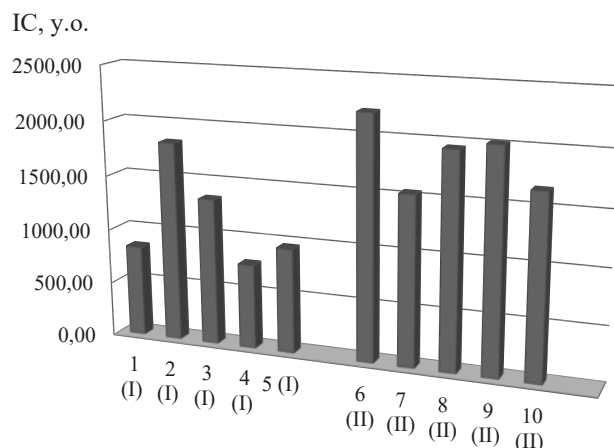


Рис. 9. Показники індексу Скібінської у досліджуваних групах спортсменок

Отже, індекс Скібінського може розглядатися як інформативний критерій оцінки рівня тренуваності та функціональних резервів дихальної системи у жінок-волейболісток. Виявлені відмінності між групами мають практичне значення для індивідуалізації тренувальних програм та контролю адаптаційних процесів у спортсменок (Рис. 10).

Індекс гіпоксії (ІГ) є інтегральним показником, та широко використовується у спортивній фізіології для оцінки толерантності до гіпоксичних станів. Аналіз отриманих даних показав, що у спортсменок групи I середнє значення ІГ становило 0,33 у.о., тоді як у спортсменок групи 2 цей показник був майже удвічі вищим – 0,65 у.о. Така різниця свідчить про більш високий рівень гіпоксичної стійкості у представниць другої групи, що може бути наслідком тривалішого стажу тренувань та систематичного впливу фізичних вправ на функціональні резерви організму (Рис. 10).

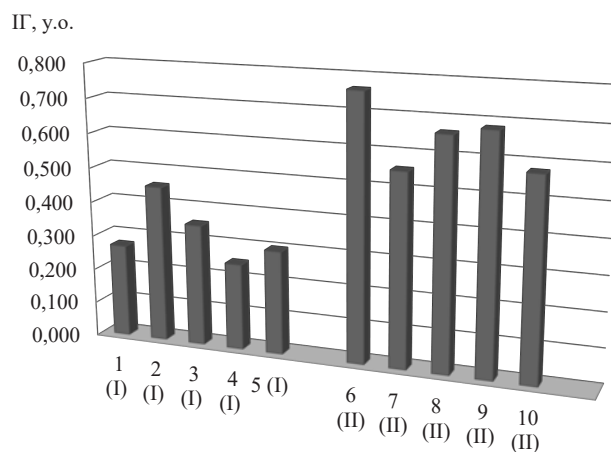


Рис. 10. Показники індексу гіпоксії

Аналіз індивідуальних даних показав, що у I групі ІГ коливався від 0,25 до 0,45 у.о., тоді як у групі 2 — від 0,55 до 0,76 у.о. Це свідчить про більш однорідний рівень показників у другій групі та значно нижчі значення у першій, що може бути пов'язано з меншою життєвою ємністю легень та коротшою тривалістю затримки дихання.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що індекс гіпоксії є інформативним критерієм оцінки адаптаційних можливостей спортсменок до гіпоксичних умов. Вищі значення ІГ у групі 2 свідчать про кращу здатність їхнього організму ефективно функціонувати в умовах дефіциту кисню, що має важливе значення для забезпечення високої толерантності до інтенсивних фізичних навантажень. Виявлені відмінності між групами підкреслюють роль систематичних тренувань у формуванні гіпоксичної стійкості та можуть бути використані для індивідуалізації тренувальних програм у волейболі.

Обговорення

Отримані результати дослідження кардіореспіраторних показників спортсменок-волейболісток із різним рівнем тренуваності підтверджують наявність суттєвих відмінностей у функціональних можливостях серцево-судинної та дихальної систем. Зокрема, нижчі значення частоти серцевих скорочень, вищі показники життєвої ємності легень, індексу Скібінського та індексу гіпоксії у спортсменок другої групи свідчать про більш високий рівень адаптації до фізичних навантажень.

Наші дані узгоджуються з результатами дослідження турецьких дослідників (Kavuran et al., 2025), які показали, що рівень кардіореспіраторної підготовленості у волейболістів прямо корелює з показниками $VO_2\max$ та нижчою частотою серцевих скорочень у стані спокою а також з гормональним профілем спортсменок. Подібні висновки наведені й у роботі румунських дослідників (Martin et al., 2026), де підкреслюється, що повторні стрибкові навантаження у волейболі формують специфічні механічні та кардіореспіраторні адаптації, які проявляються у більш економній роботі серця та стабільності гемодинаміки.

Щодо показників функції зовнішнього дихання, наші результати (вищі значення ЖЄЛ та ФЖЄЛ у більш тренуваних спортсменок) співзвучні з даними стандартизованих показників легеневої функції у спортсменів (Kavuran et al., 2025; Thomsen et al.,

2025), які свідчать, що регулярні інтенсивні тренування сприяють збільшенню життєвої ємності легень та покращенню резервів вентиляції у професійних атлетів порівняно з нетренованими особами, а стандартизовані показники легеневої функції у спортсменів значно перевищують середньопопуляційні значення.

Важливим є також підтвердження інформативності інтегральних індексів. Наші дані щодо індексу Скібінського та індексу гіпоксії узгоджуються з висновками Куцериб Т. та співавторів (Куцериб та ін., 2016), які показали, що ці індекси є чутливими критеріями оцінки морфофункціонального стану та рівня фізичної підготовленості спортсменів. Крім того, результати досліджень, які проводились у Франції, зокрема в лабораторії Laboratoire Européen Performance Santé Altitude (LEPSA) при Університеті Перпіньяна Via Domitia (Durand & Raberin, 2021) підтверджують, що тренувані спортсмени мають вищу толерантність до гіпоксії та здатність підтримувати ефективну вентиляцію навіть в умовах інтенсивних навантажень.

Щодо індексу Гаріссона, наші результати (вищі значення у більш тренуваних спортсменок) співпадають із даними сербських дослідників (Durmic et al., 2017), які довели, що тип тренувань та рівень спортивної майстерності суттєво впливають на показники вентиляційної функції та співвідношення ЖЄЛ до антропометричних параметрів.

Таким чином, отримані результати підтверджують дані сучасних наукових публікацій і демонструють, що регулярні тренування у волейболі сприяють розвитку кардіореспіраторних резервів, підвищенню життєвої ємності легень та формуванню стійкості до гіпоксичних станів. Це має практичне значення для оптимізації тренувального процесу та індивідуалізації навантажень у спортсменок.

Результати дослідження функції зовнішнього дихання у жінок-волейболісток із різним рівнем спортивної майстерності засвідчили, що інтенсивність та тривалість тренувальних навантажень мають безпосередній вплив на резервні можливості респіраторної системи.

У спортсменок із нижчим рівнем майстерності спостерігалися відносно менші показники життєвої ємності легень (ЖЄЛ), форсованої життєвої ємності (ФЖЄЛ) та індексу Скібінського. Це свідчить про обмежені резерви вентиляційної функції та нижчу толерантність до гіпоксичних станів.

Водночас у більш тренованих спортсменок показники ЖЄЛ та ФЖЄЛ були вищими, а індекс гіпоксії та вентиляційний індекс демонстрували більш ефективне співвідношення між об'ємом легень та антропометричними параметрами. Це підтверджує, що систематичні та тривалі тренування сприяють розвитку адаптаційних реакцій дихальної системи, зокрема підвищенню еластичності легеневої тканини та витривалості дихальних м'язів.

Важливим є те, що у спортсменок із високим рівнем майстерності спостерігалася більша тривалість видиху та затримки дихання, що свідчить про кращу контрольованість дихальних процесів і більш високий рівень гіпоксичної стійкості. Це узгоджується з даними сучасних досліджень, де підкреслюється, що регулярні інтенсивні навантаження формують специфічні адаптації респіраторної системи, які проявляються у збільшенні резервів вентиляції та підвищенні толерантності до кисневого дефіциту (Durand & Raberin, 2021).

Таким чином, можна стверджувати, що резервні можливості та адаптаційні реакції дихальної системи у жінок-волейболісток прямо залежать від рівня спортивної майстерності, який визначається інтенсивністю та тривалістю тренувальних навантажень. Вищий рівень тренованості забезпечує більш ефективну роботу респіраторної системи, що має практичне значення для оптимізації тренувального процесу та індивідуалізації навантажень у спортивній підготовці.

Практичні рекомендації. З урахуванням отриманих результатів дослідження функціональних можливостей та резервів дихальної системи у жінок-волейболісток різного рівня спортивної майстерності можна сформулювати низку практичних рекомендацій щодо оптимізації тренувального процесу.

Насамперед слід враховувати індивідуальний рівень тренованості спортсменок при плануванні навантажень. Для менш досвідчених волейболісток доцільно поступово збільшувати обсяг аеробних вправ, що сприятиме розвитку життєвої ємності легень та підвищенню інтегральних показників, таких як індекс Скібінського. У більш тренованих спортсменок акцент варто робити на підтриманні високого рівня функціональних резервів шляхом варіювання інтенсивності та тривалості занять.

Важливим напрямом є розвиток дихальної витривалості. До тренувального процесу рекомендується включати спеціальні вправи

для зміцнення дихальних м'язів та вправи з контрольованою затримкою дихання, які підвищують гіпоксичну стійкість організму. Особливу увагу слід приділяти тривалості видиху, адже його подовження сприяє ефективнішій роботі респіраторної системи та формуванню адаптаційних реакцій до інтенсивних навантажень.

Регулярне застосування циклічних вправ (біг, плавання, робота на велотренажері) у помірному та високому темпі дозволяє розширити резерви вентиляційної функції легень. При цьому необхідно здійснювати систематичний контроль показників максимальної вентиляції легень та співвідносити їх із належними величинами для оцінки прогресу.

Не менш важливим є постійний моніторинг функціональних показників дихальної системи. Проведення регулярних тестувань (ЖЄЛ, індекс Скібінського, індекс Гаріссона, індекс гіпоксії) дає змогу своєчасно коригувати тренувальні програми та запобігати перевантаженню респіраторної системи.

З метою підвищення толерантності до кисневого дефіциту доцільно застосовувати гіпоксичні тренування, які включають вправи з контрольованою затримкою дихання та дихання через обмежений опір. Виконання таких вправ має бути поступовим і здійснюватися під контролем тренера та лікаря, щоб уникнути надмірного навантаження.

Вивчення потенційних можливостей дихальної системи у жінок-спортсменок має принципове значення для розвитку сучасної теорії та практики фізичної культури і спорту, оскільки забезпечує наукове підґрунтя для обґрунтованого управління тренувальним процесом і відновленням. Отримані дані дозволяють фахівцям у сфері фізичної культури і спорту, тренерам, спортивним лікарям та фахівцям з фізичної терапії об'єктивно оцінювати функціональний стан спортсменок, своєчасно виявляти обмежувальні ланки адаптації та коригувати навантаження з урахуванням індивідуальних і статевих особливостей. Це сприяє підвищенню спортивної працездатності, оптимізації відновлювальних заходів, профілактиці перевтоми та збереженню довготривалого здоров'я спортсменок, що є одним із ключових завдань сучасної системи підготовки у жіночому спорті (Павлова і Виноградський, 2011).

Таким чином, оптимізація тренувального процесу у жінок-волейболісток повинна

базуватися на комплексному підході, що поєднує розвиток кардіореспіраторних резервів із силовою та техніко-тактичною підготовкою. Врахування антропометричних особливостей спортсменок при оцінці індексу Гаріссона та вентиляційного індексу дозволяє індивідуалізувати навантаження та забезпечити гармонійний розвиток організму.

Висновки

Проведене дослідження функції зовнішнього дихання у жінок-волейболісток різного рівня спортивної майстерності засвідчило наявність суттєвих відмінностей у показниках життєвої ємності легень (ЖЄЛ). У більш тренованих спортсменок середні значення ЖЄЛ були вищими та характеризувалися меншою варіативністю, що свідчить про більш однорідний рівень функціональних резервів респіраторної системи. Водночас у представниць обох груп фактичні показники ЖЄЛ залишалися нижчими за належні величини, що може бути зумовлено індивідуальними анатомо-фізіологічними особливостями жіночого організму та специфікою волейболу як виду спорту. Виявлені відмінності підтверджують взаємозв'язок між стажем тренувань, рівнем спортивної майстерності та функціональними можливостями системи зовнішнього дихання.

Інтегральні індекси (індекс Скібінського, індекс гіпоксії, вентиляційний індекс) під-

твердили більш високий рівень адаптаційних реакцій у спортсменок із вищим рівнем майстерності. Це проявлялося у кращій гіпоксичній стійкості, ефективнішому співвідношенні об'єму легень до антропометричних параметрів та більшій стабільності показників у групі високої тренуваності.

Порівняння фактичних значень із належними величинами показало, що навіть у більш тренованих спортсменок показники МВА та ЖЄЛ залишаються нижчими за нормативні, що свідчить про наявність резервів для подальшого розвитку дихальної витривалості.

Виявлені відмінності між групами підтверджують, що інтенсивність і тривалість тренувальних навантажень є ключовими чинниками формування функціональних можливостей респіраторної системи. Регулярні та систематичні тренування сприяють підвищенню життєвої ємності легень, розвитку гіпоксичної стійкості та оптимізації вентиляційних резервів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання показників функції зовнішнього дихання та інтегральних індексів як критеріїв контролю тренувального процесу. Це дозволяє індивідуалізувати навантаження, своєчасно коригувати програми та підвищувати ефективність спортивної підготовки жінок-волейболісток.

Список використаної літератури

Корнійчук Н. М., Саранча М. П., Бовсуновський Ю. М. Оцінка функцій дихальної системи спортсменів волейболістів. *Вектори розвитку науки, освіти і суспільства в умовах глобалізації* : збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Ізмаїл, 28 травня 2024 р.). Ізмаїл, 2024. С. 74-76. [Електронний ресурс]. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/40035> (дата звернення 01.03.2026).

Кущеріт Т., Вовканич Л., Гриньків М., Маєвська С., Музика Ф. Адаптаційні зміни морфологічних показників організму спортсменів з різною спрямованістю тренувального процесу. *Молода спортивна наука України* : збірник наукових праць з галузі фізичного виховання і спорту / за заг. ред. Є. Приступи. Львів, 2016. Вип. 20, т. 3-4. С. 36-42. [Електронний ресурс]. URL: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/18487> (дата звернення 01.03.2026).

Микитчик О. С., Афанасьєв С. М., Москаленко Н. В., Омельченко О. С., Сергеев А. Ю. Рівень функціонального стану серцево-судинної та дихальної системи спортсменів, які займаються триатлоном. *Науковий часопис Українського державного університету імені М. Драгоманова. Серія 15: Фізична культура і спорт*. 2024. Вип. 1 (173). С. 150-160. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.1\(173\).21](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.1(173).21)

Павлова Ю., Виноградський Б. Відновлення у спорті: монографія. Львів: ЛДУФК, 2011. 204 с. [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/286922140_Recovery_in_sport_Vidnovlenna_u_sportu (дата звернення 01.03.2026).

Поліщук В. М. Вікова періодизація та вікова класифікація. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Психологічні науки»*. 2017. Т. 2, № 1. С. 103-108. [Електронний ресурс]. URL: <https://pj.journal.kspu.edu/index.php/pj/article/view/263> (дата звернення 01.03.2026).

Романюк В., Деркач Ю. Комплексне оцінювання функціональних можливостей системи дихання волейболісток. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві* :

зб. наук. пр. / Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки. Луцьк, 2008. Т. 3. С. 321-325. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.academia.edu/144718847/> (дата звернення 01.03.2026).

Романчук О. П., Гузій О. В. Сучасні підходи до об'єктивізації функціонального стану спортсменів при поточних обстеженнях. *Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології*. 2020. № 5(1). С. 8-15. [https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5\(1\).02](https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5(1).02)

Campbell M., Sultan A., Shumway K. R., Pillarisetty L. S. Physiology, Korotkoff sound. *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539778/> (дата звернення 01.03.2026).

Constantini N. W., Dubnov G., Lebrun C. M. The menstrual cycle and sport performance. *Clin Sports Med*. 2005. Vol. 24(2). P. e51-e82. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.01.003>

Dominelli P. B., Molgat-Seon Y., Sheel W. M. Sex differences in the pulmonary system affect the integrative response to exercise. *Journal of Exercise Science*. 2019. No. 28(3). P. 188. <https://doi.org/10.1249/JES.00000000000000188>

Drummond G. B., Fischer D., Arvind D. K. Current clinical methods of measurement of respiratory rate give imprecise values. *ERJ Open Research*. 2020. Vol. 6(3). Article 00023-2020. <https://doi.org/10.1183/23120541.00023-2020>

Durand F., Raberin A. Exercise-induced hypoxemia in endurance athletes: consequences of altitude exposure. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2021. Vol. 3. Article 663674. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.663674>

Durmic T., Lazovic Popovic B., Zlatkovic Svenda M., Djelic M., Zugic V., Gavrilovic T., Mihailovic Z., Zdravkovic M., Leischik R. The training type influence on male elite athletes' ventilatory function. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2017. Vol. 3. Article e000240. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000240>

Futorny S., Maslova O., Shmatova O., Osadcha O., Rychok T., Hopey M., Tarnavskiy A. Modern aspects of the ecological culture implementation in the physical education process of different population groups. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20. P. 348-353. [Електронний ресурс]. URL: <https://reposit.uni-sport.edu.ua/items/7f45f7d5-64fc-412c-b9d0-a53bef7b38a9> (дата звернення 01.03.2026).

Janse de Jonge X. A. Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Sports Medicine*. 2003. Vol. 33, issue 11. P. 833-851. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333110-00004>

Kavuran K., Tizar E., Oral D. O., Erdoğan R., Çelikel B. E., Ceylan T. C., Sezer S. Y., Karataş B. B. The effects of different exercise loads in plyometric resistance training on respiratory and hormonal levels in female volleyball players. *Frontiers in Physiology*. 2025. Vol. 16. Article 1589080. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1589080>

Martin S. A., Pelagh I., Gavra G. M., Sabo G., Martin-Hadmaş R. M. Integrated mechanical and cardiopulmonary adaptations during repeated jumps in volleyball players: Insights from CPET analysis. *Sports*. 2026. Vol. 14, issue 1. Article 34. <https://doi.org/10.3390/sports14010034>

McArdle W. D., Katch F. I., Katch V. L. Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance. 8th ed. Philadelphia : Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2015. 1028 p. [Електронний ресурс]. URL: <https://fullpdfword.com/reviews/u12829/242192/4968440-exercise-physiology-mcardle-katch> (дата звернення 01.03.2026).

Quanjer P. H., Tammeling G. J., Cotes J. E., Pedersen O. F., Peslin R., Yernault J. C. Lung volumes and forced ventilatory flows. *European Respiratory Journal*. 1993. Vol. 6 (Suppl. 16). P. 5-40. <https://doi.org/10.1183/09041950.005s1693>

Thomsen R. S., Rasmussen R. S., Madsen A. C., Iepsen U. W., Christensen R. H., Berg R. M. G. Standardised lung function metrics in healthy athletes. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*. 2025. Vol. 85(1). P. 20-27. <https://doi.org/10.1080/00365513.2025.2456947>

References

Korniichuk, N.M., Sarancha, M.P., & Bovsunovskiy, Yu.M. (2024). Otsinka funktsii dykhalnoi systemy sportmeniv voleibolistiv [Assessment of respiratory system functions in volleyball athletes]. *Vektory rozvytku nauky, osvity i suspilstva v umovakh hlobalizatsii : zb. tez dopovidei mizhnar. nauk. prakt. konf. (28 travnia 2024 r.)*. [Vectors of the development of science, education and society in the conditions of globalization: collection of abstracts of reports of the international scientific practical conference (May 28, 2024)]. Izmail, pp. 74-76. [Electronic resource] URL: <https://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/40035> (access date 01.03.2026) [in Ukrainian].

Kutseryb, T., Vovkanych, L., Hryn'kiv, M., Maievska, S., & Muzyka, F. (2016). Adaptatsiini zminy morfolohichnykh pokaznykiv orhanizmu sportsmeniv z riznoiu spriamovanistiu trenuvalnoho protsesu [Adaptive changes in the morphological indicators of the body of athletes with different orientations of the training process]. *Moloda sportyvna nauka Ukrainy : zb. nauk. prats z haluzi fizychnoho vykhovannia i sportu [Young sports science of Ukraine: collection of scientific works in the field of physical education and sports]*, 20, 36-42. [Electronic resource] URL: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/18487> (access date 01.03.2026) [in Ukrainian].

Mykytchuk, O.S., Afanasiev, S.M., Moskalenko, N.V., Omelchenko, O. S., & Serheiev, A. Yu. (2024). Riven funktsionalnoho stanu sertsevo sudynnoi ta dykhalnoi systemy sportsmeniv, yaki zaimaiutsia triatlonom [The level of functional state of the cardiovascular and respiratory systems of athletes involved in triathlon]. *Nauk. chasopys Ukrainskoho derzh. universytetu im. M. Drahomanova. Seriya 15: Fizychna kultura i sport [Scientific journal of the Ukrainian State University named after M. Dragomanov. Series 15: Physical Culture and Sports]*, 1(173), 150-160. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.1\(173\).21](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.1(173).21) [in Ukrainian].

Pavlova, Yu., & Vynohradskyi, B. (2011). Vidnovlennia u sporti: monohrafiia [Recovery in sports: monograph]. Lviv: LDUFK. [Electronic resource] URL: https://www.researchgate.net/publication/286922140_Recovery_in_sport_Vidnovlennia_u_sporti (access date 01.03.2026) [in Ukrainian].

Polishchuk, V.M. (2017). Vikova periodyzatsiia ta vikova klasyfikatsiia [Age periodization and age classification]. *Nauk. visnyk Khersonskoho derzh. universytetu. Ser. Psykholohichni nauky [Scientific Bulletin of Kherson State University. Series. Psychological Sciences]*, 2(1), 103-108. [Electronic resource] URL: <https://pj.journal.kspu.edu/index.php/pj/article/view/263> (access date 01.03.2026) [in Ukrainian].

Romaniuk, V., & Derkach, Yu. (2008). Kompleksne otsiniuvannia funktsionalnykh mozhlyvostei systemy dykhanntia voleibolistok [Comprehensive assessment of the functional capabilities of the respiratory system of volleyball players]. *Fizychno vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi : zb. nauk. pr. / Volyn. nats. un-t im. Lesi Ukrainky [Physical education, sports and health culture in modern society: collection of scientific works / Volyn. National University named after Lesya Ukrainka]*. (vol. 3). Lutsk, pp. 321-325. [Electronic resource] URL: <https://www.academia.edu/144718847/> (access date 01.03.2026) [in Ukrainian].

Romanchuk, O. P., & Huzii, O. V. (2020). Suchasni pidkhody do obiektyvizatsii funktsionalnoho stanu sportsmeniv pry potochnykh obstezhennia [Modern approaches to the objectification of athletes' functional state during ongoing assessments]. *Fizychna rehabilitatsiia ta rekreatsiino-ozdorovchi tekhnologii [Physical rehabilitation and recreational health technologies]*, 5(1), 8-15. [https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5\(1\).02](https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5(1).02) [in Ukrainian].

Campbell, M., Sultan, A., Shumway, K.R., & Pillarisetty, L.S. (2023). Physiology, Korotkoff sound. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. [Electronic resource] URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539778/> (access date 01.03.2026) [in English].

Constantini, N.W., Dubnov, G., & Lebrun, C.M. (2005). The menstrual cycle and sport performance. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), e51-e82. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.01.003> [in English].

Dominelli, P.B., Molgat Seon, Y., & Sheel, W.M. (2019). Sex differences in the pulmonary system affect the integrative response to exercise. *Journal of Exercise Science*, 28(3), 188. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000188> [in English].

Drummond, G.B., Fischer, D., & Arvind, D.K. (2020). Current clinical methods of measurement of respiratory rate give imprecise values. *ERJ Open Research*, 6(3), 00023. <https://doi.org/10.1183/23120541.00023-2020> [in English].

Durand, F., & Raberin, A. (2021). Exercise induced hypoxemia in endurance athletes: consequences of altitude exposure. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 663674. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.663674> [in English].

Durmic, T., Lazovic Popovic, B., Zlatkovic Svenda, M., Djelic, M., Zugic, V., Gavrilovic, T., Mihailovic, Z., Zdravkovic, M., & Leischik, R. (2017). The training type influence on male elite athletes' ventilatory function. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 3, e000240. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000240> [in English].

Futorny, S., Maslova, O., Shmatova, O., Osadcha, O., Rychok, T., Hopey, M., & Tarnavskiy, A. (2020). Modern aspects of the ecological culture implementation in the physical education process of different population groups. *Journal of Physical Education and Sport*, 20, 348-353. [Electronic

resource] URL: <https://reposit.uni-sport.edu.ua/items/7f45f7d5-64fc-412c-b9d0-a53bef7b38a9> (access date 01.03.2026) [in English].

Janse de Jonge, X.A. (2003). Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(11), 833-851. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333110-00004> [in English].

Kavuran, K., Tizar, E., Oral, D. O., Erdoğan, R., Çelikel, B. E., Ceylan, T. C., Sezer, S. Y., & Karataş, B. B. (2025). The effects of different exercise loads in plyometric resistance training on respiratory and hormonal levels in female volleyball players. *Frontiers in Physiology*, 16, 1589080. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1589080> [in English].

Martin, S. A., Pelagh, I., Gavra, G. M., Sabo, G., & Martin Hadmaş, R. M. (2026). Integrated mechanical and cardiopulmonary adaptations during repeated jumps in volleyball players: Insights from CPET analysis. *Sports*, 14(1), 34. <https://doi.org/10.3390/sports14010034> [in English].

McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (2015). Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance (8th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. [Electronic resource] URL: <https://fullpdfword.com/reviews/u12829/242192/4968440-exercise-physiology-mcardle-katch> (access date 01.03.2026) [in English].

Quanjer, P.H., Tammeling, G.J., Cotes, J.E., Pedersen, O.F., Peslin, R., & Yernault, J.C. (1993). Lung volumes and forced ventilatory flows. *European Respiratory Journal*, 6(16), 5-40. <https://doi.org/10.1183/09041950.005s1693> [in English].

Thomsen, R.S., Rasmussen, R.S., Madsen, A.C., Iepsen, U.W., Christensen, R.H., & Berg, R.M.G. (2025). Standardised lung function metrics in healthy athletes. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 85(1), 20-27. <https://doi.org/10.1080/00365513.2025.2456947> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 20.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)