

# ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ БІАТЛОНІСТІВ ВИСОКОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ

*Вовканич Л.С., Виноградський Б.А., Власов А.П., Павлова Ю.О.*

Львівський державний університет фізичної культури

**Анотація.** Досліджено функціональний стан дихальної системи спортсменів-біатлоністів високої кваліфікації (юнаків та дівчат). Встановлено особливості адаптивних змін показників зовнішнього дихання біатлоністів порівняно зі здоровими особами та спортсменами інших спеціалізацій.

**Ключові слова:** біатлон, зовнішнє дихання, функціональний стан, спірографія.

**Постановка проблеми.** Сучасний спорт вищих досягнень висуває серйозні вимоги до рівня підготовленості спортсменів, вимагає поглибленого вивчення стану різноманітних систем та резервних можливостей організму спортсмена. Система зовнішнього дихання важлива для підтримання високого рівня працездатності та для забезпечення достатнього споживання кисню спортсменами різних спеціалізацій [2]. Об'єктивний аналіз і правильна оцінка показників зовнішнього дихання важливі для розроблення індивідуального підходу у тренувальному процесі та необхідні для підвищення ефективності тренувального процесу спортсменів-біатлоністів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні безсумнівним є твердження, що багаторічні систематичні тренування впливають на фізичний стан організму спортсменів, поліпшують його функціональні можливості, сприяють розвитку системи дихання. Вивченню особливостей системи зовнішнього дихання спортсменів різних спеціалізацій та кваліфікації присвячено низку сучасних досліджень [3, 6, 7, 9, 11]. Наявні також публікації, у яких проаналізовано вплив велоергометричних навантажень різної потужності і тривалості на показники зовнішнього дихання спортсменів [3, 10].

Різні дослідники вивчали вплив гіпоксичного тренування на стан функціональної системи дихання у баскетболістів, легкоатлетів, дзюдоїстів та представників інших видів спорту [4, 5, 8]. Вони довели, що спортивне тренування поліпшує практично всі показники дихальної системи, що пов'язано перш за все із розширенням її резервних можливостей.

Досягнення високих результатів у біатлоні можливе лише за оптимального поєднання швидкості бігу з точністю стрільби [2]. У зв'язку з цим показ-

ники зовнішнього дихання спортсменів можна розглядати як високоінформативний критерій рівня їхньої функціональної підготовленості. У доступній нам вітчизняній та зарубіжній науковій літературі не вдалось виявити аналізу показників зовнішнього дихання кваліфікованих біатлоністів юнацького віку, що стало передумовою наших досліджень.

**Мета роботи.** Узагальнити дані науково-методичної літератури стосовно показників зовнішнього дихання спортсменів та проаналізувати основні показники зовнішнього дихання, що характеризують функціональний стан дихальної системи кваліфікованих спортсменів-біатлоністів.

**Методика.** Дослідження системи зовнішнього дихання біатлоністів високої кваліфікації було здійснене під час тренувальних зборів на КСБ «Тисовець». У дослідженні взяли участь 12 спортсменів-біатлоністів (5 юнаків та 7 дівчат). Вік учасників дослідження становив 19—24 роки, кваліфікація — КМС та МС, стаж занять біатлоном — понад 5 років. Показники зовнішнього дихання визначали методом спірографії у стані спокою перед початком тренувальних занять. Дослідження були проведені з використанням комп'ютеризованого спірографічного комплексу відкритого типу «SpiroCom-Standart». Показники зовнішнього дихання оцінювали у стані спокою, а також під час виконання спортсменами проб «ЖЄЛ видиху», «ФЖЄЛ видиху», «Максимальна вентиляція легень». Перед проведенням функціональних проб спортсмени отримували детальну інструкцію щодо методів діагностики.

Аналіз спірограм, обрахунок основних показників зовнішнього дихання та порівняння їх з нормативними величинами (шкала норм — Pistelli, Bottai, Viegi, et al.) здійснювалось автоматично програмою «SpiroCom». Щоб оцінити функціональний стан системи зовнішнього дихання ми проаналізували

© Вовканич Л.С., Виноградський Б.А., Власов А.П., Павлова Ю.О., 2010.

такі показники: дихальний об'єм (ДО), частота дихання (ЧД), хвилинний об'єм дихання (ХОД), резервний об'єм вдиху (РОВд), резервний об'єм видиху (РОВид), максимальна вентиляція легень (МВЛ), життєва ємність легень (ЖЄЛ), форсована життєва ємність легень (ФЖЄЛ), пікова об'ємна швидкість видиху (ПОШ), індекс Тіффно (ІТ) та життєвий індекс (ЖІ).

Отримані результати обробляють статистично з використанням стандартних функцій MS Office Excell 2003. Оцінка достовірності різниці показників між групами виконана на основі критерію Стьюдента.

**Основні результати.** Під час дослідження показників системи зовнішнього дихання спортсменів-біатлоністів у спокої (табл. 1) встановлено, що показник ДО юнаків становив  $1,06 \pm 0,08$  л. Величина ДО у — становила  $0,63 \pm 0,14$  л. Загалом, значення ДО біатлоністів перевищують середні нормативні значення для здорових людей за шкалою Pistelli, Bottai, Viegi на 5—30%. Вони також більші за середні величини (500 мл), наведені Старшовим А.М., Смірновим І.В. (2003) для здорових осіб [12]. За даними Т.Б. Зоріної [5], І.Я. Коцана [6], П.О. Радзівського із співавт. [9] величини ДО велосипедистів, бігунів на середні і довгі дистанції, баскетболістів та гандболістів коливаються у межах 700-1100 мл. Таким чином, для кваліфікованих біатлоністів характерне високе значення показника ДО. Такі зміни можуть вказувати на структурно-функціональні перебудови системи зовнішнього дихання у напрямку підвищення його ефективності.

У стані спокою ХОД спортсменів-біатлоністів становив  $13,43 \pm 2,26$  л/хв та на 63% перевищував ХОД спортсменок цієї спеціалізації (див. табл. 1, рис. 1). Вищі значення ХОД спортсменів-

біатлоністів у спокої досягались за рахунок значно більшої величини ДО юнаків порівняно з дівчатами, оскільки ЧД статистично не відрізнялась.

У спокої ХОД спортсменів-біатлоністів (як юнаків, так і дівчат) складав 55—80% від показника нетренованих осіб (за шкалою Pistelli, Bottai, Viegi). Проте величина ХОД біатлоністів все ж була досить високою, оскільки у легкоатлетів-бігунів на середні і довгі дистанції і велосипедистів [6, 9] цей показник знаходився у межах 7,26—9,8 л/хв (рис. 2). Водночас порівняно високі значення ХОД ( $14—17$  л/хв) виявлені І.Я. Коцаном та Т.В. Крамаревичем [6] у гандболістів та волейболістів. За даними Е.І. Євдокімова [3] ХОД гандболістів, футболістів та бігунів на середні дистанції досягає  $12—14$  л/хв. Отримані дані вказують на відсутність вираженого зменшення рівня ХОД спортсменів-біатлоністів у спокої порівняно із нетренованими особами. ХОД дівчат-біатлоністок у спокої виявився на 38% нижчим за показник юнаків (див. рис. 1), що може свідчити про більш виражену економізацію дихання у спокої.

Одним із найважливіших показників функціонального стану зовнішнього дихання є ЖЄЛ, величина якого залежить не тільки від морфологічних (зріст, особливості тілобудови), але й від функціональних (рухливість грудної клітки, сила дихальних м'язів та ін.) чинників. Відповідно до результатів, ЖЄЛ в обстежуваних спортсменів-біатлоністів становить  $5,10 \pm 0,54$  л (див. табл. 1), що на 34% перевищує цей показник у біатлоністок (див. рис. 1).

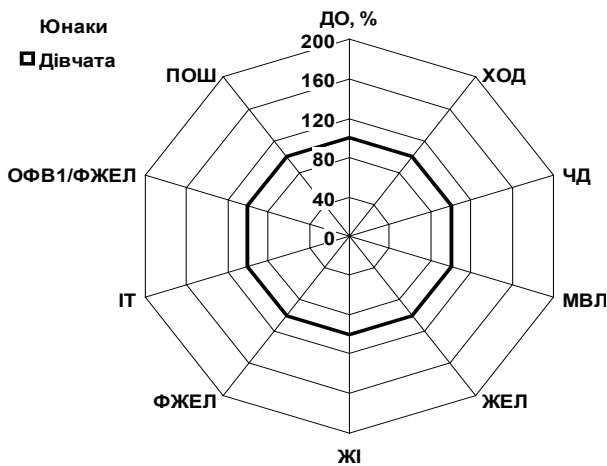
Отримана величина ЖЄЛ спортсменів-біатлоністів дещо перевищувала наведені І.Я. Коцаном та Т.В. Крамаревичем [6] показники бігунів ( $4,09—4,22$  л) та волейболістів ( $4,16—4,20$  л) та фактично відповідає величині ЖЄЛ футболістів та ганд-

Таблиця 1

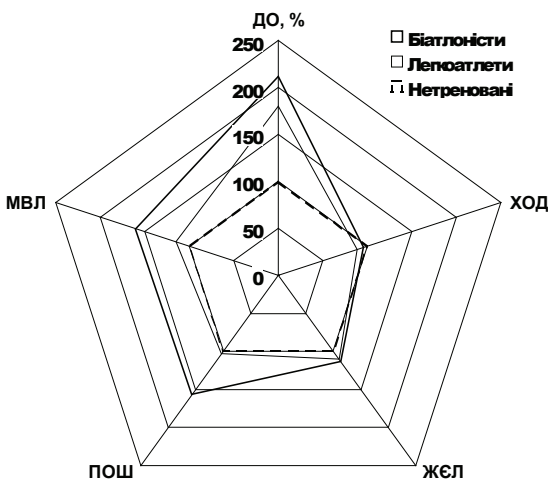
Показники зовнішнього дихання спортсменів-біатлоністів високої кваліфікації

Показники	Юнаки		Дівчата		P
	М	m	М	m	
ДО, л	1,06	0,08	0,63	0,14	0,01
ХОД, л/хв	13,43	2,26	8,22	0,72	0,02
ЧД, хв-1	12,58	2,18	15,30	2,46	0,14
ЖЄЛ, л	5,10	0,54	3,82	0,13	0,02
ЖІ, мл/кг	70,42	5,12	57,20	2,06	0,02
РОВд., л	2,63	0,21	2,09	0,27	0,03
РОВид., л	1,63	0,27	1,13	0,12	0,23
ФЖЄЛ, л	5,05	0,70	3,56	0,21	0,02
ІТ, %	90,50	3,93	85,80	4,34	0,13
МВЛ, л/хв	192,00	8,12	139,00	5,13	0,001
ПОШ, л/с	10,80	0,69	7,88	0,29	0,002

Примітка: P — достовірність різниці показників між групами.



**Рис. 1.** Порівняльна характеристика основних показників зовнішнього дихання юнаків та дівчат, які займаються біатлоном. Показники наведені у відсотках, за 100% прийняті дані біатлоністок



**Рис. 2.** Порівняльна характеристика основних показників зовнішнього дихання легкоатлетів-бігунів [3, 12], біатлоністів та нетренованих осіб. Показники наведені у відсотках, за 100% прийняті показники нетренованих осіб

болістів за даними І.Є. Євдокімова (4,95—5,08 л) [3]. Порівняно висока величина ЖЕЛ спортсменів-біатлоністів, очевидно, є результатом адаптивних змін їхньої системи зовнішнього дихання.

Для більш ґрунтовного аналізу адаптивних змін варто розрахувати співвідношення ЖЕЛ до маси тіла — життєвий індекс (ЖІ). Середні величини ЖІ для здорових чоловіків становлять 60 мл/кг, а для спортсменів — 68—70 мл/кг [1]. Під час проведення обстеження було виявлено, що у юнаків-біатлоністів середнє значення ЖІ становило  $70,42 \pm 5,12$  мл/кг, а у дівчат —  $57,20 \pm 2,06$  мл/кг. Таким чином, отриманий показник ЖІ біатлоністок знаходився

у межах нормативних значень для здорових осіб, а ЖІ юнаків-біатлоністів відповідав верхній межі для спортсменів.

Зарезультатами наших обстежень, для біатлоністів (і юнаків, і дівчат) характерні високі значення показника РОвд ( $2,63 \pm 0,21$  та  $2,09 \pm 0,27$  л, відповідно) і середніми величинами РОвид ( $1,63 \pm 0,27$  та  $1,13 \pm 0,12$  л, відповідно). Виявлений РОвд перевищував показник гандболістів, волейболістів та легкоатлетів (1,50—1,63 л) [6], а також бігунів на середні і великі дистанції (1,92—2,45 л) [3]. Це підтверджує значні резервні можливості їхнього зовнішнього дихання.

Для оцінювання стану прохідності дихальних шляхів, сили і витривалості дихальних м'язів, а також максимальних можливостей зовнішнього дихання використовують показники ФЖЕЛ, індексу Тіффно (ІТ), ПОШ і МВЛ. ФЖЕЛ обстежених біатлоністів фактично відповідають ЖЕЛ, а у біатлоністок дещо нижчий за цей показник. ІТ юнаків становив  $90,50 \pm 3,93\%$ , що на 10—15% перевищує нормативні значення для здорових осіб [12]. Отже, у біатлоністок немає порушень провідності дихальних шляхів спортсменок, а у юнаків стан провідності дихальних шляхів дещо кращий, ніж у нетренованих осіб. Підтвердженням цього є високі значення індексу Генслера, які у досліджуваних знаходились у межах 90—94%.

За нашими даними середнє значення ПОШ видиху в обстежуваних спортсменів-біатлоністів становило  $10,80 \pm 0,69$  л/с (у спортсменок —  $7,88 \pm 0,29$  л/с), що на 35—60% перевищує значення ПОШ для кваліфікованих гандболістів, футболістів, легкоатлетів [3] та здорових осіб [12]. Це вказує на виражене адаптивне зростання сили дихальних м'язів біатлоністів не лише порівняно із нетренованими особами, а навіть із кваліфікованими спортсменами інших спеціалізацій (див. рис. 2).

Підтвердженням високих можливостей апарату зовнішнього дихання біатлоністів є показники МВЛ, які характеризують максимальні функціональні можливості апарату зовнішнього дихання. Величина МВЛ у спортсменів-біатлоністів становила у середньому  $192,00 \pm 8,12$  л/хв, спортсменок —  $138,00 \pm 5,13$  л/хв. Такі величини МВЛ на 20—55% вищі, ніж у здорових осіб за шкалою Pistelli, Bottai, Viegli. За даними Е.Ф. Мяснікової із співавторами МВЛ баскетболістів, дзюдоїстів та каратистів становить 150–200 л/хв [8], іншими авторами для гандболістів, футболістів та стаєрів встановлені величини МВЛ у діапазоні 127—152 л/хв [3]. Порівняння МВЛ спортсменів різних спеціалізацій вказує на високі значення цього показника у біатлоністів (див. рис. 2). Це свідчить про високі функціональні резерви їхньої системи зовнішнього дихання.

Отримані нами результати вказують на суттєві адаптивні перебудови апарату зовнішнього дихан-

ня внаслідок тривалих занять біатлоном. Адаптивні зсуви виявляються, перш за все, у збільшенні функціональних резервів апарату зовнішнього дихання, покращенні функціональних можливостей дихальної мускулатури, певній економізації функцій у спокої.

### Висновки

1. Результати аналізу науково-методичної літератури і власні спостереження свідчать, що вчені давно досліджують функціональний стан дихальної системи спортсменів різної кваліфікації та спеціалізації. Однак, такі дані щодо спортсменів-біатлоністів у доступній літературі відсутні.
2. Показники зовнішнього дихання кваліфікованих спортсменів-біатлоністів відповідають або перевищують (ДО, ПОШ, МВЛ) середні нормативні значення для здорових осіб. Такі відмінності можуть свідчити про збільшення функціональних резервів дихальної системи спортсменів-біатлоністів внаслідок адаптації до тренувальних навантажень.
3. Виявлені відмінності у показниках зовнішнього дихання юнаків та дівчат, що займаються біатлоном, що вказують на дещо вищі можливості апарату зовнішнього дихання юнаків.
4. Порівняння можливостей зовнішнього дихання біатлоністів з показниками спортсменів інших спеціалізацій (за даними літератури) вказує на високий рівень адаптивних змін.

### Список літератури

1. *Властовский В.Г.* Физическое развитие человека // Морфология человека : учебн. Пособие / под. ред. Б.А. Никитюка, В.П. Чтецова. — М.: Изд-во МГУ, 1990. — 344 с.
2. *Дунаев К.С.* Технология целевой физической подготовки квалифицированных биатлонистов в годичном цикле тренировки: автореф. дис. ... докт. пед. наук., спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / К.С. Дунаев; Санкт-Петербургской научно-исследовательский

- институт физической культуры. — Санкт-Петербург. — 2008. — 15 с.
3. *Евдокимов Е.И.* Особенности изменений функции внешнего дыхания под воздействием физической нагрузки / Е.И. Евдокимов, Т.Е. Одинец, В.Е. Голец // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. — 2008. — №4. — С. 64—72.
  4. *Закусило М.П.* Эффективность адаптации до гипоксии — в покращенні стану функціональної системи дихання і підвищення працездатності у висококваліфікованих спортсменів / М.П. Закусило, П.О. Радзівський // Наукові записки. Біологія та екологія. — 2002. — Т.20. — С. 47—50.
  5. *Зорина Т.Б.* Интервальная гипоксическая гиперкапническая тренировка дзюдоистов / Т.Б. Зорина // Известия Уральского государственного университета. — 2009. — №3. — С. 191—194.
  6. *Коцан І.Я.* Особливості функції апарату зовнішнього дихання у молоді постпубертатного періоду онтогенезу / І.Я. Коцан, Т.В. Крамаревич // Фізика живого. — 2008. — Т. — 16. — №1. — С. 161—165.
  7. *Москаленко Н.* Критерії оцінки резервних можливостей зовнішнього дихання у спортсменів за даними комп'ютерної спірографії / Н. Москаленко, О. Луковська, А. Мірошніченко // Спортивний вісник Придніпров'я. — 2007. — №1. — С. 138-141.
  8. *Мясникова Е.Ф.* Применение методов интервальной гиперкопнической гипоксической тренировки в ациклических видах спорта / Е.Ф. Мясникова, Е.В. Головихин, Т.Б. Зорина // Научно-теоретический журнал «Ученые записки». — 2009. — №2. — С. 59—63.
  9. *Зміна стану системи дихання, аеробної продуктивності та працездатності в процесі багаторічної спортивної підготовки* // П.О. Радзівський, М.П. Закусило, Т.Г. Диба [та ін.] // Наукові записки. Біологія людини. — 2001. — Т.19. — С. 51—54.
  10. *Радзівський П.О.* Модельные характеристики функциональной системы дыхания лыжниц различной квалификации / П.О. Радзівський, М.П. Закусило, Т.Г. Диба // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. — 2002. — №1. — С. 46—53.
  11. *Романюк В.* Комплексне оцінювання функціональних можливостей системи дихання волейболісток / В. Романюк, Ю. Деркач // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : Збірник наукових праць. — 2008. — Т.3. — С. 321—325.
  12. *Старшов А.М.* Спирография для профессионалов / А.М. Старшов, И.В. Смирнов. — М.:Познавательная книга «пресс», 2003. — 76 с.

Надійшла до редакції 21.02.2010 р.

**Вовканыч Л.С., Виноградский Б.А., Власов А.П., Павлова Ю.А.** Особенности показателей системы внешнего дыхания биатлонистов высокой квалификации. Проведены исследования функционального состояния дыхательной системы спортсменов-биатлонистов высокой квалификации (юношей и девушек). Установлены особенности адаптивных изменений показателей внешнего дыхания биатлонистов в сравнении со здоровыми людьми и спортсменами других специализаций.

**Ключевые слова:** биатлон, внешнее дыхание, функциональное состояние, спирография.

**Vovkanych L.S., Vynohradskiy B.A., Vlasov A.P., Pavlova J.A.** Parameters of external respiration of high-qualified biathlons.

Researches of the functional state of external respiration system of biathlons with high qualification (male and female) have been performed. Features of adaptive changes in the parameters of external respiration of biathlons in comparison with healthy people and sportsmen of other specializations are established.

**Key words:** biathlon, external breath, functional condition, spiograph.