

УДК 612.221

ВПЛИВ ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ РІЗНОЇ НАПРАВЛЕНОСТІ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ У ВЕЛОСИПЕДИСТІВ ВИСОКОГО КЛАСУ

В. Д. Моногаров, В. А. Антікова

Проблемна лабораторія Київського інституту фізичної культури

Однією з умов спортивного удосконалення велосипедистів, які спеціалізуються в гонках на треку, є зростання об'єму та інтенсивності тренувальних навантажень, спостережуване в процесі цілорічного і багаторічного тренування.

Спеціальна направленість тренувального процесу велосипедистів з урахуванням характерних особливостей спринтерських гонок і переслідування на треку спричиняє певний вплив на розвиток функціональних можливостей організму в цілому і зовнішнього дихання, зокрема.

Ми вивчали ряд показників, що характеризують ефективність зовнішнього дихання щодо забезпечення організму киснем під час виконання роботи ступінчасто підвищеної потужності. Такий аналіз дозволяє також об'єктивно визначити працездатність організму [3—7].

Методика досліджень

Для виявлення впливу направленості тренувального процесу на ефективність зовнішнього дихання щодо забезпечення організму киснем ми обслідували висококваліфікованих велосипедистів (заслужених майстрів спорту СРСР і майстрів спорту СРСР міжнародного класу), 14 спринтерів і 16 переслідувачів у гонках на треку при виконанні ними роботи до відмовлення на велоергометрі із зростаючою потужністю (кожні 5 хв). Характеристика фізичного стану обслідуваних велосипедистів наведена в табл. 1, з якої видно, що відмінності у фізичному стані між велосипедистами спринтерами і переслідувачами незначні, лише вага тіла у спринтерів дещо більша і залежить від специфіки тренування, пов'язаної з розвитком, переважно, швидкісних можливостей.

У вихідному стані перед роботою, протягом усієї роботи і 15 хв найближчого відновного періоду реєстрували: частоту (f), глибину (V_T), хвилинний об'єм дихання ($\dot{V}_E$), склад видихуваного і альвеолярного повітря на двох модифікованих газоаналітичних апаратах типу «Спіроліт» [1], насичення артеріальної крові киснем — на оксигемографі; напруження CO_2 в артеріальній крові визначали на апараті мікро-Аструп.

Щохвилини обчислювали споживання кисню ($\dot{V}O_2$), виділення вуглекислоти, дихальний коефіцієнт, альвеолярну вентиляцію ($\dot{V}_A$), відношення $\dot{V}_A/\dot{V}_E$, кисневий ефект дихального циклу, вентиляційний еквівалент, співвідношення між об'ємною швидкістю надходження кисню в легені і альвеоли та споживання його тканинами, парціальний тиск кисню (P_{AO_2}) і вуглекислоти (P_{ACO_2}) в альвеолярному повітрі. Величину легеневого кровообігу визначали за [2]. Досліджувані показники обчислювали на ЕОМ БЕСМ-4 як в абсолютних, так і у відносних величинах (на кг ваги, кг знежиреної маси, m^2 поверхні тіла). Показники газообміну приведені до стандартних умов (STPD), легеневі об'єми — до умов BTPS.

Результати досліджень

При застосованій моделі навантаження з другої — третьої хвилини початкових ступеней у всіх обслідуваних спортсменів по більшості досліджуваних показників спостерігався відносно стійкий стан, що дозволяє приводити згадані інтенсивності роботи на різних ступенях наван-

таження до рівня споживання кисню, вираженого в процентах від максимального споживання кисню ($\dot{V}O_2 \max$). У обслідуваних велосипедистів інтенсивність роботи на першому, другому і третьому ступенях навантаження становила відповідно 40, 60 і 85% від $\dot{V}O_2 \max$, на четвертому ступені досягалось $\dot{V}O_2 \max$. Досягнення $\dot{V}O_2 \max$ контролювали за величиною газообмінного відношення наприкінці роботи і за наявністю точки «levelling off», тобто величини споживання кисню, після якої далі продовження роботи не приводить до підвищення $\dot{V}O_2$ і, крім того, воно починає знижуватися.

Проведені дослідження показали, що найбільш загальною особливістю впливу тренування з великими навантаженнями на діяльність зовнішнього дихання велосипедистів високого класу є стійке забезпечення адекватного споживання кисню при можливо менших зусиллях зовнішнього дихання. Характерною особливістю організму висококваліфікованих велосипедистів, що спеціалізуються як у спринтерських гонках так і в гонках переслідування, є великі функціональні можливості зовнішнього дихання. Для обслідуваних спортсменів притаманні різні індивідуальні рівні економізації зовнішнього дихання при різних інтенсивностях роботи. При виконанні роботи, яка потребує до 40% $\dot{V}O_2$ від $\dot{V}O_2 \max$, практично нема відмінностей від спеціалізації обслідуваних велосипедистів. Відмінності з'являються при роботі, яка потребує $\dot{V}O_2$, що становить близько 60% від $\dot{V}O_2 \max$, і особливо чітко виражені при збільшенні тяжкості навантаження, досягаючи максимальних значень на рівні $\dot{V}O_2 \max$.

Аналіз одержаних даних не виявив істотних відмінностей у досягненні максимальних показників легеневої вентиляції у обслідуваних велосипедистів. Проте розгляд динаміки вентиляторних об'ємів при стандартних рівнях потужності роботи підкреслює відмінності в економічності реакцій легеневої вентиляції у спортсменів різної спеціалізації (рис. 1). Відмінності абсолютної величини $\dot{V}_E$ проявляються на всіх рівнях навантаження, що передують досягненню $\dot{V}O_2 \max$. При більш низьких, стандартних рівнях навантаження $\dot{V}_E$ у велосипедистів-переслідувачів достовірно нижче, ніж у спринтерів. Як видно з рис. 1, з другого ступеня навантаження відзначені істотні відмінності і в структурі легеневої вентиляції, визначеної по співвідношенню V_T і f залежно від спеціалізації велосипедистів. У спринтерів підвищення $\dot{V}_E$ відбувалося внаслідок більшого почастищення дихання і меншої питомої ваги V_T у збільшенні вентиляції легень, в порівнянні з переслідувачами. Це приводило до більш низьких щодо $\dot{V}_E$ величин $\dot{V}_A$ спортсменів-спринтерів за рахунок збільшення об'єму фізіологічного мертвого дихального простору. Отже, частка $\dot{V}_A$ в $\dot{V}_E$ була більш високою у велосипедистів, які спеціалізуються в гонках переслідування, що, очевидно, й було однією з головних причин більшої ефективності зовнішнього дихання в цілому у цих спортсменів.

На підставі цих досліджень можна гадати, що особливістю регуляції легеневої вентиляції спринтерів при фізичному навантаженні є загальний більш високий рівень вентиляції, менша питома вага збільшення V_T і значніше почастищення дихання, а також вища функціональна

рухливість $\dot{V}_E$ за раз зміні інтенсивності роботи змін $\dot{V}_E$, $\dot{V}_T$ і т. ін. ступінь у порівнянні з переслідувачами.

Табл.

Характеристика фізичного стану обслідуваних

Досліджувані показники	Статистичні показники	Велосипедисти високого класу
		Спринтери
Вік, у роках	$\bar{x}$ σ	21,9 1,73
Вага, в кг	$\bar{x}$ σ	84,0 1,10
Зріст, у см	$\bar{x}$ σ	181,0 4,6
Стаж занять спортом, у роках	$\bar{x}$ σ	9,1 2,6
ЖЕЛ, в мл (BTPS)	$\bar{x}$ σ	567 6,2

Примітка. В табл. 1 наведені середні величини і середнє квадратичне відхилення.

Рис. 1. Динаміка частоти дихання (f), дихального об'єму (V_T), легеневої вентиляції ($\dot{V}_E$) протягом навантаження на велоергометрі у велосипедистів високого класу: а — спринтери, б — переслідувачі.

пускати у спринтерів до нервових істотних змін у регуляції вентиляції.

Оскільки менші умови створює гірші умови зрозуміла нижча частота дихання, видно з табл. 2, у спринтерів ступінь економізації дихання при підвищенні ефектів переслідування.

Нами були проаналізовані дані про функціональну діяльність організму протягом тренування високого класу, які свідчать про динаміку вентиляції легень і вуглекислоти у пер

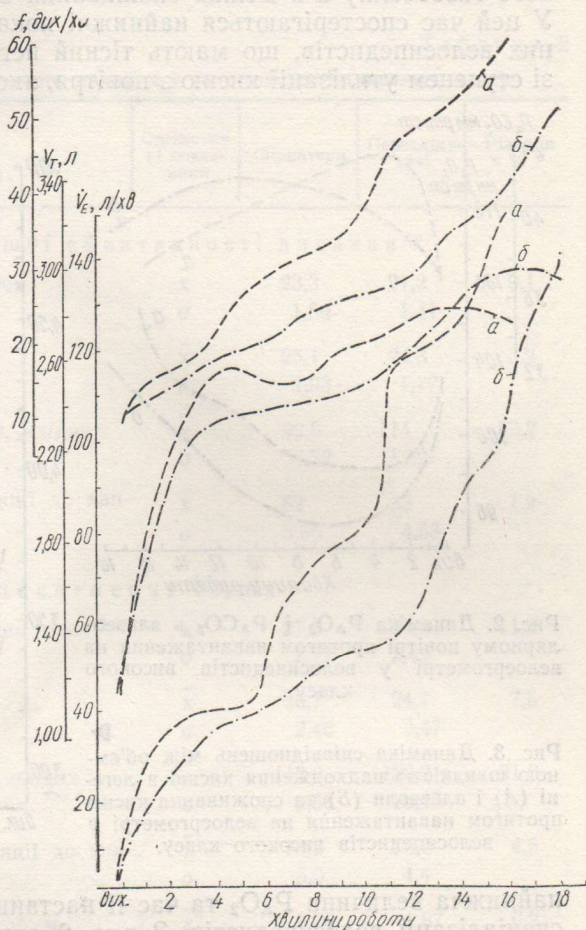
рухливість $\dot{V}_E$ за рахунок більш швидкого наростання як V_T , так і f при зміні інтенсивності роботи. На рис. 1 чітко видні більш виразні у спринтерів зміни $\dot{V}_E$, V_T і f на початку навантаження і при переході на наступний ступінь у порівнянні з переслідувачами. Ці факти дозволяють при-

Таблиця 1
Характеристика фізичного
стану обслідуваних

Досліджувані показники	Статистичні показники	Велосипедисти високого класу	
		Спринтери	Переслідувачі
Вік, у роках	$\bar{x}$	21,2	22,1
	σ	1,73	2,38
Вага, в кг	$\bar{x}$	84,6	79,7
	σ	1,16	3,18
Зріст, у см	$\bar{x}$	181,8	181,3
	σ	4,63	2,34
Стаж занять спортом, у роках	$\bar{x}$	9,1	9,0
	σ	2,6	3,4
ЖЕЛ, в мл (BTPS)	$\bar{x}$	5670	6070
	σ	6,21	6,19

Примітка. В табл. 1 і 2 наведені середні величини і середнє квадратичне відхилення.

Рис. 1. Динаміка частоти дихання (f), дихального об'єму (V_T), легеневої вентиляції ($\dot{V}_E$) протягом навантаження на велоергометрі у велосипедистів високого класу.
а — спринтери, б — переслідувачі.



пускати у спринтерів більш високу чутливість реакції легеневої вентиляції до нервових і, очевидно, гуморальних стимулів, що беруть участь у регуляції вентиляції легень.

Оскільки менш глибоке і більш часте дихання за інших однакових умов створює гірші умови для інтенсивного оновлення повітря альвеол, то зрозуміла нижча ефективність зовнішнього дихання у спринтерів. Як видно з табл. 2, у обслідуваних велосипедистів відзначений високий ступінь економізації зовнішнього дихання. Проте більшш можливості підвищення ефективності зовнішнього дихання спостерігаються у велосипедистів-переслідувачів.

Нами були проаналізовані деякі умови виведення вуглекислоти з організму протягом досліджуваного навантаження у велосипедистів високого класу, які спеціалізуються в різних видах гонок на треку. Аналіз динаміки вентиляційного еквівалента для CO_2 показав, що виведення вуглекислоти у переслідувачів і, особливо, в умовах $\dot{V}O_2 \max$ здійснюєть-

ся економніше, ніж у спринтерів. На це вказує і аналіз капнограми в заключних стадіях роботи при зіставленні парціального тиску вуглекислоти в артеріальній крові * та в повітрі кінцевих порцій видиху.

Динаміка P_{AO_2} підкреслює, що найбільш економичні умови легеневого газообміну є в межах споживання 30—70% кисню від $\dot{V}O_{2\max}$. У цей час спостерігаються найнижчі показники P_{AO_2} у всіх обслідуваних велосипедистів, що мають тісний негативний кореляційний зв'язок зі ступенем утилізації кисню з повітря, яке надходить у легені. Причому,

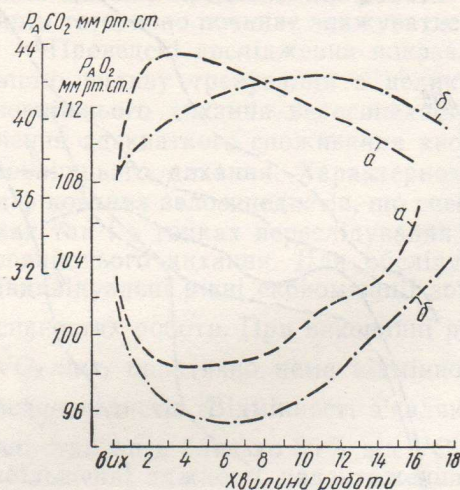
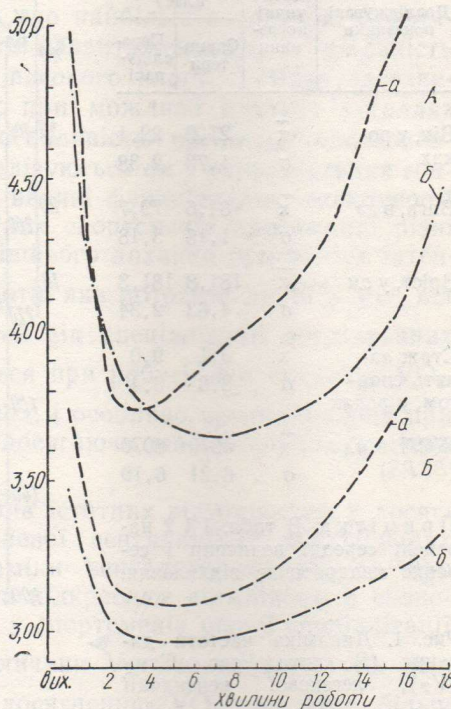


Рис. 2. Динаміка P_{AO_2} і P_{ACO_2} в альвеолярному повітрі протягом навантаження на велоергометрі у велосипедистів високого класу.

Рис. 3. Динаміка співвідношень між об'ємною швидкістю надходження кисню в легені (А) і альвеоли (Б) та споживання кисню протягом навантаження на велоергометрі у велосипедистів високого класу.



найнижча величина P_{AO_2} та час її настання розрізняються залежно від спеціалізації велосипедистів. З рис. 2 видно, що у переслідувачів відзначається достовірно більш низька величина P_{AO_2} на всіх рівнях навантаження.

Аналіз динаміки парціального тиску вуглекислоти в альвеолярному повітрі дозволив виявити високий максимальний показник P_{ACO_2} при фізичному навантаженні у велосипедистів-спринтерів (рис. 2). У цих самих спортсменів спостерігається більший діапазон змін P_{ACO_2} протягом навантаження, що може свідчити про більшу потужність буферних систем організму у велосипедистів-спринтерів в порівнянні з переслідувачами, видимо, пов'язану із застосуванням протягом багаторічного тренування великої питомої ваги навантажень чітко вираженого анаеробного характеру. Динаміка відношення альвеолярної вентиляції до легеневого кровообігу, як і дані парціального тиску газів в альвеолярному повітрі, свідчить про збереження кращих умов для утилізації кисню в

* Аналіз кривої вмісту CO_2 в альвеолярному повітрі одиничного видиху здійснювали паралельно з визначенням напруження CO_2 в артеріальній крові, взятій з пальця розігрітої руки, на апараті мікро-Аструп.

легенях і для виведення CO_2 з легень, які спеціалізуються на переслідуванні.

На більшу ефективність дихавців вказують і більш високі показники швидкості надходження кисню в легені (рис. 3).

Показники ефективності

Досліджувані

В точці

Вентиляційний еквівалент

Вентиляційний еквівалент

Кисневий ефект дихальних

Відношення альвеолярного об'єму дихання

Вентиляційний еквівалент

Вентиляційний еквівалент

Кисневий ефект дихальних

Відношення альвеолярного об'єму дихання

Відношення ЖЄЛ до д

* За 100% прийняті результати визначали за найменшою

Наведені дані про ефективність дихання у відношенні кислоти, спостережувані у переслідувачів, досягненню більших об'ємів споживання кисню в більшій аеробі.

Більш тривале навантаження дозволяє більш високі показники загальної витрати.

легенях і для виведення CO_2 аж до відмовлення від роботи у велосипедистів, які спеціалізуються в гонках переслідування на треку.

На більшу ефективність зовнішнього дихання у спортсменів-переслідувачів вказують і більш низькі показники співвідношень між об'ємною швидкістю надходження кисню в легені і альвеоли та споживання його тканинами (рис. 3).

Таблиця 2

Показники ефективності зовнішнього дихання у велосипедистів високого класу

Досліджувані показники	Статистичні показники	Спринтери	Переслідувачі	Різниця в % *
В точці найбільшої ефективності дихання **				
Вентиляційний еквівалент за киснем	$\bar{x}$	23,3	21,2	9,1
	σ	1,56	1,41	
Вентиляційний еквівалент за CO_2	$\bar{x}$	25,1	24,3	3,2
	σ	1,93	1,77	
Кисневий ефект дихального циклу, мл/дих	$\bar{x}$	92,5	114	23,2
	σ	9,32	11,9	
Відношення альвеолярної вентиляції до хвилинного об'єму дихання, в %	$\bar{x}$	82	83	1,2
	σ	3,55	4,53	
При досягненні $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$				
Вентиляційний еквівалент за киснем	$\bar{x}$	27,0	24,0	11,2
	σ	2,12	2,49	
Вентиляційний еквівалент за CO_2	$\bar{x}$	26,7	24,7	7,5
	σ	2,46	3,47	
Кисневий ефект дихального циклу, мл/дих	$\bar{x}$	112,0	136,2	21,6
	σ	9,56	10,45	
Відношення альвеолярної вентиляції до хвилинного об'єму дихання, %	$\bar{x}$	73,3	76,6	4,5
	σ	5,0	4,4	
Відношення ЖЄЛ до дихального об'єму	$\bar{x}$	1,76	1,87	6,2
	σ	0,36	0,30	

* За 100% прийняті результати спринтерів; ** точку найбільшої ефективності дихання визначали за найменшою величиною вентиляційного еквівалента.

Наведені дані показують, що підвищення ефективності зовнішнього дихання у відношенні забезпечення організму киснем і виведення вуглекислоти, спостережуване у велосипедистів, які спеціалізуються в гонках переслідування на треку, в процесі багаторічного тренування, сприяє досягненню більших як абсолютних, так і відносних максимальних величин споживання кисню і виведення вуглекислоти, і, отже, супроводжується більшою аеробною продуктивністю організму.

Більш тривале підтримання високої ефективності дихання протягом навантаження дозволяє довше підтримувати досягнуті рівні споживання кисню і виділення вуглекислоти і, очевидно, є однією з головних причин більш високої загальної працездатності у велосипедистів-переслідувачів.

Отже, відмінності впливу характеру спортивного тренування на аеробну продуктивність організму найбільш чітко проявляються в ступені розвитку механізмів ефективності легеневого газообміну. Сумарний вплив великих тренувальних навантажень, застосовуваних у процесі багаторічного тренування велосипедистами, які спеціалізуються в гонках переслідування на треку, сприяє кращому розвитку такого важливого механізму збільшення аеробної продуктивності організму, як ефективність зовнішнього дихання, ніж переважно швидко-силова направленість тренувального процесу велосипедистів, які спеціалізуються в спринтерських гонках на треку.

Проведені дослідження дозволяють припустити, що для розвитку аеробної продуктивності організму велосипедистів краще використати навантаження, застосовувані в тренуванні велосипедистами-переслідувачами.

Література

1. Каневский Е. В., Моногаров В. Д.— В кн.: Электронная техника в спорте, Киев, 1970, 126.
2. Комро Дж., Форстер Р., Дюбуа А., Бриско У., Карлсен Э.— Легкие. Клиническая физиология и функциональные пробы, М., 1961.
3. Летунев С. П.— Врачебные наблюдения за спортсменами в процессе тренировки, М., 1966, 45.
4. Моногаров В. Д.— В кн.: IX съезд Укр. физиол. об-ва, тез. докл., Киев, 1972, 257.
5. Фарфель В. С.— Медицинские проблемы исследования и управление тренированностью спортсменов, М., 1969, 103.
6. Astrand P.— Experim. studies of physiol., capacity in relation to sex and age, 1952.
7. Saltin B., Astrand P.— J. Appl. Physiol., 1967, 23, 3, 353.

Надійшла до редакції
13.XII 1974 р.

INFLUENCE OF TRAINING LOAD OF DIFFERENT DIRECTION ON EFFICIENCY OF EXTERNAL RESPIRATION IN HIGH-RANK CYCLISTS

V. D. Monogarov, V. A. Antikova

Problem Laboratory, Institute of Physical Culture, Kiev

Summary

The data are presented on changes in minute volume of respiration, alveolar ventilation and their ratios, utilization of oxygen from the alveolar air as well as on certain peculiarities of carbonic acid gas removal from the organism under physical load of different intensity in cyclists depending on the direction of the training process. The effect of the training process direction on the efficiency of the external respiration and development of aerobic productivity of an organism is detected. It is shown that a higher efficiency of external respiration observed in the cyclists specializing in pursuing races (track) contributes to reaching both great absolute and relative (per 1 kg of weight, 1 kg of fatless mass, 1 m² of body surface) maximal values of oxygen uptake and carbonic acid gas excretion to an increase in total efficiency of cyclists-persecutors.

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ

О. О. Навакатикя
Л. О. Зарицька

Київський ін

Сучасний етап розвитку пильною увагою досліджується [7, 18 та ін.]. При розгляді аспектів: індивідуальну ілення про норму, в тому виявлення відхилень від нормативних і, особливо, в якому, що оцінка групової арифметична величина та

У цьому зв'язку слід звернути увагу на особливостей розподілу закон розподілу є не тільки купності ознак, але й в [3, 4]. Уявлення про розподіл упорядкованості в про розподілі дістаються методами теорії імовірностей.

Дуже важливим є врахування особливостей казників, оскільки якісні або однієї з його систем або кількісних значень взаємозв'язку двох ознак приклад: скронево-плечові, відношення концентрації повне відображення діє рівні їх кореляційної закономірності у вивченні органів і систем статі обстежуваних. Для інших факторів може бути

Ми намагалися знайти ходів для оцінки стану нервового русла у груп практичних

У 280 практично здорових осіб: систолічний тиск у скроневої артерії (СС) систолічний (РС) і діастолічний (ДС) з допомогою ртутного сфінксометра методом.