

О.М. Лисенко

Зміни фізіологічної реактивності серцево-судинної та дихальної системи на зрушення дихального гомеостазу при застосуванні комплексу засобів стимуляції працездатності

Представлені результати дослідження впливу програми спеціальних допоміжних засобів стимуляції працездатності спортсменів високого класу на чутливість кардіореспіраторної системи до гіперкапічних і гіпоксичних зрушень дихального гомеостазу. Встановлено, що під впливом передстартового комплексу знижується чутливість вентиляторної реакції на CO_2 - H^+ -стимул у поєднанні зі зниженням її порогів, що свідчить про збільшення частки нейрогенного компоненту. Це створює умови для збільшення мобілізаційних властивостей кардіореспіраторної системи при одночасній економізації її реакції в умовах зрушень дихального гомеостазу, котрі характерні для напружених тренувальних і змагальних навантажень в спорті.

Ключові слова: кардіореспіраторна система, кваліфіковані спортсмени, гіпоксичні і гіперкапічні зрушення дихального гомеостазу, програма спеціальних допоміжних засобів стимуляції працездатності.

ВСТУП

Характерні для сучасного спорту довготривале напружене тренування в обраному виді спорту та інтенсифікація процесу підготовки спортсменів у цілому припускає все більш широке використання дозволених позатренувальних засобів. Останні спрямовані на прискорення процесів відновлення після напружених фізичних навантажень, а також на підвищення спеціальної працездатності спортсменів високого класу [13]. Одним з найбільш актуальних і, одночасно, найменш розроблених напрямів є розробка технології застосування спеціальних дій мобілізаційного типу для попередньої стимуляції (корекції) фізичної працездатності спортсменів у передстартових умовах змагань. Враховуючи високу специфічність вимог до мобілізаційних можливостей організму спортсменів, особливо в період змагальної діяльності, очевидна необхідність вивчення впливу подіб-

них позатренувальних засобів на регуляторні механізми термінової адаптації [8, 10, 11, 12]. При цьому слід зважати на особливості застосування таких засобів у спеціальних умовах попередньої стимуляції працездатності для конкретного виду змагальної діяльності. Крім того, треба брати до уваги, що всі дії тренувальних і позатренувальних засобів підготовки накладаються на індивідуальні особливості фізіологічної реактивності організму спортсменів. Це характеризує здатність організму певним чином реагувати на зовнішні і внутрішні подразники, яка виникає на спадковій основі і змінюється протягом життя [14, 15].

Проведені раніше дослідження [3] щодо застосування спеціального передстартового комплексу позатренувальних впливів мобілізаційного типу для спрямованої зміни працездатності спортсменів, які спеціалізувались у стрибках у довжину, свідчать про можливість його використання для більш

ефективного виконання тренувальних і змагальних серій стрибків. Причому такий ефект може виявлятися в процесі виконання першого або другого стрибків і достатньою мірою зберігатися в умовах наростання втоми при подальших спробах. Це дає змогу використовувати такий тип впливу в умовах змагальних стартів. Стимулювальний ефект комплексу, що включає спеціальні вправи з партнером і масажні маніпуляції, був показаний і при застосуванні у спортсменів-весалярів високого класу [4].

Фізичні вправи з партнером і попередні маніпуляції спеціального передстартового комплексу в цьому разі ймовірно спрямовані на полегшення діяльності «пускових» фізіологічних механізмів працездатності, і, в кінцевому підсумку, – орієнтовані на реалізацію енергетичного та функціонального потенціалу в процесі змагальної діяльності. Проте конкретні фізіологічні фактори, що пов'язані з формуванням таких ефектів, вимагають подальшого вивчення.

При формуванні методичних підходів у цьому дослідженні виходили з того, що гіперкапічна і гіпоксична стимуляція системи дихання, опосередкована хеморецепторами, і є основним механізмом, що установлює відповідність легеневої вентиляції інтенсивності метаболічних процесів в організмі [2, 5, 11, 18, 20]. Чутливість людини до гіпоксичних і гіперкапічних зрушень дихального гомеостазу значною мірою відображає загальну реактивність організму, швидкість і рівень відповідної реакції функціональних систем на дію подразників різного характеру. Ступінь реактивності функціональних систем незалежно від типу подразника тісно пов'язана з вентиляторною відповіддю на гіперкапічний стимул і, меншою мірою, на гіпоксичний [8, 9, 11, 12, 14].

Метою нашого дослідження було вивчення впливу спеціального комплексу попередньої стимуляції працездатності (вправ і масажних маніпуляцій) кваліфікованих весалярів на прояви фізіологічної реактивно-

сті кардіореспіраторної системи (КРС) при зрушеннях дихального гомеостазу (гіперкапічних і гіпоксичних).

МЕТОДИКА

Дослідження проводили на експериментальній базі Національного університету фізичного виховання і спорту України за участю висококваліфікованих 12 спортсменів-чоловіків віком від 19 до 24 років, які 8–14 років спеціалізувалися в академічному веслуванні. Для дослідження впливу спеціального передстартового комплексу позатренувальних впливів (СПКВВ) на регуляторні механізми використовували методи тестування реакції КРС на гіперкапічний ($\text{CO}_2\text{-H}^+$) і гіпоксичні зрушення дихального гомеостазу у стані спокою на основі розробленого раніше методичного підходу і критеріїв оцінки фізіологічної реактивності організму кваліфікованих спортсменів [7, 8, 9, 11]. СПКВВ включав масажні прийоми, які здійснювали в строгій послідовності, відповідно до зон іннервації спинномозкових сегментів, а також вправи з опором партнеру-маніпулятору (зусилля короточасні і близькі до максимальних) з акцентом на видих, який виконувався під час руху [3].

Показники реакції КРС на тестові впливи реєстрували в реальному масштабі часу за допомогою швидкодіючого ергоспірометричного комплексу «Oxuson Pro» («Jaeger», Німеччина). Визначали легеневу вентиляцію (V_E), частоту дихання (f_T), дихальний об'єм (V_T), концентрацію CO_2 і O_2 у видихуваному ($F_E\text{CO}_2$, $F_E\text{O}_2$ відповідно) і в альвеолярному повітрі ($F_A\text{CO}_2$, $F_A\text{O}_2$ відповідно), споживання O_2 (VO_2) і виділення CO_2 (VCO_2), парціальне напруження вуглекислого газу ($P_A\text{CO}_2$) та кисню ($P_A\text{O}_2$) в альвеолярному повітрі, частоту серцевих скорочень (ЧСС) і коефіцієнт дихальної аритмії ЧСС (КДА). Враховуючи, що вимірювання проводили у відкритій системі, показники зовнішнього дихання приведені до умов ВТРС (Gas at Body Temperature and

Pressure, Saturated), а газообміну – до умов STPD (Standard Temperature, Pressure, Dried of gas). Діагностичне обладнання відповідає міжнародним стандартам контролю якості (ISO-9001, ISO-13485) і безпечності.

Фізіологічну реактивність системи дихання оцінювали на підставі вимірів чутливості і стійкості реакцій на гіперкапнічні і гіпоксичні зрушення дихального гомеостазу. Прогресуючу гіперкапнічну стимуляцію на фоні підвищеного вмісту O_2 (50–60%) у газовій суміші створювали методом зворотного дихання [7, 11, 26]. При цьому нахил лінії залежності $V_E/P_A CO_2$ відображає приріст V_E на 1 мм рт.ст. збільшення $P_A CO_2$ і характеризує чутливість вентиляторної реакції до гіперкапнії ($\Delta V_E/\Delta P_A CO_2$, S). Екстрапольована точка перетину лінії $V_E/P_A CO_2$ з віссю абсцис (точка «апное», параметр B), характеризувала поріг вентиляторної реакції на CO_2 . Структуру вентиляторної відповіді оцінювали за співвідношенням Хью-Ейлера (60К/М), яке описує залежність між V_E і V_T за допомогою двох параметрів: нахилу лінії V_E/V_T (М або $\Delta V_E/\Delta V_T$) і точки її перетину з віссю абсцис (К – поріг реакції рецепторів розтягнення легень). Прогресуючу ізокапнічну гіпоксичну стимуляцію створювали методом зворотного дихання в діапазоні змін $P_A O_2$ від 135 до 45 мм рт.ст. [7, 11, 18].

Тестування реакції КРС на гіперкапнічні і гіпоксичні зрушення дихального гомеостазу проводили до і після застосування СПКВВ, в основу якого покладено комплекс вправ, що виконуються в стандартній послідовності і дозуванні, а також масажні маніпуляції мобілізаційного типу, описані раніше [3]. Статистичну обробку результатів проводили з використанням комп'ютерної програми «Microsoft Excel» з визначенням основних статистичних показників.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження показали виражені індивідуальні відмінності показників, які характеризують

зміни чутливості реакції КРС на CO_2 - H^+ -стимул. Вони визначались як у вихідних рівнях досліджуваних показників, так і у функціональних зрушеннях, котрі розвивалися в організмі в умовах прогресуючої гіперкапнічної стимуляції.

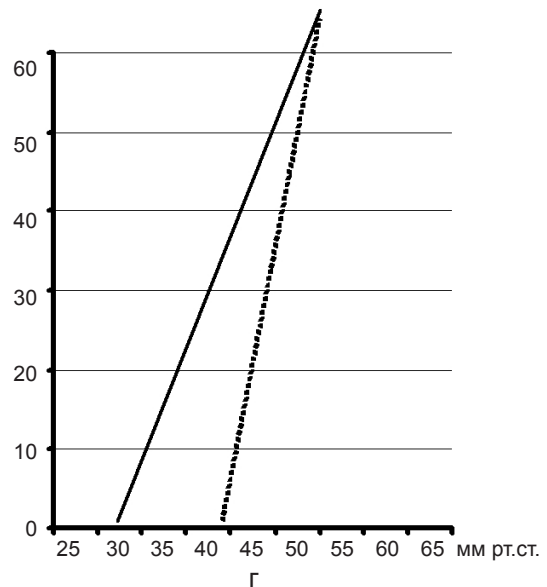
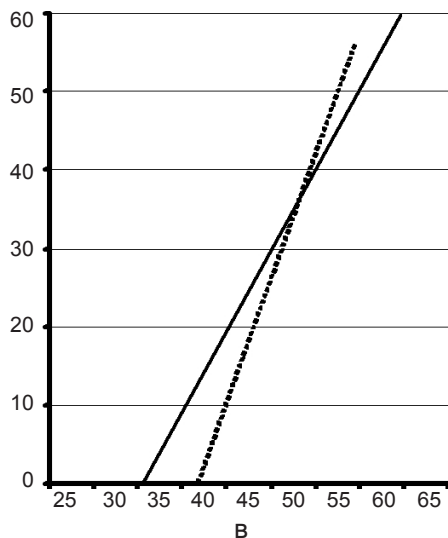
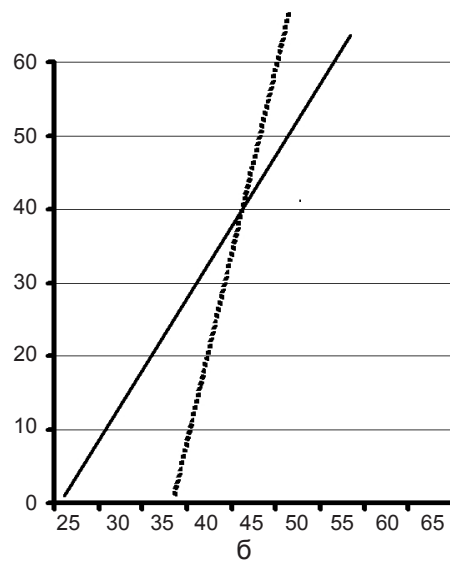
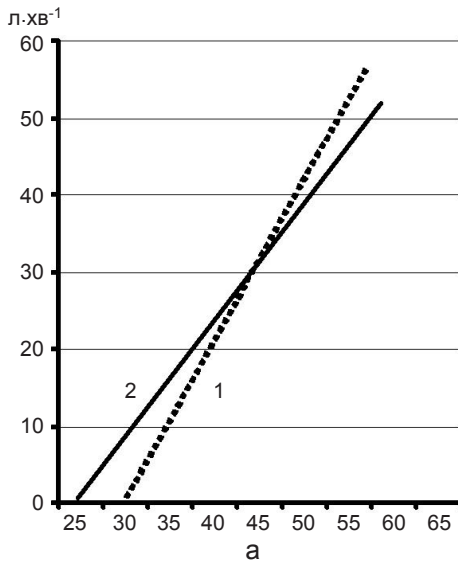
Мобілізувальний вплив СПКВВ проявився за основними характеристиками функціонування кардіореспіраторної системи вже за умов нормоксії – до проведення гіперкапнічних і гіпоксичних тестів. Після впливу СПКВВ у спортсменів відзначалося підвищення V_E , VO_2 , ЧСС, КДА. Такі зміни рівня функціонування КРС, можливо, зумовлювали і подальші зміни її реакції на гіперкапнічну і гіпоксичну стимуляцію. Так, за результатами кореляційного аналізу відзначається зворотний взаємозв'язок вихідного рівня V_E і VO_2 у нормоксичних умовах із змінами (у відсотках від вихідного рівня до впливу СПКВВ) чутливості реакції КРС ($r = -0,91$ $\Delta V_E/\Delta P_A CO_2$, $r = -0,95$ $\Delta V_E/\Delta V_T$, $P < 0,05$) та її порогів (точка «апное» $r = -0,98$, поріг реакції рецепторів розтягу легень $r = -0,99$, $P < 0,05$) після застосування СПКВВ. Тобто більш високий вихідний рівень функціонування КРС (до застосування СПКВВ) зумовлює менш виражені зміни її реакції на гіперкапнічну і гіпоксичну стимуляцію.

Індивідуальні відмінності реакції КРС на CO_2 - H^+ -стимул спостерігалися як до, так і після застосування СПКВВ мобілізаційного типу. На рисунку представлений приклад індивідуальних змін основних характеристик дихальної реакції на гіперкапнічну стимуляцію під впливом СПКВВ, які залежали від індивідуальної фізіологічної реактивності спортсменів. Відмічається залежність ступеня (у відсотках) змін основних характеристик реакції КРС на гіперкапнію після впливу СПКВВ від вихідного рівня порога вентиляторної реакції на CO_2 - H^+ -стимул (точка «апное», параметр B). Це підтверджує виявлена позитивна кореляційна взаємозалежність параметра B і змін чутливості вентиляторної реакції ($\Delta V_E/\Delta P_A CO_2$ та $\Delta V_E/\Delta V_T$

$r=0,94$, $P<0,05$), а також порогів реакції (точка «апное» $r=0,93$, поріг реакції рецепторів розтягнення легень $r=0,85$, $P<0,05$). Оскільки поріг вентиляторної реакції на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул характеризує чутливість центральних хеморецепторів до гіперкапнії, які менше піддаються впливу зовнішніх факторів (генетично зумовлені) [2, 5, 6, 11, 12, 20], то це може і визначати індивідуальну особливість реакції КРС спортсменів на СПКВВ.

Разом з тим такі зміни мали низку особли-

востей, які дають змогу відзначити найбільш загальні їх закономірності (таблиця). Так, виражена реакція КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул спостерігалася у спортсменів до застосування СПКВВ за «коефіцієнтом посилення» реакції вентиляції ($\Delta V_E/\Delta P_A\text{CO}_2$). Використання СПКВВ достовірно знижувало чутливість вентиляторної реакції на $50,6\% \pm 9,03\%$ ($P<0,05$). Це характеризувалося також зниженням V_E при стандартному рівні гіперкапнічної стимуляції, тобто при $P_A\text{CO}_2$ 50 мм рт.ст. Після застосуван-



Приклади залежності легеневої вентиляції (V_E , л·хв⁻¹) і напруження CO_2 в альвеолярному повітрі ($P_A\text{CO}_2$, мм рт.ст.) в умовах прогресуючої гіперкапнічної стимуляції у кваліфікованих спортсменів до (1) та після (2) застосування спеціального передстартового комплексу позатренувальних впливів

ня СПКВВ знижується реактивність КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул. Це може бути передумовою більш адекватної (точної) реакції на фізичне навантаження і збільшення рівня економічності функціонування дихальної і серцево-судинної систем в умовах метаболічного ацидозу.

Слід відмітити, що важливим механізмом оптимізації реакції КРС під впливом СПКВВ є зниження концентрації CO_2 в альвеолах, при якій відбувається «включення» вентиляторної реакції (поріг вентиляторної реакції, точка «апное»; таблиця). На фоні зменшення чутливості вентиляторної реакції на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул знижувався поріг вентиляторної реакції на CO_2 (див. рисунок, таблицю). Це свідчило про звуження зони нечутливості дихального центру (медулярних хеморецепторів) до $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимулу. Показано, що у значної частини кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються на довгих змагальних дистанціях, зменшена чутливість КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул, що компенсується зниженням порога вентиляторної реакції на CO_2 [9, 10, 11, 12]. Останнє на

рисунок виглядає як зміщення залежності $V_E/P_A\text{CO}_2$ «вліво», уповільнює накопичення, але прискорює виведення CO_2 з організму і тим самим компенсує знижену чутливість КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул і підтримує ефективність дихальної компенсації метаболічного ацидозу [6, 8, 9, 11, 12, 17, 21, 23, 24, 26].

У цілому така сама закономірність змін спостерігалася і в структурі дихальної реакції на CO_2 , яка багато в чому пов'язана з чутливістю рецепторів розтягнення легень. Останню оцінювали за допомогою відношення Хью–Ейлера [7, 8, 9, 16, 19], що описує лінійну залежність між рівнем легеневої вентиляції і дихальним об'ємом за допомогою двох параметрів: нахилом лінії залежності V_E/V_T ($\Delta V_E/\Delta V_T$) і точкою її перетину з віссю абсцис (параметр К).

У спортсменів до застосування СПКВВ рівень V_E , що відповідає стандартному значенню V_T 2 л, був вищим (див. таблицю). Після застосування СПКВВ він вірогідно зменшувався при стандартному значенні V_T 2 л (на $23,1\% \pm 2,07\%$) і значно меншому

Зміни вентиляторної і циркуляторної реакції в умовах прогресуючої гіперкапнічної стимуляції у кваліфікованих спортсменів до і після застосування спеціального передстартового комплексу позатренувальних впливів (СПКВВ), $\bar{X} \pm S$

Показники	Застосування СПКВВ	
	до	після
Приріст легеневої вентиляції на збільшення парціального напруження вуглекислого газу в альвеолярному повітрі ($\Delta V_E/\Delta P_A\text{CO}_2$)		
абсолютні значення, $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{мм рт.ст.}^{-1}$	4,678 \pm 0,091	2,370 \pm 0,732*
відносні значення, $\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{мм рт.ст.}^{-1}$	0,0519 \pm 0,017	0,0236 \pm 0,007*
Поріг вентиляторної реакції (точка «апное»), мм рт.ст.	35,85 \pm 2,65	26,30 \pm 3,96
Легенева вентиляція при $P_A\text{CO}_2$ 50 мм рт.ст. (V_{E50})		
абсолютні значення, $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$	4,589 \pm 0,126	4,607 \pm 0,201
відносні значення, $\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$	52,1 \pm 5,08	47,06 \pm 4,55
Легенева вентиляція при дихальному об'ємі 2 л ($V_{E2\text{л}}$)		
абсолютні значення, $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$	42,45 \pm 6,14	32,67 \pm 4,69
відносні значення, $\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$	430,85 \pm 39,49	333,47 \pm 26,83
Поріг реакції рецепторів розтягнення легень, л	1,197 \pm 0,278	0,633 \pm 0,149*
Приріст легеневої вентиляції на збільшення дихального об'єму ($\Delta V_E/\Delta V_T$), хв^{-1}	76,79 \pm 2,23	24,28 \pm 3,76*
Показник Ейлера (60К/М), $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$	1,300 \pm 0,128	1,547 \pm 0,216*

* $P < 0,05$.

прирості V_E на одиницю збільшення V_T ($36,6\% \pm 3,28\%$ від вихідного значення), що свідчило про знижену чутливості рефлексу Герінг–Брейера (на $23,2\% \pm 1,98\%$).

Застосування СПКВВ викликало зниження рівня порога реакції рецепторів розтягнення легень (на $38,9\% \pm 4,01\%$) у поєднанні з деяким підвищенням показника Ейлера.

В умовах прогресуючої гіперкапнії у обстежених спортсменів у певному діапазоні $P_A\text{CO}_2$ спостерігалось лінійне наростання дихальної аритмії серцевого ритму. Залежність КДА від $P_A\text{CO}_2$ дає змогу визначити не тільки максимальний прояв парасимпатичних впливів у регуляції серцевого ритму, а й їх стійкість. Зниження КДА вказувало на активізацію симпатичного каналу вегетативної регуляції серцевого ритму, що свідчило про збільшення мобілізаційної ролі вегетативної нервової системи в регуляторних механізмах термінової адаптації. При цьому наростала «ціна» регуляції та адаптації в цілому [1, 11, 12]. Після застосування СПКВВ $P_A\text{CO}_2$ на початок зниження КДА після досягнення максимальних значень (характеризує її стійкість) був достовірно нижчим ($P_A\text{CO}_2$ при КДА_{max} $40,02$ мм рт.ст. $\pm 2,54$ мм рт.ст.), ніж до впливу ($47,10$ мм рт.ст. $\pm 2,41$ мм рт.ст.). Це свідчило про більш раннє підвищення активності симпатичного каналу регуляції серцевого ритму після застосування зазначеного комплексу. У цей період відзначалися і вірогідно менші значення максимального прояву КДА, що також може свідчити про посилення активності симпатичних впливів у регуляції серцевого ритму.

За результатами кореляційного аналізу виявлена пряма взаємозумовленість значення $P_A\text{CO}_2$ на максимальному рівні прояву дихальної аритмії в умовах гіперкапнії і ступеня змін після впливу СПКВВ чутливості вентиляторної реакції на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул ($\Delta V_E/\Delta P_A\text{CO}_2$ $r=0,90$, $P<0,05$), а також порога вентиляторної реакції (точка «апное» $r=0,89$) і порога рецепторів розтягнення легень (параметр К $r=0,81$). Максимальне значення КДА в умовах

дії $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимулу найбільш тісно пов'язане зі ступенем змін під впливом СПКВВ чутливості вентиляторної реакції ($\Delta V_E/\Delta P_A\text{CO}_2$ $r=0,87$) і її порога (точка «апное» $r=0,82$) при гіперкапнії. Тоді як максимальний рівень прояву КДА при гіпоксії – зі змінами в структурі дихальної відповіді на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул ($r=0,91$ для $\Delta V_E/\Delta V_T$, $r=0,91$ для порога рецепторів розтягнення легень, $P<0,05$).

Подібні зміни реакції КРС після застосування СПКВВ свідчать про «включення» мобілізаційних механізмів термінової адаптації і одночасно про більше їх напруження в умовах прогресуючої гіперкапнічної стимуляції.

Аналіз змін під впливом СПКВВ рівня вентиляторної та циркуляторної реакції в умовах наростаючої ізокапнічної гіпоксії виявив вірогідні зміни лише для ЧСС при стандартному насиченні крові O_2 (SaO_2), рівному 84% (ЧСС_{84%}). Так, у спортсменів після застосування СПКВВ цей показник збільшувався на $22,53\% \pm 4,13\%$, а також відмічався більший приріст ЧСС від рівня SaO_2 96 до 84% ($\Delta\text{ЧСС}_{84\%}$). Цей приріст становить $86,9\% \pm 5,24\%$ від початкового рівня до застосування СПКВВ і свідчить про збільшення реактивності серцево-судинної системи на гіпоксію.

Крім того, рівень чутливості реакцій КРС до поступового збільшення ступеня гіпоксії, який оцінювався за приростом ЧСС на одиницю зміни SaO_2 , був найвищим після застосування СПКВВ ($\Delta\text{ЧСС}/\Delta\text{SaO}_2$ $1,493$ $\text{хв}^{-1} \cdot \% \pm 0,207 \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \%$) в порівнянні з початковим рівнем ($1,281$ $\text{хв}^{-1} \cdot \% \pm 0,306$, $P>0,05$). Це могло бути одним з факторів підвищення швидкості розгортання реакцій КРС під впливом СПКВВ.

Таким чином, використаний комплекс СПКВВ має певний мобілізаційний вплив на регуляторні механізми термінової адаптації. Це видно з результатів аналізу змін основних характеристик фізіологічної реактивності КРС в умовах прогресуючої гіперкапнічної стимуляції і, меншою мірою, гіпоксичного стимулу. Вважають, що ступінь реактивності

функціональних систем незалежно від типу подразника тісно пов'язана з вентиляторною відповіддю на гіперкапічний стимул і, менш істотно, на гіпоксичний [8, 9, 11, 12, 14, 20]. Причому одним з основних регуляторів дихальної системи є $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул і тому вплив багатьох факторів, що стимулюють дихання у людини, може бути описано зміною реакції на нього КРС [2, 5, 7, 18].

Слід відмітити, що зниження чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул під впливом СПКВВ поєднується зі зниженням порогів цієї реакції. Існує думка, що чутливість вентиляторної реакції на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул ($\Delta V_E/\Delta P_A\text{CO}_2$), відображає чутливість периферичних хеморецепторів, а рівень порога вентиляторної реакції на CO_2 (точка «апное») – чутливість центральних хеморецепторів [2, 5, 7, 11, 22, 23]. Таким чином, під впливом СПКВВ знижується чутливість периферичних хеморецепторів і підвищується центральних. Це свідчить про збільшення частки нейрогенного компоненту реакції під впливом СПКВВ, що створює передумови для збільшення мобілізаційних властивостей КРС при одночасній оптимізації її реакції (економізації) в умовах зрушень дихального гомеостазу, характерних для напружених тренувальних і змагальних навантажень.

Дослідження були проведені при тісній співпраці з д.н.фіз.вих. Виноградовим В.Є. (розробка комплексу спеціалізованих впливів та його подальше застосування).

Е.Н. Лысенко

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ НА СДВИГИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ГОМЕОСТАЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ СТИМУЛЯЦИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Представлены результаты исследования влияния программы специальных вспомогательных средств стимуляции работоспособности спортсменов высокого класса на чувствительность кардиореспираторной системы к гиперкапническим и гипоксическим сдвигам дыхательного гомеостаза. Установлено, что под влиянием предстарто-

вого комплекса отмечается снижение чувствительности вентиляторной реакции на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул в сочетании со снижением ее порогов, свидетельствующее об увеличении доли нейрогенного компонента. Это создает условия для увеличения мобилизационных свойств кардиореспираторной системы при одновременной экономизации ее реакции в условиях сдвигов дыхательного гомеостаза, характерного для напряженных тренировочных и соревновательных нагрузок в спорте.

Ключевые слова: кардиореспираторная система, квалифицированные спортсмены, гипоксические и гиперкапнические сдвиги дыхательного гомеостаза, программа специальных вспомогательных средств стимуляции работоспособности.

O.N. Lysenko

THE CHANGES OF PHYSIOLOGICAL REACTIVITY OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM TO RESPIRATORY HOMEOSTASIS WITH THE USE OF COMPLEX STIMULATION OF SPECIAL WORK CAPACITY

We present the influence of the program of special additional stimulation of work capacity of high-performance athletes on the sensitivity of cardiorespiratory system to hypercapnic and hypoxic shifts in respiratory homeostasis. We found that under the influence of the pre-start complex a decrease in the sensitivity of ventilator responses to $\text{CO}_2\text{-H}^+$ stimuli in combination with a reduction in the thresholds of the reaction take place. This creates conditions for increased mobilization properties of the cardiorespiratory system and economization of its reaction under conditions of changes of respiratory homeostasis characteristic of intense training and competitive loads in the sport.

Key words: cardiorespiratory system, skilled athletes, hypercapnic and hypoxic shifts in respiratory homeostasis, program of special additional stimulation means of special work capacity.

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Айдаралиев А.А., Баевский Р.М., Берснева А.П. Комплексная оценка функциональных резервов организма. – Фрунзе: Илим, 1988. – 162 с.
2. Бреслав И.С., Исаев Г.Г., Шмелева А.М. Значение хеморецепторных стимулов для скорости включения и выключения реакции дыхания на мышечную работу // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 1981. – 90, №5. – С.522–525.
3. Виноградов В.Е. Комплекс средств предварительной (предстартовой) стимуляции специальной работоспособности квалифицированных легкоатлетов – прыгунов в длину. Зб. наук пр.: Актуальні проблеми фізичної

- культури і спорту. – К.: Наук. світ, 2003. – С. 177–182.
4. Виноградов В. Використання засобів дихального тренування для корекції викликаного стомленням зниження кінетики і чутливості реакцій функцій енергозабезпечення роботи кваліфікованих спортсменів // Теорія і методика фіз. виховання і спорту. – 2004. – №1. – С.93–96.
 5. Исаев Г.Г. Регуляция дыхания при мышечной работе. – Л.: Наука, 1990. – 120 с.
 6. Исеев Л.В., Медных А.Я., Воробьев В.Е., Абдрахманов В.Р. Чувствительность аппарата регуляции дыхания к CO₂ в моделируемых условиях космического полета // Косм. биология и авиакосм. медицина. – 1988. – 22, №2. – С.16–20.
 7. Мищенко В.С., Кирилова Р.С. Про деякі особливості регуляції дихання дітей і підлітків, що займаються спортом // Фізіол. журн. – 1976. – 22, №2. – С.246–255.
 8. Мищенко В.С. Физиологические механизмы оптимизации реактивности системы дыхания человека при развитии ее функциональных возможностей в условиях напряженной спортивной тренировки. – В кн.: Медико-биологические основы подготовки квалифицированных спортсменов. – К.: КГИФК, 1986. – С.67–82.
 9. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. – К.: Здоровья, 1990. – 200 с.
 10. Мищенко В.С., Павлик А.И., Сиверский Д.Е. Дозирование однонаправленных нагрузок в микроциклах тренировки квалифицированных пловцов на основании контроля физиологической реактивности. – В кн.: Управление процессом адаптации организма спортсменов высокой квалификации. – К.: КГИФК, 1992. – С.46–56.
 11. Мищенко В.С., Лисенко О.М., Виноградов В.С. Типи фізіологічної реактивності системи дихання і специфіка прояву спеціальної працездатності спортсменів // Фізіол. журн. – 2006. – 52, №4. – С. 69–77.
 12. Мищенко В.С., Лисенко Е.Н., Виноградов В.Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте. – К.: Наук. світ, 2007. – 351 с.
 13. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. – К.: Олимп. лит-ра, 2004. – 808 с.
 14. Серебровская Т.В. чувствительность к гипоксическому и гиперкапническому стимулу как отражение индивидуальной реактивности человека // Патол. физиология и эксперим. терапия. – 1985. – 29, №5. – С.65–69.
 15. Bouchard C. Determinantes geneticos del rendimiento de resistencia / Eds. R.J. Shephard, P. – O.Astrand. – Barcelona: Paidotribo, 1996. – P.159–170.
 16. Campbell E., Agostoni E., Davis J. The Respiratory Muscle. – London, 1970. – 278 p.
 17. Clark J., Singlair R., Lenox J. Chemical and nonchemical components of ventilation during hypercapnic exercise in man // J. Appl. Physiol. – 1980. – 48, №6. – P.1065–1076.
 18. Cunningham D. The control system regulation breathing in man // Quart. Rev. Biophysics. – 1974. – 6, №6. – P.433–483.
 19. Euler C. von. On the functional organization of the generators of rhythmic motor synergy in breathing. – In: Central neurone environment and control systems of breathing and circulation. – Berlin, 1983. – P.157–163.
 20. Katayama K., Sato Y., Morotome Y., Shima N., Ishida K., Mori S., Miyamura M. Ventilatory chemosensitive adaptations to intermittent hypoxic exposure with endurance training and detraining // J. Appl. Physiol. – 1999. – 86, №6. – P. 1805–1811.
 21. Kelley M.A., Lauff M., Millman K. Ventilatory response to hypercapnia before and after athletic training // Respiratory. Physiol. – 1984. – 55. – P.393–400.
 22. Mc Clean P.A., Phillipson E.A., Martines D., Zamel D. Single breath of CO₂ as a clinical test of the peripheral chemoreflex // J. Appl. Physiol. – 1988. – 64, №1. – P.84–89.
 23. Okuma T., Fujitsuke N. Ventilatory response to hypercapnia during sprint and long-distance swimmers // Eur. J. Appl. Physiol. – 1980. – 43. – P.235–241.
 24. Ohyabu Y., Usami A., Ohyabu I., Ishida Y., Miyagawa C., Arai T., Honda Y. Ventilatory and heart rate chemosensitivity in track-and-field athletes // Eur. J. Appl. Physiol. – 1990. – 59. – P.460–464.
 25. Rebuck A.S. Measurement of ventilatory response to CO₂ by rebreathing // Chest. – 1976. – 70, Suppl. – P. –121.
 26. Wasserman K. Breathing during exercise // Engl. J. Med. – 1978. – 298, №14. – P.780–789.

Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України
E-mail: luslena@rambler.ru

Матеріал надійшов до
редакції 19.12.2011