

П.О. Радзівський, М.П. Радзівська

Гіпоксичне тренування у спорті вищих досягнень

Метод использования ИГТ в подготовке спортсменов высокой квалификации, согласно которому гипоксическая гипоксия и гипоксия нагрузки действуют на организм спортсмена в разное время, так как ИГТ проводится в покое, вне плановой спортивной тренировки, не мешая ее проведению, выгодно отличается от метода гипоксической тренировки в горных условиях, где на организм спортсменов одновременно и постоянно действует два типа гипоксии – гипоксия нагрузки и гипоксическая гипоксия. Высокая эффективность интервальной гипоксической тренировки в повышении аэробной производительности и работоспособности в спорте высших достижений обусловлена чередованием гипоксических воздействий с нормоксическими интервалами, во время которых уровень пластических процессов остается высоким, а напряжение кислорода в артериальной крови и тканях стремится к нормоксическому уровню.

ВСТУП

Проблема оптимізації діяльності функціональних систем організму людини з метою збереження і поліпшення здоров'я та працездатності залишається однією з важливих і актуальних проблем сучасної біології й медицини. Тепер усе більше уваги фізіологи і медики приділяють адаптації організму до гіпоксії різних типів і підвищенню в процесі такої адаптації функціональних можливостей зовнішнього дихання, кровообігу, транспорту кисню кров'ю до тканин і його утилізації в мітохондріях клітин [1, 5, 7 – 9, 14, 15, 18]. Тренувальний процес за гірських умов одержав широке поширення в спорті вищих досягнень [2, 5, 6, 15, 17, 18], однак залишаються мало дослідженими відмінності в механізмах адаптації людини до гіпоксичної гіпоксії в процесі гіпобаричної гіпоксії в горах і при нормобаричному інтервальному гіпоксичному тренуванні (ІГТ), що нині одержало широке поширення в медицині [4, 6, 14, 16] і спорті [3, 11 – 13].

Мета нашого дослідження – виявити ефективність адаптації до гіпоксичної гіпоксії в горах і в курсі нормобаричного ІГТ як засобів поліпшення стану функціональної системи дихання і працездатності людини.

МЕТОДИКА

Було використано системний підхід до оцінки стану функціональної системи дихання (ФСД), котра включає легеневе дихання, кровообіг, тканинне дихання. Цей підхід сполучає інструментальні дослідження з математичним моделюванням кисневих режимів організму (КРО), прогнозуванням стану ФСД, аеробної продуктивності та працездатності. Для розробки поставлених наукових завдань було проведено дослідження за нормоксичних умов і в горах при зниженому парціальному тиску кисню у вдихуваному повітрі (p_{IO_2}). Використовували: фізіологічні, біохімічні методи вивчення функціональної системи дихання, аеробної продуктивності і працездатності: спірометрія,

газовий аналіз повітря, що видихується, й альвеолярного повітря, реєстрація частоти серцевих скорочень (ЧСС), визначення і розрахунок хвилинного об'єму крові, кислотно-лужного стану крові, вмісту в ній гемоглобіну, лактату, сечовини в спокої та у динаміці м'язової діяльності. Максимальне споживання кисню (МСК) визначали за допомогою ергометричного тесту з навантаженням, що підвищувалося ступінчасто. Методи вивчення загальної та спеціальної працездатності спортсменів протягом річного циклу підготовки включали: анкетування, аналіз змагальної діяльності, педагогічне тестування, метод автоматизованого аналізу функції системи дихання, аеробних можливостей організму і працездатності; методи математичної статистики.

Було обстежено шість груп спортсменів, серед них три групи спортсменів, що спеціалізуються у велоспорті. До I групи ввійшли 14 жінок віком ($22,4 \pm 1,8$) роки, масою ($57,7 \pm 1,4$) кг, довжиною тіла ($168,5 \pm 2,1$); до II групи – 12 жінок віком ($24,7 \pm 1,3$) роки, масою ($59,4 \pm 1,1$) кг, довжиною тіла ($165,0 \pm 2,3$); до III групи – 16 жінок віком ($20,3 \pm 2,8$) років, масою ($57,7 \pm 1,4$) кг, довжиною тіла ($163,3 \pm 1,2$) см. Усі спортсменки були дуже високої спортивної кваліфікації – заслужені майстри спорту (ЗМС), майстри спорту міжнародного класу (МСМК). Також було обстежено 21 спортсменку, що спеціалізувались у академічному веслуванні (IV група), віком ($22,3 \pm 2,1$) роки, масою ($74,8 \pm 1,3$) кг, довжиною тіла ($183,4 \pm 2,1$) см, спортивна кваліфікація МСМК майстри спорту (МС). Спортсменки-волейболістки (27 жінок) склали V групу: вік ($18,5 \pm 2,4$) років, маса ($67,3 \pm 4,1$) кг, довжина тіла ($174,0 \pm 6,0$) см, спортивна кваліфікація – МС, кандидати у майстри спорту (КМС). Легкоатлети-спринтери (12 чоловік) ввійшли до VI групи: вік ($21,0 \pm 0,78$) років, маса ($73,9 \pm 1,4$) кг, довжина тіла ($179,4 \pm 1,5$) см,

спортивна кваліфікація – МС, МСМК.

Спортсмени I і III груп були обстежені до, протягом і після місячної адаптації до гіпобаричної гіпоксичної гіпоксії за умов середньогір'я. Обстежені II, IV, V і VI одержали курс ІГТ.

Курс ІГТ для спортсменок складався з 24 сеансів, що проводили щодобово, крім неділей, після сніданку перед денним тренувальним заняттям. Кожен сеанс ІГТ містив у собі 5 5-хвилинних серій вдихань гіпоксичних сумішей з 11 % кисню (з 1-го по 8-й сеанс), 10,5 % кисню (з 9-го по 18-й сеанс), 10 % кисню (з 19-го по 24-й сеанс), що чергуються з 5-хвилинними нормоксичними інтервалами.

У курсі ІГТ, проведеного нами для легкоатлетів-спринтерів, у перші дві доби спортсмени вдихали гіпоксичну газову суміш (ГГС) з 11 % O_2 , потім протягом тижня – з 10 % і в останні доби – з 9 % O_2 . Тривалість вдихання гіпоксичної суміші і нормоксичних інтервалів були 1 хв, кількість серій у сеансі – 30 (загальна тривалість гіпоксичного впливу – 30 хв). Курс ІГТ – 15 діб.

Для визначення реакції організму спортсменів на вдихання гіпоксичної суміші проводили гіпоксичний тест. При нормальному вмісті кисню (20,9 %) у вдихуваному повітрі, до вдихання ГГС, а також на 3-й і 8-й хвилини дихання ГГС реєстрували: ЧД, ХОД за допомогою волюметра "Atem volumeter 45084" (Німеччина), газовий склад вдихуваного, видихуваного, альвеолярного повітря – на апараті "Спіроліт" (Німеччина), S_{aO_2} і ЧСС реєстрували протягом усього тесту за допомогою пульсового оксиметра "Oxishuttle" (США). Подачу гіпоксичної суміші забезпечували апаратом "Гіпоксикатор", що конвертує навколишнє повітря з 20,9 % O_2 в газову суміш з бажаним вмістом кисню (від 8 до 20 % O_2 в N_2). До і після тесту відбирали проби крові (з пальця) для біохімічного аналізу з визначався вміст гемоглобіну та лактату.

До і після курсу ІГТ крім описаних вище тестів проводили і такі, що дозволили говорити про зміни аеробної продуктивності та фізичної працездатності в результаті проведеного курсу. Всі тести проводили при нормальному вмісті O_2 до курсу ІГТ і після нього, залежно від спортивної спеціалізації. Тестування здійснювали на вело- і гребному ергометрі, а також за природних умов спортивної діяльності.

За даними щоденників спортсменів проводили аналіз параметрів тренувальних і змагальних навантажень, вивчали протоколи змагань, аналізували результати лабораторного тестування на велоергометрі і тестування працездатності за природних умов тренувальної діяльності.

РЕЗУЛЬТАТИ

Результати досліджень показали, що переїзд до середньогір'я викликає в організмі

кваліфікованих спортсменок компенсовану гіпоксію, що проявляється не тільки у посиленні функції системи дихання, але і призводить до перерозподілу її резервів.

Слід зазначити, що стан ФСД у спокої на різній висоті в горах залежить від ступеня зниження pO_2 . Відхилення показників від аналогічних за умов рівнини були що вищі, то більше знижувався парціальний тиск кисню у вдихуваному повітрі.

Перебування на висоті 2100 м над рівнем моря у першу добу викликає у спортсменок вірогідне зниження працездатності й аеробної продуктивності, що вимагає зниження об'єму і, особливо, інтенсивності тренувальних навантажень (табл. 1, 2).

Внаслідок адаптації до гіпоксії в горах стан ФСД висококваліфікованих велосипедисток порівняно з результатами обстеження, проведеного в перші доби, покращився, однак лабораторні дослідження фізичної працездатності, здійснені на початку та наприкінці тренувального збору,

Таблиця 1. Зміна показників зовнішнього дихання у велосипедисток при навантаженні з максимальним споживанням кисню

Показник	Перебування на рівнині	Перші доби перебування у середньогір'ї	Через 3 тиж перебування у середньогір'ї	Перебування на рівнині після повернення в умови середньогір'я
Максимальна потужність роботи, Вт	300±10	250±20*	250±10*	350±10***
Частота дихання, хв ⁻¹	47,0±2,0	54,0±2,0	52,0±2,0	46,0±2,0
Дихальний об'єм, мл	1874±15	1844±16	1925±20**	1973±25
Хвилинний об'єм дихання, л·хв ⁻¹	88,1±1,02	99,60±2,12*	100,10±3,50	90,8±2,20
Альвеолярна вентиляція, л·хв ⁻¹	74,5±1,4	81,1±1,9*	83,1±1,4	77,3±2,4
Частка альвеолярної вентиляції у хвилинному об'ємі дихання, %	84,6±0,08	81,50±0,50*	83,0±1,0	85,2±1,1
Споживання кисню, мл·хв ⁻¹	3172±43	2792±38*	2803±47	3415±55***
Питоме споживання кисню, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	53,8±2,31	47,32±1,18	47,99±1,01	58,5±2,39

Примітка. Тут і в табл. 2 *Розходження з результатами вихідного тестування вірогідні ($P<0,05$).** Розходження між показниками перших днів перебування у середньогір'ї та після 3 тиж перебування у середньогір'ї ($P<0,05$).*** Розходження між показниками після 3 тиж перебування у середньогір'ї та після повернення на рівнину вірогідні ($P<0,05$).

Таблиця 2. Зміна показників кровообігу і дихальної функції крові велосипедисток при навантаженні з максимальним споживанням кисню

Показник	Перебування на рівнині	Перші доби перебування у середньогір'ї	Через 3 тиж перебування у середньогір'ї	Перебування на рівнині після повернення у умови середньогір'я
Частота серцевих скорочень, хв ⁻¹	192±3	198±5	196±3	186±2***
Хвилинний об'єм крові, л хв ⁻¹	24,96±0,12	24,55±0,15	24,89±0,21	24,81±0,45
Ударний об'єм, мл	130±5	121±4	127±3	132±4
Киснева ємність крові, мл·л ⁻¹	192,8±4,5	193,1±3,3	197,2±3,8	201,3±3,0
Насичення артеріальної крові киснем, %	88,0±0,5	85,0±0,5*	86,0±0,5	89,0±0,5***
Вміст кисню у артеріальній крові, мл·л ⁻¹	169,7±1,5	164,1±1,2*	169,6±1,4	179,2±1,8***
Артеріо-венозне розходження за киснем, мл·л ⁻¹	127,1±2,4	113,8±1,2*	112,6±2,4	137,6±1,9***
Вміст кисню у змішаній венозній крові, мл·л ⁻¹	42,6±2,15	50,30±2,20	56,99±1,01**	41,6±0,62***
Насичення змішаної венозної крові киснем, %	22,1±0,44	26,10±0,90	28,9±1,10	20,7±1,71***
Вміст гемоглобіну, г·л ⁻¹	141,8±1,2	142,0±1,0	145,0±2,0	148,0±3,0

показали, що 3-тижневе перебування спортсменок у середньогір'ї, за умов зниженого парціального тиску кисню у вдихуваному повітрі, не призводить до значного підвищення потужності максимальних велоергометричних навантажень і рівня МСК (див. табл. 1, 2).

Про підвищені можливості ФСД, працездатності й аеробної продуктивності після місячної адаптації до двох типів гіпоксії можна було говорити за результатами обстеження після повернення спортсменок у нормоксичні умови. Вони показали, що тренувальний збір у горах призвів до підвищення потужності ФСД, позитивно відбився на аеробній продуктивності та працездатності, які після повернення обстежених у нормоксичні умови вірогідно збільшувалися.

Усе вищевикладене дозволяє зробити висновок про те, що 3-тижневий навчально-тренувальний збір (НТЗ), проведений за умов середньогір'я, коли на організм

спортсмена діє крім гіпоксії навантаження і гіпоксична гіпоксія, істотно поліпшує показники ФСД і параметри КРО. Зростання економічності ФСД помітно підвищує аеробну продуктивність і працездатність спортсменок.

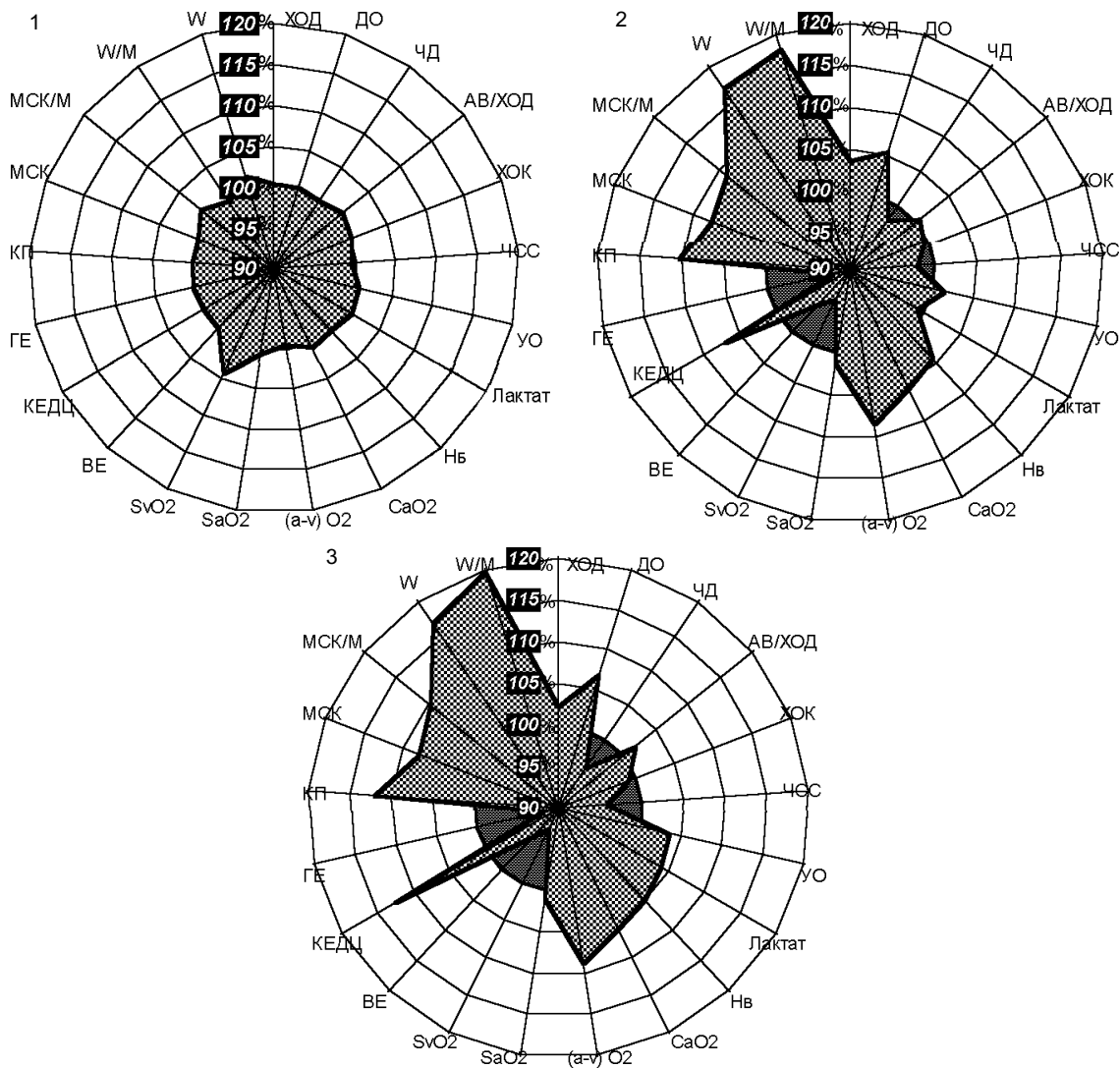
Потужність критичних велоергометричних навантажень збільшилася на 15 – 17 %, а максимальне споживання кисню (МСК) – інтегральний показник аеробних можливостей організму – збільшилося за один тренувальний збір у горах на 7,66%±1,2 %. При цьому, за один НТЗ, проведений за умов рівнини, де на організм спортсменок діяв лише один тип гіпоксії – гіпоксія навантаження, вірогідних змін стану ФСД, збільшення аеробних можливостей і працездатності нами не виявлено (рисунок).

Підкреслюючи наявність позитивних зрушень стану ФСД, КРО, аеробної продуктивності, працездатності спортсменів після 3-тижневого перебування на висоті

2100 м над рівнем моря, слід зазначити складність організації і проведення НТЗ у горах: не завжди є умови для повноцінного спортивного тренування; у зв'язку з процесом акліматизації виникає необхідність більш тривалого перебування в горах, ніж терміни звичайних тренувальних зборів; великі матеріальні витрати на оренду приміщень, на транспорт тощо; і, найголовніше, недостатність наукового обґрунтування побудови тренувального

процесу в гірських умовах для досягнення необхідного рівня акліматизації і залежного від нього ефекту підготовки в горах, що зумовлює функціональні можливості і спортивні результати в нормоксичних умовах. Усе вищенаведене змусило вести пошук нових методів і засобів, здатних доповнити або замінити тренувальний процес у горах.

Метод використання нормобаричного ІГТ у підготовці спортсменів, під час яко-



Зміна показників функціональної системи дихання і працездатності велосипедисток протягом одного навчально-тренувального збору: 1 - на рівнині; 2 - у горах; 3 - після курсу інтервального гіпоксичного тренування на тлі планового тренувального гіпоксичного навантаження.

го гіпоксична гіпоксія і гіпоксія навантаження діють на організм у різний час, тому що ІГТ проводиться у спокої, до планового спортивного тренування, не заважаючи його проведенню, вигідно відрізняється від спортивної підготовки в гірських умовах, де на організм спортсменів одночасно і постійно впливає гіпоксія двох типів – гіпоксична гіпоксія і гіпоксія навантаження.

На відміну від цього роздільний вплив гіпоксичної гіпоксії та гіпоксії навантаження, коли фізіологічні механізми, що компенсують ці два типи гіпоксії, не нашаровуються, а доповнюють один одного, дозволяє спортсменам тренуватися за планом, не знижуючи об'єм й інтенсивність навантажень, внаслідок чого створюються більш сприятливі умови для поліпшення стану ФСД, підвищення аеробної продуктивності, розвитку загальної і, що особливо важливо, спеціальної працездатності, тобто тих якостей, що визначають можливість досягнення високих спортивних результатів.

Порівняння результатів велоергометричного тесту, проведеного до і після курсу ІГТ, показало, що потужність максимально здійсненого навантаження за 3 тиж роздільного впливу двох типів гіпоксії підвищилася на $16,6\% \pm 2,4\%$, при цьому рівень МСК збільшився на $9,5\% \pm 1,5\%$. Як показав порівняльний аналіз ефективності впливу природних гіпоксичних впливів (тренування в середньогір'ї) і штучного гіпоксичного тренування (ІГТ) приріст МСК після збору в горах був трохи нижчим, ніж після 3-тижневого курсу ІГТ на рівнині. Інших вірогідних відмінностей у динаміці стану ФСД, аеробній продуктивності та загальній фізичній працездатності після збору в горах і в результаті курсу ІГТ нами не відзначено (див. рисунок).

Відсотковий приріст рівня спеціальної працездатності, визначений за умов природної змагальної діяльності у спортсме-

нок, після мезоциклу в середньогір'ї вірогідно не відрізнявся від такого на його початку. Після курсу ІГТ рівень спеціальної працездатності у велосипедисток підвищився вірогідно більше, ніж після НТЗ у горах. Визначення спеціальної працездатності проводилося нами за природних умов спортивної діяльності велосипедисток (індивідуальна гонка 20 км). Середня швидкість проходження контрольної дистанції після НТЗ із ІГТ зросла вірогідно більше (з $35,89 \pm 0,45$ до $37,65 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1} \pm 0,55 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$), ніж після НТЗ у середньогір'ї і після мезоциклу на рівнині. Слід зазначити, що мезоцикли спортивної підготовки, аналізовані нами в роботі, були проведені на початку підготовчого періоду річного циклу, коли спортсменки тільки підходили до своєї оптимальної спортивної форми.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Метод ІГТ виявився високоефективним у підготовці спортсменів. Під час його курсу гіпоксична гіпоксія та гіпоксія навантаження діють на організм спортсменів у різний час, тому що ІГТ проводиться в спокої, до планового спортивного тренування, не заважаючи його проведенню. Це вигідно відрізняє даний метод від гіпоксичного тренування за гірських умов, де на організм спортсменів одночасно і постійно діє гіпоксія двох типів - гіпоксія навантаження і гіпоксична гіпоксія, і може проявитися адитивна деструктивна дія обох типів гіпоксії.

Наші спостереження підтвердили проведені на математичних моделях дослідження [7], у яких було виділено пріоритетні ознаки компенсації гіпоксії навантаження як за умов рівнини, так і за умов зниженого парціального тиску кисню у вдихуваному повітрі. Це - високий кисневий запит, що потребує високого рівня споживання кисню; високі градієнти

парціального тиску кисню і споживання його в тканині, що є типовими ознаками зони гіпоксії в м'язовій тканині; посилений обмін кисню між кров'ю і тканиною; зниження середнього рівня напруження кисню в тканинах і наявність потенційних аноксичних зон у самих несприятливих з погляду доставки O_2 ділянках (lethal corners), формування значного кисневого боргу. В умовах адитивної дії гіпоксичної гіпоксії і гіпоксії навантаження вирішальну роль відіграють дифузійні обмеження доставки кисню до мітохондрій м'язів – головний фактор, що лімітує транспорт кисню у м'язовій тканині, а також розвиток венозної гіпоксемії, внаслідок інтенсивної утилізації кисню з крові.

Висока ефективність ІГТ у поліпшенні стану всіх ланок ФСД у спортсменів зумовлена чередуванням гіпоксичних впливів і нормоксичних інтервалів між ними, під час яких рівень пластичних процесів залишається підвищеним, а напруга кисню у артеріальній крові і тканинах збільшується до нормоксичних значень.

Сполучення роздільного проведення в ті самі терміни ІГТ і традиційного планового тренувального процесу підвищує ефективність конструктивної дії гіпоксії. Комбінований вплив гіпоксичної гіпоксії і гіпоксії навантаження істотно поліпшує стан ФСД, підвищує аеробну продуктивність і працездатність спортсменів.

Ключовим питанням при використанні ІГТ у спорті вищих досягнень є індивідуальне добирання гіпоксичної суміші, що не має ушкоджувальної дії, а викликає в організмі спортсмена зрушення, характерні для субкомпенсованої гіпоксії. При більш різкому зниженні p_{IO_2} тканинна гіпоксія стає генералізованою, що робить адаптацію до гіпоксії неможливою.

P.O. Radziewsky, M.P. Radziewskaya

HYPOXIC TRAINING DURING THE PREPARATION OF HIGH QUALIFICATION SPORTSMEN

Normobaric intermittent hypoxic training (IHT) is an effective method for improving of the functional respiration system (FRS) state, increase of aerobic productivity, general and special capacity for work in sportsmen of high qualification. The advantage of the use of intermittent hypoxic training during the preparation of high qualification sportsmen is so that hypoxic hypoxia and hypoxia of load influence on the sportsman organism in different time (IHT is doing during the rest, out of the planned sport training without the influence on it). This is a difference with the hypoxic training in mountain conditions where two types of hypoxia influence on the sportsman organism simultaneously and permanently – hypoxia of load and hypoxic hypoxia, and additive destructive action of the both types of hypoxia may be revealed. High efficacy of intermittent hypoxic training in improving of all parts of sportsmen FRS is a result alternating of hypoxic influences and normoxic intervals between them during which the level of plastic processes remains increased, oxygen tension in arterial blood and tissues increases to normoxic values. After IHT course, the state of respiration organs improves, the respiration volume, part of alveolar ventilation in the minute volume of respiration, saturation of arterial blood by oxygen, haemoglobin content in blood – increase as well as increase economy and efficacy of oxygen regimes of organism, general and special (especially important) physical capacity for work increase too.

National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Белошицкий П.В., Колчинская А.З., Радзиевский П.А., Андреева А.П. Лечение больных железодофицитными анемиями жителей аридной зоны в условиях горных высот. – В кн.: Адаптация и резистентность организма в условиях гор. – К.: Наук. думка, 1986. – С. 176 – 183.
2. Булатова М.М., Платонов В.Н. Спортсмен в различных климато-географических условиях. – К.: Олимп. лит-ра, 1996. – 256 с.
3. Закусило М.П., Радзиевский П.А. Влияние курса интервальной гипоксической тренировки на состояние функциональной системы дыхания и физическую работоспособность спортсменок-волейболисток подросткового возраста // Педагогіка, психологія та мед.-біол. проблеми фіз. виховання і спорту. – 2001. – №1. – С. 21 – 27.
4. Закусило М.П., Хацуков Б.Х., Радзиевский П.А. Эффективность адаптации к гипоксии в курсе интервальной гипоксической тренировки в лечении

- железодефицитной анемии на этапе санаторно-курортного лечения // Агрокурорт. – 2000. – Вып. 3. – С. 41 – 50.
5. Колчинская А.З. Кислород. Физическое состояние. Работоспособность. – К.: Наук.думка, – 1990. – 236 с.
 6. Колчинская А.З., Радзиевский П.А. Использование адаптации к гипобарической гипоксии в медицине и спорте. – В кн.: Адаптация к гипобарической гипоксии, лечебное и тренирующее действие. – М.-Нальчик, 2001. – С. 22 – 53.
 7. Маньковська І.М. Лябах К.Г Транспорт кисню у м'язовій тканині в процесі адаптації до гіпоксичної гіпоксії // Усп. експерим. медицини і біології. – 2002. – 471.- С. 295 – 306.
 8. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. – М.: Наука, 1981. – 279 с.
 9. Миняйленко Т.Д., Пожаров В.П., Середенко М.М. и др. Особенности кислородного обеспечения организма при бронхиальной астме в условиях высокогорья. – В кн.: Использование горного климата с лечебной и профилактической целью - Нальчик, 1988. – С. 42 – 46.
 10. Радзиевский П.А. Изменение состояния системы снабжения организма кислородом у высококвалифицированных велосипедисток в горах на разной высоте // Педагогіка, психологія та мед.-біол. проблеми фіз. виховання і спорту. – 2000. – № 20. – С. 36 – 44.
 11. Радзиевский П.А. Использование гипоксической тренировки в спортивной медицине // ВМН. – 1997. – №3. – С. 28 – 31.
 12. Радзиевский П.А., Шпак Т.В., Баканычев А.В., Полищук Н.В. Эффективность применения интервальной гипоксической тренировки в гребном спорте // Гипоксия медикал. – № 2. – С. 30 – 33.
 13. Радзівський П.О., Діба Т.Г. Ефективність використання інтервального гіпоксичного тренування у легкоатлетів-бігунів // Молода спорт. наука України. – 2001. – Т.1. – Вип. 5. – С. 324 – 326.
 14. Серебровская Т.В., Сахарчук Н.Н. Свободно-радикальные процессы при адаптации к гипоксии в норме и при болезни Паркинсона. – В кн.: Мат. междунар. конф. “Гипоксия: конструктивное и деструктивное действие”. – К., 1998. – С.180 – 181.
 15. Сиротинин Н.Н. Гипоксия и ее значение в патологии. – В кн.: Гипоксия. – К.: Изд-во АН УССР, 1949. – С. 19–28.
 16. Стрелков Р.Б. Нормобарическая гипокситерапия: Метод. рекомендации – М.: Изд-во Минздрава России, 1994. – 13 с.
 17. Суслов Ф.П. Тренировка в условиях среднегорья как средство повышения спортивного мастерства: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1983. – 48 с.
 18. Hochachka P.W. Mechanism and evolution of hypoxia – tolerance in humans // J. Exper. Biology. – 1998. – 201. – P.1243 – 1254.

*Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України,
Київ*