

УДК 796.015.576:796.61-053.6

ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ВЕЛОСИПЕДИСТІВ НА ЕТАПІ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ БАЗОВОЇ ПІДГОТОВКИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ НОРМОБАРИЧНОЇ ГІПЕРКАПНІЧНОЇ ГІПОКСІЇ

Наталія ГАВРИЛОВА

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Анотація. Статтю присвячено вивченню комплексного впливу нормобаричної гіперкапнічної гіпоксії та фізичних навантажень на функціональну підготовленість велосипедистів віком 15–16 років. У результаті проведених досліджень встановлено, що застосування цієї моделі гіпоксії впродовж підготовчого періоду річного макроциклу в комплексі з фізичними навантаженнями сприяє поліпшенню функціональної підготовленості спортсменів за показниками аеробної та анаеробної продуктивності, а також функціональні можливості апарату зовнішнього дихання.

Ключові слова: велоспорт, гіпоксія, функціональна підготовленість.

Постановка проблеми. Вирішальну роль у забезпеченні належного рівня фізичної працездатності велосипедистів відіграють серцево-судинна й дихальна системи [12, 13], функціональні можливості яких визначаються не лише тим, наскільки достатньо та своєчасно під час м'язової роботи задовольняються потреби організму киснем, але й здатністю виведення з організму вуглекислого газу та деяких продуктів метаболізму. При фізичних навантаженнях, які вимагають максимальної мобілізації функціональних резервів організму, збільшується навантаження на весь поетапний процес розподілу кисню в організмі. За таких обставин м'язи спортсмена, які працюють не завжди повністю задовільняються необхідною кількістю кисню, внаслідок чого виникає гіперметаболічна гіпоксія (гіпоксія навантаження) [11, 14, 17], яка зазвичай супроводжується гіперкапнією [7, 9]. Тому критерієм рівня фізичної підготовленості спортсмена може служити його здатність адаптуватися до фізичних навантажень за умов зменшення у крові кисню та збільшення вуглекислого газу.

Через нахилене положення тулуба та фіксації верхнього плечового поясу під час роботи у велосипедиста обмежується діяльність дихальних м'язів, які забезпечують грудний тип дихання, через що знижується вентиляція верхньої та середньої частин легень. При цьому як компенсаторне явище, через розслаблення м'язів передньої стінки живота створюються сприятливі умови для функції дихальних м'язів, які забезпечують черевний тип дихання (діафрагми, м'язів черевного пресу), що проявляється посиленням вентиляції нижньої частини легень і більш тривалим видихом порівняно з вдихом [3, 13]. З огляду на це, підвищення вентиляційних можливостей легень у велосипедистів доцільно здійснювати не за рахунок поліпшення функції міжреберних м'язів, а діафрагми та черевного пресу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасному спорті однією з проблем є пошук нових засобів та методів підвищення ефективності навчально-тренувального процесу як за рахунок оптимізації тренувальних навантажень, так і за рахунок застосування в процесі підготовки спортсменів додаткових (допоміжних) тренувальних засобів [1, 17]. Зокрема, в спеціальній науковій літературі існують відомості про можливість підвищення ефективності підготовки спортсменів шляхом використання в навчально-тренувальному процесі штучно створеної гіпоксії гіпобаричної [1, 2] або нормобаричної [7, 9]. Економічні труднощі та технічні незручності обмежують можливості застосування гірсько-кліматичної та барокамерної моделей гіпоксії, що не дозволяють їх широко використовувати у процесі підготовки спортсменів [9]. Встановлено, що головним дієвим чинником у механізмі створення таких моделей гіпоксії виступає зниження парціального тиску кисню та вуглекислого газу в повітрі, яке вдихається, що може супроводжуватися погіршенням самопочуття й навіть стану здоров'я спортсменів [7, 9]. Тому, на думку деяких авторів [4, 9], для підвищення фізичної працездатності спортсменів фізіологічнішими та безпечнішими вважаються методики створення гіпоксичної гіпоксії в нормобаричних умовах. Для цього застосовують методичні прийоми або спеціальні

прилади (дихання через збільшення «мертвого простору»), дихання з довільною гіповентиляцією, дихання з додатковою дією на організм експіраторного або інспіраторного опору проходження повітря через дихальні шляхи, використання гіпоксикаторів, гіперкапнікаторів та ін [8, 9, 15].

Завдяки раціональному та планомірному застосуванню згаданих додаткових методик, на різних етапах багаторічної підготовки, відбувається вдосконалення адаптаційних механізмів організму спортсмена, що поліпшує працездатність в умовах тренувальних та змагальних навантажень [14, 17]. Наукові роботи, які присвячені вивченню можливостей застосування гіпоксії для підвищення ефективності навчально-тренувального процесу, стосуються, головним чином, підготовки спортсменів високої кваліфікації [14]. На жаль, наукової інформації щодо можливості застосування гіпоксії в навчально-тренувальному процесі на етапі спеціалізованої базової підготовки ми не знайшли. У підлітків на цьому етапі великі навантаження без застосування допоміжних засобів підвищення функціональної підготовленості можуть не лише негативно вплинути на динаміку спортивних результатів, але й викликати погіршення адаптаційних резервів організму [13]. Тому, на наш погляд, у системі спортивної підготовки юних велосипедистів перспективним є використання в тренувальних заняттях методики створення штучної гіпоксії.

У процесі тренувальних занять деякі спеціалісти для штучного створення гіпоксії при роботі зі спортсменами високої кваліфікації використовують додаткові методичні прийоми, які передбачають дихання сумішшю газів зі зниженням до 11–9% вмісту кисню [11, 17]. Однак за умов дихання такою сумішшю в юних спортсменів можуть погіршуватись адаптаційні резерви організму. Тому, на нашу думку, для штучного створення гіпоксичного стану у велосипедистів на етапі спеціалізованої базової підготовки доцільно використовувати дихальні суміші газів із більшим вмістом кисню. Враховуючи це, для поліпшення адаптації організму до кисневої недостатності ми використали в комплексній підготовці велосипедистів 15–16 років методику «ендогенно-гіпоксичного дихання», застосовуючи апарат «Ендогенік-01» [16]. Дихання через цей апарат викликає не лише стан помірної гіпоксії, але й гіперкапнії. Пристрій побудований таким чином, що зовнішня камера впливає на склад повітря, яке вдихається. Відомо, що атмосферне повітря містить близько 21% кисню та 0,03% вуглекислого газу. Під час дихання через апарат «Ендогенік-01» в легені потрапляє повітря, яке містить близько 18% кисню та 3% вуглекислого газу. Тобто вміст кисню в повітрі, що вдихається, зменшується усього в 1,1 разу, а вуглекислий газ збільшується у 100 разів. Таке співвідношення газів в апараті утримується впродовж усієї процедури. За таких обставин в організмі виникає гіпоксія, яку можна класифікувати як нормобаричну гіперкапнічну при константних параметрах вмісту кисню та вуглекислого газу. Обмеження постачання організму киснем при застосуванні цієї моделі гіпоксії сприяє поступовому підвищенню ефективності легеневої вентиляції, збільшенню альвеолярної мережі капілярів легень та поліпшенню дифузії газів через альвеолярно-капілярний бар'єр, що сприяє зростанню оксигенації артеріальної крові [6, 15, 16].

Методика «ЕГД» передбачає під час процедури активізацію роботи м'язів, які забезпечують черевний тип дихання (діафрагми та черевного пресу). Під час дихання через апарат створюється додатковий опір для проходження повітря у фазу вдиху та видиху, що при регулярному застосуванні згаданої методики підвищує функціональні можливості вищевказаних дихальних м'язів. Зростання внутрішньобронхіального тиску під час видиху сприяє також механічному розширенню бронхів із подальшим зниженням тонуусу бронхіальної мускулатури [6, 16]. Тому методику «ЕГД» можна вважати такою, що забезпечує тренінг діафрагми й м'язів черевного пресу, а також засобом нормалізації тонуусу бронхіальної мускулатури.

Крім того, наслідком застосування нормобаричної гіперкапнічної гіпоксії є збільшення кількості у крові еритроцитів, насичених 2,3-дифосфогліцератом (2,3-ДФГ), який виступає в організмі гемоглобіновим модулятором. З'єднуючись з гемоглобіном, 2,3-ДФГ сприяє підвищенню дисоціації оксигемоглобіну, зменшуючи можливість виникнення в організмі дефіциту кисню [6, 15, 16]. Тому можна було передбачити, що застосування методики «ендогенно-гіпоксичного дихання» в системній підготовці велосипедистів сприятиме підвищенню їх функціональної підготовленості.

Мета дослідження – встановити можливості використання нормобаричної гіперкапічної гіпоксії для підвищення рівня функціональної підготовленості велосипедистів 15–16 років.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

1. Вивчити стан питання з теми дослідження.
2. Вивчити вплив навчально-тренувальних занять з використанням нормобаричної гіперкапічної гіпоксії на функціональну підготовленість велосипедистів упродовж підготовчого періоду річного макроциклу.

Методи та організація дослідження:

- педагогічне спостереження;
- педагогічний експеримент;
- педагогічне тестування функціональної підготовленості;
- методи математичної статистики.

Застосовані методи дослідження дозволили в процесі проведення констатувального та формувального експериментів визначити показники, які характеризують функціональну підготовленість велосипедистів, а саме: фізичну працездатність (PWC170), максимальне споживання кисню (VO_{2max}), потужність анаеробних алактатних процесів (ВАНТ10) та потужність анаеробних лактатних процесів (ВАНТ30) енергозабезпечення за методикою Вінгатського анаеробного тесту, ємність анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення за максимальною кількістю зовнішньої механічної роботи за 1 хвилину (МКЗР) [10]. Для виявлення змін функціонального стану дихальної системи проводили діагностику на спірографі «SPIRO» за показниками: форсованої життєвої ємності легень (ФЖЕЛ), хвилинного об'єму дихання (ХОД), максимальної вентиляції легень (МВЛ) та життєвої ємності легень (ЖЕЛ).

Дослідження проводилися на кафедрі медико-біологічних основ фізичного виховання та фізичної реабілітації Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського. В експерименті брали участь велосипедисти дитячо-юнацьких спортивних шкіл, спортивний стаж яких становив 3–4 роки, а кваліфікація – на рівні першого та другого спортивних розрядів. Перед початком експерименту було створено дві групи: контрольну (11 осіб) та експериментальну (12 осіб). Велосипедисти обох груп займалися за навчальною програмою ДЮСШ [5]. Періодичність занять становила 5 разів на тиждень. На відміну від контрольної групи, велосипедисти експериментальної групи на кожному тренувальному занятті на початку розминання застосовували методику «ЕГД», використовуючи апарат «Ендогенік-01» відповідно до так званих «маршрутних карт» [6]. Ця методика передбачає ступінчасту адаптацію до нормобаричної гіперкапічної гіпоксії протягом усього експерименту шляхом збільшення кількості води в апараті (на 1 мл кожні 2 тижні), збільшення часу уповільненого видиху (на 3 с кожен тиждень), а також збільшення тривалості занять (на 3 хв кожен тиждень).

Обстеження спортсменів здійснювалося в підготовчий період річного макроциклу трьома етапами: до початку експерименту, через 8 та 16 тижнів.

Ефективність комплексного впливу «ЕГД» та фізичних навантажень на показники функціональної підготовленості оцінювалася шляхом порівняння середніх арифметичних зв'язаних вибірок, а вірогідність відмінності між ними визначали за критеріями Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення. Як засвідчили результати дослідження, у спортсменів контрольної групи вірогідних змін функціональної підготовленості відносно вихідних даних ні через 8, ні через 16 тижнів від початку експерименту не зареєстровано.

На відміну від контрольної групи, у велосипедистів експериментальної групи через 16 тижнів застосовування нормобаричної гіперкапічної гіпоксії в поєднанні з тренувальними навантаженнями відбулися суттєві зміни функціональної підготовленості. Про що свідчать зростання показників фізичної працездатності, аеробної та анаеробної продуктивності організму, а також функціональних можливостей апарату зовнішнього дихання.

Так, середня величина абсолютного показника PWC170 через 16 тижнів від початку занять перевищила вихідний рівень на 15,8% ($p < 0,05$), а відносного – на 12,1% ($p < 0,05$). Середня величина абсолютного показника VO_{2max} зросла на 8,6% ($p < 0,05$), а відносного – на 5,1% ($p < 0,05$). За цей період також підвищилися відносні показники ємності анаеробних лактатних

процесів енергозабезпечення за величиною МКЗР (на 4,2%, $p < 0,05$), потужність анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення за величиною ВанТ10 (на 10,7%, $p < 0,05$) та потужність анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення за величиною ВанТ30 (на 6,2%, $p < 0,05$).

Шістнадцятитижневе застосування нормобаричної гіперкапічної гіпоксії у велосипедистів експериментальної групи сприяло суттєвому поліпшенню деяких показників спірографії, що характеризують функціональні можливості апарату зовнішнього дихання. Показники максимальної вентиляції легень (МВЛ) зросли на 11,5% ($p < 0,05$), резерву дихання (РД) – на 0,7% ($p < 0,05$) та відношення максимальної вентиляції легень до хвилинного об'єму дихання (МВЛ/ХОД) – на 13,5% ($p < 0,05$). При цьому частота дихання (ЧД) у стані відносного м'язового спокою зменшилася на 12,1% ($p < 0,05$), а дихальний об'єм (ДО) зріс на 13,3% ($p < 0,05$). Такі зрушення свідчать про економізацію функції дихального апарату. Разом з тим, показники життєвої ємності легень (ЖЕЛ) зросли на 6,8% ($p < 0,05$), резервного об'єму вдиху (РОВд) на 5,8% ($p < 0,05$), життєвої ємності легень на вдиху (ЖЕЛвд) на 6,2%, ($p < 0,05$). За цей період відбулося поліпшення тих показників спірографії, які відображають бронхіальну прохідність, а саме: форсованої життєвої ємності легень (ФЖЕЛ) та її складових – об'єму форсованого видиху за 1 секунду (ОФВ1), пікової об'ємної швидкості (ПОШ), миттєвої об'ємної швидкості на рівні великих (МОШ50) та дрібних бронхів (МОШ75) та середньої об'ємної швидкості на рівні середніх бронхів (СОШ25-75). Збільшення ФЖЕЛ відбулося на 6,3% ($p < 0,05$), ОФВ1 – на 7,0% ($p < 0,05$), ПОШ – на 7,5% ($p < 0,05$), МОШ50 – на 10,0% ($p < 0,05$), МОШ75 – на 11,8% ($p < 0,05$), СОШ25-75 – на 4,7% ($p < 0,05$).

Висновок. Аналіз науково-методичної літератури з підготовки спортсменів-велосипедистів дає можливість стверджувати, що для підвищення ефективності навчально-тренувального процесу на етапі спеціалізованої базової підготовки в комплексі з фізичними навантаженнями слід застосовувати методику штучного створення гіперкапічної гіпоксії при константних параметрах вмісту кисню та вуглекислого газу.

Використання нормобаричної гіперкапічної гіпоксії при константних параметрах вмісту кисню та вуглекислого газу в навчально-тренувальному процесі велосипедистів віком 15–16 років упродовж підготовчого періоду річного макроциклу сприяє підвищенню функціональної підготовленості за показниками фізичної працездатності, аеробної та анаеробної (лактатної алактатної) продуктивності організму. Разом з тим використання цієї моделі гіпоксії в комплексі з тренувальними навантаженнями велосипедистів поліпшує функціональні можливості апарату дихальної системи.

Список літератури

1. Агаджанян Н. А. Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии / Н. А. Агаджанян, А. И. Ефимов. – М. : Медицина, 1986. – 272 с.
2. Адаптационные изменения функционального состояния велосипедистов к различным нагрузкам в условиях среднегорья / Т. Г. Ананьева, Н. Н. Терентьева, С. Н. Корсун, П. Б. Ефименко // Педагогические и медико-биологические аспекты физвоспитания и спортивных тренировок в Киргизии: материалы Респуб. науч. конф. – Фрунзе, 1998. – С. 63-64.
3. Аруцев А. А. Исследование дыхательной функции у спортсменов в зависимости от высоты / А. А. Аруцев, Ж. Д. Бессмертная // Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. по физиологии и биохимии спорта. – М., 1978. – С. 14-15.
4. Барбашова З. И. Новые данные о механизме акклиматизации к гипоксии / З. И. Барбашова // Кислородная терапия и кислородная недостаточность. – К.: АН УССР, 1952. – С. 85-92.
5. Велосипедний спорт. Навчальна програма для дитячо-юнацьких спортивних шкіл, спеціалізованих дитячо-юнацьких шкіл олімпійського резерву, шкіл вищої спортивної майстерності. – К. : ДКУзПФКіС, 2004. – 101с.
6. Вериго Е. Л. Руководство по эндогенному дыханию / Е. Л. Вериго. – К. : Білоцерківська друкарня, 2004. – 320 с.

7. Горанчук В. В. Гипокситерапия / В. В. Горанчук, Н. И. Сапова, А. О. Иванов. – СПб., 2003. – 536 с.
8. Михайлов В. В. Дыхание спортсмена / В. В. Михайлов. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 102 с.
9. Караш Ю. М. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактике и реабилитации / Ю. М. Караш, Р. Б. Стрелков, А. Я. Чижов. – М. : Медицина, 1988. – 352 с.
10. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 206 с.
11. Колчинская А. З. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте / А. З. Колчинская, Т. Н. Цыганова, Л. А. Остапенко. – М. : Медицина, 2003. – 408 с.
12. Мищенко В. С. Физиологические особенности и критерии адаптации кардиореспираторной системы юных спортсменов / В. С. Мищенко, Ю.А. Полатайко. – К. : КГИФК, 1992.
13. Полищук Д. А. Велосипедный спорт / Д. А. Полищук. – К. : Олимпийская литература, 1997. – 342 с.
14. Филиппов М. М. Физиологические механизмы массопереноса респираторных газов, развития и компенсации гипоксии нагрузки при мышечной деятельности : монография / М. М. Филиппов, Д. Н. Давиденко. – СПб. – К., 2010. – 260 с.
15. Фролов В. Ф. Эндогенное дыхание – медицина третьего тысячелетия / В. Ф. Фролов. – Новосибирск : Динамика, 2001. – 228 с.
16. Эндогенно-гіпоксичне дихання / Г. І. Ходоровський, І. В. Коляско, Є. С. Фуркал, Н. І. Коляско, О. В. Кузнецова, О. В. Ясінська. – Чернівці : Теорія і практика, 2006. – 144 с.
17. Шахлина Л. Я-Г. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин / Л. Я-Г. Шахлина. – К. : Наукова думка, 2001. – 326 с.

**ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ
НА ЭТАПЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ БАЗОВОЙ ПОДГОТОВКИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ
НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПЕРКАПНИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ**

Наталья ГАВРИЛОВА

Винницкий государственный педагогический университет имени Михаила Коцюбинского

Аннотация. Статья посвящена изучению комплексного влияния нормобарической гиперкапнической гипоксии и физических нагрузок на функциональную подготовленность велосипедистов 15-16 лет. В результате проведенных исследований установлено, что применение данной модели гипоксии в комплексе с физическими нагрузками способствует улучшению функциональной подготовленности спортсменов по показателям аэробной и анаэробной производительности, а также функциональных возможностей аппарата внешнего дыхания.

Ключевые слова: велоспорт, гипоксия, функциональная подготовленность.

**THE IMPROVING OF FUNCTIONAL ABILITIES OF CYCLISTS
AT THE AGE OF 15-16 YEARS ON THE SPECIALIZED BASIC PREPARATION
BY THE USE OF NORMOBARIC HIPERCAPNICHNUY HYPOXIA**

Natalia GAVRILOVA

Vinnitsia State Pedagogical University named after Mikhail Kotsyubinskogo

Annotation. The article is devoted to the study of normobaric hipercapnichnuy hypoxia influence physical loadings, and functional abilities of cyclists at the age of 15-16 years. It was set that the use of such model of hypoxia with physical loadings promotes the improvement of functional preparation of sportsmen by the indexes of aerobic and anaerobic productivity and also functional possibilities of the external breath.

Key words: cycling, hypoxia, functional preparation.