

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ  
СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ  
В ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ  
ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ КУРСА  
ГИПОБАРИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ



<sup>1</sup> Коваленко Юлія, <sup>2,3</sup> Врублевский Евгений

<sup>1</sup> Витебский государственный ордена Дружбы народа медицинский университет, Беларусь

<sup>2</sup> Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Беларусь

<sup>3</sup> Зеленогурский университет, Польша

**Анотація**

Пошук шляхів оптимізації організації підготовки спортсменів в даний час спрямована на суб'єктивній діяльності, а точніше, на пошук таких програм навчання, які дозволяють врахувати індивідуальні особливості спортсмена і завдяки цьому цілеспрямовано впливати на організм спортсмена, розвиваючи його сильні і компенсувати його слабкі сторони. Результати нашої роботи показали, що курс гіпобаричної адаптації не викликає негативних змін в дихальній і серцево-судинній систем організму спортсменів. Також курс навчання гіпобаричної гіпоксії призводить до економізації функціонування дихальної системи. Таким чином, він підкреслює економічну вигоду використання нормобаричної гіпоксії в порівнянні з альпійською підготовкою.

**Ключові слова:** спортсмени, інтервальне гіпоксичне тренування, дихальна і серцево-судинна системи, фізична працездатність.

**Annotation**

Search for the ways of optimizing the arrangement of training athletes at present is aimed at the subject of activity, and more precisely at the search for such training programs which allow to take into account individual characteristics of athletes and due to this purposefully effect an athlete's body developing his strong and compensating his weak sides.

The results of our work have shown that the course of hypobaric adaptation doesn't cause negative changes in the respiratory and cardiovascular systems of athletes. Also the course of hypobaric hypoxia training leads to economization of the respiratory system functioning.

Thus, it emphasizes an economic gain of using normobaric hypoxia in comparison with Alpine training.

**Keywords:** athletes, interval hypoxic training, the respiratory and cardiovascular system, physical performance.

**Постановка проблеми.** В настоящее время напряженные физические нагрузки в спорте высших достижений по уровню энергетических затрат превышают максимальное потребление кислорода и выполняются на фоне кислородной недостаточности, в связи с чем ученые и специалисты направили свои усилия на поиск путей дальнейшей оптимизации тренировочного процесса с помощью дополнительных средств. Были сделаны попытки изменить условия выполнения напряженной мышечной работы с тем, чтобы улучшить биоэнергетические возможности спортсменов, расширить их функциональные возможности, повысить работоспособность и потенцировать кумулятивный тренировочный эффект нагрузок.

В качестве инновационных методов в последнее время предложена подготовка спортсменов с использованием гипоксических условий как в естественной горной среде, так и при их моделировании в барокамере, при дыхании различными газовыми смесями, обедненными кислородом, вы-



полнении упражнений с задержкой дыхания, дыхании в замкнутое пространство с регулируемым содержанием O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>. В специальной литературе [1, 3, 5, 9, 12] большое внимание уделяется такой форме гипоксической подготовки, при которой спортсмены значительную часть суток находятся в условиях искусственной гипоксии, соответствующей высоте более 2000м, а тренируются в обычных условиях.

Использование тренировки в горных условиях еще в XX столетии нашло широкое применение в системе подготовки спортсменов в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости. Вместе с тем, следует отметить, что практически все исследования проводились с участием высококвалифицированных спортсменов. В то же время подобных исследований на спортсменах более низкой квалификации очень мало.

При проведении гипоксической тренировки особое значение должно придаваться планированию нагрузок – их направленности, объему, интенсивности и чередованию с гипоксическим стимулом. При правильно выбранном режиме курс такой тренировки на фоне спортивных нагрузок приводит к заметному повышению экономичной работы систем дыхания, кровообращения и энергообеспечения. У спортсменов возрастает физическая и умственная работоспособности – как в тренировочном процессе, так и при участии в соревнованиях [1, 8, 10].

Комбинированный метод интервальной гипоксической тренировки, хорошо зарекомендовавший себя на фоне традиционной спортивной тренировки, не дает ответа на вопрос о вкладе адаптации к действию регламентированной гипоксии в суммарный эффект тренировочного процесса [10, 12]. Также заслуживает внимания изучение и роли психоэмоционального фак-

тора, несомненно, вносящего свои коррективы в формирование системного структурного следа адаптации, поскольку само пребывание человека в барокамере, в горах, использование «гипоксикаторов» несет определенную психологическую, эмоциональную нагрузку.

Следует также отметить, что, несмотря на многочисленные исследования влияния различных типов гипоксии на организм спортсменов разных видов спорта, главным образом рассматриваются изменения спортивных результатов и физической работоспособности исследуемых. При этом механизмы действия гипоксии на организм часто остаются вне поля зрения исследователей.

**Анализ последних исследований и публикаций.** О положительном влиянии адаптации к действию регламентированной гипоксии на организм человека свидетельствуют многочисленные данные литературы последних лет [1-13]. При этом зачастую перед тренером и спортивным врачом стоит трудноразрешимая проблема выбора режима гипоксического воздействия, т.к. в настоящее время имеется большое разнообразие видов гипоксического воздействия режимов: нормобарическое, гипобарическое, высокогорное; а также времени воздействия (от 30-минутного вдыхания гипоксической смеси до месячного пребывания в горах) и т.п.

В то же время широкое применение в спорте в последнее время получил метод экспериментальной гипоксической тренировки, который предполагает использование гипобарической и (или) нормобарической гипоксии в прерывистом (интервальном) режиме. О высокой эффективности интервальной гипоксической тренировки в повышении физической работоспособности и спортивных результатов в различных видах спорта свидетельствуют многочисленные исследова-

ния [2, 4, 6, 7]. По данным Колчинской А.З. с соавторами [9], 2-х недельный курс интервальной гипоксической тренировки по эффективности соответствует месячному пребыванию спортсменов в среднегорье.

Ряд специалистов [6, 10, 11, 12] отмечает, что проживание в помещениях с парциальным давлением кислорода, соответствующим условиям среднегорья и высокогорья, сопровождающееся тренировкой на равнине, обеспечивает эффективное спортивное совершенствование и стимулирует кроветворные функции и повышение возможностей аэробной системы в целом, – за счет гипоксического фактора.

Методы адаптации к гипоксии по продолжительности и повторяемости гипоксических экспозиций можно условно разделить на две основные группы: стационарные (пребывание в горах, нахождение в барокамере, непрерывное дыхание гипоксическими смесями на земле) и интервальные или импульсные (кратковременные повторяющиеся гипоксические воздействия, чередующиеся с примерно равными по времени периодами реоксигенации – нормо- или гипероксическими экспозициями). Интервальную гипоксическую тренировку (ИГТ) проводят в барокамере посредством «повторных подъемов на высоту и спусков на землю». На земле, для проведения сеансов интервального дыхания «горным воздухом» разработаны специальные «гипоксикаторы», создающие требуемые гипоксические газовые смеси.

Одним из наиболее эффективных эргогенических средств является метод интервальной гипоксической тренировки (ИГТ), который широко применяется в практике спорта с целью потенцирования тренирующих воздействий и повышения уровня работоспособности спортсменов [2, 4-8]. Поскольку доказано [1,



4, 11, 13], что тканевая гипоксия и вызываемые ею биохимические и структурные изменения в организме могут ограничивать работоспособность, приводить к развитию утомления и резкому ухудшению его состояния. При этом, если действие гипоксии кратковременно и повторно, а гипоксическое воздействие чередуется с нормоксическими условиями, то обратимые последствия тканевой гипоксии могут обладать продуктивным, созидательным эффектом [5, 7, 10].

Перед другими гипоксическими воздействиями преимуществом ИГТ является то, что она не нарушает планирования тренировочного процесса спортсменов и может использоваться в сочетании с основными средствами подготовки или отдельно от них, как дополнительное средство для стимуляции и завершения восстановительных процессов в организме в период отдыха.

Установлено, что применение искусственно вызванной гипоксии в сочетании с различными видами повторных нагрузок существенно модифицирует тренировочный эффект и ускоряет темпы развития адаптации к используемым физическим нагрузкам [2, 6, 7, 11]. Регулярное применение гипоксических процедур в процессе тренировки спортсменов высокой квалификации способствует повышению и сохранению высокого уровня их специальной физической подготовленности [4, 9, 11, 12].

По мнению специалистов, создание адекватных условий для протекания восстановительных и адаптационных процессов может осуществляться в двух направлениях: оптимизации планирования учебно-тренировочного процесса и направленно-целевом применении средств восстановления и повышения работоспособности [5, 8, 11].

В барокамере гипоксическая тренировка проводится путем

создания разрежения, соответствующего определенной высоте над уровнем моря и с циклическим повторением подобных «подъемов». Практикуется также выполнение физических упражнений в гипоксической палатке или применение специальной маски при занятиях на тредбане, велоэргометре, гребном тренажере или иных специальных приспособлениях. Многократное тестирование самых известных спортсменов показало высокую эффективность гипоксической тренировки [2, 4, 5, 6, 8, 11].

Таким образом, анализ литературных источников показал, что исследования последних лет, связанные с использованием среднегорья и высокогорья в процессе тренировки спортсменов, в основном посвящены влиянию их на функциональное состояние организма спортсменов и в небольшой степени рассматривают вопросы построения тренировочного процесса. Кроме того, исследования в основном проводились на высококвалифицированных спортсменах.

**Цель исследования:** оценить физическое и функциональное состояние организма квалифицированных спортсменов после применения интервальной гипоксической тренировки и выявить возможность использования последней для повышения их физической работоспособности.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 30 юношей, специализирующихся в плавании, шорт-треке и футболе. Экспериментальную группу (1 группа) составили 20 спортсменов, которые тренировались в обычном режиме и проходили курс барокамерной интервальной гипобарической гипоксии. В группу были включены 14 футболистов и 6 пловцов. Контрольная группа (2 группа) состояла из 10 спортсменов (8 футболистов и 2 пловцов), которые только тренировались в обычном режиме.

Группы были сопоставимы по полу, возрасту и исходной спортивной подготовленности. Квалификация спортсменов в обеих группах: от I спортивного разряда до мастера спорта.

Гипобароадаптацию (ГБА) осуществляли с помощью многоместной медицинской вакуумной установки «Урал - Антарес» на базе городского центра гипобарической терапии и бароклиматической адаптации (г. Витебск). Курс ГБА включал «ступенчатые подъемы» на высоту 2000-4500 м со скоростью 3-7 м/с, «спуск» – 2-3 м/с. Было проведено 20 сеансов.

Курс проходил по следующей схеме: 1-й сеанс – «высота 2000 м» (проведение пробы Штанге до и после сеанса, частота сердечных сокращений (ЧСС) до и после подъема); 2-й сеанс – «высота 2500 м» (длительность сеанса 90 мин), затем подъем до «высоты 3000 м» (длительность на «высоте» 60 мин); 3-й сеанс – «высота 3500 м»; 4 и 5-й сеанс – «высота 3500 м» (измерение ЧСС до и после сеанса).

С 10-го сеанса (измерение ЧСС до и после сеанса) – подъем на «высоту 3500 м» – 30 мин, подъем – до 4500 м («высота 4500 м» – 5 мин), спуск – до 3500 м («высота 3500 м» – 15 мин), спуск (длительность сеанса – 90 мин), 15-й сеанс (измерение ЧСС до и после сеанса); 20-й сеанс (проведение пробы Штанге до и после сеанса, ЧСС до и после подъема на «высоту») [1, 10].

Для оценки динамики физического состояния со всеми спортсменами проводилась спирометрия (спирометр многофункциональный автоматизированный «Мас»-1), проба Штанге до курса ГБА и после его окончания, а в контрольной группе в начале и через 20 тренировок.

Для статистической обработки использовался STATGRAPHICSPlus (Version 2.1).

**Результаты исследования и**



**их обсуждение.** Исходные физиологические показатели спортсменов экспериментальной и контрольной групп достоверно не отличались. Так, артериальное давление у спортсменов 1 группы было 112/64 мм рт.ст., у юношей 2 группы 116/66 мм рт.ст. Во время сеанса ГБА у спортсменов экспериментальной группы ЧСС и АД статистически значимо не изменялись. При сравнении исходных данных у членов экспериментальной и контрольной групп индекса Тиффно, ЖЕЛ, ДО статистически значимых различий в показателях не выявлено. При этом нарушения вентиляционной функции легких отсутствовали. Данные пробы Штанге у спортсменов экспериментальной группы составила 64,5 с, а у контрольной – 58,4 с, что соответствовало состоянию тренированности.

При проведении сеанса гипобарической адаптации самочувствие юношей оставалось удовлетворительным, но после первых 3-5 сеансов наступал психоэмоциональный и физиологический спад (у 90% исследуемых) в виде неустойчивого эмоционального состояния, чувства вялости, разбитости.

К 10-му дню курса ГБА у всех улучшалось состояние, что проявлялось повышением психоэмоциональной устойчивости, работоспособности, улучшением сна, настроения, исчезновением головных болей. Все спортсмены отметили повышение работоспособности, снижение утомляемости при одинаковой тренировочной нагрузке, особенно на сильно пересеченной местности, появление возможности выдерживать большую тренировочную нагрузку. Изменение самочувствия спортсменов при прохождении курса гипобарической адаптации можно объяснить развитием периода срочной адаптации к гипоксии.

В течение первых 10 сеансов ГБА систолическое артериальное

давление выросло на 9%, диастолическое артериальное давление не изменилось. На 10 день курса гипобарической адаптации артериальное давление у спортсменов было 119,9/74 мм рт. ст. Частота сердечных сокращений в покое увеличилась на 4% и составила 67,5 ударов в минуту.

К концу курса гипобарической адаптации показатели состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов – артериальное давление и частота сердечных сокращений, вернулись к исходным величинам 110/62 мм рт. ст. Следует отметить, что у 14 спортсменов систолическое артериальное давление уменьшилось в сравнении с исходным на 5 процентов.

Данные пробы Штанге у всех спортсменов экспериментальной группы увеличилась к окончанию курса ГБА в среднем на 20% и составила 77,5 с ( $p < 0,05$ ). При сравнении показателей пробы Штанге в экспериментальной и контрольной группах по истечении 30 дней исследования получены статистически значимые отличия для 5 % уровня значимости.

Было также отмечено увеличение ( $p < 0,001$ ) индекса Тиффно с исходного 85,0% после курса ГБА. Также возросла жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) с 5,65 до 6,1 л после курса ГБА ( $p < 0,001$ ). Увеличился исходный дыхательный объём (ДО) с 1,04 до 1,6 л после курса ГБА ( $p < 0,001$ ).

В контрольной группе через 30 дней тренировок выявлено достоверное ( $p < 0,05$ ) улучшение индекса Тиффно с 81,2% до 84,5%, а показатели ЖЕЛ и ДО не изменились.

Между экспериментальной и контрольной группами по истечении 30 дней исследования появилось статистически значимое ( $p < 0,001$ ) отличие показателей вентиляционной функции легких: индекса Тиффно, ЖЕЛ и ДО.

**Выводы.** Выявлено, что курс ГБА не вызывает негативных изменений со стороны дыхательной

и сердечно-сосудистой систем спортсменов, а при этом приводит к статистически достоверной экономизации функционирования дыхательной системы.

Особенно необходимо подчеркнуть экономическую выгоду использования нормобарической гипоксии по сравнению с высокогорной подготовкой. Учитывая условия отсутствия высокогорных баз в Республике Беларусь, рационально внедрение предлагаемого метода интервальной гипоксической тренировки (ИГТ) в практику подготовки спортсменов в различных видах спорта.

**Перспективы дальнейших исследований.** Планируется разработать гипобароадаптационную (ГБА) методику для спортсменов различных видов спорта, которая может рассматриваться как необходимый элемент современных технологий тренировочного процесса в общей системе подготовки спортсменов.

### Литература

1. Адаптация к гипобарической и нормобарической гипоксии, лечебное и тренирующее действие гипобарической гипоксии / под ред. А.З. Колчинской. – М.; Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2001. – 76 с.
2. Афонякин, И.В. Применение интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде подготовки пловцов-спринтеров/ И.В. Афонякин // В сборнике научных трудов молодых ученых и студентов РГАФК. – Москва, 2002. – С. 74 – 76.
3. Булатова, М.М. Среднегорье, высокогорье и искусственная гипоксия в системе подготовки спортсменов / М.М. Булатова, В.Н. Платонов // Спортивная медицина. – 2008.- №1. – С.34-38.
4. Булгакова, Н.Ж. Интервальная гипоксическая тренировка в подготовке пловцов



- высокой квалификации / Н.Ж. Булгакова, Н.И. Волков, Н.В. Ковалев, В.В. Смирнов // Физиология мышечной деятельности: Тез.докл. Межд. науч.-практ.конф. - М., 2000 - С.33-36.
5. Волков, Н.И. Эффективность интервальной гипоксической тренировки при подготовке конькобежцев высокой квалификации / Н.И. Волков, Б.А. Стенин, С.Ф. Сокунова // Теория и практика физической культуры. – 1998. - №3. - С.8-13.
  6. Дардури, У. Интервальная гипоксическая тренировка при подготовке футболистов высокой квалификации: автореф. дисс. ...канд.пед. наук. / У. Дардури – М., 1997. – 20 с.
  7. Коваленко Ю.А. Влияние курса гипобарической барокамерной адаптации на отдельные физиологические показатели спортсменов / Ю.А. Коваленко, Е.П. Врублевский // Современные проблемы образования, физического воспитания и здоровья молодежи : сб. науч. тр. межд. науч.-практ. конф., Екатеринбург: УрГУПС, 2015. - Вып. 8(213). - С. 185-189.
  8. Ковылин, М.М. Интервальная гипоксическая тренировка для повышения выносливости велосипедистов высшей квалификации / М.М. Ковылин, Н.И. Волков // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2011. - №2. – С.49.
  9. 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.
  10. Кулешов, В.И. Выбор метода баротерапии - периодической гипобарической или гипербарической оксигенации / В.И. Кулешов, И.В. Левшин. - СПб. : Ювинта, 2002. - 208 с.
  11. Потапов, В.Н. Физическая подготовка лыжников-гонщиков высокой квалификации с использованием средств искусственной гипоксической тренировки / В.Н. Потапов, Д.О. Малеев // Теория и практика физической культуры. – 2015. - №12. – С.74-77.
  12. Burtscher, M. Effects of intermittent hypoxia on running economy// Burtscher M. [et al.]// International Journal of Sports Medicine.- 2010.-V. 31(9).-С.644-650.
  13. Whyte, P.G. Intermittent hypoxic training in process of pre-acclimation among GB biathlon team preparing for the 2002 Olympic Games / P.G. Whyte [et al.] // 12th Commonwealth International Sport Conference. Theses of reports. – Manchester, 2002, 19-23 July. – P.435.

