

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ГИПЕРКАПНИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ И СПЕЦИАЛЬНУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ЮНЫХ ДЗЮДОИСТОВ

В.Н. Потапов, Д.О. Малеев

Тюменский государственный университет, г. Тюмень

Цель – определить эффективность использования дыхательного тренажёра «Карбоник» профессора В.П. Куликова в подготовке борцов дзюдоистов 15–16 лет. **Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие две группы борцов дзюдоистов (по 10 человек в каждой), имеющих первый и второй спортивный разряд и примерно одинаковый уровень физической подготовленности. Для создания гипоксической гиперкапнической газовой смеси, применяемой в подготовке спортсменов экспериментальной группы использовалась указанная выше модель дыхательного тренажёра. Оценка реакции функциональных систем организма в ответ на тренировочную программу дыхания определялась по динамике показателей гипоксического индекса, времени задержки дыхания на вдохе и выдохе, жизненной емкости лёгких, частоты сердечных сокращений, а также тестов, отражающих уровень специальной физической подготовленности и успешности соревновательной деятельности. **Результаты исследования.** Выявлено, что регулярная тренировка дыхания через дополнительный объём «мёртвого» дыхания, обеспечивающего системой дыхательного тренажёра «Карбоник», способствует адаптации организма юных дзюдоистов к гипоксии и гиперкапнии, что способствует повышению уровня специальной физической подготовленности и росту спортивных результатов. **Заключение.** В результате использования дыхательного тренажёра за счёт ДОМП создаётся условие умеренной гипоксии и гиперкапнии, оказывающих сочетанное положительное воздействие на повышение уровня специальной физической подготовленности юных борцов дзюдоистов и рост их спортивных достижений.

Ключевые слова: гипоксия, гиперкапния, дыхательный тренажёр «Карбоник», борцы-дзюдоисты.

Введение. Несмотря на большое количество исследований, касающихся разработки теоретических и методических положений подготовки спортсменов с применением средств и методов искусственной гипоксии [1–6, 11–20], проблема использования этого нетрадиционного эргогенического средства в ряде видов спорта до сегодняшнего дня остаётся ещё недостаточно изученной. Более того, практически нет работ, посвящённых изучению вопросов тренирующего воздействия средств искусственной гипоксии на организм юных спортсменов и успешность их соревновательной деятельности, что делает актуальным проведение исследований в этом направлении.

Организация и методы исследования. Исследование проводилось в течение одного месяца непосредственно на этапе предсоревновательной подготовки к социально значимым соревнованиям (чемпионат УРФО, первенство РФ). Обследованию подвергались две группы борцов-дзюдоистов (эксперименталь-

ная и контрольная), по 10 человек в каждой. Исходные данные спортсменов следующие: возраст 15–16 лет; спортивный стаж – 5–6 лет; 1–2 спортивный разряд.

Тренировочная программа обеих групп была абсолютно одинаковой. Различие заключалось лишь в том, что в подготовке спортсменов ЭГ применяла дыхательный тренажёр «Карбоник» профессора В.П. Куликова, с помощью которого осуществлялось сочетанное создание условий умеренной гипоксии и гиперкапнии и дополнительная нагрузка на дыхательные мышцы. В контрольной группе (КГ) данный тренажёр не применялся.

Выбор указанный искусственной газовой среды (гипоксия-гиперкапния) был вызван положительными результатами наших предыдущих исследований [7–10] свидетельствующих о том, что использование гиперкапнической гипоксии повышает эффективность гипоксической тренировки и исключает при этом проявление таких отрицательных явлений, как гипокапния и газовый алкалоз.

Создание гиперкапнической гипоксии осуществлялось за счёт повторного вдыхания (возвратное дыхание) последней (альвеолярной) порции выдохнутого воздуха, который содержит повышенную концентрацию углекислого газа (CO_2). Возвратное дыхание с увеличением концентрации CO_2 и снижением концентрации кислорода (O_2) в альвеолярном воздухе осуществляется за счёт создания дополнительного объёма «мёртвого» пространства (ДОМП) при помощи кассеты, которая находится внутри корпуса тренажёра и как бы удлиняет воздухоносные пути (трахею, бронхи).

Регулировка концентрации газов в альвеолярном воздухе и крови при использовании тренажёра «Карбоник» достигалась путём плавного изменения ДОМП от 500 до 1000 мл при помощи заслонки. Возможность регулировки концентрации CO_2 находится в диапазонах 5–8 %, O_2 – диапазоне 11–17 %. Нужное значение ДОМП устанавливалось путём совмещения риски, нанесённой на корпус прибора, с одной из рисок шкалы ДОМП, нанесённой на заслонку. На шкале обозначены ДОМП в 500, 700 и 1000 чел.

Дыхание через тренажёр осуществлялось испытуемыми только ртом в положении сидя. При наличии маски возможно осуществление дыхания через нос. Во время сеанса поддерживается спокойное, естественное дыхание.

Продолжительность тренировочного режима составляла 4 недели по 20 мин ежедневно. Для достижения максимального результата тренировки можно проводить 2 раза в день, не меняя продолжительности занятий.

Общий принцип дозирования гиперкапнической гипоксии во время проведения циклов заключался в постепенном увеличении ДОМП в течение первых 2–3 дней, а во время каждой тренировки в постепенном увеличении ДОМП в начале сеанса (первые 3–5 мин) и постепенное снижение ДОМП в конце тренировки (последние 2–3 мин).

Для осуществления контроля состояния организма юных спортсменов в процессе выполнения тренировочных программ регистрировались показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии относительного покоя, сатурации (SpO_2) и величины артериального давления (АД). Измерение указанных параметров проводилось перед тренировкой и после её завершения. В норме повышение АД и ЧСС в процессе тренировки (дыхания) не

должно превышать соответственно 20 и 30 %, а снижение SpO_2 – опускаться ниже отметки 80 %. При превышении этих значений или снижении АД и ЧСС продолжительность тренировки или ДОМП сокращались.

Оценка эффективности использования дыхательного тренажёра «Карбоник» определялась по показателям, отражающим динамику гипоксического индекса ($I - \text{Нур}$), задержку дыхания на вдохе (проба Штанге) и выдохе (проба Генча), ЧСС, тестов специальной физической подготовленности и спортивных достижений испытуемых.

В ходе проведения исследования была сделана ориентация на то, чтобы дыхательная тренировка согласовывалась с основным содержанием, направленностью и логикой построения тренировочного процесса в соответствии с задачами, стоящими на данном этапе многолетней подготовки юных дзюдоистов, а также отвечала принципам доступности и безопасности для здоровья спортсменов. Наряду с этим существенным моментом при реализации в тренировочном процессе дыхательного тренажёра являлся учёт ведущей цели тренировочной деятельности – весь процесс подготовки борцов дзюдоистов должен быть подчинён достижению высоких спортивных результатов.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты итогового тестирования подтверждают высокую эффективность экспериментальной тренировочной программы в обеспечении высокого уровня функционального резерва организма спортсменов. Тренирующий эффект воздействия гиперкапнической гипоксии на организм борцов ЭГ проявился (среднегрупповые данные) в повышении уровня гипоксического индекса ($I - \text{Нур}$) на 73,6 % (с 3,8 до 6,6 усл. ед.); жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) на 10,4 % (430 мл); времени задержки дыхания на вдохе и выдохе соответственно на 12,2% (+5с) и 8,6 % (+4с); снижение ЧСС в состоянии относительного покоя на 6,6% (с 61 до 57 уд./мин).

На этом фоне отмечается повышение уровня специальной физической подготовленности: снижение времени выполнения 10 бросков манекена прогибом и времени интервала атаки соперника соответственно на 16,7 и 13,4 %.

Как показали результаты итогового обследования, у испытуемых КГ, в подготовке которых не применялся дыхательный трена-

жёр, изменения изучаемых физиологических показателей и повышение уровня специальной физической подготовленности были менее выраженными, что свидетельствует о меньшей эффективности их тренировочной программы по сравнению с экспериментальной.

Следует отметить, что через 10 дней после окончания эксперимента два спортсмена из ЭГ успешно выступили в чемпионате УРФО (I и III место) и завоевали право на участие в первенстве РФ. Из числа лиц КГ не один спортсмен не смог оказать достойной конкуренции соперникам на этапе отборочных соревнований для участия в указанных выше социально значимых соревнованиях.

Заключение. По нашему мнению, указанные выше приспособительные сдвиги физиологических показателей кардиореспираторной системы спортсменов ЭГ можно расценивать как один из важных механизмов положительного эффекта адаптации организма к условиям гиперкапнической гипоксии посредством тренировки дыхания с помощью дыхательного тренажёра «Карбоник».

Как видно из представленных выше данных, после экспериментальной тренировки в опытной группе борцов значительно возрос показатель резерва мощности дыхательной системы (ЖЁЛ). Это можно объяснить тем, что при дыхании через ДОМП в первую очередь увеличивается глубина дыхания, что и приводит к повышению объёмных параметров дыхания.

Курсовое использование дыхательного тренажёра «Карбоник» повышает устойчивость организма к гипоксии, о чём свидетельствует увеличение времени задержки дыхания на вдохе и выдохе, а также величины гипоксического индекса.

Тренировка дыхания через ДОМП способствует снижению ЧСС в состоянии покоя, что следует расценивать как факт экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы спортсменов под влиянием экспериментальной тренировочной программы.

Выводы:

1. Положительные результаты проведённого исследования подтвердили целесообразность применения предложенного метода сочетания гипоксически-гиперкапнических воздействий в подготовке борцов-дзюдоистов 15–16 лет.

2. Систематическая тренировка дыхания через ДОМП, имеющегося в системе дыха-

тельного тренажёра «Карбоник» профессора В.П. Куликова, способствует развитию адаптации организма к гипоксии и гиперкапнии, моделируя состояние напряжённой работы. Это обеспечивает повышение эффективности и экономичности деятельности кардиореспираторной системы организма спортсменов, определяющих и лимитирующих спортивный результат.

Литература

1. Афонякин, И.В. Применение интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде подготовки пловцов-спринтеров / И.В. Афонякин // Сб. науч. тр. молодых учёных и студентов РГАФК. – М., 2002. – С. 74–76.

2. Волков, Н.И. Закономерности биохимической адаптации в процессе спортивной тренировки / Н.И. Волков. – М.: ГЦОЛИФК, 1986. – 64 с.

3. Волков, Н.И. Эффективность интервальной гипоксической тренировки при подготовке конькобежцев высокой квалификации / Н.И. Волков, Б.А. Стенин, С.Ф. Сокунова // Теория и практика физ. культуры. – 1998. – № 3. – С. 8–13.

4. Исаев, А.П. Спорт и среднегорье. Моделирование адаптивных состояний спортсменов: моногр. / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2013. – 425 с.

5. Колчинская, А.З. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте: рук. для врачей / А.З. Колчинская, Т.Н. Цыганова, Л.А. Остапенко. – М.: Медицина, 2003. – 408 с.

6. Колчинская, А.З. Интервальная гипоксическая тренировка в спорте высших достижений / А.З. Колчинская // Спортивная медицина. – 2008. – № 1 – С. 9–24.

7. Малеев, Д.О. Применение средств респираторной гипоксической-гиперкапнической нагрузки в подготовке лыжников-гонщиков высокой квалификации / Д.О. Малеев // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – Т. 16. – № 1. – С. 13–17.

8. Малеев, Д.О. Содержание и направленность тренировочного процесса в подготовке лыжников-гонщиков высокой квалификации / Д.О. Малеев // Вестник Тюмен. гос. ун-та. Гуманитар. исследования. Humanitates. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 232–241.

9. Потапов, В.Н. Физическая подготовка лыжников-гонщиков высокой квалификации

Краткие сообщения

с использованием средств искусственной гипоксической тренировки / В.Н. Потапов, Д.О. Малеев // Теория и практика физ. культуры. – 2016. – № 3. – С. 74–77.

10. Потапов, В.Н. Возможности нормобарической гипоксии в повышении функциональных резервов организма лыжников-гонщиков высокой квалификации / В.Н. Потапов, Д.О. Малеев // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2016. – № 4 (136). – С. 4–9.

11. Солопов, И.Н. Физиологические эффекты методов направленного воздействия на дыхательную функцию человека. – Волгоград, 2004. – 242 с.

12. Шамардин, А.А. Применение эргогенических средств в подготовке спортсменов: моногр. / А.А. Шамардин, В.В. Чёмов, А.И. Шамардин, И.Н. Солопов. – Саратов: Науч. кн., 2008. – 209 с.

13. Яковлев, Н.Н. Молекулярные и функциональные основы приспособления организма к условиям среды / Н.Н. Яковлев. – Ленинград: Наука, 1986. – 17 с.

14. *Cycling performance decrement is greater in hypoxia versus normobaria* / В.А. Beidleman, C.S. Fulco, J.F. Staab et al. // *Extreme*

Physiology Medicine. – 2014. – Vol. 3 (8). – P. 1–9.

15. *Discerning normobaric and hypobaric hypoxia: significance of exposure duration* / T. Debevec, G.P. Millet // *J. Appl. Physiol.* – 2014. – № 116 (9). – P. 1255.

16. *Effectiveness of preacclimatization strategies for high – altitude exposure* / C.S. Filko, B.A. Beidleman, S.R. Muza // *Exerc. Sport Sci Rev.* – 2013. – Vol. 41. – P. 55–63.

17. *Intermittent hypoxia improves endurance performance and submaximum exercise efficiency* / K. Katayama, H. Matsuo, K. Ichida et al. // *High Alt Med Biol.* – 2003. – № 4 (3). – P. 291–304.

18. *“Live high-train low” using normobaric hypoxia: a double-blinded, placebo-controlled study* / C. Siebenmann, P. Robach, R. Jacobs et al. // *J. Appl. Physiol.* – 2012. – Vol. 112 – P. 106–117.

19. *Hypoxia as a component of sport training* / M. Pupis, P. Korcok. – *Danska Bystrica: KTVS FHV UMB*, 2007. – 98 p.

20. *Significant molecular and systemic adaptations after repeated sprint training in hypoxia* / R. Faiss, B. Leger, J.M. Vesin et al. // *PLoS One*. – 2013. – Vol. 8. – P. 56–64.

Потапов Виктор Николаевич, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой лыжного спорта, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, potap47@bk.ru.

Малеев Дмитрий Олегович, доцент кафедры лыжного спорта, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, massport@mail.ru.

Поступила в редакцию 6 октября 2016 г.

DOI: 10.14529/hsm160410

INFLUENCE OF HYPERCAPNIC HYPOXIA ON FUNCTIONAL AND SPECIAL PHYSICAL FITNESS IN YOUNG JUDOKAS

V.N. Potapov, potap47@bk.ru,
D.O. Maleev, massport@mail.ru

Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation

Aim was to assess the efficiency of Karbonik respiratory trainer developed by professor Kulikov in 15-16-year-old judokas' training. **Materials and Methods.** The study involved two groups of first- and second-category judokas. Each group included 10 athletes of approximately the same physical fitness level. Training of the experimental group used hypoxic hypercapnic gas mixture formed by the above mentioned respiratory trainer. Response of the functional systems

to the training program was assessed based on the changes in hypoxic index, timed inspiratory and expiratory capacities, lung capacity, and heart rate; as well as tests reflecting the levels of special physical fitness and sport performance. **Results.** It was revealed that regular respiratory training via additional volume of dead air breath provided by Karbonik respiratory trainer system contributed to adaptation of a young judoka's body to hypoxia and hypercapnia, which, in its turn, resulted in improvement of special physical fitness and sport performance. **Conclusion.** The respiratory trainer due to additional dead space volume creates the conditions of moderate hypoxia and hypercapnia which have a combined positive effect on the increase of special physical fitness and sport performance in young judokas.

Keywords: hypoxia, hypercapnia, Karbonik respiratory trainer, judokas.

References

1. Afonyakin I.V. [Use of Interval Hypoxic Training in Precompetitive Training Period of Swimmers-Sprinters]. *Sbornik nauchnykh trudov molodykh uchenykh i studentov RGAFK* [Collection of Scientific Works of Young Scientists and Students RGAFK], 2002, pp. 74–76. (in Russ.)
2. Volkov N.I. *Zakonomernosti biokhimicheskoy adaptatsii v protsesse sportivnoy trenirovki* [Patterns of Biochemical Adaptation in the Process of Sports Training]. Moscow, GTSOLIFK Publ., 1986. 64 p.
3. Volkov N.I., Stenin B.A., Sokunova S.F. [The Effectiveness of Intermittent Hypoxic Training in Preparation of Skaters High Qualification]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 1998, no. 3, pp. 8–13. (in Russ.)
4. Isaev A.P., Erlich V.V. *Sport i srednegor'e. Modelirovanie adaptivnykh sostoyaniy sportsmenov: monografiya* [Sports and Midlands. Modeling of Adaptive States of Athletes. Monograph]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2013. 425 p.
5. Kolchinskaya A.Z., Tsyganova T.N., Ostapenko L.A. *Normobaricheskaya interval'naya gipokicheskaya trenirovka v meditsine i sporte: rukovodstvo dlya vrachev* [Gipokicheskaya Normobaric Interval Training in Medicine and Sport. A Guide for Physicians]. Moscow, Medicine Publ., 2003. 408 p.
6. Kolchinskaya A.Z. [Interval Hypoxic Training in the Sphere of Sports]. *Sportivnaya meditsina* [Sports Medicine], 2008, no. 1, pp. 9–24. (in Russ.)
7. Maleev D.O. [Applying the Means of Respiratory Hypoxic-Hypercapnic Load In Training of Skilled Ski Racers]. *Chelovek. Sport. Meditsina* [Human. Sport. Medicine], 2016, vol. 1, no. 1, pp. 13–17. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm160102
8. Maleev D.O. [The Content and Focus of the Training Process in the Preparation of Skilled Ski Racers]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Gumanitarnye issledovaniya. Humanitates* [Bulletin of Tyumen State University. Humanities Research. Humanitates], 2016, vol. 2, no. 2, pp. 232–241. (in Russ.)
9. Potapov V.N., Maleev D.O. [Physical Preparation of Skiers-Racers of High Qualification with the Use of Artificial Hypoxic Training]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, no. 3, pp. 74–77. (in Russ.)
10. Potapov V.N., Maleev D.O. [Features Normobaric Hypoxia in Improving Functional Reserves Skiers Qualifications]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina* [Physiotherapy and Sports Medicine], 2016, pp. 4–9. (in Russ.)
11. Solopov I.N. *Fiziologicheskie efekty metodov napravlennoy vozdeystviya na dykhatel'nyuyu funktsiyu cheloveka* [The Physiological Effects of Techniques Targeting a Human Respiratory Function]. Volgograd, 2004. 242 p.
12. Shamardin A.A., Chemov V.V., Shamardin A.I., Solopov I.N. *Primenenie ergogenicheskikh sredstv v podgotovke sportsmenov: monografiya* [Application Ergogenicheskikh Funds in Training Athletes. Monograph]. Saratov, Science Book Publ., 2008. 209 p.
13. Yakovlev N.N. *Molekulyarnye i funktsional'nye osnovy prispособleniya organizma k usloviyam sredy* [Molecular and Functional Bases of the Organism to Adapt to Environmental Conditions]. Leningrad, Nauka Publ., 1986. 17 p.
14. Beidleman B.A., Fulco C.S., Staab J.F. Cycling Performance Decrement is Greater in Hypoxia Versus Normobaria. *Extreme Physiology Medicine*, 2014, vol. 3(8), pp. 1–9.

Краткие сообщения

15. Debevec T., Millet G.P. Discerning Normobaric and Hypobaric Hypoxia: Significance of Exposure Duration. *J. Appl. Physiol.*, 2014, no. 116 (9), p. 1255.
16. Filko C.S., Beidleman B.A., Muza S.R. Effectiveness of Preacclimatization Strategies for High – Altitude Exposure. *Exerc. Sport Sci Rev.*, 2013, vol. 41, pp. 55–63.
17. Katayama K., Matsuo H., Jchida K., Mori S., Miyamura M. Intermittent Hypoxia Improves Endurance Performance and Submaximum Exercise Efficiency. *High Alt Med Biol.*, 2003, no. 4 (3), pp. 291–304.
18. Siebenmann C., Robach P., Jacobs R. Live High-Trainlow Using Normobaric Hypoxia. A Double-Blinded, Placebo-Controlled Study. *J. Appl. Physiol.*, 2012, vol. 112, pp. 106–117.
19. Pupis M., Korcok P. Hypoxia as a Component of Sport Training. *Danska Bystrica*, 2007. 98 p.
20. Faiss R., Leger B., Vesin J.M. Significant Molecular and Systemic Adaptations after Repeated Sprint Training in Hypoxia. *PLoS One*, 2013, vol. 8, pp. 56–64.

Received 6 October 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Потапов, В.Н. Влияние средств гиперкапнической гипоксии на функциональную и специальную физическую подготовленность юных дзюдоистов / В.Н. Потапов, Д.О. Малеев // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 93–98. DOI: 10.14529/hsm160410

FOR CITATION

Potapov V.N., Maleev D.O. Influence of Hypercapnic Hypoxia on Functional and Special Physical Fitness in Young Judokas. *Human. Sport. Medicine*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 93–98. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm160410
