

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ НА КОМПОЗИЦИОННЫЙ СОСТАВ ТЕЛА И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ

Н.Н. Низамутдинова¹, Д.Р. Хакимуллина¹, Р.Р. Альметова¹, А.В. Комарова², Д.С. Мартыканова¹

¹ Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

² Бурятский государственный университет, Улан-Удэ, Россия

Для связи с авторами: nizamutdinova.n@list.ru, dilmart@mail.ru

Аннотация:

Одним из наиболее эффективных средств, широко применяемых в практике спорта с целью потенцирования тренировочного эффекта упражнений и повышения уровня работоспособности спортсменов, является метод интервальной гипоксической тренировки. Целью нашего исследования было изучение композиционного состава тела и гематологических показателей крови у высококвалифицированных гребцов-академистов до и после интервальной гипоксической тренировки в условиях среднегорья. В исследовании приняли участие 6 человек мужского пола в возрасте 21-22 лет, которые активно занимаются спортом и имеют спортивную квалификацию мастера спорта России по академической гребле. Перед выездом в Македонию и на седьмой день после приезда спортсмены сдавали венозную кровь на анализ утром натощак и проходили исследование на состав тела. Параметры состава тела и основной обмен веществ в покое оценивались методом биоэлектрического импеданса с помощью анализатора "Tanita MC 980" (Япония). 22 гематологических параметра оценивались с помощью автоматического гематологического анализатора «МЕК 7222 К» (Япония). В результате исследования определили, что среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH) у исследуемых гребцов после гипоксической тренировки в условиях среднегорья значительно увеличилось. Кроме того, в результате гипоксической тренировки, направленной на развитие выносливости, у исследуемых гребцов с уменьшением общей мышечной массы уменьшается основной обмен веществ.

Ключевые слова: гипоксическая тренировка, академическая гребля, MCH (содержание гемоглобина в эритроците), гемоглобин, эритроцит, состав тела, основной обмен веществ.

INFLUENCE OF THE INTERVAL HYPOXEMIC TRAINING ON BODY COMPOSITION AND HEMATOLOGIC BLOOD INDICATORS AT HIGHLY SKILLED ROWERS

N.N. Nizamutdinova¹, D.R. Khakimullina¹, R.R. Almetova¹, A.V. Komarova², D.S. Martykanova¹

¹ Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia

² Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Abstract:

The aim of our study was to investigate the hematological blood parameters and body composition at highly skilled rowers before and after the interval hypoxic training in conditions of the midlands. In the study, six male people aged 21-22 years actively involved in sports and having a sports qualification of the Master of Sports of Russia in Rowing took part. Before departure to Macedonia and after arrival on the seventh day the athletes took the venous blood on the analysis in the morning on an empty stomach and passed a research on a structure of the body. 22 hematological parameters were estimated with the automatic hematology analyzer MEK 7222 K (Japan). The parameters of the body composition and basal metabolism alone were estimated by the bioelectrical impedance analyzer Tanita MC 980 (Japan). The study determined that the mean corpuscular hemoglobin (MCH) at the rowers after hypoxic training in midlands increased significantly. After the hypoxic training aimed to endurance, we found out that the rowers with a decrease in the total muscle mass decreased the basic metabolism.

Keywords: hypoxic training, rowing, MCH (mean corpuscular hemoglobin), hemoglobin, erythrocyte, structure of a body, the basic metabolism.

ВВЕДЕНИЕ.

Проблема адаптации организма человека к напряженным физическим нагрузкам занимает одно из ведущих мест в физиологии мышечной деятельности, а также в спортивной медицине [1,2]. Приспособление организма к постоянно возрастающим физическим нагрузкам способствует раскрытию двигательного потенциала [3]. Одним из наиболее эффективных эргогенических средств, широко применяемых в практике спорта с целью потенцирования тренировочного эффекта упражнений и повышения уровня работоспособности спортсменов, является метод интервальной гипоксической тренировки [4,5]. За последние два десятилетия гипоксическая тренировка (ИГТ), то есть метод, когда спортсмены живут вблизи гор и тренируются в условиях гипоксии, приобрел большую популярность [6]. 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 [4,7]. Гипоксия является не только повреждающим, но и тренирующим фактором, действие которого на организм в определенном режиме приводит к формированию долговременной адаптации к кислородному голоданию [8,9]. Тканевая гипоксия и вызываемые ею биохимические и структурные изменения могут ограничивать работоспособность, приводить к развитию утомления и резкому ухудшению состояния организма. Но если действие гипоксии кратковременно и повторно и гипоксическое воздействие чередуется с нормоксическими условиями, то обратимые последствия тканевой гипоксии могут обладать конструктивным, созидательным эффектом [10]. Через 3-4 дня после гипоксической тренировки наступает фаза пониженных функциональных возможностей спортсменов, которая длится до 6-8 дней [11].

Целью исследования было изучение гематологических показателей крови и состава тела у гребцов до и после интервальной гипоксической тренировки.

Методы исследования. Для нашего исследо-

вания мы отобрали 6 человек мужского пола в возрасте 21-22 лет, которые активно занимаются спортом и имеют спортивную квалификацию мастера спорта России по академической гребле. В Македонии возле города Дебар они тренировались в условиях среднегорья с 28.03.15 г. по 20.04.15 г. Дебар – город в западной части Македонии, окруженный горами Дешат, Стогово и Ябланица, расположенный на высоте 625 м над уровнем моря. У испытуемых спортсменов средний показатель роста и до и после гипоксической тренировки составил 189,00 (5,90), веса тела – 85,63 (5,83) кг и 83,20 (2,72) кг соответственно. Перед выездом в Македонию и на седьмой день после приезда спортсмены сдавали венозную кровь на анализ утром натощак и проходили исследование на состав тела. Параметры состава тела и основной обмен веществ в покое оценивались методом биоэлектрического импеданса с помощью анализатора "Tanita MC 980" (Япония). 22 гематологических параметра оценивались с помощью автоматического гематологического анализатора «МЕК 7222 К» (Япония). Статистический анализ проводили с помощью t-критерия Стьюдента для связанных выборок, критерия Уилкоксона для связанных выборок, критерия Пирсона и Спирмена в соответствии с результатами теста Колмогорова-Смирнова. Обработка данных осуществлялась в программе для статистической обработки данных «SPSS 20».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительная характеристика основных композиционных показателей тела у гребцов представлена в таблице 1.

Из результатов, представленных в таблице 1, можно отметить, что у гребцов нет статистически значимых различий в композиционных показателях состава тела до и после гипоксической тренировки. В нашем исследовании мы обнаружили, что в результате гипоксической тренировки с уменьшением общей мышечной массы в кг уменьшается основной обмен веществ, выраженный в ккал, $r=0,9$ ($p=0.006$). Возможно, это связано с тем, что у этих гребцов гипоксическая тренировка

была направлена на развитие выносливости, поэтому отмечалась тенденция к снижению у них общей мышечной массы.

Сравнительная характеристика основных гематологических показателей у гребцов представлена в таблице 2.

Из результатов, представленных в таблице 2, видно, что среднее значение гематологических показателей у мужчин до и после гипоксической тренировки находится в пределах медицинских норм, кроме увеличенного процентного содержания базофилов в лейкоформуле. При статистической обработке данных определили, что среднее содержание гемоглобина в эритроците (МСН) в пг у исследуемых гребцов после гипоксической тренировки значимо увеличилось ($p=0.042$). Отмечали тенденцию к увеличению средней концентрации гемоглобина в эритроцитах (МСНС) у спортсменов ($p=0.078$) и к снижению степени анизоцитоза

у спортсменов, т.е. наблюдается тенденция к снижению гетерогенности популяции эритроцитов, все это может свидетельствовать об улучшении процессов гемоглинообразования в эритроцитах после гипоксической тренировки. Некоторыми авторами установлено, что у практически здорового человека под влиянием интервальных гипоксических воздействий развивается комплекс адаптивных изменений функциональных систем организма: увеличение потребления и эффективности использования кислорода, уменьшение реактивности симпатoadренальной системы, стимулирование центральной нервной системы, кардиореспираторной и гормональной систем, эритропоэза и антиоксидантных ферментов, усиление капилляризации тканей жизненно важных органов [8,12]. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма во многом определяет адап-

Таблица 1 – Показатели состава тела гребцов до и после гипоксической тренировки

Показатели	До гипоксической тренировки	После гипоксической тренировки	<i>p</i>
Вес, кг	85,63 (5,83)	83,20 (2,72)	$p=0,592$
Мышечная масса, кг	72,78 (4,21)	70,70 (3,10)	$p=0,151$
Масса жира, кг	9,08 (3,02)	8,80 (2,46)	$p=0,101$
Безжировая масса тела, кг	76,55 (4,39)	74,40 (3,24)	$p=0,156$
Костная масса, кг	3,77 (0,18)	3,70 (0,14)	$p=0,391$
Протеин, кг	18,02 (1,49)	17,68 (1,59)	$p=0,391$
Индекс массы тела (BMI)	23,93 (1,67)	23,70 (1,17)	$p=0,188$
Показатель общей жидкости в теле (TBW), кг	54,77 (3,12)	53,03 (1,51)	$p=0,125$
Мышечная масса туловища, кг	39,18 (2,33)	38,20 (2,10)	$p=0,182$
Жир туловища, кг	4,87 (2,33)	4,70 (1,91)	$p=0,095$
Основной обмен веществ, kcal	2263,17 (137,49)	2191,75 (96,12)	$p=0,130$
Метаболический возраст, лет	12,00 (0,0)	12,50 (1,00)	$p=0,391$

Таблица 2 – Гематологические показатели гребцов до и после гипоксической тренировки

Показатели	До гипоксической тренировки	После гипоксической тренировки	<i>p</i>
Лейкоциты, * 10 ⁹ /л	4,60 (1,00)	4,97 (0,89)	$p=0,207$
Нейтрофилы, * 10 ⁹ /л	2,52 (0,66)	2,83 (0,76)	$p=0,207$
Нейтрофилы, %	54,37 (5,43)	55,40 (9,49)	$p=0,917$
Лимфоциты, * 10 ⁹ /л	1,40 (0,35)	1,52 (0,40)	$p=0,285$
Лимфоциты, %	30,93 (7,27)	31,72 (9,38)	$p=0,600$
Моноциты, * 10 ⁹ /л	0,52 (0,21)	0,45 (0,12)	$p=0,120$
Моноциты, %	10,85 (2,60)	9,10 (0,85)	$p=0,074$
Эозинофилы, * 10 ⁹ /л	0,10 (0,06)	0,13 (0,10)	$p=0,317$
Эозинофилы, %	2,35 (1,34)	2,72 (1,43)	$p=0,115$
Базофилы, * 10 ⁹ /л	0,07 (0,05)	0,03 (0,05)	$p=0,157$
Базофилы, %	1,50 (0,53)	1,07 (0,34)	$p=0,343$
Эритроциты, *10 ¹² /л	4,60 (0,23)	4,60 (0,16)	$p=0,917$
Гемоглобин, г/л	139,67 (4,84)	141,67 (4,46)	$p=0,344$
Гематокрит, %	40,32 (1,22)	40,32 (1,20)	$p=0,917$
Средний объем эритроцита, фл	87,70 (2,29)	87,65 (2,17)	$p=0,833$
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	30,38 (0,89)	30,80 (0,90)	$p=0,042^*$
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л	346,50 (4,42)	351,50 (4,46)	$p=0,078$
Степень анизоцитоза, %	12,55 (0,23)	12,25 (0,33)	$p=0,066$
Тромбоциты, * 10 ⁹ /л	211,33 (58,11)	227,50 (52,14)	$p=0,116$

тацию человека к изменяющимся условиям внешней среды. Авторы в обзорной статье отмечают, что использование среднегорья, а также искусственной гипоксии обуславливает гематологическую адаптацию организма спортсменов, повышается концентрация следующих показателей: эритропоэтина, гемоглобина, эритроцитов. Также применение тренировочной стратегии ЖВ+ТВ (живи высоко + тренируйся высоко) оказывает влияние на работоспособность спортсмена: первые 2-4 дня – повышение, затем небольшой спад, спустя 2-3 недели с момента возвращения отмечается хорошая спортивная форма. Однако авторы рекомендуют исследовать динамику, исходя из позиции индивидуализации: следует учитывать

количество дней, проведенных в условиях гипоксии, структуру тренировочного процесса, генетические особенности спортсменов[13]. Поэтому для глубокого понимания физиологических и биохимических механизмов адаптации организма спортсменов к гипоксии необходимы дальнейшие исследования.

Выводы: 1. Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH) в пг у исследуемых гребцов после гипоксической тренировки в условиях среднегорья значимо увеличилось. 2. В результате гипоксической тренировки, направленной на развитие выносливости, у исследуемых гребцов с уменьшением общей мышечной массы в кг уменьшается основной обмен веществ в ккал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестерова, Э. Э. Влияние оздоровительных занятий баскетболом на психофизическое и функциональное состояние ветеранов спорта : автореф дис. ... канд. пед. наук / Э. Э. Нестерова. – Великолукская государственная академия физической культуры и спорта. – Москва, 2012. – 23 с.
2. Попов, Д. В. Физиологические основы оценки аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне / Д. В. Попов, А. А. Грушин, О. Л. Виноградова. – М.: Советский спорт. – 2014. – 78 с.
3. Кылосов, А. А. Динамика физической работоспособности, вариабельности ритма сердца, биохимических и гематологических показателей в течение годичного цикла подготовки у юных лыжников : дис. ... канд. биол. наук / А. А. Кылосов; Ярослав. гос. пед. ун-т им. К. Д. Ушинского. – Ярославль, 2009. – 158 с.
4. Волков, Н. И. Метаболические и энергетические эффекты сочетанного применения интервальной тренировки и гипоксической гипоксии / Н. И. Волков, Е. А. Коваленко // Интервальная гипоксическая тренировка, эффективность, механизмы действия. – Киев. – 1992. – № 2. – С. 4.
5. Югай, Н. В. Изменения некоторых биохимических показателей крови у гребцов под влиянием интервальной гипоксической тренировки / Н. В. Югай // Hypoxia Medical J. – 1992. – № 2. – С. 17-18.
6. Faiss, R. Advancing hypoxic training in team sports: from intermittent hypoxic training to repeated sprint training in hypoxia / Raphaël Faiss, Olivier Girard, Gregoire P. Millet // Br. J. Sports Med. – 2013. – V. 47 (suppl 1). – P.45-50.
7. Волков, Н. И. Скрытая (латентная) гипоксия нагруз-

ки / Н. И. Волков, А. З. Колчинская // Журн. гипоксической медицины. – 1993. – № 2. – С. 30-35.

8. Матева, Е. В. Реакция сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на нормобарическую гипоксию до и после курса интервальных гипоксических воздействий / Е. В. Матева, Н. И. Пантелеева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-7. – С. 1406-1411.
9. Schmidt, W. Blood volume and hemoglobin mass in endurance athletes from moderate altitude / W. Schmidt, K. Heinicke, J. Rojas, J. Manuel Gomez, M. Serrato, M. Mora, B. Wolfarth, A. Schmid, J. Keul // Med. Sci. Sports Exerc. – 2002. – V.34 – № 12. – P. 1934-1940.
10. Колчинская, А. З. Гипоксия нагрузки. Математическое моделирование, прогнозирование и коррекция / Под ред. А. З. Колчинской. – Киев : АН УССР, ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова, 1990. – С. 27-29.
11. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов // Олимпийская литература. – 2004. – С. 808.
12. Ge, R. L. Determinants of erythropoietin release in response to short-term hypobaric hypoxia / R. L. Ge, S. Witkowski, Y. Zhang, C. Alfrey, M. Sivieri, T. Karlson, G. K. Resaland, M. Harber, J. Stray-Gundersen, B. D. Levine. // J. Appl. Physiol. – 2002 – V. 92. – № 6. – P. 2361-2367.
13. Радченко, А. С. Использование среднегорья и нормобарической гипоксии для усиления тренировочных нагрузок в циклических видах спорта (краткий обзор специальной литературы) / А. С. Радченко, О. А. Чурганов, О. М. Шелков // Вестник спортивной науки. – 2012. – № 4. – С. 37-41.

BIBLIOGRAPHY

1. Nesterova, E.E. The influence of improving occupations by basketball on a psychophysical and a functional condition of veterans of sports: The author's abstract dis. ... cand. ped. sciences / E.E..Nesterova;

Velikoluks state academy of physical training and sport. - Moscow, 2012. - 23 p.

2. Popov, D.V. Physiological basis of an estimation of aerobic opportunities and selection of training loadings in skiing and biathlon / D.V. Popov, A.A. Grushin,

- O.L.Vinogradova. - M.: Soviet Sports, 2014. - 78 p.
3. Kylosov, A.A. Dynamics of physical serviceability, heart rhythm variability, biochemical and hematological parameters during a year cycle of preparation at young skiers: Dis. ... cand. biol. sciences / A.A.Kylosov; Yaroslav. state ped. university of a name of K.D.Ushinsky-Yaroslav, 2009. - 158 p.
 4. Volkov, N.I. Metabolic and energogenicheskie effects of combined use of the interval training and hypoxic hypoxia /N.I.Volkov, E.A.Kovalenko // Interval hypoxic training, effectiveness, action mechanisms. – Kiev, 1992. - № 2. – P. 4.
 5. Yugay, N.V. Changes in some blood biochemical parameters at rowers under the influence of the interval hypoxic training / N.V.Yugay // Hypoxia Medical J. - 1992. - № 2. - P. 17-18.
 6. Faiss, R. Advancing hypoxic training in team sports: from intermittent hypoxic training to repeated sprint training in hypoxia / Raphaël Faiss, Olivier Girard, Gregoire P. Millet //Br. J. Sports Med. – 2013. – V. 47 (suppl 1). – P.45–50.
 7. Volkov, N.I. The hidden (latent) load hypoxia /N.I. Volkov, A.Z. Kolchinskaya // Journal of Hypoxic Medicine. - 1993. - № 2. - P.30-35.
 8. Mateva, E.V. The reaction of the cardiovascular and respiratory systems in the human normobaric hypoxia before and after the course of interval hypoxic effects / E.V. Mateva, N.I. Panteleeva // Basic Researches. - 2014. - № 6-7. – P. 1406-1411.
 9. Schmidt, W. Blood volume and hemoglobin mass in endurance athletes from moderate altitude / W. Schmidt, K.Heinicke, J.Rojas, J.Manuel Gomez, M. Serato, M. Mora, B. Wolfarth, A. Schmid, J.Keul // Med. Sci. Sports Exerc. – 2002. – V.34 - № 12. - P.1934-1940.
 10. Kolchinskaya, A.Z. Hypoxia of load. Mathematical modeling, prediction and correction. / Edited by A.Z. Kolchinskaya. – Kiev: Ukrainian Academy of Sciences, Institute of Cybernetics of a name of V.M. Glushkov, 1990. - P.27-29.
 11. Platonov, V.N. The system of training athletes in the Olympic sports. The general theory and its practical applications /V.N Platonov // Olympic Literature. – 2004. - P.808.
 12. Ge, R.L. Determinants of erythropoietin release in response to short-term hypobaric hypoxia / R.L. Ge, S. Witkowski, Y. Zhang, C. Alfrey, M. Sivieri, T. Karlsen, G.K. Resaland, M. Harber, J. Stray-Gundersen, BD Levine. // J. Appl. Physiol. - 2002 – V.92. - № 6. – P.2361-2367.
 13. Radchenko, A.S. Using the midlands and normobaric hypoxia to increase training loads in cyclic sports (brief literature review) / A.S. Radchenko, O.A. Churганov, O.M. Shelkov // Bulletin of Sport Science. - 2012. - № 4. - P. 37-41.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Низамутдинова Наиля Нурсиловна - студент 3 курса факультета физической культуры, Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма, Nizamutdinova.n@list.ru

Хакимуллина Динара Радиковна – младший научный сотрудник УНЦ ТПСР, Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма, dinlynx@mail.ru

Альметова Регина Равиловна – лаборант УНЦ ТПСР, Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма, 9regina@mail.ru

Комарова Анна Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории физической культуры, Бурятский государственный университет, annet7782@mail.ru

Мартыканова Дилара Сафовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Учебно-научного центра подготовки спортивного резерва (УНЦ ТПСР), Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма, dilmart@mail.ru