

УДК 796.015:612.1/8

РЕГУЛЯЦИЯ ИНТЕГРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ АДАПТАЦИИ К НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ И ГИПЕРКАПНИИ

Дмитрий Олегович Малеев, кандидат педагогических наук, Евгений Геннадьевич Виноградов, тренер команды Тюменского государственного университета, Тюменский государственный университет, Институт физической культуры, г. Тюмень; Александр Петрович Исаев, доктор биологических наук, профессор, Южно-Уральский государственный университет, Институт спорта, туризма и сервиса, г. Челябинск; Анатолий Владимирович Шевцов, доктор биологических наук, профессор, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Аннотация

Целью исследования является научное обоснование регуляторных возможностей интегративной деятельности организма спортсменов с учётом использования в тренировочном процессе искусственной гипоксии и гиперкапнии. Для её достижения исследовались две группы лыжников-гонщиков и дзюдоистов, активно тренирующихся и участвующих в соревнованиях, по 12 человек в каждой: юноши 16-17 лет, имеющие I спортивный разряд. Параллельно с исследованием биохимического анализа крови лыжников-гонщиков и дзюдоистов проводились электрокардиографические исследования с нагрузкой на стресс-системе «CardioSoft» (США). Заключение. Индивидуализация программ подготовки спортсменов в различных видах спорта на заключительном этапе подготовительного периода не всегда приводит феномену тренированности (адаптоспособности). Кульминация пиковых адаптивных значений применяемых воздействий вне зависимости от специфики вида спорта не должна превышать порог анаэробного обмена более чем на 10–15%.

Ключевые слова: гипоксия, гиперкапния, дыхательный тренажёр, преморбидное состояние, адаптация, тренировочная деятельность.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.1.p211-216

INTEGRATIVE ACTIVITY OF THE BODY DURING ADAPTATION TO NORMOBARIC HYPOXIA AND HYPERCAPNIA

Dmitriy Olegovich Maleev, the candidate of pedagogical sciences, Evgeny Gennadyevich Vinogradov, the coach of the Tyumen State University team, Tyumen State University, Institute of Physical Education, Tyumen; Aleksandr Petrovich Isaev, the doctor of biological sciences, professor, South Ural State University, Chelyabinsk; Anatoliy Vladimirovich Shevtsov, the doctor of biological sciences, professor, Lesgaft National State University of Physical Culture, Sport and Health, St. Petersburg

Abstract

The paper aims to provide scientific justification for the regulatory potential of integrative activity in athletes experiencing artificial hypoxia and hypercapnia during training. Two groups of cross-country skiers and judo athletes were examined, 12 people each. All athletes were involved in regular physical activity and took part in competitions. Male athletes ages 16 – 17 have the first sports category. Stress ECG was performed on the CardioSoft stress-system (USA) together with biochemical blood analysis. Individualization of training programs in different sports at the final stage of the preparatory period doesn't always result in adaptability. The culmination of peak adaptive values should not exceed anaerobic threshold

for more than 10–15%.

Keywords: hypoxia, hypercapnia, respiratory training, premonitory state, adaptation.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в спорте высоких достижений назрела острая необходимость в повышении успешных результатов, связанных с активацией резервов организма. Одним из таких системных регуляторов является адаптация к гипоксии среднегорья, при которой происходит повышение функций основных обеспечивающих двигательную деятельность (ДД) систем организма. Многие современные ученые считают, что проведение тренировочного процесса в условиях гипоксии является наиболее эффективным средством повышения общей и специальной физической подготовленности (СФП) спортсменов.

Поэтому спортсмены – лыжники-гонщики и дзюдоисты проводят свои тренировки в среднегорье, где организм испытывает сочетанное действие гипоксии и физических тренировок. В качестве эффективных эргогенных (дополнительных) средств, наряду с традиционными средствами и методами подготовки спортсменов, можно рассматривать сочетание искусственной интервальной гипоксической и гиперкапнической тренировок. Взаимодополняющее воздействие этих средств усиливает влияние тренировочных нагрузок на организм, способствует формированию более совершенных адаптационных механизмов и эффективному повышению спортивных результатов [2; 4; 5; 9; 11; 24]. Для достижения адекватного эффекта при интервальной нормобарической гипоксии ее уровень должен соответствовать высоте 2500–3000 м, к примеру, при гипоксической гипоксии (ГГ) достаточно 1500–1700 м (Красная Поляна). Показано, что после тренировок в условиях гипоксии отмечается увеличение форменных элементов крови, в частности эритроцитов, которое сохраняется как минимум в течение 100–120 суток [3; 14], что, безусловно, влияет на уровень физической работоспособности. При этом предполагают, что гематокритное число возрастает в сторону эритроцитоза при ГГ в течение 3 недель увеличивается [13; 14].

Установлено, что механизмы изменений физической работоспособности при высотных тренировках, это: увеличение количества эритроцитов, дыхательная акклиматизация, а также биомеханические и нейромедиаторные изменения, развивающиеся в организме [3;7].

Предыдущие исследования выявили ряд негативных последствий нерационального тренировочного процесса лыжников-гонщиков в подготовительном периоде. Доказано, что на фоне нагрузки у спортсменов-лыжников происходят морфологические изменения правого желудочка в сторону увеличения размеров полости и соответственно его массы, что приводит к повороту электрической оси сердца вправо (вертикальное положение) относительно фронтальной плоскости. Помимо отклонения ЭОС формируется паттерн неполной блокады правой ножки пучка Гисса, запаздывание проводимости импульса возбуждения по правому желудочку. Оценка данного паттерна важна в диагностировании признаков формирования гипертрофии или дилатации правого желудочка, что в дальнейшем ведет к развитию устойчивой структуры правого отдела сердца с последующими его функциональными возможностями.

В свою очередь общепринятая специфика тренировочного процесса дзюдоистов ведет к развитию концентрической гипертрофии миокарда чему способствуют физические нагрузки большой, субмаксимальной и максимальной мощности которые воспроизводятся за счёт анаэробного механизма энергообмена. Побочным эффектом таких тренировок является систематическое повышение внутригрудного давления, что ведет к развитию компенсаторных паттернов в виде уплотнения структуры мышечного волокна, ухудшения релаксации миокарда, понижения конечно-диастолического объема желудочков и, как следствие, формирование низкого количества резервной крови в левом желудочке.

Рациональный тренировочный процесс в подготовительном периоде подготовки, направленный на физиологическую гипертрофию миокарда в части тоногенного расширения правого и левого желудочков, сочетает в себе, главным образом, низкоинтенсивные нагрузки умеренной мощности с преимущественным включением аэробного механизма энергопродукции. Описанный способ тренировочных воздействий положительно сказывается на хронотропном и инотропном состоянии миокарда, а также функции механизма Франка-Стерлинга увеличивающий буферную ёмкость крови.

Организация и методы исследования. Исследовались две группы лыжников-гонщиков и дзюдоистов, активно тренирующихся и участвующих в соревнованиях, по 12 человек в каждой: юноши 16-17 лет, имеющие I спортивный разряд. Параллельно с анализом биохимических показателей крови лыжников-гонщиков и дзюдоистов проводились электрокардиографические исследования с нагрузкой на стресс-системе «CardioSoft» (США).

Суть исследования заключалась в определении долговременной адаптации, к выполнению экстремальных для организма спортсменов 16-17 лет функциональных и физических нагрузок, связанных с предложенной тренировочной деятельностью.

Экспериментальные программы подготовки обеих групп содержали в себе интервальные гипоксические тренировки (ИГТ) и гиперкапнические экспозиции на фоне основной тренировочной нагрузки в подготовительном периоде. Эффект ИГТ достигался с помощью гипоксикатора «HIPOXICO Everest Summit II», а гиперкапнические воздействия на дыхательном тренажёре «Карбоник».

Применению ИГТ сопутствовали жёсткие организационно-методические условия: суммарное применение ИГТ (экспозиция-отдых) не превышает 1 часа, не более трёх дней в неделю; продолжительность курса ИГТ– не более 18-21 дней; газовая смесь содержит 10-15 % кислорода; экспозиции проводятся через 1,5-2 часа после окончания утренней тренировки (таблица 1).

Таблица 1 – Рекомендуемые режимы ИГТ для использования в подготовке лыжников-гонщиков

Режимы ИГТ	Длительность вдыхания (с, мин)		Кол-во повторений в одной серии	Кол-во серий	Длительность отдыха между сериями (мин)	Содержание O ₂ в ГГС (%)
	ГГС	Атмосферным воздухом				
1	30с	30с	5-7	5-6	3 мин	10-15
2	1мин	1мин 30с	4-5	4-5	3 мин	10-15

Примечание: ГГС – гипоксическая газовая смесь

Гиперкапнические экспозиции (ГЭ) использовались спортсменами в расслабленном состоянии за 10–15 минут до начала основного тренировочного занятия.

Текущее функциональное состояние спортсменов оценивалось с помощью биохимических анализов и с помощью определения преморбидного (переходного, адаптационного порога) состояния сердечно-сосудистой системы на диагностического комплексе «CardioSoft» (США) при выполнении определённых тредмил-тестов с записью электрокардиограммы в процессе нагрузки.

РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнительный анализ двух групп обследования показал изменения биохимических показателей крови в начале и по завершению исследования (таблица 2). Прирост содержания эритроцитов к концу эксперимента у лиц данной группы составил 10,1% (0,49x10¹²/л). Наряду с этим отмечается достоверно значимое увеличение содержания общего гемоглобина со 143,9 до 160,3 г/л (+15,2%), железа с 16,7 до 26,1 ммоль/л (+56,2%) и гематокрита с 37,0 до 45,0 % (+15,8%). При этом индивидуализация тренировочной программы лыжников-гонщиков привела к адаптоспособности сердечно-сосудистой системы на предложенные нагрузки, что отражается в результатах итогового

обследования по методике определения преморбидного состояния в тесте ступенчато-возрастающего характера. В группе спортсменов-лыжников были выявлены процессы ремоделирования сердца, а именно: увеличение размеров полости левого и правого желудочков, синусовая брадикардия, увеличение вольтажа комплекса QRS, нормотоническая постнагрузочная реакция артериального давления, поворот ЭОС в нормальное положение в горизонтальной и фронтальной плоскости.

Таблица 2 – Изменение показателей крови у лыжников-гонщиков и дзюдоистов в процессе исследования (n=12)

Показатели	Группа обследования		Группа сравнения	
	в начале лыжники/г	в конце лыжники/г	в начале дзюдоисты	в конце дзюдоисты
	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
RBC-эритроциты (x 10 ¹² /л)	4,81±0,30	5,10±0,60 p<0,001	4,66±0,40	4,82±0,50 p<0,05
Hb – гемоглобин (г/л)	143,90±1,74	160,30±2,67 p<0,001	144,80±1,48	148,90±1,96 p<0,05
Ferr 1 – железо (ммоль/л)	16,70±1,81	26,10±1,83 p<0,001	14,60±0,76	19,80±0,94 p<0,001
HCT-гематокрит (%)	37,00±0,92	45,00±0,81 p<0,001	36,00±0,81	39,00±0,71 p<0,05

Напротив, показатели функции ССС дзюдоистов показали отсутствие экономизации функции миокарда о чём свидетельствуют: вертикальное или с отклонением вправо ЭОС вокруг переднезадней оси, гипертоническая постнагрузочная реакция артериального давления, синусовая нормокардия, неполная блокада правой ножки пучка Гисса.

Исследование показало, что тренировочные нагрузки, предъявляемые к лыжникам-гонщикам, в виду их сбалансированности получили адекватный отклик в развитии всех систем организма. Реализованный тренировочный процесс дзюдоистов, в свою очередь, продемонстрировал существенное отклонение от задуманной траектории достижения устойчивой адаптации. Увеличение объёма интенсивной работы привело к некорректным структурным изменениям сердечной мышцы, в связи с чем эффективность осталась на низком уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Регистрация параметров структурального и электрического ремоделирования сердца спортсмена при анализе ЭКГ покоя и нагрузки, в процессе адаптации к напряжённому тренировочному процессу, ведет к гармоничному формированию функциональных и морфологических изменений сердечно-сосудистой системы в целом.

Применяемые воздействия, в части достижения устойчивой адаптоспособности организма спортсменов к специфическим нагрузкам (вне зависимости от специфики вида спорта) не должна превышать уровень анаэробных значений более чем на 10-15 % на протяжении всего подготовительного периода.

При всём положительный опыте применения нормобарической гипоксии и гиперкапнических экспозиций существуют риски, связанные с негативными последствиями использования данных эргогенических средств в части гипоксической ишемии миокарда, аномальной реполяризации с последующим образованием гипертрофической кардиомиопатии на фоне не соблюдения ключевых закономерностей использования энергообеспечивающих механизмов организма при выполнении физической нагрузки различной мощности и интенсивности.

Указанных негативных процессов можно избежать уже на начальных этапах тренировочного процесса благодаря систематическому определению и квалифицированному анализу преморбидного состояния ССС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия, Л.А. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование / Л.А. Бокерия, О.Л. Бокерия, И.В. Волковская // *Анналы аритмологии*. – 2009. – № 4. – С. 21–32.
2. 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.
3. Система подготовки спортивного резерва: возрастные особенности эффективной адаптации и сохранности здоровья подростков : монография / А.П. Исаев, В.В. Эрлих, А.П. Шевцов, Д.О. Малеев – Санкт-Петербург : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2018. – 579 с.
4. Колчинская, А.З. Интервальная гипоксическая тренировка в спорте высших достижений / А.З. Колчинская // *Спортивная медицина*. – 2008. – № 1. – С. 9–24.
5. Малеев, Д.О. Возможности нормобарической гипоксии в повышении функциональных резервов организма лыжников-гонщиков высокой квалификации / Д.О. Малеев // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. – 2016. – № 4. – С. 4–9.
6. Миронова Т.Ф. Клинические возможности ритмокардиографии высокого разрешения при анализе вариабельности сердечного ритма у больных ишемической болезнью сердца (инновационный опыт) / Т.Ф. Миронова, В.А. Миронов, Ю.С. Шамуров // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2-1. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19258> (дата обращения: 01.01.2021).
7. Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессон, П.Л. Гринхафф. – Киев : Олимпийская литература, 2001. – 294 с.
8. Руководство по функциональной диагностике болезней сердца / А.Л. Сыркин, М.Г. Полтавская, Н.А. Новикова, В.П. Седов / под ред. А.Л. Сыркина. – Москва : Золотой стандарт, 2009. – 368 с.
9. Potapov, V.N. Influence of hyper-conic hypoxia on functional and special physical fitness in young judokas / V.N. Potapov // *Human. Sport. Medicine*. – 2016. – V. 16, № 4. – P. 93–98.
10. Pupis, M. Hypoxia as a component of sport training / M. Pupis, P. Korcok. – *Danska Bystrica* : KTVS FHV UMB, 2007. – 98 p.
11. Significant molecular and systemic, adaptations after repeated sprint training in hypoxia / R. Faiss, B. Leger, J.M. Vesin [et al.] // *PLoS One*. – 2013. – V. 8. – P. 56–64.
12. Filko, C.S. Effectiveness of preacclimatization strategies for high – altitude exposure / C.S. Filko, B.A. Beidleman, S.R. Muza // *Exerc Sport Sci Rev*. – 2013. – V. 41. – P. 55–63.
13. Day, T.A. Defining stress as a prelude to mapping its neurocircuitry: No help from allostasis / T.A. Day // *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry*. – 2005. – V. 29 (8). – P. 1195–1200.
14. McEwen, B.S. The concept of allostasis in biology and biomedicine / B.S. McEwen // *Norm. Behav.* – 2003. – V. 43, № 1. – P. 2–15.

REFERENCES

1. Bokeriya, L.A., Bokeriya, O.L., Volkovskaya, I.V. (2009), “Heart Rate Variability. Measurement Methods, Interpretation, Clinical Use”, *Annals of Arrhythmology*, No. 4, pp. 21–32.
2. Volkov, N.I., Stenin, B.A., Sokunova, S.F. (1998), “The Effectiveness of Interval Hypoxic Training in the Preparation of Highly Qualified Skaters”, *Theory and Practice of Physical Culture*, No. 3, pp. 8–13.
3. Isayev, A.P., Erlikh, V.V., Shevtsov, A.P., Maleyev, D.O. (2018), *System of Training a Sports Reserve. Age-Related Characteristics of Effective Adaptation and Health Preservation of Adolescents*, POLITECH-PRESS, St. Petersburg
4. Kolchinskaya, A.Z. (2008), “Interval Hypoxic Training in Elite Sports”, *Sports Medicine*, No. 1, pp. 9–24.
5. Maleyev, D.O. (2016), “Possibilities of Normobaric Hypoxia in Increasing the Functional Reserves of the Body of Highly Qualified Skiers-Racers”, *Physiotherapy and Sports Medicine*, No. 4, pp. 4–9.
6. Mironova, T.F., Mironov, V.A. and Shamurov, Yu.S. (2015), “Clinical Possibilities of High-Resolution Rhythmocardiography in the Analysis of Heart Rate Variability in Patients with Coronary Heart Disease (Innovative Experience)”, *Modern Problems of Science and Education*, No. 2, <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19258>.

7. Mokhan, R., Glesson, M., Grinkhaff, P.L. (2001), *Biochemistry of Muscle Activity and Physical Training*, Olympic Literature, Kiev.
8. Syrkin, A.L., Poltavskaya, M.G., Novikova, N.A., Sedov, V.P. (2009), *Guidance on the Functional Diagnosis of Heart Disease*, Gold Standard, Moscow.
9. Potapov, V.N. (2016), “Influence of Hyper-Conic Hypoxia on Functional and Special Physical Fitness in Young Judokas”, *Human. Sport. Medicine.*, Vol. 16, No. 4, pp. 93–98, DOI: 10.14529/hsm160410.
10. Pupis, M. and Korcok P. (2007), *Hypoxia as a Component of Sport Training*, KTVS FHV UMB, Danska Bystrica.
11. Faiss R., Leger B., Vesin J.M. et al. (2013), “Significant Molecular and Systemic Adaptations After Repeated Sprint Training in Hypoxia”, *PLoS One*, Vol. 8, pp. 56–64, DOI: 10.1371/journal.pone.0056522.
12. Filko, C.S., Beidleman, B.A., Muza, S.R. (2013), “Effectiveness of Preacclimatization Strategies for High – Altitude Exposure”, *Exerc Sport Sci Rev*, Vol. 41, pp. 55–63, DOI: 10.1097/JES.0b013e31825eaa33.
13. Day T.A. (2005), “Defining Stress as a Prelude to Mapping its Neurocircuitry: No Help from Allostasis”, *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry*, Vol. 29 (8), pp. 1195–1200, DOI: 10.1016/j.pnpbp.2005.08.005.
14. McEwen B.S. (2003), “The Concept of Allostasis in Biology and Biomedicine”, *Norm. Behav.*, Vol. 43, No. 1, pp. 2–15, DOI: 10.1016/S0018-506X(02)00024-7.

Контактная информация: sportmedi@mail.ru

Статья поступила в редакцию 27.12.2020

УДК 796.323.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ И СИТУАЦИЙ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ ЮНЫХ БАСКЕТБОЛИСТОВ

Наталья Владиславовна Марьина, кандидат педагогических наук, доцент, Самарский государственный социально-педагогический университет; Виктор Иванович Шарагин, кандидат военных наук, доцент, Юрий Борисович Кашенков, старший преподаватель, Людмила Юрьевна Климова, старший преподаватель, Московский государственный психолого-педагогический университет

Аннотация

В работе представлены результаты анкетирования тренеров по баскетболу о значимости использовании условий и ситуаций соревновательной деятельности в тренировочном процессе юных спортсменов. Цель исследования – определить у тренеров по баскетболу с различным стажем работы по специальности закономерности влияния моделирования условий и ситуаций соревновательной деятельности в тренировочном процессе юных спортсменов. Задача – выявить динамику результатов опроса специалистов об использовании эпизодов соревновательной деятельности в тренировочном процессе. Методы и организация исследования. Нами проводилось анкетирование 46 тренеров по баскетболу городов Москвы и Самары со стажем работы по специальности от 3 до 35 лет. Использовались следующие методы исследования: теоретический анализ литературных данных, анкетирование и методы математической статистики. Результаты исследования. С увеличением стажа работы увеличивается доля тренеров, которая моделирует в тренировочном процессе эти условия и ситуации, используют технологии сопряженности тренировочных и соревновательных нагрузок. Успешнее решаются проблемы повышения спортивного мастерства юных баскетболистов. Средства и тренировочные нагрузки с учетом игрового амплуа планируют лишь треть тренеров, а многие специалисты не могут определить оптимальные границы двигательного режима для данного контингента, не используют рекомендации ученых по моделированию эпизодов соревновательной деятельности в тренировочном процессе юных баскетболистов. Выводы. Тренеры убеждены, что в процессе теоретической подготовки студентов вузов физической культуры важно сформировать знания о моделировании соревновательных эпизодов в тренировочной деятельности,