

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕГОВОЙ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ТРЕНИРОВКИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ФЕНОМЕНА «СВЕРХОКСИИ» В ПОЛИАТЛОНЕ

**МИТРОФАНОВ****Андрей Анатольевич**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Магистрант, email: andrey.mitrofanof@yandex.ru

MITROFANOV Andrey

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow
Postgraduate student, email: andrey.mitrofanof@yandex.ru

mitrofanof@yandex.ru

ЛИТВИНЕНКО**Светлана Николаевна**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Доктор педагогических наук, доцент

LITVINENKO Svetlana

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow
Dr. Sci, Associate Professor

Ключевые слова: интервальная тренировка, полиатлон, свержоксия, нормоксия, оксигенация крови, функциональные пробы с задержкой дыхания.

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного исследования показателей кислородообеспечения в процессе последовательного преодоления 10 отрезков с субмаксимальной мощностью в течение 65–70 сек. каждый в беге и плавании. Беговая и плавательная тренировки проводились в разные дни недельного микроцикла. До и после тренировки измерялись показатели функциональных проб с задержкой дыхания (пробы Штанге и Генчи). Установлено, что показатели оксигенации крови и функциональной пробы Штанге могут быть использованы в тренировочном процессе для определения степени проявления постнагрузочной потребности организма в кислороде, т.е. служить маркером полного восстановления кардиореспираторной системы и готовности к выполнению следующей нагрузки.

USING RUNNING TRAINING TO ACHIEVE THE PHENOMENON OF SUPEROXIA IN THE POLIATHLON

Keywords: interval training, polyathlon, superoxia, normoxia, blood oxygenation, functional breath holding probes.

Abstract. The article presents the results of a comparative study of oxygen supply in the process of successive overcoming of 10 segments with submaximal power for 65-70 seconds as in running as in swimming. Running and swimming exercises were held on different days of the weekly microcycle.

The parameters of the functional breath holding probes were measured before and after each training. It has been established that the indices of blood oxygenation and the breath holding probe can be used in the training process to determine the manifestation degree of the requirement in oxygen after the training, i.e. to serve as a marker for the complete restoration of the cardiorespiratory system and readiness for the next load.

Актуальность. Важной проблемой современного спорта высших достижений является разработка новых подходов, методов и средств тренировки для достижения наивысших результатов без применения запрещенных средств. Наиболее перспективными, в этой связи, видятся подходы, связанные с внедрением результатов фундаментальных научных исследований по молекулярным механизмам энергообеспечения напряженной мышечной деятельности.

По нашему мнению, одним из путей совершенствования физической работоспособности спортсмена может быть использование в системе подготовки средств других видов спорта, сходных по физиологическим запросам. Например, применять беговые нагрузки для улучшения аэробной производительности пловцов.

Известно, что пловцы используют кроссовую подготовку малой интенсивности и продолжительностью до 2 часов в начале сезона, а также как

средство общей физической подготовки (ОФП). Однако, по нашему мнению, можно использовать беговые тренировки пловцов более целенаправленно, учитывая задачи текущего этапа подготовки и подбирая соответствующие средства и методы воздействия, в том числе, и в форме интервальной тренировки.

Помимо прочего, преимущество рассматриваемых видов тренировки можно использовать для повышения спортивной результативности в различных многоборьях, в частности, в полиатлоне, где необходимо совмещать беговые и плавательные тренировки.

Разработка подходов к использованию интервальной беговой тренировки для пловцов должна базироваться на совершенствовании работы имеющихся митохондрий, а также увеличении их количества.

В статье Е.В. Пищалова [7] обосновывается предположение о том, что качественные адаптационные сдвиги могут быть достигнуты не в условиях гипоксии, а, напротив, при повышенном насыщении кислородом во время тренировки (мы предлагаем термин «сверхоксия»). Сверхоксия стимулировала бы образование новых митохондрий, что, соответственно, повышало бы энергетический потенциал клеток. В частности, Е.В. Пищалов рассматривает одно из направлений инновационных разработок в спортивной тренировке, связанное с «внедрением тренировок в кислородных масках у элитных атлетов» [7].

Этот подход принципиально отличается от популярных и широкораспространенных подходов по созданию различных форм гипоксии в тренировочном процессе [5].

Учитывая вышеизложенное, возникает вопрос: можно ли, применяя «более насыщенный», более «кислорододоступный» вид спорта, достигнуть необходимых приспособительных сдвигов в организме?

Действительно, беговая среда – среда, более насыщенная кислородом. Это стимулирует организм к потреблению большего количества кислорода по сравнению с плаванием. Соответственно, происходит выработка большего количества эпигенетического фактора ROS (reactive oxygen species), который запускает экспрессию гена PGC-1 α [7]. Этот ген выполняет в организме множество функций [1,8], наиболее важная из которых (с точки зрения спортивной тренировки) – стимулирование образования митохондрий, т.е. митохондриального биогенеза. По мнению авторов, организм

испытывает более значимый стресс в кислородно-сыщенной среде, нежели, если доступ кислорода будет относительно более ограниченным.

Таким образом, более активное потребление кислорода пловцами при проведении беговых тренировок гипотетически может обеспечивать и более значительное развитие митохондрий скелетных мышц.

Цель исследования – сравнение показателей функциональных проб с задержкой дыхания и насыщения крови кислородом при выполнении интервальной нагрузки одинаковой продолжительности и интенсивности в беге и плавании.

Методы и организация исследования. Измерение показателей содержания кислорода в крови (%SpO₂) проводилось с помощью портативного прибора пульсоксиметр AccuMed, действие которого основано на различном отражении гемоглобина и оксигемоглобина в красном (660 нм) и в инфракрасном (940 нм) излучении. Степень поглощения зависит от того, насколько гемоглобин крови насыщен кислородом (каждая молекула Hb способна присоединить максимум 4 молекулы кислорода). Фотодетектором регистрируются изменения цвета крови в зависимости от этого показателя (Рисунок 1).

Для оценки степени насыщения крови кислородом используется термин «сатурация». У здорового человека почти весь гемоглобин связан с кислородом, норма составляет 96–99% [4].

Как было доказано ранее [6], оксигенация крови может с достаточно высокой достоверностью характеризовать кислородное насыщение тканей.

Измерения проводились в течение 10–40 секунд после выполнения эпизода интервальной нагрузки в беге и плавании в зависимости от того, насколько быстро прибор определял указанные показатели. Следует учитывать, что организм после выполнения отрезка находился в фазе быстрого восстановления, и поэтому показатели ЧСС и ОКС некоторое время после остановки продолжали изменяться.

До и после тренировки проводились функциональные пробы Штанге (задержка дыхания на вдохе) и Генча (задержка дыхания на выдохе).

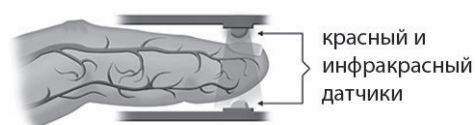


Рисунок 1 – Схема работы пульсоксиметра

Интервальная нагрузка в беге представляла собой пробегание отрезков 400 м в течение 65–70 секунд; время пробегания фиксировалось с помощью секундомера. После пробегания отрезка осуществлялся отдых в течение 1–2 минут. Всего за тренировку выполнялась работа по преодолению 10 отрезков. В начале и в конце тренировки проводилась разминка (20 мин) и заминка (15 мин).

Аналогичным образом проводилась интервальная тренировка в плавании. Выполнялось последовательное преодоление способом кроль на груди десяти 100-метровых отрезков за 65–70 секунд каждый с отдыхом 1–2 минуты.

Отрезки в плавании и беге выбирались исходя из их сходства в предположительной протяжённости выполнения единичных отрезков.

Тренировка по бегу проводилась в четверг, тренировка по плаванию – в субботу, чтобы избежать недовосстановления. Остальные тренировки проводились в понедельник, вторник, среду и пятницу с направленностью на развитие общей выносливости и силовых способностей.

Тренировки проводились в подготовительный период годичного макроцикла.

Поскольку для проверки гипотезы исследования необходимо было изучить показатели оксигенации крови при выполнении примерно одинаковой интервальной нагрузки в двух видах спорта, то группу испытуемых составлял один спортсмен, имеющий спортивную квалификацию МС в полиатлоне (дисциплина летнее четырёхборье). Испытуемый имел такие антропологические показатели: возраст 21 год, индекс массы тела 20,46, содержание гемоглобина в крови 147 г/л.

Всего было проведено 6 стандартных тренировок с выполнением интервальной нагрузки, проведено 60 измерений ЧСС и ОКС, а также измерены показатели 24 функциональных проб.

Результаты. Результаты экспериментального исследования показателей кислородообеспечения (средние значения и стандартные отклонения) представлены в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 1, в целом показатели оксигенации при выполнении интервальной нагрузки оставались высокими и не отличались от донагрузочного состояния. Также можно отметить, что не выявлены достоверные различия между показателями ЧСС и ОКС в плавании и беге, т.е. не удалось достичь более выраженной гипоксии в плавании по сравнению с бегом.

По нашему мнению, полученные факты свидетельствуют о том, что развитая диффузионная способность лёгких позволяла организму насыщать кровь кислородом, и за время преодоления отрезка показатели оксигенации не снижались, т.е. работа проходила в преимущественно аэробных условиях: организм успевал связывать гемоглобин с кислородом в достаточной мере. Об этом свидетельствуют пульсовые значения после преодоления отрезков – максимальный пульс составлял около 158–160 ударов в минуту. Из чего следует вывод, что кардиореспираторная система работала эффективно и успевала прокачивать кровь и связывать её с кислородом.

Таким образом, можно оценить характер выполненной интервальной нагрузки, как работу в зоне субмаксимальной мощности по классической классификации Фарфеля (Н.И. Волков, 2013) или околوماксимальной аэробной мощности по классификации Коца (Я.М. Коц, 1986).

Отдых между отрезками позволял вызывать адаптационные сдвиги в организме, при этом от отрезка к отрезку наблюдался планомерный рост скорости выполнения упражнения. Тем самым можно заключить, что работа носила неопредельный характер, с преимущественно аэробным режимом энергообеспечения.

В работе А.А. Грушина и др. [3] было выявлено, что ступенчато-возрастающая нагрузка «до отказа» (15–18 минут) приводила к значимому снижению показателя оксигенации крови до 82–83%, при этом не наблюдалось значимых различий между нормоксией и умеренной гипоксией (имитацией высоты 1500 м в лабораторных условиях). В указанной

Таблица 1 – Показатели кислородообеспечения при выполнении интервальной нагрузки

Показатели	Плавание	Бег	t-критерий	P
Время преодоления отрезков (сек)	69,5±3,1	67,3±1,4	0,0001	>0,05
ЧСС (уд/мин)	132,2±13,8	142,6±7,1	8,568	>0,05
ОКС (%)	98,5±0,7	97,7±1,01	0,0005	>0,05
Проба Штанге (сек)	82,5±4,2	75,8±6,6	0,013	>0,05
Проба Генчи (сек)	31,7±3,2	32,8±2,5	0,176	>0,05

Таблица 2 – Реакция кардиореспираторной системы на функциональные пробы с задержкой дыхания

Функциональная проба		Плавание		Бег	
		До тренировки	После тренировки	До тренировки	После тренировки
Проба Штанге (уд/мин)	ЧСС1	82,7±2,5	86,7±2,5	88,0±2,0	99,7±1,5
	ЧСС2	81,3±2,9	88,0±4,0	86,7±4,6	103,0±2,3
	ЧСС3	85,0±5,0	81,0±4,0	92,3±2,5	95,0±3,0
Проба Генчи (уд/мин)	ЧСС1	83,3±3,1	85,0±3,6	88,0±3,6	87,0±3,6
	ЧСС2	83,0±3,6	85,3±3,1	85,0±6,2	85,0±1,0
	ЧСС3	83,3±2,3	80,0±2,0	87,3±4,6	88,3±6,7

работе спортсмены преодолевали порог анаэробного обмена при показателе оксигенации 73–78%, при этом также не наблюдалось значимых различий между нормоксическими и гипоксическими условиями выполнения нагрузки. Соответственно, режим интервальной тренировки, использованный в нашем исследовании, не позволил добиться значимого снижения показателя оксигенации крови.

Сопоставление данных пробы Штанге с временем преодоления отрезка показывает, что показатели задержки дыхания на вдохе превышали время преодоления единичного отрезка. На наш взгляд, этот респираторный резерв позволял организму спортсмена при выполнении повторной работы значительной мощности сохранять преимущественно аэробный режим работы за счёт расходования эндогенного кислорода, запасы которого и отражает функциональная проба.

В таблице 2 представлены показатели ЧСС, которые фиксировались при выполнении функциональных проб Штанге и Генчи следующим образом: ЧСС1 – после 1 минуты стоя на месте, ЧСС2 – после 1 минуты 30 секунд в положении стоя, ЧСС3 – после функциональной пробы соответственно.

Анализ результатов функциональных проб с задержкой дыхания показывает, что более значительные перестройки ЧСС наблюдались при выполнении задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) после беговой интервальной нагрузки по сравнению с плавательной тренировкой (95 уд/мин и 81 уд/мин соответственно).

Перестройки ЧСС при выполнении пробы Генчи до и после плавательной тренировки происходили в интервале 80–88 уд/мин. как в плавании, так и в беге.

Интересно отметить, что по данным [2], в условиях естественной гипоксии (среднегорье и высокогорье) более информативной являлась проба Генчи (задержка дыхания на выдохе) по сравнению с пробой Штанге. Это можно объяснить тем, что в

обедненной кислородом среде сердечно-сосудистая система более остро реагировала на функциональную пробу на выдохе. В то же время, полученные нами результаты показали, что в условиях нормоксии более информативной являлась проба Штанге.

Таким образом, нами выявлено, что по результатам функционального тестирования большее напряжение системы кислородообеспечения выявлялось после беговой интервальной нагрузки по сравнению с интервальной нагрузкой в плавании.

Корреляционный анализ позволил выявить некоторые взаимозависимости между отдельными показателями.

Так, высокая отрицательная корреляция (коэффициент Пирсона равнялся -0,82) обнаружилась между временем преодоления отрезка и ЧСС (чем меньше время, тем выше ЧСС). Умеренная положительная корреляция (коэффициент Пирсона 0,32) выявилась между временем преодоления отрезка и оксигенацией (чем меньше время, тем меньше оксигенация). Умеренная отрицательная корреляция (коэффициент Пирсона -0,31) была отмечена нами между ЧСС и ОКС (чем выше ЧСС, тем ниже оксигенация). Данные результаты являются вполне тривиальными, но, тем не менее, получившими экспериментальное подтверждение.

Сравнение бега и плавания показало, что наблюдалась умеренная положительная взаимосвязь (коэффициент Пирсона 0,34) между изменениями ЧСС в процессе выполнения интервальной работы в плавании и беге. Также средняя корреляция (коэффициент Пирсона 0,45) была выявлена между показателями пробы Штанге в беге и плавании, что свидетельствует об однонаправленных реакциях сердечно-сосудистой системы на задержку дыхания как в беговой тренировке, так и в плавательной.

Выводы

Сравнение показателей насыщения крови кислородом при выполнении интервальной нагрузки

в форме последовательного преодоления 10 отрезков на уровне 80% от максимальной мощности в течение 65–70 сек. в беге и в плавании не выявило достоверных различий в содержании оксигемоглобина крови испытуемого на достигнутом уровне тренированности.

Показатели задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) свидетельствуют о более выраженных адаптационных перестройках кардиореспираторной системы после интервальной тренировки в беге по сравнению с плаванием, а также выявляют характер приспособительных изменений к представленному виду нагрузки.

Показатели оксигенации крови и функциональной пробы Штанге могут быть использованы в тренировочном процессе для определения степени проявления постнагрузочной потребности организма в кислороде, т.е. служить маркером полного восстановления кардиореспираторной системы и готовности к выполнению следующей нагрузки.

Функциональная проба Генчи не является информативной для исследования перестроек сердечно-сосудистой системы в процессе интервальной тренировки в предложенном нами варианте чередования нагрузки и отдыха.

Идея об использовании большего количества кислорода в тренировках в целях усиления митохондриального биогенеза нуждается в дальнейших исследованиях и методических разработках.

Литература

1. Ахметов, И.И. Роль PGC-1 α в адаптации организма человека к аэробным нагрузкам [Электронный ресурс]: Материалы VII Всероссийской Школы-конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности / И.И. Ахметов, В.А. Рогозкин. – Электронные текстовые данные. Москва, 2013. Режим доступа: http://www.sportmedicine.ru/ffm_2013_papers/58_ahmetov.php, свободный.
2. Глазырина, Т.М. Модель устойчивости к факторам высокогорья у лиц призывного возраста / Т.М.Глазырина, В.П. Ганопольский, В.В. Юсупов, А.Н. Ятманов // Экстремальная деятельность человека. – 2016. – №4 (41). – С.29-31.
3. Грушин, А.Д. Влияние умеренной гипоксии на степень артериальной гипоксемии и величину оксигенации гемоглобина в скелетных мышцах при физической нагрузке различной мощности / А.А. Грушин, А.А. Антонов, С.В. Нагейкина, Е.Е. Соколов // Экстремальная деятельность человека. – 2016. – №3 (40). – С. 34-43.
4. Дубровский, В.И. Экогигиена физической культуры и спорта: рук. для спортивных врачей и тренеров / В.И. Дубровский, Ю.А. Рахманин, А.Н. Разумов. – М. : Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2008. – 475 с.
5. Дышко, Б.А. Инновационные подходы к совершенствованию физической работоспособности спортсмена на

основе применения тренажера комплексного воздействия на дыхательную систему / Б.А. Дышко, А.И. Головачев // Вестник спортивной науки. – 2011. – №1. – С. 7-11.

6. Левшин, И.В. Индивидуальные особенности регуляции содержания оксигемоглобина при дефиците кислорода [Текст] / И.В. Левшин, В.Л. Пашута, С.М. Ашкинази, А.Н. Поликарпочкин // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – №7. – С. 23-28.

7. Пищалов, Е.В. Немного информации о митохондриях и их регуляции в организме [Электронный ресурс] / Е.В. Пищалов. – Электронные текстовые данные. – Новосибирск, 2016. – Режим доступа: <https://runnersclub.ru/articles/nemnogo-informatsii-o-mitohondriyah-i-ih-regulyatsii-v-organizme>, свободный.

8. Huiyun L. PGC-1 α : a key regulator of energy metabolism [Текст] / Huiyun Liang, Walter F Ward // Advances in Physiology Education. – 2006. – VOL 30. – С. 145-151.

Literature

1. Akhmetov, I.I. The Role of PGC-1 α in Adaptation of the Human Body to Aerobic Loads [Electronic resource]: Proceedings of the VII All-Russian School-Conference on the Physiology of Muscles and Muscular Activity / I.I. Akhmetov, V.A. Rogozkin. – Electronic text data. Moscow, 2013. Access mode: http://www.sportmedicine.ru/ffm_2013_papers/58_ahmetov.php, free.
2. Glazyrina, T.M. The model of resistance to high altitude factors in persons of conscript age / T.M. Glazyrina, V.P. Ganapolsky, V.V. Yusupov, A.N. Yatmanov // Extreme activity of a person. – 2016. – № 4 (41). – P.29-31.
3. Grushin, A.D. Influence of moderate hypoxia on the degree of arterial hypoxemia and the amount of oxygenation of hemoglobin in skeletal muscles under physical load of different power. Grushin, A.A. Antonov, S.V. Nageykina, E.E. Sokolov // Extreme activity of man. – 2016. – № 3 (40). – P. 34-43.
4. Dubrovsky, V.I. Ecoghygiene of physical culture and sports: hands. For sports doctors and trainers / V.I. Dubrovsky, Yu.A. Rakhmanin, A.N. Razumov. – M. : Humanities. Ed. Center VLADOS, 2008. – 475 p.
5. Dyshko, B.A. Innovative approaches to improving the physical performance of an athlete based on the use of a simulator complex impact on the respiratory system / B.A. Dyshko, A.I. Golovachev // Herald of sports science. – 2011. – №1. – P. 7-11.
6. Levshin, I.V. Individual features of the regulation of the content of oxyhemoglobin in the presence of oxygen deficiency [Text] / I.V. Levshin, V.L. Pashuta, S.M. Ashkinazi, A.N. Polikarpochkin // Therapeutic physical training and sports medicine. – 2010. – №7. – P. 23-28.
7. Pischalov, E.V. Some information about mitochondria and their regulation in the body [Electronic resource] / E.V. Pischalov. – Electronic text data. – Novosibirsk, 2016. – Access mode: <https://runnersclub.ru/articles/nemnogo-informatsii-o-mitohondriyah-i-ih-regulyatsii-v-organizme>, free.
8. Huiyun L. PGC-1 α : a key regulator of energy metabolism [Text] / Huiyun Liang, Walter F Ward // Advances in Physiology Education. – 2006. – VOL 30. – P. 145-151.