

УДК 796.015.84:615.8 + 796.91/92.093.642 (048.8)

## МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Корягина Ю.В., Рогулева Л.Г., Замчий Т.П., Зайцев К.С.

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, e-mail: koru@yandex.ru

В статье представлен анализ периодических научных изданий 2006–2013 гг., а также собственные экспериментальные данные о применении медико-биологических средств, повышающих работоспособность и ускоряющих процессы восстановления в спорте. Выделены наиболее значимые факты, тенденции и закономерности. Основное внимание российские и зарубежные ученые уделяют разработке и обоснованию методов применения фармакологических средств и физических воздействий, а также учету биологических ритмов. Исследовано влияние кофеина, креатина, карнитина, салбутамола, гипероксических и гипоксических условий среды на функциональное состояние организма спортсменов. Проведенные собственные экспериментальные исследования показали эффективность применения гипероксической смеси и транскраниальной электростимуляции для повышения работоспособности и улучшения функционального состояния спортсмена. Определена роль и взаимосвязь биологических ритмов и спортивной работоспособности.

**Ключевые слова:** спорт, тренировка, медико-биологическое обеспечение, внутренировочные средства, эргогенные средства

## BIOMEDICAL AIDS TO IMPROVE THE HEALTH AND RECOVERY OF ATHLETES

Koriagina Y.V., Roguleva L.G., Zamchy T.P., Zaitsev K.S.

Siberian state university of physical education and sports, Omsk, e-mail: koru@yandex.ru

The paper presents an analysis of scientific periodicals 2006–2013 biennium, as well as our own experimental data on the use of medical and biological agents that increase performance and speed up the recovery of the sport. We select the most important facts, trends and patterns. The focus of Russian and foreign scientists are paying the development and justification of methods of application of pharmacological and physical effects, as well as the integration of biological rhythms. The effect of caffeine, creatine, carnitine, salbutamol, hyperoxic and hypoxic conditions of the environment on the functional state of the athletes. Conducted their own experimental studies have shown the efficacy of hyperoxic mixture and transcranial electrical stimulation to increase the efficiency and improve the functional condition of the athlete. Defines the role and relationship of biological rhythms and athletic performance.

**Keywords:** sports, exercise, biomedical support, no training aids, ergogenic aids

Уровень нагрузок в современном спорте, а тем более в спорте высших достижений является критичным. В ходе активной спортивной деятельности возникают определенные изменения функционального состояния организма, связанные с адаптацией к физическим и психоэмоциональным нагрузкам, а, следовательно, степенью напряжения регуляторных механизмов. Наряду с постоянным совершенствованием педагогической составляющей тренировочного процесса возникает необходимость разработки новых, современных медико-биологических технологий оптимизации спортивной тренировки, позволяющих расширять диапазон адаптационных возможностей организма человека.

**Цель работы** – провести анализ существующих эргогенных средств и определить возможности их использования в спорте.

### Материал и методы исследования

Был проведен анализ современных периодических изданий и собственные экспериментальные исследования. При исследовании влияния воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на работоспособность и восстановительные

процессы лыжников осуществлялась оценка функционального состояния с помощью спирографии и анализа вариабельности ритма сердца (ВРС). Кислородно-воздушная смесь создавалась при помощи портативного концентратора кислорода Air Sep Life Style (США), производительностью 5 л/мин, создающего концентрацию кислорода в выдаваемой газовой смеси –  $93 \pm 3\%$ . Для оценки работоспособности спортсменов использовался стандартный протокол ступенчатого теста на беговой дорожке [6]. Было обследовано 35 квалифицированных лыжников мужского пола (МС, КМС, 1 разряд). Для выявления влияния транскраниальной электростимуляции (ТЭС) на особенности восстановления после соревновательной нагрузки у 10 пауэрлифтеров (МС и МСМК) проводился сеанс ТЭС с помощью аппарата ТРАНСАИР-5, расположение электродов лобно-мастоидальное, продолжительность 20 мин, импульсный биполярный ток, максимальная величина 3 мА. Спортсмены были обследованы за неделю перед соревнованиями (фон), до соревнований после взвешивания, сразу после соревнований и после ТЭС.

### Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов научных публикаций в период с 2006 по 2013 годы позволил определить основные направления, по которым ведется исследовательская работа.

Ученые выделяют пять различных классов средств, повышающих работоспособность: пищевые, физиологические, психологические, фармакологические, биомеханические.

Пищевые вещества как эргогенные средства необходимы для обеспечения регуляции процессов энергообразования в организме. Рациональное питание во многом определяет работоспособность спортсменов [4]. Фармакологические эргогенные средства наиболее широко распространены и апробированы в спорте. Последние исследования ученых разных стран посвящены, прежде всего, использованию кофеина [22], креатина [11], сальбутамола [18]. Установлено увеличение продолжительности предельной работы при остром применении кофеина после продолжительного применения креатинина [14]. Ученые Королевского медицинского центра университета Ноттенгема изучают роль карнитина в энергообеспечении упражнений субмаксимальной мощности [21]. Согласно современным исследованиям, содержание карнитина в мышцах может быть увеличено в естественных условиях в организме человека. Кроме того, недавно доказана теория, что снижение мышечного кофермента А и наличие нескольких ключевых ферментов в пути окисления жира может оказывать в некоторой степени контроль над выбором источника энергии мышц во время физических упражнений. Доступность в мышцах свободного карнитина, вероятно, будет ключевым фактором, ограничивающим окисление жира во время субмаксимальных упражнений высокой интенсивности.

Фил Ватсон из школы спортивных наук университета Лафборо (Великобритания) исследует влияние различных веществ на работоспособность нервной системы спортсменов [23]. Давно известно, что мозг может играть непосредственное участие в процессе утомления, и в последнее время были исследованы возможные нейробиологические механизмы, участвующие в этой реакции. Изменения в центральных синапсах, происходящие во время физических упражнений, могут вызвать чувство усталости, вялость и потерю мотивации для продолжения упражнений, способствуя развитию утомления. Существуют доказательства того, что применение нейротрансмиттеров серотонина, дофамина и норадреналина путем введения фармакологических препаратов могут отсрочить наступление утомления во время длительных упражнений. В исследовании доказано положительное влияние кофеина на физическую работоспособность, последние данные подчеркивают роль центрального

аденозина в качестве посредника этой реакции.

Немаловажную роль в повышении результатов спортсменов ученые отводят биологическим ритмам. В. Пугачева с учеными из университетов Словакии и Чехии провели анализ отношений между биоритмами и физической работоспособностью биатлонистов в начале и в конце основного тренировочного периода [15]. Оптимальным временем для развития скоростных способностей авторы определили 6 часов вечера, для силовых способностей – 9 утра и для тренировочных стрельб – вторую половину дня и вечернее время. Проблемой снижения работоспособности при трансмеридианных перемещениях занимается Томас Рейли из Научно-исследовательского института спорта и упражнений университета Джона Мура (Великобритания) [16]. Он подчеркивает, что симптомы десинхронизации усиливаются и длятся дольше при рейсах, следующих на восток, по сравнению с перемещением на запад. Регулирование биоритмов возможно посредством стратегии поведения, которая сочетает в себе биологические часы и соблюдение режима сна и отдыха. Проведенные нами исследования показали, что сами спортивные нагрузки оказывают влияние на ритмическую организацию физиологических функций спортсменов. Направленность и объем нагрузки изменяют хронобиологический статус человека, оптимизируя или дизадаптируя ритмическую организацию психофизиологических процессов, а также модулируя хронотипологические особенности личности [3].

Кит Бар и Шон Макги из отдела молекулярной физиологии университета Данди (Великобритания) и кафедры физиологии университета Мельбурна (Австралия) исследовали влияние гликогена на адаптацию к тренировке [8]. Использование гликогена может быть эффективным средством для спортсменов, тренирующихся на выносливость во время развития аэробных возможностей в начале сезона. Вследствие того, что в соревновательный период сезона тренировки становятся более интенсивными, требуется пополнение запасов гликогена. Таким образом, необходимо развести периоды низкой гликогеновой подготовки в начале подготовительного периода переходом на богатую углеводами диету с увеличением интенсивности тренировок.

Большое количество работ посвящено влиянию различных факторов внешней среды, связанных с дыханием воздухом с пониженным или повышенным содержанием кислорода. Специалисты школы спорта и наук о здоровье А. Ванхатало и других

методом магнитного резонанса определил влияние гипероксии на метаболические реакции мышц [19]. Результаты показали, что максимальные возможности метаболизма мышц при упражнениях высокой интенсивности связаны со снижением значений внутримышечного креатинфосфата и кислотно-щелочного показателя. И критическая мощность, и гипербола кривой параметров взаимосвязи мощность-продолжительность чувствительны к потреблению гипероксического газа. Исследователь из Пражского университета Д. Сачи и др. пробовали использовать ингаляции концентрированным кислородом при повторном выполнении Вингейт-теста [17]. Ингаляции 99,5% кислорода в период восстановления после выполнения Вингейт-теста значительно ускоряют краткосрочные процессы восстановления. Отмечено значительное ( $p < 0,03$ ) меньшее снижение результативности выполнения второго Вингейт-теста после ингаляции 99,5% кислорода по сравнению с воздухом.

Похожее на приведенное выше исследование было проведено новозеландскими учеными [12]. Они использовали случайный рандомизированный слепой тест, чтобы оценить эффект дыхания 21%-го  $O_2$ , 60%  $O_2$  и 100%  $O_2$  во время четырехминутного отдыха после 30-секундного максимального упражнения на повторном цикле выполнения упражнения. Все пары Вингейт-тестов были выполнены участниками, которые вдыхали атмосферный воздух, а концентрированный  $O_2$  использовали только во время отдыха. Дыхание 100%-м  $O_2$  во время четырехминутного отдыха после максимального упражнения улучшает продуктивность последующего упражнения, однако показатели утомления также увеличены, и переходный эргогенный эффект поэтому недолгий, возможно, 1–2 секунды.

Проведенное нами исследование влияния воздушной дыхательной смеси с повышенным содержанием кислорода на работоспособность и восстановление спортсменов лыжников показало, что применение кислородной поддержки перед максимальной нагрузкой способствует увеличению производительности кислородтранспортной системы, общей производительности сердца, а также снижению лимитирующих возможностей дыхательной системы лыжников. Дыхание воздушной дыхательной смесью с повышенным содержанием кислорода в течение 20 мин после максимальной нагрузки способствует ускорению процессов срочного восстановления сердечно-сосудистой и дыхательной систем лыжников [5].

Исследование эффективности подготовки спортсменов на разных высотах и уровнях гипоксии проводилось во Франции [9], оно позволило установить, что высота проведения тренировочного мезоцикла не должна превышать 3000 м, а его продолжительность – быть более 18 дней. Роберт Ф. Чапман с соавторами из отделения кинезиологии Университета Индианы (США) исследовали влияние естественных условий высокогорья на эффективность спортивной тренировки [10]. Они сделали выводы о необходимости соблюдения следующих условий: выделении дополнительного времени для тренировки, чтобы спортсмены могли приспособиться к изменениям в траектории движения снаряда (это особенно касается стрельбы); выделении времени для акклиматизации в видах спорта на выносливость (3–5 дней для условий низкогогорья (500–2000 м), 1–2 недели для среднегорья (2000–3000 м) и минимум 2 недели для условий высокогорья (более 3000 м); увеличение соотношения времени между тренировкой и восстановлением до 1:3; потребление спортсменами дополнительного кислорода между забегами (в лыжных гонках), способствующего восстановлению.

Физические воздействия широко используются в спортивной практике. Одним из наиболее новых перспективных методов, ускоряющих процессы восстановления, является ТЭС. ТЭС селективно активизирует систему эндогенных опиоидных пептидов мозга, прежде всего  $\beta$ -эндорфина, с помощью импульсного электрического воздействия, подаваемого через головные накожные электроды. Применение ТЭС в спорте показывает повышение работоспособности, ускорение восстановления [1, 7], улучшение психоэмоционального состояния, снятие предстартовой тревоги [1]. Проведенные нами сеансы ТЭС у пауэрлифтеров после соревнований привели к статистически значимому сокращению времени на восстановление регуляции вегетативных функций организма спортсменов [13].

Другим новым неинвазивным методом воздействия является лимфостимуляция. Многочисленные клинические исследования показали, что лимфостимуляция обладает лечебным эффектом при артериосклерозе и нарушении кровообращения при ишемическом поражении различной локализации [2]. Следовательно, аппаратный лимфодренаж усиливает кровообращение и улучшает трофические процессы в мышцах при одновременном ускорении метаболизма молочной кислоты, способствует снятию мышечного утомления.

### Выводы

Таким образом, российскими и зарубежными учеными разрабатываются и обосновываются методы применения фармакологических веществ для повышения работоспособности и адаптационных возможностей организма. Определена роль и взаимосвязь биологических ритмов и спортивной работоспособности. Исследовано влияние гипероксии и гипоксических условий среды на функциональное состояние организма спортсменов. Проведенные собственные экспериментальные исследования показали эффективность применения гипероксической смеси и транскраниальной электростимуляции, а также учета биологических ритмов для повышения работоспособности и улучшения функционального состояния организма спортсменов.

### Список литературы

1. Виноградова О.Л. Использование метода транскраниальной электростимуляции для коррекции психофизиологического статуса спортсменов / О.Л. Виноградова, О.С. Тарасова, А.И. Нетреба // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально-клинические исследования. – Т. 3. – СПб., 2009. – С. 256–273.
2. Жуков В.В. Нарушение гемо и лимфоциркуляции в раннем послеоперационном периоде у больных с трофическими язвами нижних конечностей и их коррекция: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Новосибирск. – 26 с.
3. Корягина Ю.В. Хронобиологические особенности адаптации к занятиям различными видами спорта // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 7. – С. 24–28.
4. Ляпин В.А. Гигиеническая оценка фактического потребления основных питательных веществ, витаминов и минералов студентами СибГУФК / В.А. Ляпин, Е.В. Коваленко // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 1. – С. 41–43.
5. Михалев В.И. Влияние кислородно-воздушных смесей с содержанием кислорода 93% на варибельность сердечного ритма и систему внешнего дыхания спортсменов / В.И. Михалев, Е.А. Реуцкая, Ю.В. Корягина // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 11. – С. 12–15.
6. Дифференцированное определение функциональных резервов спортсменов в условиях максимального кардиореспираторного теста / В.И. Павлов, М.В. Шаройко, А.В. Пачина и др. // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 9 (81). – С. 28–34.
7. Сеин О.Б. Коррекция гемодинамики у дзюдоистов после физических нагрузок / О.Б. Сеин, В.А. Иванов, Ю.П. Милостной // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально-клинические исследования. – Т. 3. – СПб., 2009. – С. 274–281.
8. Baar K. Optimizing training adaptations by manipulating glycogen / K. Baar, S. McGee // European Journal of Sport Science. – 2008. – Vol. 8, № 2. – P. 97–106.
9. Living high-training low: tolerance and acclimatization in elite endurance athletes / J.V. Brugniaux [et al.] // Eur J Appl Physiol. – 2006. – Vol. 96, № 1. – P. 166–177.
10. Altitude training considerations for the winter sport athlete / R. Chapman [et al.] // Experimental Physiology. – 2009. – Vol. 95.3. – P. 411–421.
11. Ishizaki, S. Effects of creatine supplementation on 12-week water exercise program in older adults / S. Ishizaki, S. Katamoto, H. Naito // Nutrition, Congress: 2009 Oslo/Norway. – Режим доступа свободный. – <http://www.ecss.de/ASP/EDSS/C14/14-1327.pdf>. – Заглавие с экрана.
12. Kay B. Hyperoxia during recovery improves peak power during repeated wingate cycle performance / B. Kay, S.R. Stannard, R.H. Morton // Brazilian Journal of Biomotricity. – 2008. – V. 2; I. 2. – P. 92–100.
13. Koryagina U. The use of transcranial electrical stimulation to recovery athletes / U. Koryagina, L. Roguleva, T. Zamchy // 18<sup>th</sup> Annual Congress of the European college of sport science 26–29 June 2013, Barcelona – Spain. – Book of abstracts. – P. 898–899.
14. Lee C.L. Effect of creatine plus caffeine supplements on time to exhaustion during an incremental maximum exercise / C.L. Lee, J.C. Lin, C.F. Cheng // European Journal of Sport Science. – 2012. – № 12.4. – P. 338–346.
15. Pauschová B. Biorythmic changes in the development of velocity and power abilities in biathlon / B. Pauschová, J. Gereková, J. Ondráček // Studia sportiva. – 2010. – № 4. – P. 25–34.
16. Reilly T. The body clock and athletic performance // Biological Rhythm Research. – 2009. – Vol. 40, I. 1. – P. 37–44.
17. Suchý, J. The effect of inhaling concentrated oxygen on performance during repeated anaerobic exercise / J. Suchý, J. Heller, V. Bunc // Biol. Sport. – 2010. – № 27. – P. 169–175.
18. Sporer B.C. The effects of short-term use of inhaled salbutamol on anaerobic and aerobic exercise performance / B.C. Sporer, S.L. Hutton, D.C. Mckenzie // Physiology, Congress: 2011 Liverpool/UK – <http://www.ecss.de/ASP/EDSS/C16/16-0327.pdf>
19. Vanhatalo A. Influence of hyperoxia on muscle metabolic responses and the power-duration relationship during severe-intensity exercise in humans: <sup>31</sup>P magnetic resonance spectroscopy study // Experimental Physiology. – 2010. – Vol. 95. – P. 528–540.
20. Wall, B.T. Reduced fat oxidation during high intensity, submaximal exercise: is the availability of carnitine important? / B.T. Wall [et al.] // European Journal of Sport Science. – 2013. – Vol. 13, № 2. – P. 191–199.
21. Wallman, K. Effects Of Caffeine On Exercise Performance In Sedentary Men / K. Wallman // Physiology, Congress: 2011 Liverpool/UK – <http://www.ecss.de/ASP/EDSS/C16/16-0161.pdf>.
22. Watson, P. Nutrition, the brain and prolonged exercise / P. Watson // European Journal of Sport Science. – 2008. – Vol. 8, № 2. – P. 87–96.

### References

1. Vinogradova O., Tarasov O., Netreba A.I. Transcranial electrostimulation. Experimental and clinical studies. V.3. St. Petersburg, 2009. pp. 256–273.
2. Zhukov V. Violation of hemo and lymphocirculation early postoperative period in patients with trophic ulcers of the lower extremities and their correction. Author report Thesis for the degree of PhD. med. Novosibirsk. 26 p.
3. Koriagina U. Theory and Practice of Physical Culture. 2010, no 7, pp. 24–28.
4. Liapin V., Kovalenko E. Theory and Practice of Physical Culture. 2013, no 1, pp. 41–43.
5. Mihalev V., Reutskaya E., Koriagina U. Theory and Practice of Physical Culture. 2012, no 11, pp. 12–15.
6. Pavlov V., Sharoyko M., Pacino A. Exercise therapy and sports medicine. – 2010, no. 9(81), pp. 28–34.
7. Sein O. Transcranial electrostimulation. Experimental and clinical studies. Vol. 3. St. Petersburg, 2009, pp. 274–281.
8. Baar K., McGee S. European Journal of Sport Science. 2008, Vol.8, no 2, pp. 97–106.
9. Brugniaux J. Eur J Appl Physiol. 2006, Vol. 96, no1, pp. 166–177.

10. Chapman R. *Experimental Physiology*. 2009, Vol. 95, no 3, pp. 411–421.
11. Ishizaki S., Katamoto S., Naito H. *Nutrition, Congress: 2009 Oslo/Norway*. <http://www.ecss.de/ASP/EDSS/C14/14-1327.pdf>.
12. Kay B., Stannard S.R., Morton R.H. *Brazilian Journal of Biomotricity*. 2008, Vol. 2, no. 2, pp. 92–100.
13. Koryagina U., Roguleva L., Zamchy T. 18<sup>th</sup> Annual Congress of the European college of sport science 26 th 29 th June 2013, Barcelona Spain. Book of abstracts, pp. 898–899.
14. Lee C.L., Lin J.C., Cheng C.F. *European Journal of Sport Science*, 2012, Vol. 12, no 4, pp. 338–346.
15. Pauschová B., Gereková J., Ondráček J. *Studia sportiva*. 2010, no 4, pp. 25–34.
16. Reilly T. *Biological Rhythm Research*. 2009, Vol.40, no. 1, pp. 37–44.
17. Suchý J., Heller J., Bunc V. *Biol. Sport*. 2010, no. 27, pp. 169–175.
18. Sporer B.C., Hutton S.L., Mckenzie D.C. *Physiology, Congress: 2011 Liverpool/UK* <http://www.ecss.de/ASP/EDSS/C16/16-0327.pdf>.
19. Vanhatalo A. *Experimental Physiology*. 2010, Vol. 95, pp. 528–540.
20. Wall B.T. *European Journal of Sport Science*. 2013, Vol. 13, no. 2, pp. 191–199.
21. Wallman K. *Physiology, Congress: 2011 Liverpool/UK* <http://www.ecss.de/ASP/EDSS/C16/16-0161.pdf>.
22. Watson P. *European Journal of Sport Science*. 2008, Vol. 8, no 2, pp. 87–96.

**Рецензенты:**

Ляпин В.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, ФГОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск;

Калинина И.Н., д.б.н., профессор кафедры медико-биологических основ физической культуры и спорта, ФГОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.