

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАРДИОПУЛЬМОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОБЩЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КИКБОКСЕРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Ю.Н. Романов, А.С. Аминов, Л.А. Романова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Цель – оценить общую и специальную работоспособность кикбоксеров высшей квалификации на двух этапах подготовки к соревнованиям. **Организация и методы исследования.** Для обследования использовались эргоспирометрический аппарат Schiller (Швейцария) и телеметрическая установка Oхuson Pro (Mobile) (Германия). При оценке общей работоспособности у кикбоксеров выявлены значительные резервы анаэробного порога, объема дыхания, частоты дыхания, вентиляции легких. **Результаты исследования.** Газообменный коэффициент варьировался от 0,837 (в покое) до 0,94 (при достижении анаэробного порога), а при максимальной нагрузке – 1,10. Показатели систолического давления свидетельствовали о высоком напряжении сердечно-сосудистой системы спортсменов во время проведения функциональной пробы. При оценке специальной выносливости проанализированы графики потребления кислорода и производства углекислого газа. **Заключение.** На этапе непосредственной подготовки к соревнованиям обнаружена более быстрая нейтрализация молочной кислоты в работающих мышцах, что свидетельствовало об ускоренных темпах развития адаптации к применяемым нагрузкам.

Ключевые слова: выносливость, кикбоксинг, вентиляция легких, потребление кислорода, производство углекислоты, газообменный коэффициент.

Введение. Оценка общей и специальной работоспособности кикбоксеров, а также соотношения средств их повышения, в теории и практике спорта всегда остается актуальной в связи с ростом спортивных достижений [1, 2, 6], что заставляет тренерский корпус постоянно находиться в поиске путей модификации самого тренировочного процесса [3, 7]. Проблемой исследования является противоречие между современными требованиями соревновательной деятельности кикбоксеров и уровнем их общей и специальной выносливости.

Цель исследования: оценить общую и специальную работоспособность кикбоксеров, определить пути ее совершенствования, а также влияние на спортивную результативность.

Организация и методика исследования. Оценка общей работоспособности была осуществлена на эргоспирометрической установке Schiller швейцарского производства в начале общеподготовительного этапа и два обследования для оценки специальной работоспособности на телеметрической установке Oхuson Mobile производства ФРГ. Обследовались 10 кикбоксеров высокой и высшей квалификации 2 МСМК, 5 МС и 3 КМС.

Результаты и их обсуждение. Возрастные и массодлинные характеристики кикбоксеров представлены на табл. 1. В основном были спортсмены средней и полутяжелой весовой категории, которые находились в стадии роста и развития. Индекс массы тела свидетельствовал о повышенном пищевом статусе.

Таблица 1
Table 1

Основные характеристики
обследуемых кикбоксеров высшей квалификации
Main characteristics
of examined skilled kickboxers

Возраст (лет) Age (years)	22,80 ± 1,10
Длина тела (см) Body length (cm)	180,1 ± 2,09
Масса тела (кг) Body weight (kg)	80,50 ± 4,73
Индекс массы тела Body mass index	24,92 ± 1,81

При оценке общей работоспособности на аппарате Шиллер кикбоксеры проходили 4 ступени нагрузки по 3 мин на каждой ступени и возрастающей мощности в 60, 120, 180 и 240 Вт, педалирование со скоростью 60 об/мин.

Рассмотрим динамику полученных параметров: частоты сердцебиений, вентиляции легких, частоты дыхания, дыхательный объем (табл. 2).

Анализируя показатели кардиореспираторной системы организма кикбоксеров, полученные в тесте для оценки общей работоспособности, можно отметить следующее:

1. Обнаружен почти четырнадцатипроцентный резерв анаэробного порога, фиксируемого по ЧСС. Это указывает на обращение внимания тренерского корпуса на увеличение доли выполнения упражнений, способствующих повышению анаэробного порога с целью экономии энергоресурса и обеспечения более длительного времени гликолиза.

2. 30%-ный резерв по объему дыхания и частоте дыхания и 56%-ный резерв по вентиляции легких. Этот факт указывает на увеличение количества упражнений, направленных на развитие дыхательных мышц, их растяжимость, силу и выносливость.

Что касается потребления кислорода, то оно варьировало в зависимости от мощности применяемых нагрузок, а анаэробный порог наступал при потреблении O_2 $2,27 \pm 0,22$ л/мин. Отношение показателя потребления кислорода при наступлении анаэробного порога к справочному значению, которое выдает программа аппарата Schiller, составило 67,10 %,

что свидетельствовало о недостаточном кислородном запросе работающими мышцами и ранним выходом энергообеспечивающих систем организма на анаэробный режим. Этот вывод подтверждали также значения кислородного пульса, так как отношение показателя кислородного пульса при наступлении анаэробного порога к справочному соответствовало 76 %.

Производство углекислого газа, являющегося стимулятором функции дыхания, при наступлении анаэробного порога равнялось $2,26 \pm 0,24$ л/мин, что соответствовало 60,5 % от справочного.

Интерес представляет значение газообменного коэффициента, характеризующего отношение VCO_2 / VO_2 . Названный коэффициент исходно, то есть в покое, равнялся 0,837 и характеризовал статус смешанного питания [4]. При достижении анаэробного порога наблюдалось увеличение коэффициента до 0,94. А вот при максимальной нагрузке он уже составил 1,10 ед. В период восстановления коэффициент достиг 1,362, что свидетельствовало о том, что обследуемые спортсмены на начальном этапе базовой подготовки еще не были в полной мере адекватны требованиям эргоспирометрической пробы, называемой сердечно-легочным тестом.

Показатели систолического артериально-

Таблица 2
Table 2

Динамика показателей внешнего дыхания кикбоксеров
Dynamics of external respiration parameters in kickboxers

Условия исследования Examination conditions	Частота сердечных сокращений (уд./мин) Heart rate (bpm)	Дыхательный объем (л) Breathing capacity (l)	Частота дыхания (мин) Respirations (minute)	Минутный объем дыхания (л/мин) Respiratory minute volume (l/min)
В покое At rest	$85,1 \pm 5,83$	$0,51 \pm 0,11$	$17,55 \pm 1,65$	$9,0 \pm 1,98$
При анаэробном пороге At anaerobic threshold (AT)	$154,4 \pm 8,25$	$2,11 \pm 0,26$	$23,24 \pm 1,38$	$48,0 \pm 4,29$
При максимальной нагрузке At maximum load	$170,7 \pm 4,95$	$2,42 \pm 0,16$	$30,0 \pm 1,93$	$71,2 \pm 3,63$
Max/Спр (%) Max/Referential (%)	$96,1 \pm 2,42$	$80,1 \pm 4,62$	$90,2 \pm 6,05$	$64,6 \pm 2,75$
АП/Спр (%) AT/Referential (%)	$86,7 \pm 4,29$	$69,4 \pm 8,03$	$69,7 \pm 4,29$	$43,3 \pm 3,41$
При восстановлении At recovery	$123,4 \pm 5,71$	$1,79 \pm 0,24$	$24,07 \pm 2,54$	$40,6 \pm 4,04$

го давления свидетельствовали о высоком напряжении сердечно-сосудистой системы кикбоксеров. Значения диастолического артериального давления также позволяли судить о неготовности сосудистой системы кикбоксеров к выполнению этой функциональной пробы (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Показатели артериального давления кикбоксеров при проведении сердечно-легочного теста
Arterial pressure parameters in kickboxers according to cardiopulmonary testing

Условия исследования Examination conditions	САД (мм рт. ст.) Systolic blood pressure (mmHg)	ДАД (мм рт. ст.) Diastolic blood pressure (mmHg)
Анаэробный порог Anaerobic threshold	180,7 ± 7,97	92,8 ± 6,78
Максимальная нагрузка Maximum load	190,7 ± 8,21	98,2 ± 5,23
Восстановление (через 3 мин) Recovery (in 3 minutes)	173,8 ± 13,6	85,1 ± 7,42

Итак, полученные на аппарате Schiller исходные показатели функционального состояния и физической работоспособности кикбоксеров в начале 1-го этапа базового периода подготовки свидетельствовали о том, что сердечно-сосудистая и дыхательная системы не в полной мере были готовы к выполнению предстоящих больших тренировочных нагрузок. Обнаруженные резервные возможности дыхательной системы свидетельствовали о слабости, недостаточной растяжимости и выносливости дыхательных мышц.

Также эргоспирометрическая нагрузка на аппарате Schiller нехарактерна для специфики поединка в кикбоксинге (обследование проводилось в респираторной маске в положении сидя на велотренажере, работа осуществлялась нижними конечностями). В то же время, эта проба может отражать функциональное состояние кардиопульмональной и мышечной систем при оценке физической работоспособности. На втягивающем мезоцикле были учтены пробелы в подготовке кикбоксеров, что позволило вывести изучаемые параметры до референтных границ. Акцент в подготовке был сделан на следующем. В подготовительном периоде работа по развитию локально-

региональной мышечной выносливости проводилась с включением баллистических, гравитационных двигательных действий в режиме аэробного порога в течение двух месяцев. Последующий этап занимала интерференция сбалансированного перевода специальных физических качеств в специализированные двигательные навыки. После этого проходил этап заключительной подготовки с акцентом на систему интегральной подготовки, позволявшей активизировать функциональное состояние обследуемых кикбоксеров на заключительном этапе подготовки к чемпионату России.

Оценить специальную работоспособность нам позволило обследование на телеметрической аппаратуре Oхусон Mobile производства ФРГ, которая давала возможность фиксировать эргоспирометрические показатели в практике применения имитационного моделирования ключевых технических действий, обеспечивающих победу в бою. На этом аппарате мы провели два обследования.

Первое обследование провели в середине специально-подготовительного этапа и второе – на предсоревновательном этапе подготовки за неделю до участия в чемпионате России.

При анализе полученных данных была выявлена следующая направленность адаптивных изменений кардиореспираторной системы, характеризующая специальную работоспособность кикбоксеров.

На рис. 1, на котором представлено изменение ЧСС в ходе теста у кикбоксеров высшей квалификации, выявлена ускоренная вработываемость организма спортсменов уже к 30-й секунде первого раунда на предсоревновательном этапе, а также более быстрое восстановление в перерыве по сравнению с данными, полученными на специально-подготовительном этапе.

На рис. 2 представлено изменение параметров потребления кислорода кикбоксерами, полученное в рамках тестирования на специально-подготовительном и предсоревновательном этапах. На последнем тестировании у кикбоксеров в период вработывания наблюдалось двукратное увеличение потребления кислорода к 30-й секунде теста по сравнению со специально-подготовительным этапом.

Нам представляется очень интересным рассмотрение графика производства углекислого газа CO₂ (рис. 3).

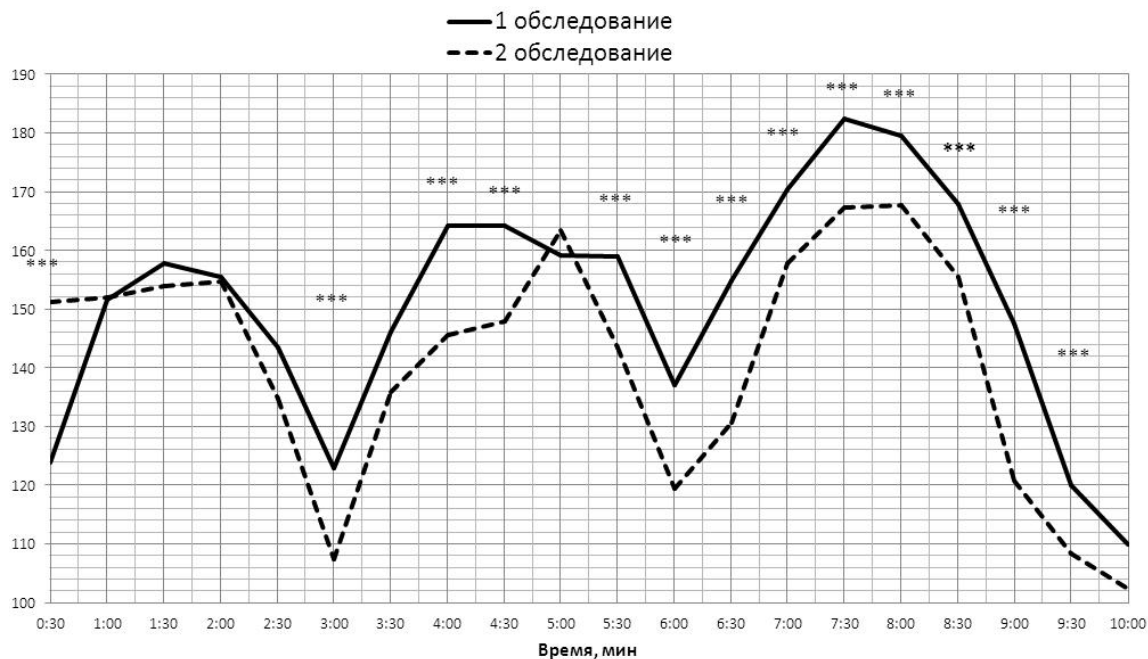


Рис. 1. Динамика частоты сердечных сокращений кикбоксеров в 1-м и 2-м обследованиях во время моделирования боевых практик. Достоверность отличия между показателями разных периодов обследования (***) – $p < 0,001$

Fig. 1. Heart rate dynamics in kickboxers according to the 1st and the 2nd testing results during the fight simulation. Significance of differences between parameter values of different testing periods (***) – $p < 0.001$

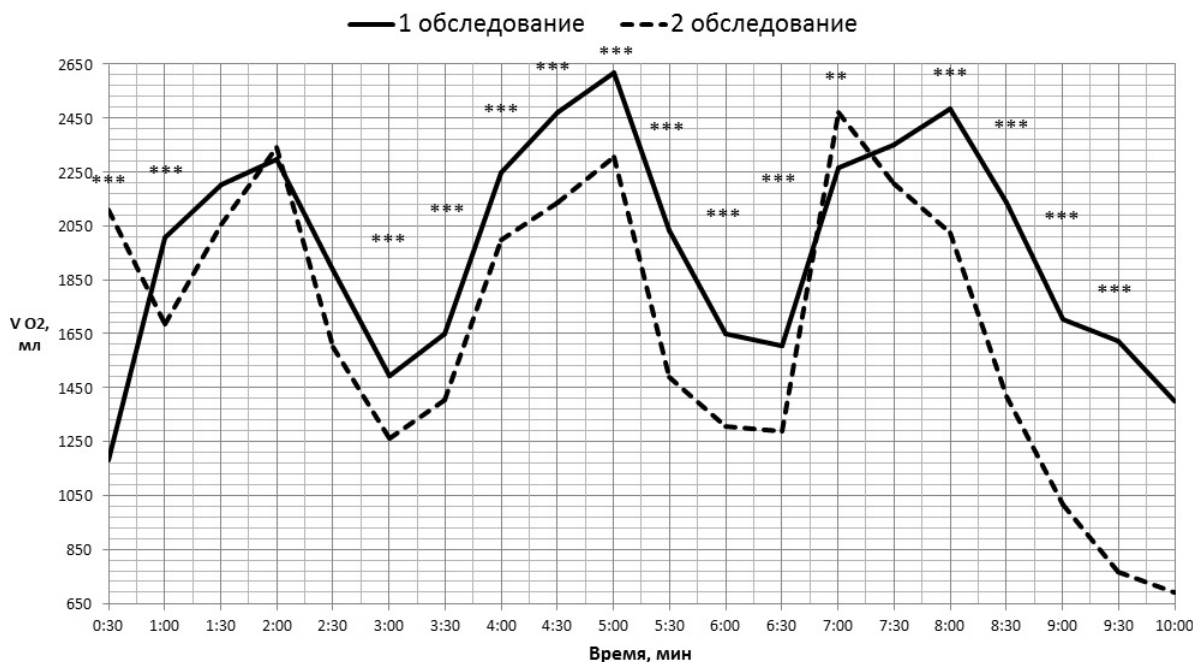


Рис. 2. Динамика потребления кислорода в 1-м и 2-м обследованиях во время моделирования боевых практик. Достоверность отличия между показателями разных периодов обследования (** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$)

Fig. 2. Oxygen consumption dynamics in the 1st and the 2nd testing results during the fight simulation. Significance of differences between parameter values of different testing periods (** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.001$)

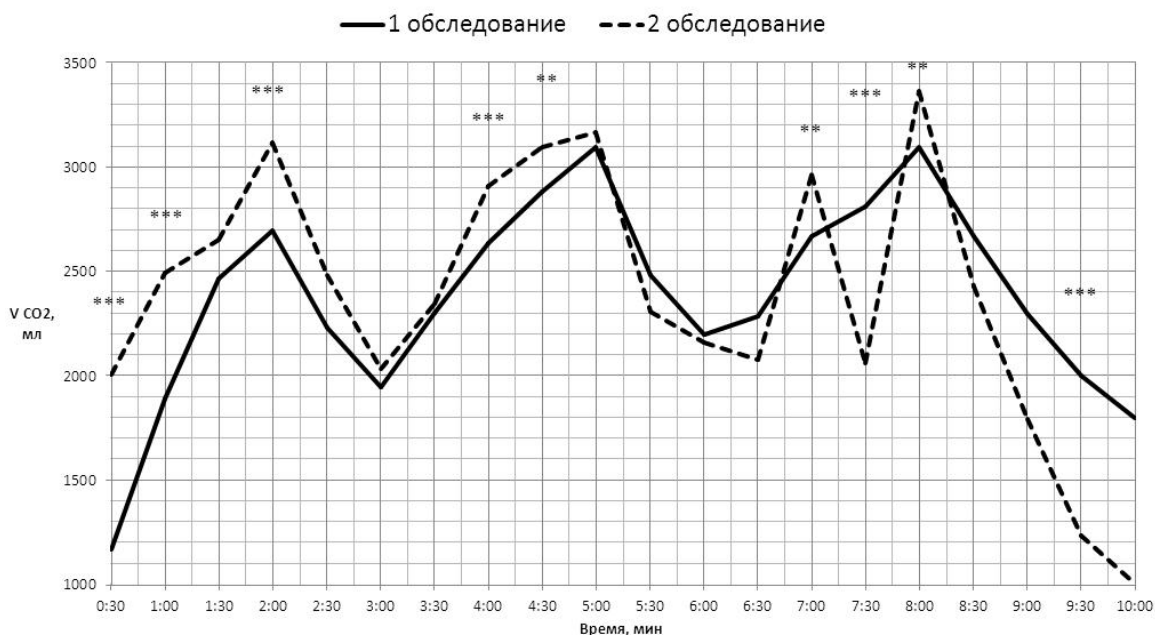


Рис. 3. Динамика производства CO₂ в 1-м и 2-м обследованиях во время моделирования боевых практик. Достоверность отличия между показателями разных периодов обследования (** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,0010$)

Fig. 3. CO₂ production dynamics in the 1st and the 2nd testing results during the fight simulation. Significance of differences between parameter values of different testing periods (** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.0010$)

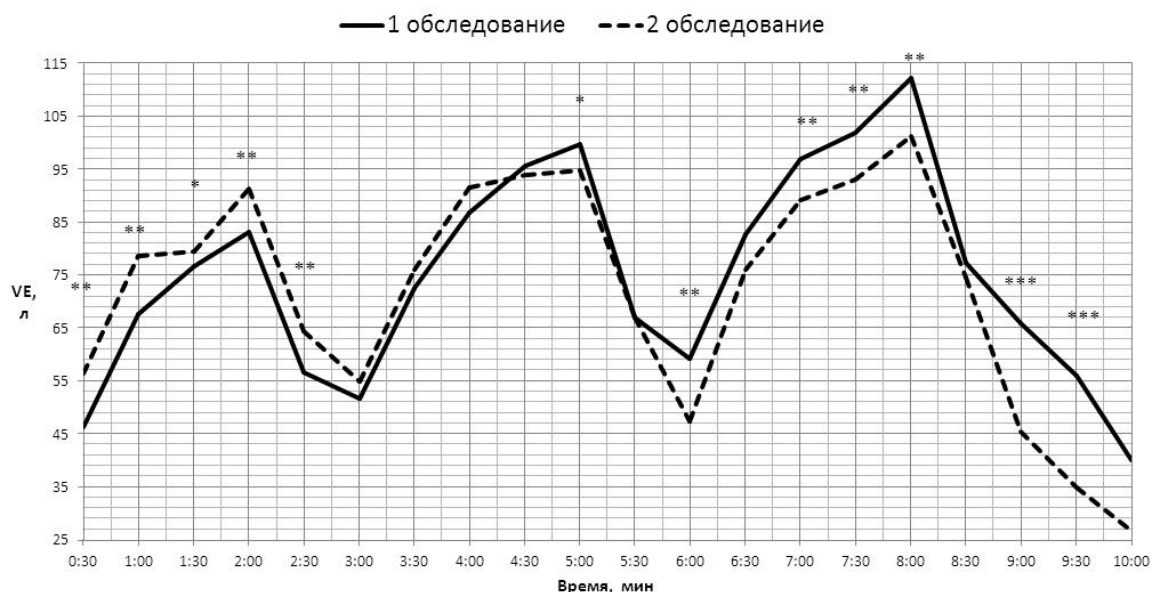


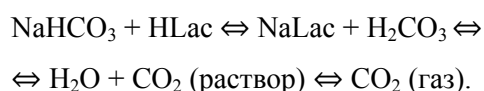
Рис. 4. Динамика вентиляции легких в 1-м и 2-м обследованиях во время моделирования боевых практик. Достоверность отличия между показателями разных периодов обследования (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$)

Fig. 4. Lung ventilation dynamics in the 1st and the 2nd testing results during the fight simulation. Significance of differences between parameter values of different testing periods (* – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.001$)

К седьмой минуте 3-го раунда вентиляционный эквивалент по кислороду EgO₂ снизился почти вдвое, что свидетельствовало о выходе дыхательной функции на новый ка-

чественный уровень: при том же показателе вентиляции легких VE = 90 л/мин (рис. 4) потребление кислорода увеличилось почти вдвое, а именно с 1290 до 2470 мл/мин.

Учитывая, что к 3-му раунду было два одноминутных перерыва, а также адаптаспособность кикбоксеров высшей квалификации на стандартную нагрузку боевых практик предсоревновательного этапа, двукратное увеличение потребления кислорода, мы пришли к выводу о том, что в перерыве после второго раунда из работающих мышц в кровь начинает диффундировать определенная порция молочной кислоты, которая взаимодействует с бикарбонатной буферной системой, что представлено формулой



Избыток молочной кислоты нейтрализуется с выделением углекислого газа. Так как моделирование боевых практик осуществлялось в респираторной маске, то при выдохе под маской возникала высокая концентрация углекислого газа. При снижении в крови концентрации молочной кислоты реакция начинала смещаться влево [5], что, во-первых, приводило к восстановлению бикарбонатной буферной системы, а, во-вторых, к снижению выделения CO_2 в середине третьего раунда у кикбоксеров на предсоревновательном этапе. Этот феномен наглядно представлен на рис. 3, где видно два пика при производстве углекислоты.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что обследуемые кикбоксеры приняли участие в Чемпионате России. Сборная команда Челябинской области заняла 2-е общекомандное место среди 64 команд регионов. При анализе боев Чемпионата России экспертным тренерским советом федерации кикбоксинга Челябинской области было выдвинуто суждение: наши спортсмены прекрасно проводили свои поединки, выдерживая практически любой темп, предложенный соперниками. Если и проигрывали бои, то только лишь по параметру «тактико-техническая подготовленность» или более опытным соперникам. Специальная скоростно-силовая выносливость челябинских атлетов соответствовала уровню подготовленности сильнейших кикбоксеров Российской Федерации, что подтвердило правильность выбранной программы подготовки.

Выводы. Таким образом, лучшая специальная работоспособность на заключительном этапе подтверждается более быстрой нейтра-

лизацией молочной кислоты, что, в свою очередь, приводит к снижению закисления мышц и восстановлению окислительного фосфорилирования, связанного с производством аденозинтрифосфорной кислоты. Именно это приводит к более быстрому восстановлению организма кикбоксеров после окончания теста, а, следовательно, и к лучшей специальной выносливости, демонстрируемой кикбоккерами на предсоревновательном этапе подготовки.

Улучшение специальной работоспособности кикбоксеров на предсоревновательном этапе подготовки к социально важным соревнованиям обусловлено адаптацией организма кикбоксеров к скоростно-силовым нагрузкам анаэробной направленности. Адаптация в нашем случае проявлялась через уменьшение функциональной активности органов и систем с переходом их на экономное расходование кислорода и субстратов биологического окисления. Спортивная подготовка привела к существенному модифицированному тренировочному эффекту, при котором получены ускоренные темпы развития адаптации к применяемым физическим нагрузкам. Это подтверждается представленными данными, полученными в ходе эргоспирометрических исследований, проведенных в Центре спортивной науки Института спорта, туризма и сервиса Южно-Уральского государственного университета.

Литература

1. Эрлих, В.В. Системно-синергетические интеграции в саморегуляции гомеостаза и физической работоспособности человека в спорте / В.В. Эрлих, А.П. Исаев, В.В. Корольков. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2012. – 266 с.
2. Белоцерковский, З.Б. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов (норма и атипичные изменения в нормальных и измененных условиях адаптации к физическим нагрузкам) / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина. – М.: Совет. спорт, – 2012. – 548 с.
3. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и практические приложения / В.Н. Платонов. – М.: Совет. спорт, 2005. – 820 с.
4. Гайтон, А.К. Медицинская физиология: пер. с англ. / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл /

под ред. В.И. Кобрин. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.

5. Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессон, П.Л. Гринхафф. – Киев: Олимп. лит., 2001. – 295 с.

6. Гришин, А.А. Биопедагогическая оценка тренировочной деятельности кикбоксеров на основе мониторинга сердечной деятельно-

сти и лабильных компонентов массы тела / А.А. Гришин, А.В. Коляда, А.И. Завьялов // Вестник Краснояр. гос. ун-та им. В.П. Астафьева. – 2014. – № 2 (28). – С. 53–56.

7. Подоплелов, А.В. Новые подходы в тренировке кикбоксеров высокого уровня / А.В. Подоплелов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – СПб. – 2010. – № 11. – Т. 69. – С. 75–78.

Романов Юрий Николаевич, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, kickbox@mail.ru.

Аминов Альберт Сибагатуллович, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, fsk-priem@mail.ru.

Романова Лариса Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физического воспитания и здоровья, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, sportlar@yandex.ru.

Поступила в редакцию 13 ноября 2015 г.

DOI: 10.14529/hsm160106

MODERN TECHNIQUES OF MONITORING OF CARDIOPULMONARY FUNCTIONAL STATUS, OVERALL AND SPECIAL WORKING CAPACITY IN SKILLED KICKBOXERS

Yu.N. Romanov, kickbox@mail.ru,

A.S. Aminov, fsk-priem@mail.ru,

L.A. Romanova, sportlar@yandex.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Aim. The aim is to study overall and special working capacity in skilled kickboxers at two stages of pre-contest conditioning. **Research organization and methods.** The study was conducted using Schiller ergospirometric device (Switzerland) and Oxycon Pro (Mobile) telemetry unit (Germany). **Results.** The assessment of overall working capacity in kickboxers revealed significant reserves of anaerobic threshold, pulmonary volume, respiratory rate, and lung ventilation. Gas exchange factor was between 0.837 (at rest) and 0.94 (when anaerobic threshold was reached); at the maximum load this factor was 1.10. Systolic pressure values indicated high cardiovascular stress in athletes during the functional test. Special endurance assessment involved analysis of oxygen consumption and carbon dioxide production charts. **Conclusion.** At the conditioning stage immediately prior to competitions we observed higher rate of lactic acid neutralization in the working muscles which indicated the higher rate of adaptation to the applied loads.

Keywords: *endurance, kickboxing, lung ventilation, oxygen consumption, carbon dioxide production, gas exchange factor.*

References

1. Erlikh V.V., Isaev A.P., Korol'kov V.V. *Sistemno-sinergeticheskie integratsii v samoregulyatsii gomeostaza i fizicheskoy rabotosposobnosti cheloveka v sporte* [System-Synergetic Integration of Self-Regulation of Homeostasis and Physical Performance in Sports Person]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2012. 266 p.
2. Belotserkovskiy Z.B., Lyubina B.G. *Serdechnaya deyatel'nost' i funktsional'naya podgotovlenost' u sportsmenov (norma i atipichnye izmeneniya v normal'nykh i izmenennykh usloviyakh adaptatsii k fizicheskim nagruzkam)* [Cardiac Activity and Functional Preparedness of Athletes (Normal and Abnormal Changes in Normal and Altered Conditions of Adaptation to Physical Stress)]. Moscow, Soviet Sports Publ., 2012. 548 p.
3. Platonov V.N. *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporte. Obshchaya teoriya i prakticheskie prilozheniya* [The System of Training Athletes in Olympic Sports. The General Theory and Practical Applications]. Moscow, Soviet Sports Publ., 2005. 820 p.
4. Gayton A.K., Khol Dzh.E. *Meditinskaya fiziologiya* [Medical Physiology], Translated from English. Moscow, Logosfera Publ., 2008. 1296 p.
5. Mokhan R., Glesson M., Grinkhaff P.L. *Biokhimiya myshechnoy deyatel'nosti i fizicheskoy trenirovki* [Biochemistry of Muscle Activity and Physical Exercise]. Kiev, Olympic Literature Publ., 2001. 295 p.
6. Grishin A.A., Kolyada A.V., Zav'yalov A.I. [Pedagogical Estimation Boxers Training Activities Based on the Monitoring of Cardiac Activity and Labile Components of Body Weight]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta imeni V.P. Astaf'eva* [Herald Named VP of Krasnoyarsk State University Astafieva], 2014, no. 2(28), pp. 53–56. (in Russ.)
7. Podoplelov A.V. [New Approaches in Training High-Level Kickboxers]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the Name PF University Lesgafta], 2010, no. 11, vol. 69, pp. 75–78. (in Russ.)

Received 13 November 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Романов, Ю.Н. Современные методики мониторинга функционального состояния кардиопульмональной системы, общей и специальной работоспособности кикбоксеров высшей квалификации / Ю.Н. Романов, А.С. Аминов, Л.А. Романова // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – Т. 1, № 1. – С. 34–41. DOI: 10.14529/hsm160106

FOR CITATION

Romanov Yu.N., Aminov A.S., Romanova L.A. Modern Techniques of Monitoring of Cardiopulmonary Functional Status, Overall and Special Working Capacity in Skilled Kickboxers. *Human. Sport. Medicine*, 2016, vol. 1, no. 1, pp. 34–41. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm160106