

REFERENCES

1. Naumenko, E.V., Platonova, L.N., Butov, A.Yu., Dalsky, D.D. (2012), "Optimization of training loads of powerlifters as prevention of occupational diseases on the basis of recovery techniques", *Theory and methods of physical culture*, No. 7, pp. 62-64.

2. Dalsky, D.D., Afanasyeva, I.A., Matveev, S.V., Naumenko, E.V. (2015), "Programs of rehabilitation of athletes with occupational diseases", *Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta*, Vol. 129. No. 11, pp. 77-78.

**Контактная информация:** ddfond@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 14.02.2019*

УДК 796.42:612

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРГОСПИРОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ**

*Наталья Викторовна Балуяк, кандидат медицинских наук, доцент,  
Валерий Геннадьевич Балуяк, кандидат биологических наук, доцент,  
Наталья Владимировна Афанасенкова, кандидат медицинских наук, доцент,  
Марина Алексеевна Абрамова, кандидат биологических наук, доцент,  
Северный (Арктический) Федеральный университет имени М.В. Ломоносова (САФУ),  
Архангельск*

**Аннотация**

Статья посвящена описанию применения и оценки эффективности использования портативного мобильного комплекса MetaMax3B для эргоспирометрического тестирования с последующим анализом данных с помощью ПО «MetaSoft». У 11 легкоатлетов были изучены показатели мощности активного энергетического метаболизма и специальной функциональной подготовленности при выполнении теста ступенчато возрастающей нагрузки для оценки состояния системы кровообращения и внешнего дыхания, аэробного окисления, мощности и ёмкости аэробного механизма энергообеспечения. Показано текущее функциональное состояние спортсменов и индивидуальные отличия показателей.

**Ключевые слова:** эргоспирометрическое тестирование, функциональная подготовленность, мощность активного энергетического метаболизма, легкоатлеты.

**USE OF ERGOSPIROMETRIC TESTING TO CONTROL THE FUNCTIONAL READINESS OF ATHLETES**

*Natalya Viktorovna Balyuk, the candidate of medical sciences, senior lecturer,  
Valeri Gennadievich Balyuk, the candidate of biological sciences, senior lecturer,  
Natalya Vladimirovna Afanasenkova, the candidate of medical sciences, senior lecturer,  
Marina Alekseevna Abramova, the candidate of biological sciences, senior lecturer,  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk*

**Annotation**

The article is devoted to the description of the use and evaluation of the effectiveness of using the portable mobile complex MetaMax3B for ergospirometric testing with subsequent data analysis using the MetaSoft software. The indicators of power of active energy metabolism and special functional readiness were studied among 11 athletes when performing a stepwise increasing load test to assess the status of circulatory system and external respiration, aerobic oxidation, power and capacity of the aerobic energy supply mechanism. The current functional status of the athletes and individual differences of indicators are shown.

**Keywords:** ergospirometric testing, functional readiness, active power energy metabolism, athletes.

**ВВЕДЕНИЕ**

В процессе активной двигательной деятельности мышечный аппарат постоянно нуждается в поступлении энергии, поэтому биоэнергетические возможности организма

являются чрезвычайно важными для работоспособности и выносливости спортсмена. Показатель мощности аэробного механизма – максимальное потребление кислорода (МПК) – является важнейшим параметром биоэнергетических механизмов, который определяет общую физическую работоспособность. Ещё один из ведущих показателей в биоэнергетике – анаэробный порог (порог анаэробного обмена, ПАНО), оценивает эффективность аэробного механизма [3].

Рост аэробной производительности напрямую связан с увеличением мощности кислородтранспортной и кислородутилизирующей систем. Главным звеном, определяющим и лимитирующим аэробную производительность, является система кровообращения. Состояние сердечно-сосудистой системы играет важнейшую роль в приспособляемости организма к физическим нагрузкам и является одним из основных показателей функционального состояния организма [1, 4]. Использование средств аппаратной диагностики позволит тренеру и спортивному врачу без больших временных затрат оценить функциональное состояние организма спортсмена и соответствующим образом скорректировать тренировочные и соревновательные нагрузки [2].

Цель исследования – показать возможность использования эргоспирометрического тестирования в состоянии покоя и при проведении теста ступенчато возрастающей нагрузки для оценки состояния системы кровообращения и внешнего дыхания, аэробного окисления, мощности и ёмкости аэробного механизма энергообеспечения у легкоатлетов.

#### МЕТОДИКА

В исследовании использована портативная система кардиопульмонального применения MetaMax3В – портативный мобильный комплекс для эргоспирометрического тестирования. Анализ данных, полученных в процессе исследования, проводился при помощи ПО «MetaSoft». Данная система позволяет получить показатели мощности активного энергетического метаболизма, показатели специальной функциональной подготовленности спортсмена.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В исследовании принимали участие 11 легкоатлетов-мужчин (бегуны на средние дистанции) в возрасте  $20,55 \pm 0,30$  лет, имеющие 1-2 спортивный разряд. Вначале регистрировались показатели в состоянии относительного покоя (частота сердечных сокращений, ударный объём, сердечный выброс, частота дыханий, дыхательный объём, минутная вентиляция лёгких, потребление кислорода и выделение углекислого газа, коэффициент респираторного обмена). Затем проводился тест ступенчато возрастающей нагрузки, который позволяет оценить максимальные аэробные и анаэробные возможности спортсмена. Тестирование проводилось на беговой дорожке по общепринятому графику увеличения скорости. В конце нагрузки определялись те же показатели, а также максимальное потребление кислорода (МОК) и анаэробный порог (ПАНО). В течение последующих трёх минут восстановления определялись некоторые показатели деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Осуществление мышечной деятельности в большой зоне мощности (а именно в этой зоне выполняется тест ступенчато возрастающей нагрузки) характеризуется высокой интенсивностью работы мышечного аппарата и предельной функциональной активностью органов вегетативного обеспечения (таблица 1). Частота сердечных сокращений при нагрузке увеличивается в 3,43, частота дыхания – в 4,6, минутная вентиляция легких – в 15,6, а дыхательный объём – в 4,09 раза. Восстановление после работы в этой зоне мощности – несколько часов, поэтому к третьей минуте ни один из показателей к исходному уровню не возвратился. Ожидаемо увеличивается величина ударного объёма сердца – в 2,7

раза и сердечного выброса (минутного объёма кровообращения) – в 9,2 раза.

Таблица 1 – Изменение показателей кардиореспираторной системы при ступенчато возрастающей нагрузке и в период восстановления у легкоатлетов

Показатель	Покой	Нагрузка	Восстановление		
			1 минута	2 минута	3 минута
ЧСС (уд/мин)	56,27±1,19	193,09±2,81	148,73±6,09	125,91±6,23	111,36±6,35
Частота дыхания (в мин)	12,59±0,73	58,4±3,6	38,19±3,58	29,22±2,43	22,04±1,98
Минутная вентиляция легких (л/мин)	9,1±0,57	141,9±6,55	70,9±5,58	46,6±4,78	32,86±2,96
Дыхательный объем (мл)	0,54±0,03	2,21±0,19	1,48±0,16	1,0±0,1	0,86±0,07
Ударный объём (мл)	54,55±0,93	147,45±1,21	-	-	-
Сердечный выброс (л/мин)	3,07±0,09	28,48±0,51	-	-	-

Оценка тканевого дыхания (аэробного окисления) осуществлялась по показателям потребления кислорода и выделения углекислого газа в газометрическом исследовании. Работа в большой зоне мощности привела к увеличению потребления кислорода работающими мышцами с  $0,27 \pm 0,03$  л/мин (в покое) до  $3,61 \pm 0,14$  л/мин (нагрузка), то есть в 13,3 раза. Выделение углекислого газа увеличилось в 15,5 раз – с  $0,29 \pm 0,07$  л/мин до  $4,5 \pm 0,18$  л/мин. Избыточное не метаболическое выделение углекислого газа происходит за счет вытеснения его из бикарбонатного буфера молочной кислотой.

Коэффициент респираторного обмена (дыхательный коэффициент) свидетельствует о том, какие питательные вещества использует организм для получения энергии. В состоянии покоя его величина составила  $0,93 \pm 0,03$  у.е., а после тестовой нагрузки –  $1,55 \pm 0,06$  у.е. что указывает на смешанное использование всех питательных веществ.

Абсолютная величина МПК у протестированных спортсменов составляет в среднем  $4,10 \pm 0,09$  л/мин. При пересчете на их массу ( $69,36 \pm 1,58$  кг) относительный МПК составляет  $59,17 \pm 1,58$  мл/мин×кг. Анаэробный порог составил  $3,05 \pm 0,13$  л/мин, при пересчете на массу тела –  $44,09 \pm 1,85$  мл/мин., что составляет  $74,71 \pm 3,19\%$  от МПК.

Полученные данные показали, что в группе обследованных спортсменов изучаемые средние показатели соответствуют возрастным нормативам, а их изменение при тестирующей нагрузке специфично для работы в большой зоне мощности.

Анализ личных показателей, полученных при обследовании, позволил определить индивидуальные особенности функционального состояния легкоатлетов. Один спортсмен показал достаточно высокий уровень функциональной подготовленности: показатель МПК был самым большим –  $73,8$  мл/мин/кг, ПАНО составил  $85,1\%$  от МПК, также были большими ударный объём ( $68$  мл), дыхательный объём ( $650$  мл). Кроме того, у него быстрее всех восстанавливалась частота пульса и дыхания. Этот легкоатлет тренировался по индивидуальному плану и нагрузки были адекватные.

Другой спортсмен показал достаточно низкий уровень функционального состояния. Его показатели были самыми низкими из всей группы: МПК –  $49,8$  мл/мин/кг, ПАНО составил  $43,11\%$  от МПК, также были наименьшими ударный объём ( $50,6$  мл), дыхательный объём ( $350$  мл). В состоянии покоя величина коэффициента респираторного обмена составила  $0,8$ , что указывает на участие белков в процессе тканевого дыхания. Темпы снижения показателей деятельности кардиореспираторной системы после тестирующей нагрузки были самыми низкими. Как оказалось, этот легкоатлет слишком часто принимал участие в коммерческих соревнованиях по бегу в различных городах, нарушая при этом график тренировок, режим дня и питания. Соревновательные нагрузки были для него чрезмерны и привели, по-видимому, к некоторому истощению функциональных резервов.

У оставшихся девяти спортсменов, показатели были приблизительно на одном уровне (отклонение от среднего значения были меньше  $0,5\sigma$ ) функциональная подготовленность была достаточной. Из них обратили на себя внимание данные обследования ещё одного человека – абсолютные показатели были на уровне этой группы, а относительные – снижены. Как оказалось, у спортсмена увеличилась масса тела из-за погрешностей в питании.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что из одиннадцати обследованных спортсменов лишь у одного программа тренировок позволила достичь высокого уровня функциональной подготовленности. Для восьми человек требуется корректировка тренировочных нагрузок с целью повышения уровня функционального состояния. Одному из двух оставшихся необходимо снижать массу тела, а второму – нормализовать режим тренировочных и соревновательных нагрузок с целью обеспечения достаточного восстановления. Таким образом, использование портативных систем для эргоспирометрического тестирования с анализом данных, полученных в процессе исследования, проводимым при помощи программного обеспечения, позволяет получить показатели мощности активного энергетического метаболизма, показатели специальной функциональной подготовленности спортсмена и использование данных показателей для коррекции программ тренировок у спортсменов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка функциональной подготовленности легкоатлетов, тренирующихся на выносливость / И.Ш. Мутаева, А.С. Кузнецов, И.Е. Коновалов, Г.З. Халиков // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 6. – Ч. 2. – С. 440-444.
2. Румянцева, Э.Р. Оптимизация процесса подготовки спортсменов высокой квалификации на основе медико-биологических характеристик состояния их организма / Э.Р. Румянцева, И.Р. Хабибулина // *Теория и практика физической культуры*. – 2008. – № 4. – С. 53-54.
3. Солопов, И.Н. Сущность и структура функциональной подготовленности спортсменов / И.Н. Солопов, А.А. Шамардин, В.В. Чёмов // *Теория и практика физической культуры*. – 2010. – № 8. – С. 56-60.
4. Шамардин, А.А. Функциональные аспекты тренировки спортсменов / А.А. Шамардин, И.Н. Солопов // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10-13. – С. 2996-3000.

## REFERENCES

1. Mutaeva, I.Sh., Kuznetsov, A.S., Kononov, I.E. and Khalikov, G.Z. (2013), "Assessment of the functional qualification of athletes training for endurance", *Fundamental research*, No 6, Part 2, pp. 440-444.
2. Romyantseva, E.R. and Khabibulina, I.R. (2008), "Optimization of Training of Elite Athletes Based on Medical and Biological Characteristics of their State of Health", *Theory and practice of physical culture*, No. 4, pp. 53-54.
3. Solopov, I.N. and Shamardin, A.A. (2010), "Essence and structure of athletes functional readiness", *Theory and practice of physical culture*, No. 8, pp. 56-60.
4. Shamardin, A.A and, Solopov, I.N. (2013), "Functional aspects of training athletes", *Fundamental research*, No. 10-13, pp. 2996-3000.

**Контактная информация:** n.balyuk@narfu.ru

*Статья поступила в редакцию 27.02.2019*

**УДК 797.123**

## **ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ПРИКЛАДНЫМ ПЛАВАНИЕМ ПРИ НАЧАЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ В ГРЕБНОМ СПОРТЕ**

*Мария Владимировна Баранова, кандидат педагогических наук, доцент,  
Людмила Александровна Егоренко, кандидат педагогических наук, профессор,  
Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья  
имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург)*

### **Аннотация**

Разработан сценарий внедрения основ прикладного плавания в систему начальной подготовки в академической гребле с целью повышения безопасности и обеспечения уверенности новичков при обучении гребле на воде. Предложены формы и условия организации занятий прикладным плаванием с гребцами, а также некоторые методы, подходы и средства. В основу концепции