

УДК 796-05.072.2

ЗНАЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОК РАЗНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

Солопов И.Н., Фоменко И.А., Медведев Д.В., Балужева В.А.

*ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры»,
Волгоград, e-mail: vgafk@vlink.ru*

Осуществлено выяснение роли различных параметров функционирования организма в обеспечении физической работоспособности спортсменок, специализирующихся в разных видах спорта. Установлено, что физическая работоспособность спортсменок разных специализаций характеризуется различной структурой обусловленности разных параметров функциональной подготовленности при весьма широкой вариативности. Показано, что физическая работоспособность представительниц практически всех спортивных специализаций обуславливается преимущественно параметрами функциональной устойчивости и функциональной экономичности-эффективности. Это вполне объяснимо тем, что спортсменки, приглашенные для обследования, имели высокий уровень подготовленности, который, как известно, в первую очередь характеризуется высоким уровнем функциональной экономизации, эффективности и устойчивости. Это касается и формирования программ тренирующих воздействий, выбора стратегии восстановительных средств и мероприятий и в обязательном порядке – определения маркеров при контроле и оценке функциональной подготовленности спортсменок.

Ключевые слова: спортсменки, спортивная специализация, функциональная подготовленность, физическая работоспособность

VALUE OF VARIOUS PARAMETERS OF FUNCTIONAL READINESS FOR MAINTENANCE PHYSICAL WORKING CAPACITY OF DIFFERENT SPECIALIZATION FEMALE SPORTSMEN

Solopov I.N., Fomenko I.A., Medvedev D.V., Balujeva V.A.

The Volgograd state academy of physical culture, Volgograd, e-mail: vgafk@vlink.ru

Finding-out of a role of various parameters of functioning of an organism in maintenance of physical working capacity of female sportsmen, specializing in different kinds of sports, is carried out. It is stated, that different specializations female sportsmen physical working capacity is characterized by various structure of conditionality of different parameters of functional readiness at rather wide variability. It is shown, that physical working capacity of representatives practically all sports specializations is caused mainly by the parameters of functional stability and functional profitability-efficiency. It is quite explainable by the fact that sportswomen invited to survey had a high level of readiness, which as is known, first of all characterized by a high level of functional economization, efficiency and sustainability. This applies to the development of the programs of training influences, strategy selection restoration of facilities and activities, and mandatory – determining markers in monitoring and evaluation of functional training athletes.

Keywords: female sportsmen, sports specialization, functional readiness, physical working capacity

Физическую работоспособность рассматривают как одну из базовых сторон функциональной подготовленности, определяющую эффективность спортивной и многих видов профессиональной деятельности [7, 8]. Физическая работоспособность является многогранным выражением функциональных возможностей человека и зависит от ряда факторов, определяющих и лимитирующих ее: телосложения, мощности, емкости и эффективности и экономичности механизмов энергопродукции; нейромышечной координации, силы и выносливости мышечной ткани; состояния опорно-двигательного аппарата; эндокринной системы; нервно-психического состояния [6, 8, 10].

Вместе с тем в литературе отмечается, что абсолютный уровень физической работоспособности не совсем корректно в полной мере считать информативным не

учитывая обуславливающих ее факторов. Из литературы известно, что не во всех случаях повышение уровня физической работоспособности следует рассматривать как позитивный момент, равно как и не во всех случаях снижение ее уровня стоит расценивать как негативный фактор [5]. Исходя из этого, для спортивной практики крайне важно иметь представление о том, какие факторы, в какой мере и при каких обстоятельствах определяют физическую работоспособность организма. Это особенно важно и ввиду того, что очень часто уровень физической работоспособности рассматривают в качестве интегративного показателя функциональных возможностей организма [5, 6, 8]. В литературе в большинстве случаев данные вопросы рассматриваются на примере спортсменов-мужчин [5, 8], тогда как о спортсменках имеются лишь единичные упоминания [3, 4].

Цель исследования – выяснение роли различных параметров функционирования организма в обеспечении физической работоспособности спортсменок различной специализации.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленной задачи был проведен анализ уровня физической работоспособности и взаимосвязи ее абсолютной величины с различными параметрами функционирования организма у спортсменок трех квалификационных групп: II спортивного разряда 13–14 лет ($n = 11$), I разряда 15–16 лет ($n = 24$) и КМС 17–20 лет ($n = 14$). В условиях мышечного покоя измеряли величины длины (L) и массы (P) тела, жизненной емкости легких (VC), максимальной вентиляции легких (MMV), частоты сердечных сокращений (HR). Кроме того, определяли гипоксическую устойчивость по времени максимальной задержки дыхания на вдохе (TA_{in}) и выдохе (TA_{ex}).

Далее испытуемые выполняли модифицированный тест на определение максимальной аэробной производительности в виде трехступенчатой физической нагрузки, дозированной по величине индивидуальной частоты сердечных сокращений (HR): 1 нагрузка – $HR = 120–150$ уд./мин; 2 нагрузка – $HR = 150–170$ уд./мин; 3 нагрузка – $HR \geq 180$ уд./мин (максимальная). Первые две нагрузки выполнялись в течение 5 минут, с перерывом в 5 минут. Величины мощности этих нагрузок и соответствующие величины частоты сердечных сокращений брались для расчета показателя PWC_{170} . Третья нагрузка предусматривала поддержание в течении 2–3 минут максимальной мощности (W_{max}). При этой нагрузке измерялось максимальное потребление кислорода (VO_{2max}) и частота сердечных сокращений при этой нагрузке (HR_{max}).

Еще целый ряд показателей получали расчетным путем. Мобилизационные возможности оценивались по показателям увеличения частоты сердечных сокращений при стандартной и максимальной мышечной нагрузке относительно уровня покоя (соответственно $HR_{w1}/HR_{покоя}$ и $HR_{max}/HR_{покоя}$), а также по величине процента использования собственной жизненной емкости легких и максимальной вентиляционной способности, которые рассчитывались соответственно как отношение дыхательного объема и легочной вентиляции, зарегистрированные при максимальной мышечной нагрузке соответственно к VC (V_{Tmax}/VC) и к MMV (VE_{max}/MMV) в %.

В качестве параметров экономичности и эффективности функционирования физиологических систем рассматривали показатели ватт-пульса (W_{max}/HR_{max}), кислородного пульса (VO_{2max}/HR_{max}), кислородного эффекта дыхательного цикла (VO_{2max}/fb_{max}) и кислородной стоимости единицы выполняемой работы (VO_{2max}/W_{max}). Кроме того, для оценки эффективности внешнего дыхания рассчитывали коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания (V_{Tmax}/fb_{max}). В условиях покоя и при мышечной нагрузке параметры частоты сердечных сокращений, внешнего дыхания и потребление кислорода регистрировали при помощи метабологафа «Ergo-oxyscreen (Jaeger)». Анализировались 18 показателей, отражающих категории факторов «морфофункциональной мощности»: (длина (L) и масса (P) тела, W_{max} , $ЧСС_{max}$, VO_{2max}); «функциональной мобилизации»: увеличение частоты сердечных сокра-

щений при стандартной и максимальной мышечной нагрузке относительно уровня покоя ($HR_{w1}/HR_{покоя}$ и $HR_{max}/HR_{покоя}$), процент использования собственной жизненной емкости легких и максимальной вентиляционной способности при максимальной мышечной нагрузке (V_{Tmax}/VC и (VE_{max}/MMV) ; «функциональной устойчивости»: время задержки дыхания на вдохе (TA_{in}) и выдохе (TA_{ex}); «функциональной экономичности и эффективности»: частота сердечных сокращений в покое ($HR_{покоя}$); ватт-пульс (W_{max}/HR_{max}), кислородный пульс (VO_{2max}/HR_{max}), кислородный эффект дыхательного цикла (VO_{2max}/fb_{max}), кислородная стоимость единицы работы (VO_{2max}/W_{max}), коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания (V_{Tmax}/fb_{max}), которые, так или иначе обуславливают уровень физической работоспособности [6, 9]. Физическая работоспособность спортсменок различных возрастно-квалификационных групп оценивалась по величине показателя, определяемого в тесте PWC_{170} .

Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что проявление физической работоспособности у спортсменов имеет специфические особенности и определенные структурные различия, которые являются закономерным результатом продолжительного процесса морфофункциональной специализации организма [1, 2]. Знание и использование закономерностей этой специализации выступает важнейшим условием рационального и эффективного управления развитием адаптации организма к специфическим нагрузкам в спорте. Это касается и формирования программ тренирующих воздействий, выбора стратегии восстановительных средств и мероприятий, и в обязательном порядке – определения маркеров при контроле и оценке функциональной подготовленности спортсменов.

Исходя из вышеизложенного для спортивной практики, в частности для объективной оценки и характеристики уровня подготовленности, имеет особое значение выяснение влияния различных параметров функциональной подготовленности на уровень физической работоспособности у спортсменок различной специализации, их роли в обеспечении ее высокого уровня и их взаимообусловленности. Выяснение этих вопросов и явилось основной задачей данного раздела исследования. Показатель, определяемый в тесте PWC_{170} , принимался нами в качестве собственно величины общей физической работоспособности спортсменок. Сравнение величин внешней механической работы, фиксируемых в тесте PWC_{170} у спортсменок разных специализаций показал, что у пловчих, бегуний и дзюдоисток обнаруживаются довольно высокие средние значения этого показателя (соответственно $937,9 \pm 65,9$, $924,7 \pm 37$

и $914,3 \pm 14,4$ кГм/мин), которые статистически не различаются между собой. Несколько меньший уровень физической работоспособности обнаружился у прыгуньи ($788,4 \pm 50,2$ кГм/мин) и наименьший был у гимнасток фитнес-аэробики ($615,1 \pm 30,1$ кГм/мин).

Далее был проведен сравнительный анализ степени корреляционной взаимосвязи уровня физической подготовленности, определяемой в тесте PWC_{170} , с различными параметрами функциональной подготовленности спортсменок, объем которых соответствовал анализируемому в предыдущей главе.

В таблице представлена матрица корреляционных взаимосвязей изучаемых показателей функциональных возможностей с величиной показателя PWC_{170} спортсменок различной специализации PWC_{170} . Из представленных данных можно видеть, что физическая работоспособность у спортсменок с различным привычным паттерном локомоций обуславливается разным сочетанием значимых факторов, ее обуславливающих. Это находит подтверждение и в литературе, где отмечается, что отдельные факторы работоспособности варьируют в довольно широком спектре [4, 5].

Матрица корреляционных взаимосвязей величины физической работоспособности с функциональными показателями у спортсменок различных специализаций (r)

| Показатели | Плавание (n = 10) | Легкая атлетика – бег (n = 16) | Легкая атлетика – скоростно-силовые виды (n = 8) | Дзюдо (n = 7) | Фитнес-аэробика (n = 14) |
|-----------------------|-------------------|--------------------------------|--|---------------|--------------------------|
| L | 0,369 | 0,355 | -0,144 | 0,182 | 0,285 |
| P | 0,351 | 0,360 | 0,297 | 0,203 | 0,493 |
| VC | 0,193 | 0,057 | 0,721* | 0,396 | 0,541* |
| W_{max} | 0,839* | 0,798* | 0,816* | 0,476 | 0,832* |
| $HR_{W1}/HR_{покоя}$ | 0,257 | 0,230 | 0,551 | 0,518 | -0,110 |
| $HR_{max}/HR_{покоя}$ | 0,452 | 0,384 | 0,670 | 0,540 | 0,071 |
| VE_{max}/MMV | -0,158 | -0,231 | 0,879* | -0,381 | -0,300 |
| V_{Tmax}/VC | -0,343 | 0,007 | -0,583 | -0,527 | -0,410 |
| MMV | 0,136 | 0,537* | -0,385 | 0,122 | 0,080 |
| HR_{max} | 0,608 | 0,522* | 0,565 | 0,075 | 0,737* |
| TA in. | 0,664* | 0,560* | 0,747* | 0,335 | 0,386 |
| TA ex. | 0,541 | 0,694* | 0,743* | 0,564 | -0,098 |
| $HR_{покоя}$ | -0,453 | -0,471 | -0,661 | -0,583 | -0,354 |
| W_{max}/HR_{max} | 0,814* | 0,822* | 0,819* | 0,451 | 0,868* |
| VO_{2max}/HR_{max} | 0,998* | 0,835* | 0,963* | -0,171 | 0,920* |
| VO_{2max}/fb_{max} | 0,800* | 0,738* | 0,578 | -0,046 | 0,617* |
| VO_{2max}/W_{max} | 0,433 | -0,250 | 0,336 | -0,378 | -0,636* |
| V_{T}/fb_{max} | -0,342 | 0,006 | -0,038 | -0,249 | -0,032 |

Так, показатели морфофункциональной мощности имеют определенное значение в обеспечении физической работоспособности у представительниц всех рассматриваемых специализаций. При этом наибольшая взаимосвязь уровня PWC_{170} обнаруживается с показателем мощности функционирования – величиной максимальной мощности выполняемой физической нагрузки (W_{max}), коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,798 до 0,839 ($P < 0,05$), тогда как показатели физического развития обуславливают работоспособность в гораздо меньшей степени и при весьма большом диапа-

зоне варьирования значений коэффициента корреляции (от 0,144 до 0,493, $P > 0,05$). Несколько иная и не столь однозначная ситуация наблюдается при сравнении степени взаимосвязи уровня физической работоспособности с параметрами функциональной мобилизации у представительниц разных видов спорта.

Так, у пловчих только два параметра, отражающих мобилизационные возможности организма, имеют средней силы взаимосвязи с величиной PWC_{170} . Это показатель реактивности сердечно-сосудистой системы ($HR_{max}/HR_{покоя}$, $r = 0,452$, $P > 0,05$)

и показатель предельного усиления частоты сердечных сокращений при кратковременной работе максимальной мощности (HR_{max} , $r = 0,608$, $P > 0,05$). Весьма схожая картина наблюдается и у бегуний ($HR_{max}/HR_{покоя}$ – $r = 0,384$, $P > 0,05$; HR_{max} – $r = 0,522$, $P > 0,05$), у которых отмечается еще и статистически значимая взаимосвязь PWC_{170} с величиной максимальной вентиляции легких ($r = 0,537$, $P < 0,05$). У представительниц скоростно-силовой дисциплины легкой атлетики, прыгуний в высоту обнаружили весьма обширные взаимосвязи параметров функциональной мобилизации с величиной PWC_{170} . Практически все рассматриваемые показатели этой категории в той или иной мере взаимосвязаны с уровнем физической работоспособности, коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,385 до 0,879.

Обусловленность параметрами функциональной мобилизации и реактивности у дзюдоисток оказалась столь же обширной, что и у прыгуний. Показатели мобилизационных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем имели коэффициенты корреляции с величиной PWC_{170} в диапазоне от 0,381 до 0,540 ($P > 0,05$). И наконец, у гимнасток фитнес-аэробики также наблюдались существенные взаимосвязи показателя PWC_{170} с параметрами функциональной мобилизации, хотя и не столь обширные, как у представительниц других спортивных специализаций. Весьма показательна ситуация, обнаружившаяся при сравнении степени взаимосвязи величины физической работоспособности с параметрами устойчивости и экономичности-эффективности функционирования организма спортсменок разных специализаций.

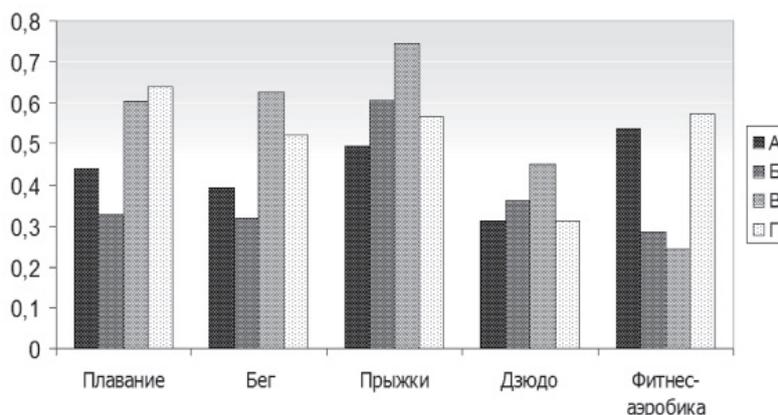
У представительниц циклических видов спорта (плавание и бег) показатели гипокси-

ческой устойчивости и особенно экономичности весьма тесно связаны с величиной PWC_{170} , коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,560 до 0,998 ($P < 0,05$).

У спортсменок фитнес-аэробики физическая работоспособность была статистически значимо связана только с параметрами функциональной экономичности (коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,617 до 0,868, $P < 0,05$), тогда как с показателями функциональной устойчивости связи не наблюдалось. В то же время у дзюдоисток параметры функциональной устойчивости и экономичности-эффективности не имели статистически значимой связи с величиной PWC_{170} и характеризовались как средние и слабые.

Сравнительный анализ средних значений коэффициентов корреляции (Xr), который мы рассматриваем как интегративный показатель обусловленности физической работоспособности уровнем функциональной подготовленности спортсменок, показал следующее. Наибольшая степень суммарной обусловленности физической работоспособности уровнем функциональных возможностей в целом наблюдалась у прыгуний и представительниц плавания (Xr составили соответственно 0,583 и 0,486). Далее следуют бегуни ($Xr = 0,437$) и гимнастки фитнес-аэробики ($Xr = 0,432$). Наименьшая величина этого показателя была обнаружена у дзюдоисток ($Xr = 0,344$).

Сравнительный анализ значений средних величин коэффициента корреляции показал, что у пловчих уровень физической работоспособности почти в равной мере связан с параметрами функциональной экономичности и эффективности ($Xr = 0,640$) и с параметрами функциональной устойчивости ($Xr = 0,603$) (рисунок).



Величины средних коэффициентов корреляции уровня физической работоспособности и параметров различных категорий функциональной подготовленности у представительниц разных спортивных специализаций:

А – «функциональная мощность», Б – «функциональная мобилизация», В – «функциональная устойчивость», Г – «функциональная экономичность-эффективность»

У спортсменок-бегуний физическая работоспособность в первую очередь обуславливается параметрами функциональной устойчивости ($Xr = 0,627$) и в несколько меньшей степени параметрами экономичности-эффективности ($Xr = 0,520$). У спортсменок-прыгуний величина физической работоспособности имеет весьма широкую обусловленность параметрами всех категорий качественных характеристик функциональной подготовленности. Наибольшая сила взаимосвязи обнаруживается с параметрами функциональной устойчивости ($Xr = 0,745$), в несколько меньшей степени с параметрами функциональной мобилизации ($Xr = 0,606$), экономичности-эффективности ($Xr = 0,566$). Несколько в меньшей степени физическая работоспособность обуславливается параметрами морфофункциональной мощности ($Xr = 0,495$).

Физическая работоспособность у дзюдоисток, как отмечалось выше, в целом в небольшой мере взаимосвязана с уровнем функциональной подготовленности. Это обуславливается низкой степенью взаимосвязи PWC_{170} с параметрами всех категорий. Тем не менее наибольшая сила взаимосвязи обнаруживается с параметрами функциональной устойчивости ($Xr = 0,450$). У представительниц фитнес-аэробики уровень физической работоспособности почти в равной мере обуславливается параметрами экономичности-эффективности ($Xr = 0,571$) и морфофункциональной мощности ($Xr = 0,538$).

Заключение

Таким образом, физическая работоспособность спортсменок разных специализаций характеризуется различной структурой обусловленности разных параметров функциональной подготовленности при весьма широкой вариативности, что вероятно, обусловлено именно спецификой привычного характера локомоций в рамках определенного вида спорта. Физическая работоспособность представительниц практически всех спортивных специализаций обуславливается преимущественно параметрами функциональной устойчивости и функциональной экономичности-эффективности. Это вполне объяснимо тем, что спортсменки, приглашенные для обследования имели высокий уровень подготовленности, который как известно, в первую очередь характеризуется высоким уровнем функциональной экономичности, эффективности и устойчивости.

Список литературы

1. Верховшанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 331 с.
2. Волков Н.И. Биоэнергетика напряженной мышечной деятельности человека и способы повышения работоспо-

собности спортсменов: дис. ... д-ра биол. наук в форме научного доклада. – М., 1990. – 101 с.

3. Иорданская Ф.А. Морфофункциональные возможности женщин в процессе долговременной адаптации к нагрузкам современного спорта // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 6. – С. 43–50.

4. Лагутина М.В. Факторы физической работоспособности спортсменок на этапах многолетней подготовки в фитнес-аэробике / М.В. Лагутина, Е.П. Горбанева, И.Н. Солопов // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 4. – С. 76–80.

5. Медведев Д.В. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность человека в процессе многолетней адаптации к специфической мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13. – М., 2007. – 24 с.

6. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. – Киев: Здоровья, 1990. – 200 с.

7. Солодков А.С. Физическая работоспособность спортсмена. – СПб., 1995. – 43 с.

8. Солопов И.Н. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов: монография / И.Н. Солопов [и др.]. – Волгоград: ФГБОУ ВПО «ВГАФК», 2010. – 346 с.

9. Солопов И.Н. Функциональная подготовка спортсменов: монография / И.Н. Солопов, А.И. Шамардин. – Волгоград: «ПринТерра-Дизайн», 2003. – 263 с.

10. Morrow, J.R. Measurement and evaluation in Human Performance / J.R. Morrow [et al.] // Human Kinetics Publishers, 1995. – 416 p.

References

1. Verhoshanskij Ju.V. Osnovy special'noj fizicheskoj podgotovki sportsmenov [Fundamentals of special physical preparation of athletes]. Moscow, 1988. 331 p.

2. Volkov N.I. Bioenergetika napryazhennoj myshechnoy deyatel'nosti cheloveka i sposoby povysheniya rabotosposobnosti sportsmenov [Bioenergy intense muscular human activities and ways to improve the performance of athletes]. Moscow, 1990. 101 p.

3. Iordanskaya F.A. Morfofunktsional'nyye vozmozhnosti zhenshchin v protsesse dolgovremennoy adaptatsii k nagruzkam sovremennogo sporta [Morphological and functional capabilities of women in long-term adaptation to the stress of modern sport]. Theory and Practice of Physical Culture. Moscow. 1999. no. 6. pp. 43–50.

4. Lagutina M.V., Gorbaneva Ye.P., Solopov I.N. Faktory fizicheskoy rabotosposobnosti sportsmenok na etapakh mnogoletney podgotovki v fitness-aerobike [Faktory physical performance athletes at the stages of long-term training in fitness aerobics]. Theory and Practice of Physical Culture, Volgograd. 2013. no. 4. pp. 76–80.

5. Medvedev D.V. Fiziologicheskiye faktory, opredelyayushchiye fizicheskuyu rabotosposobnost' cheloveka v protsesse mnogoletney adaptatsii k spetsificheskoy myshechnoy deyatel'nosti [Physiological factors determining human physical performance during long-term adaptation to a specific muscle activity]. Moscow, 2007. 24 p.

6. Mishhenko V.S. Funktsional'nye vozmozhnosti sportsmenov [Functionality athletes]. Kiev, 1990. 200 p.

7. Solodkov A.S. Fizicheskaya rabotosposobnost' sportsmena [Physical performance athlete]. St. Petersburg. 1995. 43 p.

8. Solopov I.N., Gorbaneva E.P., Chemov V.V., Shamardin A.A., Medvedev D.V., Kamchatnikov A.G. Fiziologicheskiye osnovy funktsional'noy podgotovki sportsmenov [Physiological basis of functional training athletes]. Volgograd. 2010. 346 p.

9. Solopov I.N., Shamardin A.I. Funktsional'naja podgotovka sportsmenov [Functional training athletes]. Volgograd, 2003. 263 p.

10. Morrow, J.R. Measurement and evaluation in Human Performance. 1995. 416 p.

Рецензенты:

Сентябрёв Н.Н., д.б.н., профессор ФГБОУ ВПО «ВГАФК», г. Волгоград;

Клаучек С.В., д.м.н., профессор, зав. кафедрой нормальной физиологии, декан лечебного факультета ВГМУ, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 07.05.2014.