УДК 796.4:61(045) DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-S2-18-28

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ГИМНАСТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Л.Н. Ботова, Е.С. Ниази

Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

Аннотация

Цель исследования: определить модельный функциональный профиль гимнастов высокой квалификации.

Методы и организация исследования. Основными методами исследования выступали антропометрия, стабилометрия, биоимпедансный анализ тела, и определение анаэробной мощности при помощи Вингейт-теста (ножного и ручного), реализованные в рамках организации мобильной лаборатории при проведении I Всероссийской спартакиады сильнейших спортсменов России по летним видам спорта: соревнований по спортивной гимнастике. Также проведено педагогическое наблюдение за соревновательной деятельностью лучших гимнастов (ЗМС, МСМК, МС) на данных соревнованиях (n=15). Гимнасты были поделены на три группы: группа 3 – гимнасты-мастера спорта (n=8); группа 2 – гимнасты, члены сборной команды РФ, призеры чемпионатов и кубков России (МС, МСМК) (n=5); группа 1 – элитные гимнасты, лидеры сборной команды России, в том числе 1 олимпийский чемпион (МС, ЗМС) (n=2). Определение функционального профиля проводилось путем нахождения взаимосвязей между спортивным результатом и функциональными параметрами гимнастов, сравнение между группами осуществлялось при помощи однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение. Выявлены различия в показателях антропометрии в трех группах гимнастов: наибольший индекс длины туловища имеет группа 1, при этом данная группа имеет наименьший индекс относительной длины рук. Группа 2 имеет пропорциональное телосложение. Показатели анаэробной работоспособности гимнастов группы 1 статистически значимо отличаются от показателей гимнастов групп 3 и 2 ($p \leq 0,05$), при этом особенностью группы 1 является регистрация параметра абсолютной пиковой мощности PP (W), показываемого руками (982,50±16,60), больше аналогичного показателя, показанного ногами (817,85±60,45), при выполнении Вингейт-теста (5 сек). Также значимо отличаются гимнасты группы 1 по показателям композиционного состава тела, особенно по показателю доли активной массы тела (67,65%±1,05).

Заключение. В результате исследований определены функциональные профили элитных гимнастов, гимнастов состава сборной команды и гимнастов-мастеров спорта, которые могут быть использованы как ориентир при интерпретации результатов функциональной диагностики гимнастов и заключения об их перспективности со стороны функциональной составляющей.

Ключевые слова: спортивная гимнастика, функциональное состояние, композиционный состав тела.

FUNCTIONAL PROFILE OF HIGHLY QUALIFIED GYMNASTS

L.N. Botova, e-mail: botovaliubov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8987-4008
E.S. Niazy, e-mail: katerina58_98@mail.ru, ORCID: 0009-0007-3948-0231
Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

Abstract

The purpose of the research was to determine the model functional profile of highly qualified gymnasts.

Methods and organization of the research. The main research methods were anthropometry, stabilometry, bioimpedance analysis of the body and determination of anaerobic power using the Wingate test (foot and hand), implemented within the framework of the organization of a mobile laboratory during the I All-Russian Spartakiad of the strongest athletes of Russia in summer sports: artistic gymnastics competitions. Pedagogical observation of the competitive activities of the best gymnasts (Honoured Master of Sports (HMS), Master of Sports of International Class (MSIC), Master of Sports (MS)) was conducted at these competitions (n=15). The gymnasts were divided into three groups: group 3 – gymnasts-masters of sports (n=8), group 2 – gymnasts, members of the Russian national team, winners of championships and cups of Russia (MS, MSIC)

(n=5), group 1 – elite gymnasts, leaders of the Russian national team, including 1 Olympic champion (MS, HMS) (n=2). The functional profile was determined by finding relationships between sports results and functional parameters of the gymnasts; comparison between the groups was carried out using one-way analysis of variance.
Research results and their discussion. Differences in anthropometric indicators were revealed in three groups of gymnasts: group 1 has the highest index of torso length, while this group has the lowest index of relative arm length. Group 2 has a proportional body type. The anaerobic performance indicators of the gymnasts of group 1 are statistically significantly different from those of the gymnasts of groups 3 and 2 ($p \leq 0.05$), with the peculiarity of group 1 being the registration of the absolute peak power parameter PP (W), shown by the arms (982.50±16.60), which is greater than the similar indicator shown by the legs (817.85±60.45), when performing the Wingate test (5 sec). The gymnasts of group 1 also differ significantly in terms of body composition indicators, especially in terms of the proportion of active body mass (67.65%±1.05).
Conclusion. As a result of the research, functional profiles of elite gymnasts, gymnasts of the national team and gymnasts-masters of sports were determined, which can be used as a guide when interpreting the results of functional diagnostics of gymnasts and concluding about their prospects from the functional component.
Keywords: artistic gymnastics, functional state, body composition.

ВВЕДЕНИЕ

Находясь постоянно среди ведущих спортсменов страны и мира, анализируя их соревновательные программы, консультируясь с тренерами сборной команды страны, можно видеть, с одной стороны, потребность в повышении сложности гимнастических программ: координационной, технической и физической, а с другой – те проблемы, которые возникают в процессе их подготовки со стороны необходимости повышения функциональной готовности гимнастов, наличия определенных ориентиров технической готовности и функционального состояния на разных этапах подготовки, а также вопросы, связанные с адаптационными процессами, протекающими в организме в процессе занятий спортивной гимнастикой. Проведенные ранее исследования отражают большое значение в спортивной гимнастике поиска стратегий выявления потенциала и достижения наилучших результатов, в том числе определения морфологических особенностей и модельных характеристик лучших гимнастов в разных возрастных группах [1, 2, 14].

В связи с повышением требований спортивной гимнастики к сложности соревновательных упражнений на сегодняшний день очень четко сформировался запрос на определение оптимальных функциональных характеристик спортсменов, входящих в разные составы сборных команд, с учетом возраста и квалификации для оптимизации их тренировочного процесса, процесса восстановления и сохранения здоровья, а также для возможности прогнозирования потенциала их спортивного мастерства. В последнее десятилетие появилось достаточное количество работ, связанных с анализом изменений антропометрических данных элитных гимнастов [16, 11, 4, 8, 10, 5, 9]; исследования посвящены анализу ростовых характеристик как многоборцев [18], так и лидеров на отдельных видах [10], параметров веса и индекса массы тела гимнастов [4, 19, 3]. Однако не показано, как данные характеристики связаны с функциональными возможностями гимнастов [14, 18]. В то же время в исследованиях [19] указано, что идентификация морфологических характеристик очень важна в спортивной гимнастике, поскольку это способ прогнозирования высоких результатов. Обращает на себя внимание наличие работ, посвященных композиционному составу тела гимнастов, особенно его костному и мышечному компонентам [7, 12, 13, 6], однако работ, посвященных комплексной оценке функциональных параметров, антропометрическтих данных и композиционного состава тела гимнастов, не обнаружено.

Цель исследования: определить антропометрический и функциональные профили элитных гимнастов, гимнастов состава сборной команды и гимнастов-мастеров спорта, которые могут быть использованы как ориентир при интерпретации результатов функциональной диагностики гимнастов и заключения об их перспективности со стороны функциональной составляющей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось на базе Федерального спортивно-тренировочного центра гимнастики, г. Казань, в рамках проведения I Всероссийской спартакиады сильнейших спортсменов России по летним видам спорта: соревнований по спортивной гимнастике. В рамках реализации соглашения о сотрудничестве с федерацией спортивной гимнастики России непосредственно на объекте проведения соревнований была создана мобильная лаборатория с целью реализации запроса на определение современных модельных характеристик функционального состояния гимнастов. Выборку спортсменов, участвующих в исследовании, составили 15 высококвалифицированных гимнастов-многоборцев, имеющих спортивные звания ЗМС, МСМК, МС. Гимнасты были поделены на три группы: группа 1 – элитные гимнасты, лидеры сборной команды России, в том числе олимпийский чемпион (МС, ЗМС) (n=2), группа 2 – гимнасты, члены сборной команды РФ, призеры чемпионатов и кубков России (МС, МСМК) (n=5), группа 3 – гимнасты-мастера спорта (n=8). Оценка антропометрических данных осуществлялась при помощи ростомера, электронных весов, а также сантиметровой ленты. Оценка анаэробной работоспособности осуществлялась при помощи Вингейт-теста (ножного и ручного), длительность выполнения теста – 5 сек, тестирование проводилось на велоэргометре Monark Ergomedic 894 E, рассматривались параметры пиковой мощности (PP, Вт и Вт/кг), время достижения пиковой мощности tPP (мс), средняя анаэробная мощность (AP, Вт и Вт/кг) и другие показатели (нагрузка задается в зависимости от веса спортсмена). Оценка композиционного состава тела осуществлялась при помощи биоимпедансного анализатора обменных процессов и состава тела АВС-02 «МЕДАСС». Продолжительность исследования при комплексном подходе, включая измерения антропометрических показателей и сбор анамнеза, составляла 10-15 минут. В ходе соревнований проведено педагогическое наблюдение за соревновательной деятельностью участвующих в исследовании гимнастов. Сравнение изучаемых параметров между группами осуществлялось при помощи однофакторного дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многие исследователи проводили научные исследования по спортивной гимнастике, чтобы больше узнать о связи морфологических характеристик гимнастов и их результативности, хотя все еще существуют общие проблемы для применения морфологических прогнозов в спортивной гимнастике. Согласно исследованиям R. B. A. Putra, H. Pramono, T. Nurharsono, and C. Yuwono (2019 г.), существуют антропометрические особенности гимнастов-многоборцев и специалистов на каждом снаряде [16]. Рост и вес победителей многоборья по гимнастике в динамике Игр Олимпиад представлен в исследованиях Robert Wood (2022 г.), "Anthropometric Measurements of Olympic Gymnastics Champions", который отражает тенденцию к снижению обоих показателей (рисунок 1) [14, 18]. К 2020 году по сравнению с 1960 годом наблюдается уменьшение роста и веса, и в целом данные согласуются с полученными нами результатами антропометрических исследований гимнастов высокого уровня. В свою очередь, видно, что гимнасты группы 3 (мастера спорта) отличаются от элитных гимнастов по показателю роста и веса в большую сторону. В исследованиях K. Šibanc, M. Kalichová, P. Hedbávný, I. Čuk, and M. B. Pajek (2017) показано, что гимнасты-многоборцы всегда ниже ростом и легче гимнастов-специалистов на отдельных снарядах, за исключением тех, кто специализируется на опорном прыжке и вольных упражнениях [10].

Некоторые морфологические характеристики могут быть более эффективным способом моделирования развития спортивных достижений в спортивной гимнастике. Можно предположить, что в большей степени на спортивную результативность в спортивной гимнастике влияют не только рост, но и соотношение конечностей и туловища. В исследованиях R. B. A. Putra, H. Pramono, T. Nurharsono, and C. Yuwono (2019) показано соотношение длины сегментов тела гимнастов международного класса и их роста в зависимости от дисциплин, в которых они участвовали [16]. Согласно распространенному мнению, гимнасты со схожей морфологией имеют сходства и различия, влияющие на технику их движений.

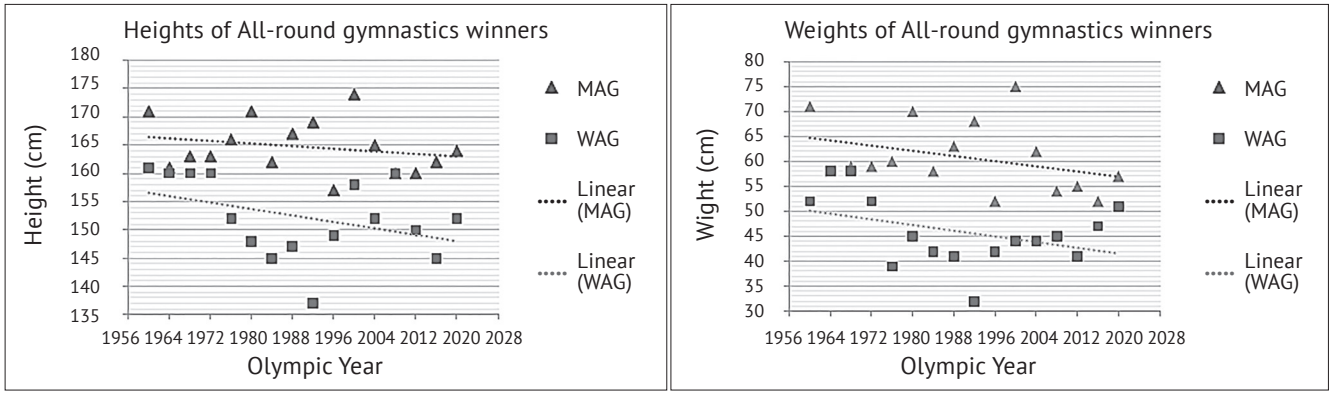

Рисунок 1 – Рост и вес абсолютных чемпионов Игр Олимпиад в спортивной гимнастике (личное многоборье, мужчины и женщины) с округлением [18,3]
Figure 1 – Height and weight of absolute champions of the Olympic Games in artistic gymnastics (individual all-around, men and women) with rounding [18.3]

Интересен факт, что ряд исследователей дают разнонаправленную информацию о параметрах пропорциональности тел гимнастов. Так, например, в исследованиях R. M. Malina et al (2013) соотношения роста сидя и роста стоя в многочисленных выборках элитных спортивных гимнастов пересекаются с эталонными значениями молодежи, что указывает на отсутствие вариаций длины ног [17], тогда как в исследованиях A. L. Claessens and R. Malina (2000) показано, что физические характеристики гимнастов различаются в зависимости от их квалификации. У лучших спортсменов длина тела короче, меньшая длина предплечий и голеней [4], это согласуется с полученными нами данными, однако в отношении гимнастов высокой квалификации, имеющих разную результативность, имеются особенности.

В проведенном исследовании данные антропометрии разных групп гимнастов отражают наличие статистически значимых отличий между гимнастами группы 1 и групп 2 и 3. Из данных антропометрии видно, что ведущие гимнасты отличаются по показателям роста, индекса длины туловища, индекса относительной длины рук, коэффициента пропорциональности, обхвата бедер. Данные параметры отражают преимущество гимнастов, имеющих при невысоком росте относительно длинное туловище, низкое расположение общего центра масс, узкую талию и бедра. Обращает на себя внимание симметричность развития мускулатуры верхних и нижних конечностей. Элитные гимнасты имеют минимальную разницу между обхватами правого и левого бедра и правого и левого плеча в отличие от гимнастов других групп. Это согласуется с данными Cuk, M. B. Pajek, B. Jakse, J. Pajek, and M. Pecek (2012), где отражено отсутствие существенных различий между обхватами у гимнастов высокой квалификации [8]. Также в наших исследованиях обращают на себя внимание наибольшие значения обхватов плеча у гимнастов группы 1 (таблица 1).

Анализ индекса массы тела отражает отсутствие значимых различий между группами гимнастов, что может свидетельствовать о потребности иметь определенное соотношение веса и роста у всех гимнастов высокого уровня. В исследованиях W. A. Sands, S. R. Murray, J. R. McNeal, C. Slater, and M. H. Stone (2018 г) указано, что у гимнастов ИМТ ниже, чем у населения в целом [20], а также наблюдается динамика снижения индекса массы тела у элитных гимнастов-мужчин (рисунок 2), что в целом согласуется с данными, полученными в наших исследованиях не только у элитных гимнастов группы 1, но и у гимнастов групп 2 и 3.

Таким образом, согласно проведенным исследованиям, отличий между высококвалифицированными гимнастами по показателю индекса массы тела не зарегистрировано, имеется лишь тенденция к его увеличению у элитных гимнастов. Однако существуют статистически значимые различия между параметрами длины тела и конечностей гимнастов не только по сравнению с 1-й группой, но и между группами 2 и 3. Это говорит о наличии типовых особенностей гимнастов, имеющих разную спортивную результативность. На основе данных антропометрии можно заключить,

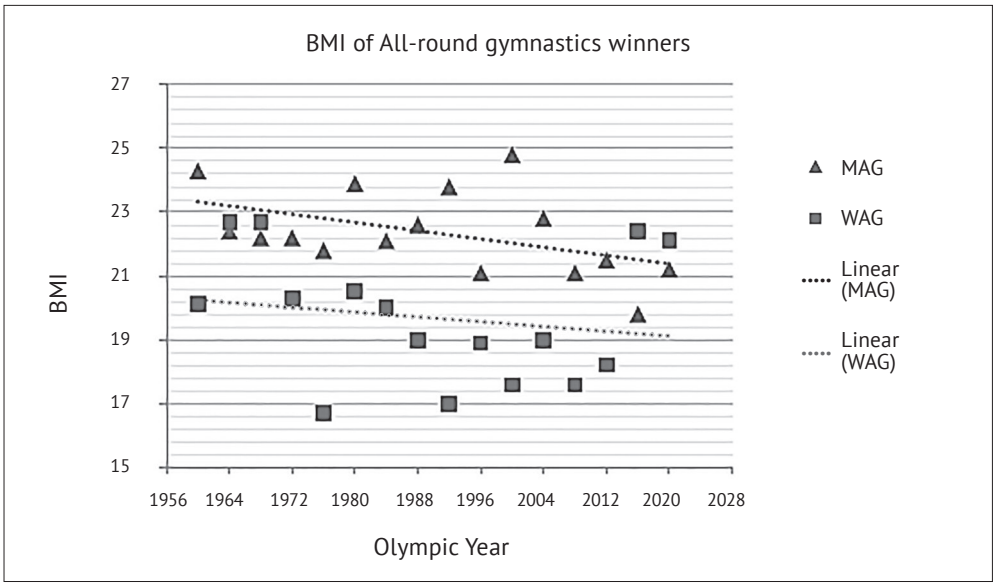

Рисунок 2 – Индекс массы тела абсолютных чемпионов Игр Олимпиад в спортивной гимнастике (личное многоборье, мужчины и женщины) с округлением [20]
Figure 2 – Body mass index of absolute champions of the Olympic Games in artistic gymnastics (individual all-around, men and women) with rounding [20]

Таблица 1 – Данные антропометрии высококвалифицированных гимнастов (n=15)
Table 1 – Anthropometric data of highly qualified gymnasts (n=15)

Параметры Indicators	Показатели сильнейших гимнастов (группа 1) Indicators of the strongest gymnasts (group 1)	Показатели призеров чемпионатов России (группа 2) Indicators of winners of Russian championships (group 2)	Показатели мастеров спорта (группа 3) Indicators of masters of sports (group 3)
Рост см / Height cm	164,00±2,00▲	166,50±2,75●	172,50±2,28
Вес кг / Weight kg	62,20±2,30	61,20±2,36	65,68±2,25
ИМТ (норма 19,5-24,5) IBM (norm 19,5-24,5)	23,16±1,42	22,19±1,49	22,07±0,60
Индекс длины туловища Body length index (norm 51-52.9%)	53,96±0,26*▲	52,19±0,48	51,97±0,43
Индекс относительной длины рук Relative arm length index (norm 45-46.9%)	42,98±0,39*▲	45,35±0,22●	44,04±0,56
Коэффициент пропорциональности. Положение ОЦТ Proportionality factor. General center of gravity position (norm 87-92%)	85,33±0,88*▲	91,66±1,74	92,50±1,61
Обхват талии см / Waist cm	74,50±1,50	78,00±2,12	76,83±1,58
Обхват бедер см / Hips cm	90,00±2,00▲	90,25±0,85●	95,00±2,18
Отношение Талия/Бедра Waist/Hip Ratio	0,83±00*▲	0,86±0,02●	0,81±0,02
Разница между обхватами правого и левого бедра (см) Difference between right and left hip circumferences (cm)	0,5±0,25▲	0,75±0,25	1,17±0,48
Обхват плеча (правого) см Shoulder circumference (right) cm	32,50±0,50*▲	30,75±0,75●	29,17±0,75
Обхват плеча (левого) см Shoulder circumference (left) cm	32,00±0,00*▲	31,00±0,91●	29,17±0,48
Размах рук см / Arm span cm	166,00±4,00*▲	174,50±3,18	177,33±2,65

Примечание: Статистически значимые различия между разными группами гимнастов: * отличие группы 1 от группы 2 (P≤0,05); ● отличие группы 2 от группы 3 (P≤0,05); ▲ отличие группы 1 и 3 (P≤0,51)
Note: Statistically significant differences between different groups of gymnasts: * difference between group 1 and group 2 (P≤0.05) ; ● difference between group 2 and group 3 (P≤ 0.05); ▲ difference between group 1 and group 3 (P≤0.51)

что моделью гимнаста-многоборца элитного уровня является спортсмен, имеющий невысокий рост, это согласуется с исследованиями [4], при этом с относительно длинным туловищем и, соответственно, относительно короткими конечностями. Данные спортсмены имеют выраженную мускулатуру, особенно верхних конечностей, а также гармоничное симметричное развитие мышц бедра. Спортсмены группы 2, согласно антропометрическим данным, наиболее пропорциональны, их длинотные индексы находятся в диапазоне нормы. По показателям роста, веса, обхвата бедер они не отличаются от элитных гимнастов. Гимнасты группы 3 имеют выше рост, коэффициент пропорциональности отражает длинные конечности относительно туловища, у этих спортсменов наблюдаются массивные бедра и при этом они имеют асимметрию в обхватах правого и левого бедра.

С другой стороны, в исследованиях K. Sterkowicz-Przybycień, S. Sterkowicz, L. Biskup, R. Zarów, Ł. Kryst, and M. Ozimek (2019 г.) только антропометрические данные не являются надежным предиктором спортивной успешности [11], в связи с чем существует потребность в комплексной оценке характеристик антропометрии и функциональной подготовленности гимнастов.

Рассматривая показатели анаэробной мощности, также отметили значимые отличия гимнастов-лидеров от гимнастов иной квалификации. Здесь особого внимания заслуживает способность гимнастов выдавать максимальную пиковую мощность руками и ногами практически в два раза больше гимнастов других групп. Превалирование пиковой мощности, развиваемой руками – также специфическая особенность ведущих гимнастов (таблица 2).

Обращает на себя внимание время, затрачиваемое на достижение пика максимальной мощности, демонстрируемой руками и ногами. Показатель времени достижения пика мощности, развиваемой руками, у гимнастов-лидеров самый низкий, то есть они максимально быстро достигают пика, тогда как время достижения пика мощности при движениях ногами у гимна-

Таблица 2 – Данные анаэробной работоспособности высококвалифицированных гимнастов (n=15)
Table 2 – Anaerobic performance data of highly qualified gymnasts (n=15)

Параметры Indicators	Показатели сильнейших гимнастов (группа 1) Indicators of the strongest gymnasts (group 1)	Показатели призеров чемпионатов России (группа 2) Indicators of winners of Russian championships (group 2)	Показатели мастеров спорта (группа 3) Indicators of masters of sports (group 3)
Пиковая мощность абсолютная PP [W] руки Peak power absolute PP [W] arms	982,50±16,60*▲	528,05±64,16	577,73±45,17
Пиковая мощность абсолютная PP [W] ноги Peak power absolute PP [W] legs	817,85±30,45*	650,93±21,71	716,30±75,87
tPP [ms] время достижения пиковой мощности (руки) tPP [ms] time to reach peak power (hands) PP [W] arms	1190,00±102,00*▲	1983,00±367,71	2409,33±391,52
tPP [ms] время достижения пиковой мощности (ноги) tPP [ms] time to reach peak power (legs)	3171,00±1136,50	2880,25±569,80	2111,33±441,20
Средняя мощность AP [W] руки Average power AP [W] arms	705,95±18,75*▲	422,08±53,13	460,75±42,11
Средняя мощность AP [W] ноги Average power AP [W] legs	763,80±44,80*▲	609,20±22,02	658,62±63,92
Минимальная мощность MP [W] руки Minimum power MP [W] arms	402,50±55,70*▲	283,88±46,91	283,15±46,06
Минимальная мощность MP [W]ноги Minimum power MP [W]legs	696,40±66,40*	517,38±37,59	598,92±53,89
Падение мощности ват в секунду PD [W/s] руки Power drop in watts per second PD [W/s] arms	579,95±72,35*▲	244,23±58,62	251,48±54,95
Падение мощности ват в секунду PD [W/s] ноги Power drop in watts per second PD [W/s] legs	121,45±5,95	133,58±48,20	109,30±30,58

Примечание: Статистически значимые различия между разными группами гимнастов: * отличие группы 1 от группы 2 (P≤0,05); ● отличие группы 2 от группы 3 (P≤0,05); ▲ отличие группы 1 и 3 (P≤0,51)

Note: Statistically significant differences between different groups of gymnasts: * difference between group 1 and group 2 (P≤0.05) ; ● difference between group 2 and group 3 (P≤ 0.05); ▲ difference between group 1 and group 3 (P≤0.51)

стов-лидеров самый высокий. Можно предположить, что, во-первых, это может быть связано с большим количеством быстрых мышечных волокон в мышцах верхних конечностей, а во вторых, считаем это вариантом адаптации межмышечной координации у ведущих гимнастов к выполнению специфических элементов. Так, например, время первой фазы опорного прыжка, включая фазу прохождения вертикали в стойке на руках и отталкивания руками, практически совпадает с временем достижения пиковой мощности руками у гимнастов группы 1 (Время первой фазы опорного прыжка и фазы отталкивания = 0,78±0,31 сек), тогда как время выполнения акробатической связки в вольных упражнениях, где максимальную мощность

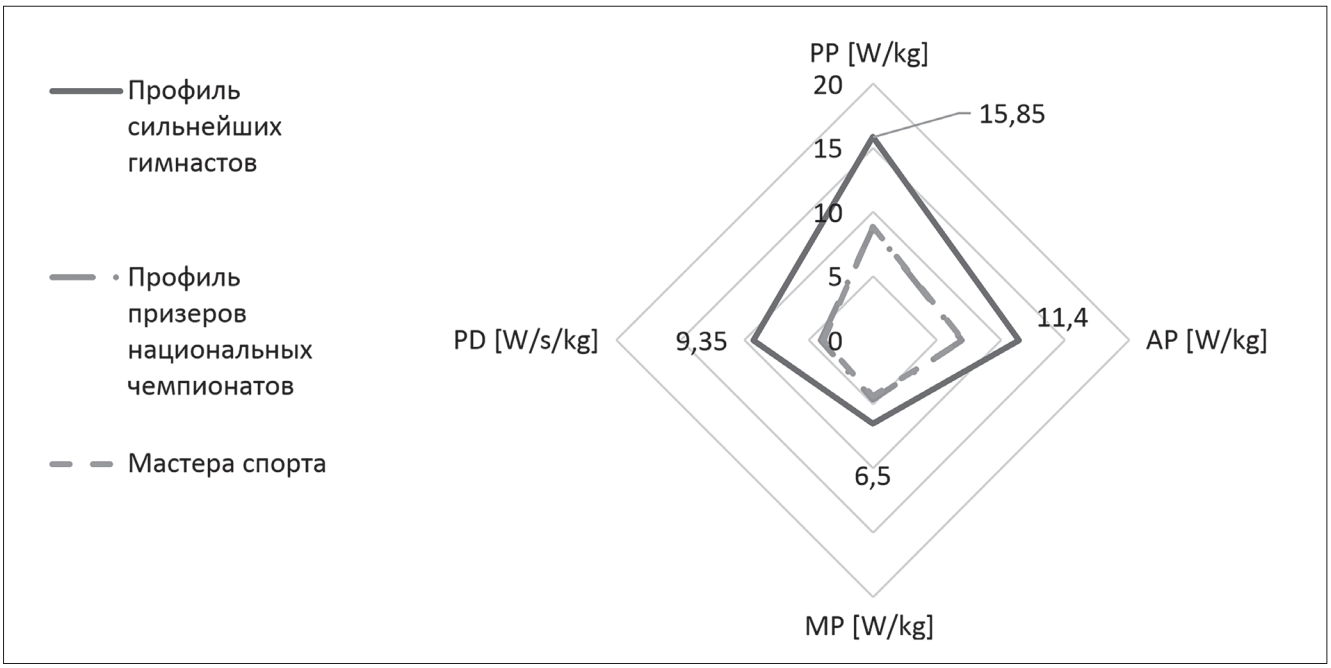

Рисунок 3 – Параметры мощностных характеристик гимнастов, развиваемых руками, в расчете на килограмм веса
Figure 3 – Parameters of power characteristics of gymnasts developed by arms, per kilogram of weight

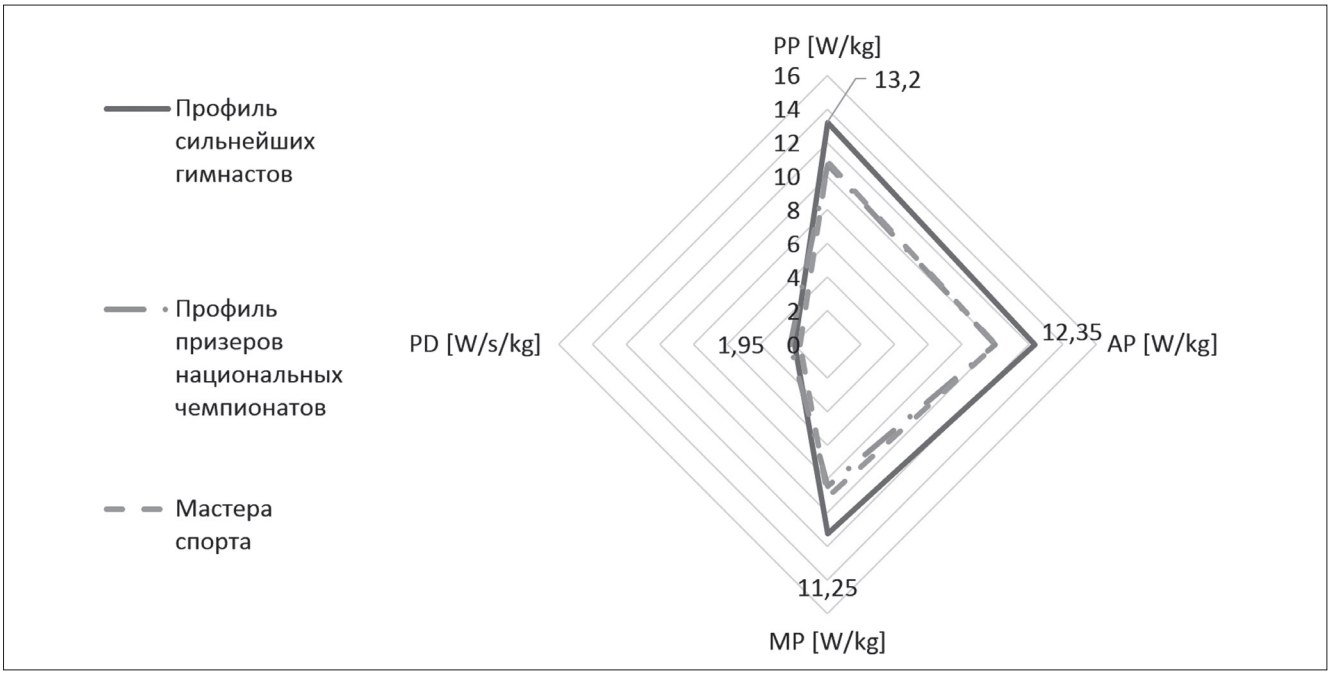

Рисунок 4 – Параметры мощностных характеристик гимнастов, развиваемых ногами, в расчете на килограмм веса
Figure 4 – Parameters of power characteristics of gymnasts developed by legs, per kilogram of weight

нужно развить в момент отталкивая ногами после разгонных элементов, равно 2,5±0,91 сек, что совпадает со временем пиковой мощности, развиваемой ногами. Однако, на наш взгляд, данное предположение еще требует дополнительного анализа.

На графических изображениях относительных величин анаэробной мощности ярко отражено отличие гимнастов разных квалификаций.

При формировании современного профиля гимнаста важным является анализ композиционного состава тела. В исследованиях М.Н. Цыганкова, Н.Д. Епишина (2021 г.) фоновое функциональное состояние тела спортсмена рассматривается как биомеханическая основа двигательных навыков в спортивной гимнастике [2]. Большой объем специфических физических нагрузок, содержащихся в их тренировках, влияет на особенности состава тела. Согласно исследованиям P. Kutac, S. Jurkova, and R. Farana (2019 г.), гимнасты имеют более низкий процент жира в организме и уровень висцерального жира, который находится от уровня ниже среднего до крайне ниже среднего, а также более высокие значения процента массы скелетных мышц, которые выше среднего или крайне выше среднего [15].

При помощи однофакторного дисперсионного анализа были выявлены различия между параметрами композиционного состава тела гимнастов 1-й группы и аналогичными параметрами гимнастов 2-й и 3-й групп, при этом различий между гимнастами 2-й и 3-й групп не зафиксировано. В то же время различий в параметрах биоимпедансного анализа на порядок меньше, нежели чем по вышеуказанным параметрам антропометрии или анаэробной работоспособности. Здесь обращает на себя внимание высокий показатель доли активной клеточной массы, которая представляет собой совокупность клеток организма, где происходит основная работа по обмену веществ (масса клеток без жира), у гимнастов элитного уровня, а также доля скелетной мышечной массы (таблица 3). Кроме вышеуказанного, параметры биоимпедансного анализа отражают превышение значений нормы ряда показателей, а именно активной клеточной массы и воды.

При анализе взаимосвязей между текущей спортивной результативностью и рассматриваемыми параметрами обращает на себя внимание наличие корреляционных связей средней силы между результативностью и показателями композиционного состава тела, в частности минерализации и внеклеточной жидкости, в том числе интерстициальной жидкости, обеспечивающей нормальную жизнедеятельность клеток. Однако для более детального анализа необходимы дополнительные исследования.

Таблица 3 – Данные биоимпедансного анализа высококвалифицированных гимнастов (n=15)
Table 3 – Bioimpedance analysis data of highly qualified gymnasts (n=15)

Параметры Indicators	Показатели сильнейших гимнастов (группа 1) Indicators of the strongest gymnasts (group 1)	Показатели призеров чемпионатов России (группа 2) Indicators of winners of Russian championships (group 2)	Показатели мастеров спорта (группа 3) Indicators of masters of sports (group 3)
Доля жировой массы (%) Fat mass percentage (%)	9,45±0,55*▲	11,35±1,57	10,98±0,9
Доля активной клеточной массы (%) Proportion of active cell mass (%)	67,65±1,05*▲	64,27±0,13	64,84±0,65
Доля скелетно-мышечной массы (%) Proportion of skeletal muscle mass (%)	61,65±0,55*▲	57,4±1,08	56,88±0,69
Удельный обмен (ккал/кв.м) Specific exchange (kcal/m²)	1086,00±9,00*▲	1033,25±11,65	1018,50±13,86
Индекс жировой массы (кг/кв.м) Fat mass index (kg/m²)	2,40±0,50	2,87±0,53	2,44±0,29
Индекс тощей массы (кг/кв.м) Lean mass index (kg/m²)	20,70±0,90	19,60±1,00	19,62±0,41
Индекс активной клеточной массы (кг/кв.м) Active cell mass index (kg/m²)	14,00±0,20*▲	12,68±0,55	12,77±0,33
Индекс скелетно-мышечной массы (кг/кв.м) Skeletal muscle mass index (kg/m²)	12,75±0,45**	11,70±0,30	11,48±0,27

Важно отметить, что выявляется также сильная положительная корреляционная связь между показателями минеральной массы и максимального пика мощности при работе ногами, что указывает на высокую степень потребности в минерализации у гимнастов. В то же время парадоксально, но зафиксирована отрицательная корреляционная зависимость средней силы между показателями минеральной массы костей и результативностью, что может говорить о наличии рисков снижения минерального компонента костей у ведущих гимнастов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанного анализа можно заключить, что высококвалифицированные гимнасты имеют различия по показателям антропометрических данных, анаэробной работоспособности и композиционного состава тела в зависимости от квалификации и спортивной результативности. Так, отличительными особенностями гимнастов-многоборцев мирового уровня можно считать относительно невысокий рост, относительно длинное туловище и, соответственно, более низкий индекс относительной длины рук. При этом они имеют большую мышечную массу пояса верхних конечностей, что обусловлено, вероятно, спецификой вида спорта. По вышеуказанным показателям также имеются значимые различия между гимнастами группы 2 (МС, МСМК) и группы 3 (МС), в связи с чем по данным параметрам можно выделить три профиля: 1) гимнасты с относительно длинным туловищем и выраженно развитой мускулатурой плечевого пояса (группа 1); 2) гимнасты, имеющие пропорциональное телосложение (группа 2); 3) гимнасты с относительно длинными конечностями, имеющие также развитую мускулатуру нижних конечностей (группа 3).

Относительно аэробной работоспособности можно выделить два профиля: 1) гимнасты, имеющие высокие показатели анаэробной работоспособности, в частности высокую пиковую мощность, и способные развивать мощность руками больше, чем ногами (группа 1); 2) гимнасты, имеющие высокую, но ниже чем в группе 1, способность развивать пиковую мощность и демонстрирующие мощность, развиваемую ногами, больше, чем мощность, развиваемую руками (гимнасты групп 2 и 3).

При рассмотрении композиционного состава тела можно выделить два профиля, отличающих гимнастов группы 1 и групп 2 и 3. Гимнасты группы 1 имеют низкий показатель жировой массы и высокие показатели активной клеточной и скелетно-мышечной массы, что позволяет им переносить высокие тренировочные нагрузки и достигать высоких результатов, тогда как у гимнастов групп 2 и 3 вышеупомянутые параметры выше и ниже соответственно.

В целом данное исследование позволяет сформировать современные модельные профили по определенным показателям, что может послужить опорой для тренеров в построении тренировочного процесса и специалистов спортивной физиологии для выявления механизмов адаптации к специфическим нагрузкам спортивной гимнастики.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Манкевич, Е. А. Морфологический профиль спортсменок высокого класса, занимающихся спортивной гимнастикой / Е. А. Манкевич // Вестник магистратуры. – 2015. – С. 13.
2. Цыганков, М. Н. Фоновое функциональное состояние тела спортсмена как биомеханическая основа двигательных навыков в спортивной гимнастике / М. Н. Цыганков, Н. Д. Епишин // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте. – 2021. – С. 121-126.
3. A. Atikovic, 'Anthropometric characteristics of olympic female and male artistic gymnasts from 1996 to 2016', Int. J. Morphol., vol. 38, no. 4, pp. 990-996, 2020, doi: 10.4067/S0717-95022020000400990.
4. A. L. Claessens and R. Malina, 'The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts', J. Sports Med. Phys. Fitness, vol. 33, pp. 243-247, 2000.
5. A. Pineda, J. López, C. Martínez, and M. Medina, 'Somatotype and Psychological Profile of Mexican Elite Gymnasts', Int. J. Hisp. Psychol., vol. 3, no. 2, pp. 1939-5841, 2018.
6. Álex Cebrián-Ponce, Sofia Serafini, Cristian Petri, Marta Carrasco-Marginet, Pascal Izzicupo, Gabriele Mascherini, Somatotype and bioelectrical impedance vector analysis of Italian CrossFit® practitioners, Heliyon, Volume 10, Issue 8, 2024.
7. Effects of recreational artistic gymnastics on bone mineral density and content of school-age girls M.K. Weymar, E.L. Caputo*, A.J. Rombaldi Programa de Pós-Graduac¸ão em Educac¸ão Física, Universidade Federal de Pelotas, Luis de Camões Street, 625, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil Received 17 March 2022; accepted 26 January 2024.
8. I. Cuk, M. B. Pajek, B. Jakse, J. Pajek, and M. Pecek, 'Diferencias morfológicas bilaterales de gimnastas de nivel superior', Int. J. Morphol., vol. 30, no. 1, pp. 110-114, 2012, doi: 10.4067/S0717-95022012000100019.

9. J. A. Ferreira and F. J. Fernandes, Somatotype and body composition of elite Brazilian gymnasts', Sci. Gymnast. J., vol. 7, no. 2, pp. 45-54, 2015.
10. K. Šibanc, M. Kalichová, P. Hedbávný, I. Čuk, and M. B. Pajek, 'Comparison of morphological characteristics of top level male gymnasts between the years of 2000 and 2015', Sci. Gymnast. J., vol. 9, no. 2, pp. 201-211, 2017.
11. K. Sterkowicz-Przybycień, S. Sterkowicz, L. Biskup, R. Zarów, Ł. Kryst, and M. Ozimek, 'Somatotype, body composition, and physical fitness in artistic gymnasts depending on age and preferred event', PLoS One, vol. 14, no. 2, pp. 1-21, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0211533.
12. M.K. Weymar, E.L. Caputo, A.J. Rombaldi, Effects of recreational artistic gymnastics on bone mineral density and content of school-age girls, Science & Sports, 2024, ISSN 0765-1597, https://doi.org/10.1016/j.scispo.2024.01.003
13. Meghan L. Critchley, Clodagh Toomey, Leigh Gabel, Sarah J. Kenny, Carolyn A. Emery, Differences in bone mineral density and associated factors in dancers and other female athletes, Applied Physiology Nutrition and Metabolism, Volume 49, Issue 8, 2024.
14. Morphological Characteristics in Artistic Gymnasts: A Review E. G. D. D. Bandara1, A. W. S. Chandana1 IOSR Journal of Sports and Physical Education (IOSR-JSPE) e-ISSN: 2347-6737, p-ISSN: 2347-6745, Volume 9, Issue 6, (Nov. – Dec. 2022), PP 51-61
15. P. Kutac, S. Jurkova, and R. Farana, 'Morphological characteristics of young female artistic gymnasts from the Czech Republic', Sci. Gymnast. J., vol. 11, no. 1, pp. 57-66, 2019.
16. R. B. A. Putra, H. Pramono, T. Nurharsono, and C. Yuwono, 'Image Analysis of Ideal Antropometric Percentage Proportion of Men Artistic Gymnastic Apparatus', in 5th International Conference on Physical Education, Sport, and Health (ACPES 2019), 2019, pp. 107-111, doi: 10.2991/acpes-19.2019.24.
17. R. M. Malina et al., Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts', Sport. Med., vol. 43, no. 9, pp. 783-802, 2013, doi: 10.1007/s40279-013-0058-5.
18. Robert Wood, "Anthropometric Measurements of Olympic Gymnastics Champions." Topend Sports Website, August 2016. Accessed 1 June 2022.
19. S. Bacciotti, A. Baxter-Jones, A. Gaya, and J. Maia, 'Body physique and proportionality of Brazilian female artistic gymnasts', J. Sports Sci., vol. 36, no. 7, pp. 749-756, 2018, doi: 10.1080/02640414.2017.1340655
20. W. A. Sands, S. R. Murray, J. R. McNeal, C. Slater, and M. H. Stone, 'Historical changes in height, mass and age of usa women's olympic gymnastics team: An update', Sci. Gymnast. J., vol. 10, no. 3, pp. 391-399, 2018.

REFERENCES:

1. Mankevich E. A. Morphological profile of high-class female athletes involved in artistic gymnastics // Bulletin of the Magistracy. – 2015. – p. 13.
2. Tsygankov M. N., Epishin N. D. Background functional state of the athlete's body as a biomechanical basis of motor skills in artistic gymnastics / // Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports. – 2021. – pp. 121-126.
3. Atikovic, 'Anthropometric characteristics of olympic female and male artistic gymnasts from 1996 to 2016', Int. J. Morphol., vol. 38, no. 4, pp. 990-996, 2020, doi: 10.4067/S0717-95022020000400990.
4. L. Claessens and R. Malina, 'The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts', J. Sports Med. Phys. Fitness, vol. 33, pp. 243-247, 2000.
5. Pineda, J. López, C. Martínez, and M. Medina, 'Somatotype and Psychological Profile of Mexican Elite Gymnasts', Int. J. Hisp. Psychol., vol. 3, no. 2, pp. 1939-5841, 2018.
6. Álex Cebrián-Ponce, Sofia Serafini, Cristian Petri, Marta Carrasco-Marginet, Pascal Izzicupo, Gabriele Mascherini, Somatotype and bioelectrical impedance vector analysis of Italian CrossFit® practitioners, Heliyon, Volume 10, Issue 8, 2024.
7. Effects of recreational artistic gymnastics on bone mineral density and content of school-age girls M.K. Weymar, E.L. Caputo*, A.J. Rombaldi Programa de Pós-Graduac¸ão em Educac¸ão Física, Universidade Federal de Pelotas, Luis de Camões Street, 625, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil Received 17 March 2022; accepted 26 January 2024.
8. Cuk, M. B. Pajek, B. Jakse, J. Pajek, and M. Pecek, 'Diferencias morfológicas bilaterales de gimnastas de nivel superior', Int. J. Morphol., vol. 30, no. 1, pp. 110-114, 2012, doi: 10.4067/S0717-95022012000100019.
9. A. Ferreira and F. J. Fernandes, 'Somatotype and body composition of elite Brazilian gymnasts', Sci. Gymnast. J., vol. 7, no. 2, pp. 45-54, 2015.
10. Šibanc, M. Kalichová, P. Hedbávný, I. Čuk, and M. B. Pajek, 'Comparison of morphological characteristics of top level male gymnasts between the years of 2000 and 2015', Sci. Gymnast. J., vol. 9, no. 2, pp. 201-211, 2017.
11. Sterkowicz-Przybycień, S. Sterkowicz, L. Biskup, R. Zarów, Ł. Kryst, and M. Ozimek, 'Somatotype, body composition, and physical fitness in artistic gymnasts depending on age and preferred event', PLoS One, vol. 14, no. 2, pp. 1-21, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0211533.
12. M.K. Weymar, E.L. Caputo, A.J. Rombaldi, Effects of recreational artistic gymnastics on bone mineral density and content of school-age girls, Science & Sports, 2024, ISSN 0765-1597, https://doi.org/10.1016/j.scispo.2024.01.003
13. Meghan L. Critchley, Clodagh Toomey, Leigh Gabel, Sarah J. Kenny, Carolyn A. Emery, Differences in bone mineral density and associated factors in dancers and other female athletes, Applied Physiology Nutrition and Metabolism, Volume 49, Issue 8, 2024.
14. Morphological Characteristics in Artistic Gymnasts: A Review E. G. D. D. Bandara1, A. W. S. Chandana1 IOSR Journal of Sports and Physical Education (IOSR-JSPE) e-ISSN: 2347-6737, p-ISSN: 2347-6745, Volume 9, Issue 6, (Nov. – Dec. 2022), pp. 51-61.
15. P. Kutac, S. Jurkova, and R. Farana, 'Morphological characteristics of young female artistic gymnasts from the Czech Republic', Sci. Gymnast. J., vol. 11, no. 1, pp. 57-66, 2019.
16. R. B. A. Putra, H. Pramono, T. Nurharsono, and C. Yuwono, 'Image Analysis of Ideal Antropometric Percentage Proportion of Men Artistic Gymnastic Apparatus', in 5th International Conference on Physical Education, Sport and Health (ACPES 2019), 2019, pp. 107-111, doi: 10.2991/acpes-19.2019.24.

17. R. M. Malina et al., 'Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts', Sport. Med., vol. 43, no. 9, pp. 783-802, 2013, doi: 10.1007/s40279-013-0058-5.
18. Robert Wood, "Anthropometric Measurements of Olympic Gymnastics Champions". Topend Sports Website, August 2016. Accessed 1 June 2022.
19. S. Bacciotti, A. Baxter-Jones, A. Gaya, and J. Maia, 'Body physique and proportionality of Brazilian female artistic gymnasts', J. Sports Sci., vol. 36, no. 7, pp. 749-756, 2018, doi: 10.1080/02640414.2017.1340655.
20. W. A. Sands, S. R. Murray, J. R. McNeal, C. Slater, and M. H. Stone, 'Historical changes in height, mass and age of usa women's olympic gymnastics team: An update', Sci. Gymnast. J., vol. 10, no. 3, pp. 391-399, 2018.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ботова Любовь Николаевна (Botova Liubov Nikolaevna) – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ТиМ гимнастики; Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма; 420010, г. Казань, территория Деревня Универсиады, 35; e-mail: botovaliubov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8987-4008.

Ниази Екатерина Сергеевна (Niazi Ekaterina Sergeevna) – ведущий специалист научно-исследовательского института физической культуры и спорта; Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма; 420010, г. Казань, территория Деревня Универсиады, 35; e-mail: katerina58_98@mail.ru; ORCID: 0009-0007-3948-0231.

• Поступила в редакцию 22 сентября 2024 г.
• Принята к публикации 05 октября 2024 г.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Ботова Л.Н. Функциональный профиль гимнастов высокой квалификации / Л.Н. Ботова, Е.С. Ниази // Наука и спорт: современные тенденции. – 2024. – Т. 12, № S2. – С. 18-28. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-S2-18-28.

FOR CITATION

Botova L.N., Niazy E.S. Functional profile of highly qualified gymnasts. Science and sport: current trends, 2024, vol. 12, no. S2, pp. 18-28. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-S2-18-28.