

Дата публикации: 01.09.2024  
DOI: 10.24412/2588-0500-2024\_08\_03\_11  
УДК 796.8; 612

Publication date: 01.09.2024  
DOI: 10.24412/2588-0500-2024\_08\_03\_11  
UDC 796.8; 612

## АССОЦИАЦИИ НЕКОТОРЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОИМПЕДАНСОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПОРТСМЕНА С СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ В ТХЭКВОНДО

Ф.А. Мавлиев<sup>1</sup>, Н.В. Рылова<sup>2</sup>, Д.К. Коровина<sup>1</sup>, А.М. Ахатов<sup>1</sup>, И.М. Галиев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства, г. Москва, Россия

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования ассоциаций некоторых биоимпедансометрических и психофизиологических показателей с соревновательной успешностью тхэквондисток-юниорок. Регистрация композиционного состава тела была произведена с использованием биоимпедансного анализатора «ABC-01 Медасс», психофизиологические особенности оценивались с помощью теста «Реакция выбора» на аппаратно-программном комплексе «НС-Психотест». Статистический анализ включал в себя корреляционный анализ Спирмена. Результаты выявили наличие значимых корреляций между сопротивлением тканей на частотах 5 и 50 кГц и занятым местом. Слабая корреляционная связь наблюдалась между мышечной массой и соревновательной успешностью. Связей между параметрами сложной зрительно-моторной реакции и соревновательной успешностью выявлено не было, однако была обнаружена умеренная связь между временем реагирования и спортивным мастерством.

**Ключевые слова:** тхэквондисты, композиционный состав тела, сложная зрительно-моторная реакция, соревнования.

## ASSOCIATIONS OF SOME PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND BIOIMPEDANCE INDICATORS OF AN ATHLETE WITH COMPETITIVE PERFORMANCE IN TAEKWONDO

F.A. Mavliev<sup>1</sup>, N.V. Rylova<sup>2</sup>, D.K. Korovina<sup>1</sup>, A.M. Akhatov<sup>1</sup>, I.M. Galiev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

**Abstract.** The article presents the results of a study on associations of some bioimpedance and psychophysiological indicators with the competitive success of junior taekwondo athletes. Body composition was registered using the ABC-01 Medass bioimpedance analyzer, psychophysiological features were evaluated with the “Choice Reaction” test on the NS-Psychotest complex. Statistical analysis included the Spearman’s rank correlation analysis. The results revealed significant correlations between tissue impedance at 5 and 50 kHz and place won. Weak correlations were observed between muscle mass and competitive success. No correlations were found between complex visual-motor reaction parameters and competitive success, but a moderate relationship was discovered between reaction time and sportsmanship.

**Keywords:** taekwondo athletes, body composition, complex visual-motor reaction, competitions.

**Введение.** Антропометрический профиль атлетов так же, как и особенности состава тела, является важным фактором, влияющим на спортивную результативность, в связи с чем исследователи в области спортивной науки активно изучают антропометрические показатели и состав тела совместно с физической подготовкой [1]. Наиболее часто рассматриваются показатели роста, веса тела, процента жировой и мышечной массы. Объектом исследования становятся представители различных видов спорта, таких как джиу-джитсу, тхэквондо, смешанные единоборства (ММА), карате, муай-тай, дзюдо и т.д. [2-5]. В частности, показано, что антропометрический профиль может быть фактором, определяющим стиль поединка единоборца, что продемонстрировано на исследованиях спортсменов, занимающихся джиу-джитсу [3]. Для тхэквондистов характерны низкий процент жира и подвижность в нижней части тела, что определяет эффективность их поединков [1]. Для каратистов больше характерны низкий процент жира и высокий процент мышечной массы [6]. Примечательным является то, что внутри вида спорта в зависимости от весовой категории наблюдаются отличия между спортсменами, что было показано на исследованиях турецких борцов, где авторы показали, что борцы имеют антропометрические характеристики, специфичные для их весовой категории [5]. Сравнительные исследования, в которых рассматривают антропометрический профиль представителей различных видов спорта, показывают, что, например, спортсмены, занимающиеся муай-тай, имеют большие показатели веса тела, индекса массы тела и процента жира в теле [4], а сравнительный анализ боксеров, дзюдоистов и борцов выявил различия в типе телосложения – в компоненте мезоморфии между дзюдоистами и боксерами, а также между представителями бокса и борьбы [2].

В то же время умение управлять, оперативно реагировать на ситуативный характер боя требует способности быстрого восприятия сенсорного сигнала, его обработки в

центральной нервной системе, принятия решения, передачи нейромоторного сигнала и последующей реализации действия за счет сокращения скелетной мускулатуры. Таким образом, одним из ключевых физических качеств в ударных стилях единоборств является скорость протекания нейромоторных процессов, а также время реакции [7-9].

Цель исследования – определение ассоциаций некоторых показателей биоимпедансометрии и психофизиологических особенностей спортсменов-единоборцев со спортивной успешностью.

**Методы и организация исследования.** Участниками исследования были дети 5 и 6 В рамках Всероссийского турнира по тхэквондо «Золотая Искра», проходившего 11-13 декабря 2023 года во Дворце единоборств «Ак Барс», г. Казань, были обследованы тхэквондистки-юниорки ( $n=23$ ,  $16\pm 2$  лет). Для оценки композиционного состава тела, а также уровня гидратированности организма был использован биоимпедансный анализатор ABC-01 Медасс, позволяющий определить компонентный состав тела, в том числе жидкость, с помощью регистрации электропроводности тканей. Фиксировались абсолютные и относительные показатели жировой (кг, %) и безжировой массы тела (кг, %), скелетно-мышечная масса (СММ, кг, %), общей, внеклеточной и внутриклеточной жидкости организма (кг). Исследования проводились до 12 часов в день соревновательных поединков, до приема пищи.

Оценка сложной зрительно-моторной реакции выполнена с помощью аппаратно-программного комплекса для психофизиологических тестов «НС-ПсихоТест». Для оценки подвижности нервных процессов был использован тест «Реакция выбора», цвета стимулов – зеленый и красный, количество стимулов – 70. Исследование было проведено дважды: первый раз – 11 декабря, сразу после прохождения спортсменкой процедуры официального взвешивания, второй раз – 12 декабря, в день соревновательных поединков, исследования проводились до 12 часов. Помимо этого, девушки прошли анкетирование,

которое включало вопросы о практике использования методов снижения массы тела.

Измерения производились перед соревновательными поединками. Полученные данные подверглись математико-статистической обработке в программе SPSS 20. В связи с малым объемом выборки, а также наличием ранговых шкал в ряде исследуемых показателей, результаты исследования были обработаны непараметрическими критериями статистики: был использован корреляционный анализ Спирмена. Для оценки отличия от равномерности распределения ответов респондентов на представленные вопросы был использован критерий  $\chi^2$ . Оценка показателей корреляции осуществлялась с использованием шкалы Чеддока.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Показатели биоимпедансометрии. В ходе исследования были обнаружены корреляции сопротивления тканей на различных частотах со спортивной успешностью, в качестве которой рассматривалось место, занятое в ходе соревнований. Так, например, реактивное сопротивление на частоте 50 и 5 кГц имело умеренные и средние корреляции со спортивной успешностью –  $r=0,49$  ( $p=0,028$ ) и  $r=0,52$  ( $p=0,01$ ) соответственно: чем ближе к первому месту, тем ниже сопротивление (рис. 1). Если рассматривать спортивную успешность с позиций педагогики, то это многофакторное явление, обусловленное технико-тактическими и физическими аспектами спортивной подготовки, а также способностью все это реализовывать в ходе соревнований. С медико-биологических позиций спортивная успешность будет зависеть от степени готовности функциональных систем, где значимую роль будет играть опорно-двигательный аппарат, и если опорную часть можно назвать условно «постоянной» величиной, то лабильная часть (мышцы) будет существенно меняться, исходя из особенностей тренировок, питания, и, что важно в дни соревнований, будет зависеть от особенностей использованных методик контроля и сброски веса [10]. Поэтому

методика биоимпедансного анализа – это то, что дает не только доступную неинвазивную оценку состава тела, но и сведения о состоянии клеточных структур, которые по-разному будут реагировать на ток различной частоты. Ток на низких частотах, таких как 5 кГц, имеет тенденцию проникать в клетки и тканевые структуры, более точно измеряя внеклеточную воду [11-13]. Это связано с тем, что низкочастотный ток в основном проходит через внеклеточную жидкость, тогда как ток на высоких частотах, таких как 50 кГц, проникает глубже и может измерять как внеклеточную, так и внутриклеточную воду. При этом повышенные значения сопротивления на низких частотах могут указывать на ухудшение состояния мягких тканей или низкое содержание воды в них, а это, как видно по рисунку, в нашем исследовании имеет корреляции со спортивной успешностью. В то же время, кроме показателей сопротивления, корреляцию на уровне тенденции со спортивной успешностью имеет и показатель скелетно-мышечной массы: слабые корреляции –  $r=0,035$  на уровне тенденции  $p=0,095$ . Поэтому оценка лишь проводимости не позволяет говорить о качественной оценке состояния исследуемых тканей, так как влияние мышечной массы на проводимость имеет большое значение, подтверждающееся тем, что ассоциации спортивной успешности и сопротивления тканей на разных частотах не подтверждаются частной корреляцией ( $r>0,1$ ), проведенной с исключением показателя СММ (кг).

*Психофизиологические показатели.* Рассмотренные в исследовании психофизиологические показатели каких-либо корреляций со спортивной успешностью не имели, что по всей видимости определяется неспецифичностью теста для тхэквондистов. В то же время оценка СЗМР с уровнем спортивного мастерства показал наличие умеренных статистически значимых корреляций –  $r=0,45$  ( $p=0,032$ ) с результатами теста за день до соревнований и в день соревнований –  $r=0,48$  ( $p=0,02$ ) (рис. 2).

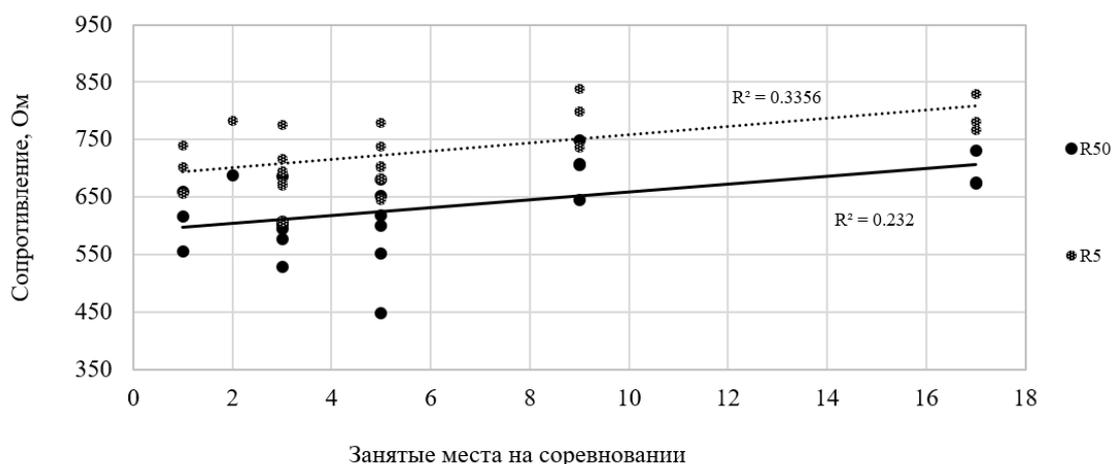


Рис. 1. Сопротивление тканей на частоте 5 и 50 кГц и занятые места на соревнованиях  
Примечание: 5 кГц – R5; 50 кГц – R50

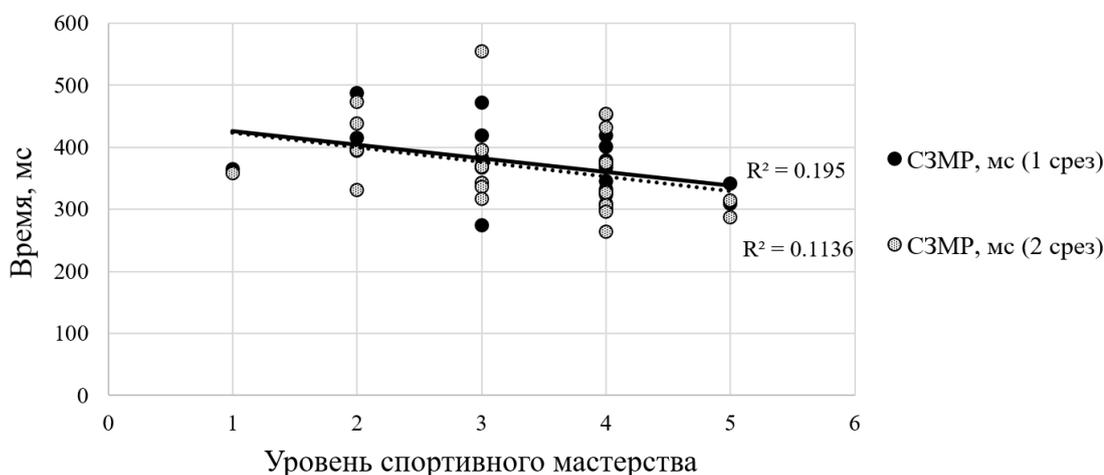


Рис. 2. Уровень спортивного мастерства и время сложной зрительно-моторной реакции  
Примечание: 1 – 3 разряд; 2 – 2 разряд; 3 – 1 разряд; 4 – кандидаты в мастера спорта; 5 – мастера спорта; СЗМР – сложная зрительно-моторная реакция

При этом необходимо подчеркнуть, что для единоборств предпочтительнее использование более специфических зрительных моторных тестов, что подтверждается другими исследователями [9]. В частности, для контактных видов спорта на примере карате было показано, что зрительно-моторная реакция на специфические ситуационные видео-стимулы у квалифицированных спортсменов более выражена, чем у менее квалифицированных спортсменов.

*Практика снижения веса у спортсменов.* Результаты анкетирования показали, что основная масса участников – 65% (n=15) уменьшали массу тела перед взвешиванием, которое проводилось перед соревновательным днем (p<0,05). При этом девушки

использовали методы, связанные с изменением уровня воды в организме. Среди наиболее популярных методов дегидратации в исследуемой группе можно выделить: интенсивные тренировки на выносливость в жарких условиях (n=11), снижение объема потребляемой жидкости (n=6), принятие горячих или солевых ванн (n=6), посещение сауны (n=5) и полный или частичный отказ от питья (n=4). Также стоит отметить, что респонденты чаще всего использовали несколько методов одновременно. При этом результат весогонки, выраженный в количестве потерянных килограммов, а также длительность весогонки, выраженная в количестве дней, потраченных на корректировку веса, не имела корреляций как с

результативностью (занятым местом на соревнованиях), так и с показателями биоимпедансометрии ( $p > 0,38$  и выше).

**Заключение.** Особенности антропометрических показателей и состав тела являются важными факторами спортивной результативности в единоборствах, определяя стиль поединка и спортивную эффективность спортсмена. В ходе представленного исследования выявлены корреляции между показателями биоимпедансометрии и спортивной успешности, где сопротивление

тканей на частотах 5 и 50 Гц, а также процент скелетно-мышечной массы имели ассоциации с занятыми местами в ходе соревнований. При этом данные показатели не коррелировали с особенностями сгонки веса (длительность и количество потерянных килограммов). Корреляция между спортивным мастерством и временем сложной зрительно-моторной реакции подтверждает важность использования специфических психофизиологических тестов для оценки готовности спортсменов.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes / Bridge C. A., Ferreira da Silva Santos J., Chaabène H. [et al] // *Sports Medicine*. – 2014. – Vol. 44. – P. 713-733.
2. Anthropometric characteristic, somatotype, and body composition of Indian Female Combat Sport Athletes: A comparison between Boxers, Judokas, and Wrestlers / Armendáriz M. L. P. Adhikari R., Bawari, B. [et al] // *International Journal of Kinanthropometry*. – 2023. – Vol. 3. – № 1. – P. 109-117.
3. Anthropometric Characteristics of Top-Class Brazilian Jiu Jitsu Athletes: Role of Fighting Style / Báez E., Franchini E., Ramírez-Campillo R. [et al] // *International Journal of Morphology*. – 2014. – Vol. 32. – № 3. – P. 1043-1050.
4. Comparison of the Physical Fitness Profile of Muay Thai and Brazilian Jiu-Jitsu Athletes with Reference to Training Experience / Wasacz W., Ryzdzik Ł., Ouergui I. [et al] // *International journal of environmental research and public health*. – 2022. – Vol. 19. – № 14. – P. 8451.
5. Yaşar, B. Assessment of anthropometric and body composition characteristics of elite Turkish wrestlers / B. Yaşar, M. Sağır // *Biomedical Human Kinetics*. – 2021. – Vol. 13. – № 1. – P. 221-230.
6. Physical and physiological profile of elite karate athletes / Chaabene H., Nachana Y., Franchini E. [et al] // *Sports Medicine*. – 2012. – Vol. 42. – P. 829-843.
7. Котов-Смоленский, А. М. Функциональные возможности ЦНС как маркер эффективности тренировочного процесса в единоборствах / А. М. Котов-Смоленский, Е. Ю. Федорова, А. В. Скотникова // *Ученые записки университета П.Ф. Лесгафта*. – 2022. – № 10 (212). – С. 206-210.
8. Mori, S. Reaction times and anticipatory skills of karate athletes / S. Mori, Y. Ohtani, K. Imanaka // *Human movement science*. – 2002. – Vol. 21. – № 2. – P. 213-230.
9. Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport / Nuri L., Shadmehr A., Ghotbi N. [et al] // *European journal of sport science*. – 2013. – Vol. 13. – № 5. – P. 431-436.
10. Динамика показателей биоимпедансного анализа после дозированной физической нагрузки / Мавлиев Ф. А., Рылова Н. В., Корвина Д. К. [и др.] // *Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка*. – 2024. – Т. 3. – № 2. – С. 7-11.
11. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / Руднев С. Г., Соболева Н. П., Стерликов С. А. [и др.] – Москва, 2014. – 493 с. – ISBN 5-94116-018-6.
12. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д. В. Николаев, А. В. Смирнов, И. Г. Бобринская, С. Г. Руднев. – Москва: Издательство «Наука», 2009. – 392 с. – ISBN 978-5-02-036696-1.
13. Martinsen, O. G. Bioimpedance and bioelectricity basics / O. G. Martinsen, A. Heiskanen. – Elsevier, 2023. – 584 p.

#### REFERENCES

1. Bridge C.A., Ferreira da Silva Santos J., Chaabène H., Pieter W., Franchini E. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 2014, vol. 44, pp. 713-733.
2. Armendáriz M.L.P. Adhikari, R., Bawari, B., Varamenti, E., Pullinger S. A. Anthropometric characteristic, somatotype, and body composition of

- Indian Female Combat Sport Athletes: A comparison between Boxers, Judokas, and Wrestlers. *International Journal of Kinanthropometry*, 2023, vol. 3, no. 1, pp. 109-117.
3. Báez E., Franchini E., Ramírez-Campillo R., Cañas-Jamett R., Herrera T., Burgos-Jara C., Henríquez-Olguín C. Anthropometric Characteristics of Top-Class Brazilian Jiu Jitsu Athletes: Role of Fighting Style. *International Journal of Morphology*, 2014, vol. 32, no. 3, pp. 1043-1050.
4. Wasacz W., Rydzik Ł., Ouergui I., Koteja A., Ambroży D., Ambroży T., Ruzbarsky P., Rzepko M. Comparison of the Physical Fitness Profile of Muay Thai and Brazilian Jiu-Jitsu Athletes with Reference to Training Experience. *International journal of environmental research and public health*, 2022, vol. 19, no. 14, pp. 8451.
5. Yaşar B., Sağır M. Assessment of anthropometric and body composition characteristics of elite Turkish wrestlers. *Biomedical Human Kinetics*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 221-230.
6. Chaabene H., Hachana Y., Franchini E., Mkaouer B., Chamari K. Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*, 2012, vol. 42, pp. 829-843.
7. Kotov-Smolenskij A.M., Fedorova E.Yu., Skotnikova A.V. Functional capabilities of the central nervous system as a marker of the effectiveness of the training process in martial arts. *Scientific Notes of P.F. Lesgaft University*, 2022, no. 10 (212), pp. 206-210. (in Russ.)
8. Mori S., Ohtani Y., Imanaka K. Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human movement science*, 2002, vol. 21, no. 2, pp. 213-230.
9. Nuri L., Shadmehr A., Ghotbi N., Attarbashi Moghadam B. Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European journal of sport science*, 2013, vol. 13, no. 5, pp. 431-436.
10. Mavliev F.A., Rylova N.V., Korovina D.K., Akhatov A.M., Galiev I.M. Changes in bioimpedance analysis parameters after graduated exercise. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2024, vol. 3, no. 2, pp. 7-11. (in Russ.)
11. Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Nikolaev D.V., Starunova O.A., Chernykh S.P., Kryukova T.A., Kolesnikov V.A., Mel'nichenko O.A., Ponomareva E.G. Bioimpedance study of body composition of the Russian population. Moscow, 2014. 493 p. ISBN 5-94116-018-6. (in Russ.)
12. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioimpedance analysis of human body composition. Moscow: Nauka, 2009. 392 p. ISBN 978-5-02-036696-1. (in Russ.)
13. Martinsen O.G., Heiskanen A. Bioimpedance and bioelectricity basics. Elsevier, 2023. 584 p.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Фанис Азгатович Мавлиев** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры медико-биологических дисциплин, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: fanis16rus@mail.ru.

**Наталья Владимировна Рылова** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией спортивной нутрициологии Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурзянова, Москва, e-mail: rilovanv@mail.ru.

**Дарья Константиновна Коровина** – студент 3 курса, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: darya.korovina.04@bk.ru.

**Азат Мунирович Ахатов** – кандидат педагогических наук, профессор кафедры теории и методики единоборств, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: Azatachatov2@yandex.ru.

**Ильнар Марселевич Галиев** – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной компьютерной графики и автоматизированного проектирования, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, e-mail: galei1@mail.ru.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

**Fanis A. Mavliev** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Associate Professor of the Department of Biomedical Disciplines, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: fanis16rus@mail.ru.

**Natal'ya V. Rylova** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Laboratory of Sports Nutritionology, Russian State Research Centre – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, e-mail: rilovanv@mail.ru.

**Dar'ya K. Korovina** – 3<sup>rd</sup> year Student, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: darya.korovina.04@bk.ru.

**Azat M. Akhatov** – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Theory and Methods of Martial Arts, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: Azatachatov2@yandex.ru.

**И'нар М. Галиев** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Engineering Computer Graphics and Computer Aided Design, Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: galei1@mail.ru.

**Для цитирования:** Ассоциации некоторых психофизиологических и биоимпедансометрических показателей спортсмена с соревновательной результативностью в тхэквондо / Мавлиев Ф. А., Рылова Н. В., Коровина Д. К. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024\_08\_03\_11

**For citation:** Mavliev F.A., Rylova N.V., Korovina D.K., Akhatov A.M., Galiev I.M. Associations of some psychophysiological and bioimpedance indicators of an athlete with competitive performance in taekwondo. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024\_08\_03\_11