

СУТОЧНЫЕ ЭНЕРГОТРАТЫ У СПОРТСМЕНОВ-ЮНИОРОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ТЕННИСЕ

Р.М. Раджаббадиев¹, 89886999800@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3634-8354>

А.И. Соколов¹, sokolovai@ion.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9973-583X>

Д.Б. Никитюк^{1,2,3}, dimitrynik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2259-1222>

¹ Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), Москва, Россия

Аннотация. Цель: оценка возрастной динамики суточных энергозатрат и низкой доступности энергии у теннисистов-юниоров. **Материалы и методы.** Обследовали 61 спортсмена-юниора, специализирующегося в большом теннисе. Оценку скорости метаболизма в состоянии покоя проводили утром, до приема пищи, с использованием непрямой калориметрии. С помощью нагрузочного теста на велоэргометре оценили зависимость ЧСС и персональных энергозатрат (ЭТ). Суточный мониторинг ЧСС проводили с использованием кистевого пульсометра. **Результаты.** Суточные энергозатраты теннисистов в возрастной группе 7–10 лет у мальчиков и девочек в среднем составили 1950 ккал/сут; в группе 11–14 лет – 2681 и 2507 ккал/сут соответственно; в группе 15–17 лет – 3101 и 2864 ккал/сут соответственно. Доля энергозатрат физической активности от общих суточных энергозатрат составила 17–23 % в зависимости от возраста группы. У 89 % обследуемых независимо от возрастной группы показатели доступности энергии (LEA) были ниже 30 ккал/кг/ТМ. **Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о высоком риске развития синдрома относительного дефицита энергии в спорте (RED-S) у спортсменов-юниоров и подчеркивают необходимость оптимизации рациона питания, в том числе с использованием специализированных продуктов для питания спортсменов.

Ключевые слова: большой теннис, спортсмены-юниоры, обмен покоя, скорость метаболизма, энергозатраты, игровые виды спорта

Для цитирования: Раджаббадиев Р.М., Соколов А.И., Никитюк Д.Б. Суточные энергозатраты у спортсменов-юниоров, специализирующихся в теннисе // Человек. Спорт. Медицина. 2026. Т. 26, № S1. С. 79–84. DOI: 10.14529/hsm26s110

Original article
DOI: 10.14529/hsm26s110

TOTAL DAILY ENERGY EXPENDITURE IN JUNIOR TENNIS PLAYERS

R.M. Radzhabkadiyev¹, 89886999800@mail.ru, <https://orcid.org/00000002-3634-8354>

A.I. Sokolov¹, sokolovai@ion.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9973-583X>

D.B. Nikityuk^{1,2,3}, dimitrynik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2259-1222>

¹ Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenovskiy University), Moscow, Russia

³ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Abstract. Aim. This paper aims to assess age-related changes in daily energy expenditure and low energy availability in junior tennis players. **Materials and methods.** The study involved sixty-one junior tennis players. Their metabolic rate was assessed in the morning under fasting conditions using indirect calorimetry. The relationship between heart rate (HR) and individual energy expenditure (EE) was evaluated

using a cycle ergometer test. Daily HR monitoring was performed with a wrist-worn heart-rate monitor. **Results.** Average daily energy expenditure was 1950 kcal in children of both sexes aged 7–10 years; 2681 kcal in males and 2507 kcal in females aged 11–14 years; and 3101 kcal in males and 2864 kcal in females aged 15–17 years. The proportion of energy expended through physical activity relative to total daily energy expenditure ranged from 17% to 23%, depending on the age group. Regardless of age, 89% of participants had energy availability values below 30 kcal/kg of fat-free mass. **Conclusion.** These findings indicate a high risk of relative energy deficiency in sport (RED-S) among junior athletes and underscore the need for dietary optimization using specialized sports nutrition products.

Keywords: tennis, junior athletes, resting metabolic rate, metabolic rate, energy expenditure, team sports

For citation: Radzhabkadiyev R.M., Sokolov A.I., Nikityuk D.B. Total daily energy expenditure in junior tennis players. *Human. Sport. Medicine.* 2026;26(S1):79–84. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm26s110

Введение. Большой теннис представляет собой интервальный вид спорта, в котором сочетаются интенсивные физические нагрузки с периодами активного восстановления. Тренировочный процесс в профессиональном теннисе характеризуется значительными объемами нагрузок. Как показывают исследования, у игроков элитного уровня ежедневный объем тренировок по теннису может составить до 120 мин с последующей силовой или общефизической подготовкой [6–9]. Планирование этих нагрузок строится на принципах периодизации: начальный подготовительный этап (5–7 недель) сменяется чередованием предсоревновательного и соревновательного этапов с соотношением тренировок и соревнований 40/60 % от общего объема деятельности [18]. При этом продолжительность соревновательного матча может длиться от одного до трех и более часов, подвергая спортсменов значительным физическим и психическим нагрузкам, которые требуют соответствующей спортивной подготовки и адекватного питания [12, 14]. Прерывистый и непредсказуемый характер игры требуют от спортсменов комплексной физиологической подготовки, сочетающей развитие аэробной и анаэробной работоспособности, скоростно-силовых качеств, координации и когнитивной устойчивости.

Энерготраты матча зависят от множества факторов, включая продолжительность встречи, уровня подготовки игроков, стиля игры, индивидуальных особенностей, покрытия корта и т. д. [10]. Средние значения энерготрат во время игры у профессиональных теннисистов достигают 400–600 ккал/ч, а во время продолжительного матча часто превышают 1000–1500 ккал [10, 16, 17]. Высокие энерготраты обусловлены не только быстрыми перемещениями во время игры, но и значительными нервно-мышечными усилиями, направ-

ленными на поддержание баланса и координации. Успешное выступление в теннисе требует от спортсмена не только технико-тактического мастерства, но и высокой физической работоспособности и психической устойчивости.

Исследования показывают, что у мужских теннисистов суточные энерготраты могут составлять от 3500 до 5000 ккал/сут и более в зависимости от этапа тренировочного процесса и продолжительности теннисного поединка [5]. Для женщин эти значения, как правило, находятся в диапазоне 3000–4000 ккал/сут [10].

В недавнем исследовании с использованием методов акселерометрии и пульсометрии были изучены суточные энерготраты и энерготраты тренировок теннисистов обоего пола. Авторы выявили существенное превышение абсолютных и относительных показателей энерготрат у мужчин (4708 ± 583 ккал/день; $58,1 \pm 8,3$ ккал/кгМТ) по сравнению с энерготратами в группе женщин (3639 ± 305 ккал/день; $55,4 \pm 5,8$ ккал/кгМТ). Коэффициент физической активности для обеих групп находился в диапазоне 1,6–3,0, составив в среднем 2,3 [10]. Полученные авторами данные согласуются с результатами аналогичной работы, в которой методом дважды маркированной воды были оценены энерготраты теннисистов во время соревновательного периода. Сообщается, что у спортсменов-мужчин, участвовавших в чемпионате Уимблдона, энерготраты составили 4586 ккал/день; у женщин – 3948 ккал/день [3].

Показано, что у теннисистов высокого уровня максимальное потребление кислорода (VO_{2max}) находится в диапазоне 44–69 мл/мин/кг. При этом во время интенсивных розыгрышей 50–60 % времени проходит на уровне потребления кислорода свыше 80 % от VO_{2max} [11]. Таким образом, большой теннис можно рассматривать как высокоэнергетиче-

ский вид спорта с ярко выраженной индивидуальной вариабельностью.

Особый интерес представляет изучение энергозатрат у спортсменов-юниоров, так как на данном этапе онтогенеза закладываются основы физической работоспособности и формируются предпосылки для дальнейшего спортивного совершенствования. При этом энергетические потребности юниоров существенно отличаются от взрослых спортсменов, поскольку сочетают высокий уровень двигательной активности с интенсивными процессами роста и развития организма. Вместе с тем наблюдается тенденция участия спортсменов все более молодого возраста в высшем уровне профессионального тенниса. Зачастую перспективные теннисисты-юниоры (в возрасте 12–16 лет) тренируются по 15–20 ч в неделю, подвергая организм высоким физическим и психоэмоциональным нагрузкам [4]. Остро стоят вопросы нутритивной поддержки юных спортсменов. Организм юниоров находится в периоде интенсивного роста и гормональной перестройки, что повышает чувствительность к энергетическому и нутриентному дефициту. Анализ литературы позволяет заключить, что дисбаланс между потреблением и расходом энергии – достаточно частая проблема в данном виде спорта [20]. Так, при среднем суточном расходе энергии 3959 ккал потребление энергии 14-летними теннисистами во время тренировочного лагеря с двумя тренировками в день составило 2526 ккал [15]. В исследовании, проведенном в Бразилии, 91,7 % теннисисток-юниорок соответствовали критериям расстройства пищевого поведения. При этом у 87,5 % из них была выявлена низкая доступность энергии – менее 45 ккал/кгТМ/день [13, 19]. Несбалансированное восполнение энергозатрат может приводить к замедлению физического развития, нарушению восстановительных процессов и снижению спортивной результативности. Корректное определение энергозатрат позволяет разрабатывать рацион питания, оптимизировать тренировочный процесс и контролировать уровень восстановления, что особенно важно на этапах предсоревновательной подготовки и в условиях многодневных турниров.

С учетом вышеизложенного целью нашей работы явилась оценка суточных энергозатрат спортсменов-юниоров, специализирующихся в большом теннисе.

Материалы и методы. В исследовании принял участие 61 спортсмена-юниора, специализирующийся в большом теннисе. Все обследуемые были поделены в зависимости от возраста на группы: 7–10 лет (группа I), 11–14 лет (группа II) и 15–17 лет (группа III). Средний возраст группы I составил $9 \pm 0,8$ года (мальчики – 10; девочки – 18). Средний возраст группы II составил $12 \pm 0,4$ года (мальчики – 9; девочки – 12). Средний возраст группы III составил $15 \pm 0,8$ года (мальчики – 8; девочки – 4). Оценку скорости метаболизма в состоянии покоя проводили утром, до приема пищи, с использованием непрямой калориметрии («K5», COSMED, Италия). С помощью нагрузочного теста на велоэргометре Cyclus2 (RBM Elektronik-automation GmbH, Германия) оценили зависимость ЧСС и персональных энергозатрат (ЭТ). Суточный мониторинг ЧСС проводили с помощью кистевого пульсометра Polar M200 (Финляндия). Калибровочную зависимость ЧСС и персональных энергозатрат получали с помощью уравнения линейной регрессии методом наименьших квадратов [1]. Одновременно проводили хронометраж суточной активности спортсмена, где подробно описывали время и характер выполняемой работы тренировочного периода, периода досуга и сна. Данные хронометража и суточного мониторинга ЧСС использовали для расчета общих и тренировочных энергозатрат спортсмена. У спортсменов с помощью анализатора состава тела ABC-01 «МЕДАСС» (НТЦ «МЕДАСС», Россия) оценивали значения скелетно-мышечной (СММ) и тощей массы тела (ТМТ). Статистическая обработка данных проводилась с использованием непараметрических методов в программах IBM SPSS Statistics v. 23.0 и Microsoft Excel. Для межгруппового сравнения был применен Н-критерий Крускала – Уоллиса. При выявлении статистически значимых различий проводилось сравнение групп с использованием U-критерия Манна – Уитни с поправкой Бонферрони. Данные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха [Q1; Q3]. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты. Среднегрупповые показатели величины основного обмена (ВОО), энергозатрат тренировок (ЭТТ), общих суточных энергозатрат (СЭТ), удельных энергозатрат на показатели компонентного состава тела и коэф-

фициент физической активности у спортсменов-теннисистов представлены в таблице. Установлена обратная зависимость между абсолютными и удельными показателями энергозатрат у теннисистов в зависимости от возраста. Несмотря на увеличение общих энергозатрат по мере взросления спортсменов, расчет удельных величин (например, в пересчете на кг массы тела) выявил тенденцию к их снижению (см. таблицу). Статистически значимые различия наблюдались в показателях относительных энергозатрат на скелетно-мышечную массу (ЭТ/кг/СММ). Так, у мальчиков первой группы показатели ЭТ/кг/СММ на 37 и 40,5 % превысили значения второй и третьей группы соответственно ($p < 0,05$). У девочек выявленные межгрупповые различия были выражены в большей степени: показатели ЭТ/кг/СММ у девочек первой группы на 51,4 и 55,6 % превышали аналогичные показатели у девочек второй и третьей групп соответственно

($p < 0,05$). Таким образом, обнаруженная закономерность характерна для обоих полов, однако более выражена у спортсменок. Несмотря на наблюдаемые межгрупповые различия в коэффициенте физической активности (КФА), они не достигли уровня статистической значимости.

Анализ энергетического обмена выявил выраженную положительную динамику у спортсменов юниоров. С увеличением возраста и, предположительно, интенсивности тренировочных нагрузок отмечается статистически значимый рост как тренировочных, так и общих суточных энергозатрат. Абсолютные показатели СЭТ варьировали в пределах 1900–3100 ккал/сут в зависимости от возраста спортсменов. Доля энергозатрат физической активности от общих суточных энергозатрат составила 17–23 % в зависимости от возраста группы (см. таблицу).

Важно отметить, что анализ доступности

Показатели энергозатрат и коэффициент физической активности спортсменов-юниоров, специализирующихся в теннисе Me [Q1; Q3]
Energy expenditure and physical activity level in junior tennis players Me [Q1; Q3]

Показатель Parameter	Возрастная группа / Age group					
	Группа I / Group I		Группа II / Group II		Группа III / Group III	
	М / М (n = 10)	Ж / F (n = 18)	М / М (n = 9)	Ж / F (n = 12)	М / М (n = 8)	Ж / F (n = 4)
ВОО / BEE	1058 [1017; 1104]	1075 [1018; 1122]	1385* [1278; 1468]	1348* [1327; 1449]	1693* [1473; 1754]	1495* [1455; 1559]
ЭТФА / PAEE	347 [301; 364]	340 [296; 369]	552* [466; 570]	538* [504; 578]	718* [548; 739]	682* [629; 723]
Доля ЭТФА (в %) от СЭТ PAEE / TDEE, %	17,8 [16,6; 19,3]	17,1 [15,6; 19,3]	20,6* [20,2; 22,1]	21,5* [20,7; 22,9]	21,9* [18,9; 22,2]	23,1* [22,3; 23,8]
СЭТ / TEE	1972 [1854; 2071]	1925 [1864; 2058]	2681* [2262; 2739]	2507,9* [2384; 2634]	3101* [3032; 3397]	2864* [2811; 2946]
ЭТ/кг/МТ, ккал EE/kg BW, kcal	57,1 [55,6; 61,3]	59,3 [52,8; 65,1]	49,4 [46,0; 50,4]	47,2 [44,4; 49,2]	48,8 [45,8; 54,0]	44,1 [42,8; 45,5]
ЭТ/кг/ТМ, ккал EE/kg LBM, kcal	73,4 [69,4; 75,3]	72,9 [68,7; 78,3]	59,4 [55,9; 61,3]	60,0 [57,8; 64,3]	57,8 [55,8; 64,7]	58,2 [54,8; 62,0]
ЭТ/кг/СММ, ккал EE/kg SMM, kcal	137,8 [132,2; 147,3]	186,9** [166,8; 209,2]	99,3 [92,8; 111,1]	121,5** [115,5; 129,1]	102,3 [98,7; 107,3]	119,0** [112,0; 125,8]
КФА / PAL	1,86 [1,83; 1,88]	1,79 [1,75; 1,88]	1,82 [1,79; 1,95]	1,81 [1,79; 1,89]	1,91 [1,88; 2,01]	1,89 [1,89; 1,91]

Примечание: * – $p < 0,05$ различия достоверны относительно спортсменов группы I; ** – $p < 0,05$ различия достоверны относительно спортсменов мужского пола; ВОО – величина основного обмена; ЭТФА – энергозатраты физической активности; СЭТ – суточные энергозатраты; ЭТ/кг/МТ, ккал – энергозатраты на килограмм массы тела; ЭТ/кг/ТМ, ккал – энергозатраты на килограмм тощей массы; ЭТ/кг/СММ, ккал – энергозатраты на килограмм скелетно-мышечной массы; КФА – коэффициент физической активности.

Note: * – $p < 0.05$, significant differences compared to Group I athletes; ** – $p < 0.05$, significant differences compared to male athletes; BEE – basal energy expenditure; PAEE – physical activity energy expenditure; TDEE – total daily energy expenditure; EE/kg BW, kcal – energy expenditure per kg of body weight; EE/kg LBM, kcal – energy expenditure per kg of lean body mass; EE/kg SMM, kcal – energy expenditure per kg of skeletal muscle mass; PAL – physical activity level.

энергии (LEA) выявил широкую распространенность ее дефицита среди спортсменов-юниоров. Во всех обследуемых группах спортсменов показатели LEA не превысили 39 ккал/кг/ТМ, в то время как у 89 % обследуемых независимо от возрастной группы показатели LEA были ниже 30 ккал/кг/ТМ. Полученные данные свидетельствуют о высоком риске развития синдрома относительного дефицита энергии в спорте (RED-S).

Заключение. Полученные данные о суточных энергозатратах и КФА у теннисистов-юниоров характеризуют тренировочные на-

грузки как умеренной интенсивности, метаболический эквивалент которых соответствует 3–6 у. е. [2]. Вместе с тем установлена высокая распространенность низкой доступности энергии среди обследуемых, что свидетельствует о дисбалансе между энергетическими затратами и нутритивной поддержкой юных спортсменов. Настоящее исследование подчеркивает острую необходимость разработки индивидуальных стратегий питания, направленных на восполнение возрастающих энергозатрат и профилактику низкой доступности энергии среди спортсменов детско-юношеского спорта.

Список литературы / References

1. Пат. 2699953 Российская Федерация. Способ определения персонализированных суточных энергозатрат путем пульсометрии / А.И. Соколов, С.В. Лавриненко, Р.М. Раджаббадиев и др.; заявитель и патентообладатель Федер. Исследоват. центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. – № 2019121540; заявл. 10.07.19; опубл. 11.09.19. [Sokolov A.I., Lavrinenko S.V., Radzhabkadiyev R.M. et al. *Sposob opredeleniya personalizirovannykh sutochnykh energotrat putem pul'sometrii* [Method for Determining Personalized Daily Energy Expenditure by Pulse Ometry]. Patent RF, no. 2699953, 2019.]
2. Herrmann S.D., Willis E.A., Ainsworth B.E. et al. 2024 Adult Compendium of Physical Activities: A Third Update of the Energy Costs of Human Activities. *Journal Sport Health Science*, 2024, vol. 13 (1), pp. 6–12. DOI: 10.1016/j.jshs.2023.10.010
3. Ellis D.G., Speakman J., Hambly C. et al. An Observational Case Series Measuring the Energy Expenditure of Elite Tennis Players During Competition and Training by Using Doubly Labeled Water. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2023, vol. 18 (5), pp. 547–552. DOI: 10.1123/ijsp.2022-0297
4. Fleming J.A., Catháin C.Ó., Harper L.D. et al. Dietary Intake and Daily Distribution of Carbohydrate, Protein and Fat in Youth Tennis Players over a 7-Day Training and Competition Period. *Journal Sports Science Medicine*, 2021, vol. 20 (3), pp. 413–420. DOI: 10.52082/jssm.2021.413
5. Ashwini K. Dietary Recommendation of a Male Elite Tennis Player, 2016. DOI: 10.13140/RG.2.1.1341.1449
6. Yildiz S., Pinar S., Gelen E. Effects of 8-Week Functional vs. Traditional Training on Athletic Performance and Functional Movement on Prepubertal Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2019, vol. 33 (3), pp. 651–661. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002956
7. Xiao W., Bai X., Soh K.G. et al. Effects of Functional Training on Tennis-specific Physical Fitness and Functional Movement Screen in Junior Tennis Players. *PLoS One*, 2024, vol. 19 (9). DOI: 10.1371/journal.pone.0310620
8. Canós J., Corbi F., Colomar J. et al. Effects of Isoinertial or Machine-based Strength Training on Performance in Tennis Players. *Biology Sport*, 2022, vol. 39 (3), pp. 505–513. DOI: 10.5114/biolport.2022.107020
9. Deng N., Soh K.G., Abdullah B. et al. Effects of Physical Training Programs on Female Tennis Players' Performance: a Systematic Review and Meta-analysis. *Front Physiology*, 2023, vol. 14. DOI: 10.3389/fphys.2023.1234114
10. Ellis D.G., Morton J.P., Close G.L. et al. Energy Expenditure of Elite Male and Female Professional Tennis Players During Habitual Training. *International Journal Sport Nutr Exerc Metab.*, 2024, vol. 34 (3), pp. 172–178. DOI: 10.1123/ijsnem.2023-0197
11. Björklund G., Swarén M., Norman M. et al. Metabolic Demands, Center of Mass Movement and Fractional Utilization of V̇O₂max in Elite Adolescent Tennis Players During On-Court Drills. *Front Sports Act Living*, 2020, vol. 2 (92). DOI: 10.3389/fspor.2020.00092
12. Lisi F., Grigoletto M. Modeling and Simulating Durations of Men's Professional Tennis Matches by Resampling Match Features. *Journal of Sports Analytics*, 2021, vol. 7 (2), pp. 57–75. DOI: 10.3233/JSA-200455

13. Kontele I., Vassilakou T. Nutritional Risks among Adolescent Athletes with Disordered Eating. *Children (Basel)*, 2021, vol. 8 (8). DOI: 10.3390/children8080715
14. Pluim B.M., Jansen M.G.T., Williamson S. et al. Physical Demands of Tennis Across the Different Court Surfaces, Performance Levels and Sexes: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Medicine*, 2023, vol. 53 (4), pp. 807–836. DOI: 10.1007/s40279-022-01807-8
15. Fleming J.A., Corr L.D., Earle J. Significant Energy Deficit and Suboptimal Sleep During a Junior Academy Tennis Training Camp. *Pediatric Exercise Science*, 2022, vol. 34 (3), pp. 162–167. DOI: 10.1123/pes.2021-0119
16. Kovacs M.S. Tennis Physiology: Training the Competitive Athlete. *Sports Medicine*, 2007, vol. 37 (3), pp. 189–198. DOI: 10.2165/00007256-200737030-00001
17. Senatore F., Cannataro R. The Energy Expenditure in the 5 Types of Modern Tennis Players. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 2019, vol. 27 (78), pp. 35–39. DOI: 10.52383/itfcoaching.v27i78.93
18. Poignard M., Guilhem G., Laroche Lambert Q. et al. The Impact of Recovery Practices Adopted by Professional Tennis Players on Fatigue Markers According to Training Type Clusters. *Front Sports Act Living*, 2020, vol. 2 (109). DOI: 10.3389/fspor.2020.00109
19. Coelho G.M., Farias M.L.F., Mendonça L.M.C. et al. The Prevalence of Disordered Eating and Possible Health Consequences in Adolescent Female Tennis Players from Rio de Janeiro, Brazil. *Appetite*, 2013, vol. 64, pp. 39–47. DOI: 10.1016/j.appet.2013.01.001
20. Ricker E.A., Koltun K.J., Otis C.L. et al. The Women's Tennis Association (WTA) Multidisciplinary Education and Treatment Protocol for the Female Athlete Triad (1996–2022). *MJ. Sports (Basel)*, 2025, vol. 13 (7). DOI: 10.3390/sports13070205

Информация об авторах

Раджаббадиев Раджаббади Магомедович, научный сотрудник лаборатории антропонутициологии и спортивного питания, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия.

Соколов Александр Игоревич, кандидат медицинских наук, инженер-исследователь 1-й категории, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия.

Никитюк Дмитрий Борисович, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия; профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия; профессор кафедры экологии и безопасности пищи Института экологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), Москва, Россия.

Information about the authors

Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev, Researcher, Laboratory of Anthroponutrition and Sports Nutrition, Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia.

Aleksandr I. Sokolov, Candidate of Medical Sciences, Research Engineer (1st Category), Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia.

Dmitry B. Nikitiuk, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director, Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia; Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenovskiy University), Moscow, Russia; Professor of the Department of Ecology and Food Safety, Institute of Ecology, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russia.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 12.12.2025

The article was submitted 12.12.2025