

УДК 796.01:61+796.012+612.11  
<https://doi.org/10.56871/MTP.2026.57.89.007>

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗОЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ И СОДЕРЖАЩЕЙ ЕЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ДИНАМИКУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КИСЛОРОДТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КРОВИ И ГЕМОСТАЗА У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ФУТБОЛИСТОВ

Жанна Валерьевна Гришина<sup>1</sup>, Елена Владимировна Ломазова<sup>1</sup>,  
Тимофей Александрович Яшин<sup>1, 2</sup>, Никита Сергеевич Гладышев<sup>1</sup>,  
Сергей Андреевич Парастаев<sup>1, 6</sup>, Александр Анатольевич Деревоедов<sup>1</sup>,  
Кирилл Валерьевич Козлов<sup>1, 2</sup>, Павел Александрович Деханов<sup>2</sup>,  
Владимир Владимирович Завьялов<sup>1</sup>, Андрей Вячеславович Калинин<sup>3, 4, 5</sup>

<sup>1</sup> Национальный центр спортивной медицины Федерального медико-биологического агентства, 121059, г. Москва, ул. Большая Дорогомилевская, д. 5, Российская Федерация

<sup>2</sup> Футбольный клуб «Спартак-Москва», 125424, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 69, стр. 2, Российская Федерация

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

<sup>4</sup> Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, 190121, г. Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 35, Российская Федерация

<sup>5</sup> Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, 197341, г. Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2, Российская Федерация

<sup>6</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация

**Для цитирования:** Гришина Ж.В., Ломазова Е.В., Яшин Т.А., Гладышев Н.С., Парастаев С.А., Деревоедов А.А., Козлов К.В., Деханов П.А., Завьялов В.В., Калинин А.В. Изучение влияния изолимонной кислоты и содержащей ее специализированной пищевой продукции на динамику показателей кислородтранспортной системы крови и гемостаза у профессиональных футболистов. *Медицина: теория и практика*. 2026;11(2):71–81. <https://doi.org/10.56871/MTP.2026.57.89.007>.

Поступила: 10.12.2025

Одобрена: 27.03.2026

Принята к печати: 29.07.2026

**РЕЗЮМЕ. Введение.** В современной спортивной медицине, и в футболе в частности, остро стоит вопрос поиска новых безопасных веществ, способных оптимизировать обменные процессы у атлетов в условиях гипоксии на фоне профессиональных нагрузок. Одним из перспективных веществ, относящихся к потенциальным антигипоксантами, является изолимонная кислота. Она снимает блок сукцинатдегидрогеназы в цикле Кребса, при котором снижается скорость всего цикла и, следовательно, выработка энергии, а также падает потребление кислорода. **Цель** — изучить влияние изолимонной кислоты и содержащей ее специализированной пищевой продукции на динамику отдельных лабораторных показателей систем гемостаза, эритропоэза и обмена железа. **Материалы и методы.** Проведено слепое рандомизированное плацебо-контролируемое исследование влияния изолимонной кислоты и специализированной пищевой продукции на ее основе на динамику отдельных лабораторных показателей кислородтранспортной системы и гемостаза, выполненное на профессиональных футболистах на соревновательном этапе годового тренировочного цикла. **Результаты.** У футболистов, принимавших 200 мг изолимонной кислоты, статистически значимо изменились показатели кислородтранспортной системы: снизились процент насыщения трансферрина, содержание сывороточного железа и увеличилась ненасыщенная железосвязывающая способность сыворотки крови. У футболистов, принимавших 100 мг изолимонной кислоты в составе специализированной

✉ Жанна Валерьевна Гришина. E-mail: [grinzanetk@gmail.com](mailto:grinzanetk@gmail.com)

© Коллектив авторов, 2026

пищевой продукции, увеличился уровень гемоглобина, уменьшилось количество эритроцитов. У футболистов, принимавших 200 мг изолимонной кислоты или 100 мг изолимонной кислоты в составе специализированной пищевой продукции, наблюдается схожая динамика показателей коагулограммы: статистически значимо увеличивались показатели активированного частичного тромбопластинового времени, международные нормализованные отношения, протромбиновое время, и статистически значимо уменьшались такие показатели, как протромбиновый индекс, фибриноген, что указывает на целенаправленное влияние изолимонной кислоты на систему гемостаза — гипокоагуляцию. **Заключение.** Изолимонная кислота улучшает адаптацию к умеренной гипоксии, что приводит к перестройке метаболизма, улучшению реологических свойств крови и, как следствие, к росту работоспособности, особенно в анаэробном режиме.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** изолимонная кислота, цикл Кребса, субстраты энергетического обмена, антиоксиданты, антигипоксанты, гипокоагуляция, коагулограмма, футбол, обмен железа

<https://doi.org/10.56871/MTP.2026.57.89.007>

## STUDY OF THE INFLUENCE OF ISOCIMONIC ACID AND SPECIALIZED FOOD PRODUCTS CONTAINING IT ON THE DYNAMICS OF BLOOD OXYGEN TRANSPORT SYSTEM AND HEMOSTASIS IN PROFESSIONAL FOOTBALL PLAYERS

Zhanna V. Grishina<sup>1</sup>, Elena V. Lomazova<sup>1</sup>, Timofei A. Yashin<sup>1, 2</sup>, Nikita S. Gladyshev<sup>1</sup>, Sergei A. Parastaev<sup>1, 6</sup>, Aleksandr A. Derevoedov<sup>1</sup>, Kirill V. Kozlov<sup>1, 2</sup>, Pavel A. Dekhanov<sup>2</sup>, Vladimir V. Zavyalov<sup>1</sup>, Andrei V. Kalinin<sup>3, 4, 5</sup>

<sup>1</sup> National Center for Sports Medicine of the Federal Medical and Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russian Federation

<sup>2</sup> Football Club "Spartak-Moscow", 69/2, Volokolamskoe highway, Moscow, 125424, Russian Federation

<sup>3</sup> Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya str., Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

<sup>4</sup> Lesgaft National State University of Physical Education, Sports, and Health, 35 Dekabristov str., Saint Petersburg, 190121, Russian Federation

<sup>5</sup> Almazov National Medical Research Center, 2 Akkuratova str., Saint Petersburg, 197341, Russian Federation

<sup>6</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117513, Russian Federation

**For citation:** Grishina Zh.V., Lomazova E.V., Yashin T.A., Gladyshev N.S., Parastaev S.A., Derevoedov A.A., Kozlov K.V., Dekhanov P.A., Zavyalov V.V., Kalinin A.V. Study of the influence of isocimonic acid and specialized food products containing it on the dynamics of blood oxygen transport system and hemostasis in professional football players. *Medicine: Theory and Practice*. 2026;11(2):71–81. (In Russ.). <https://doi.org/10.56871/MTP.2026.57.89.007>.

Received: 10.12.2025

Revised: 27.03.2026

Accepted: 29.07.2026

**ABSTRACT. Introduction.** In modern sports medicine, and in football in particular, there is an urgent need to find new safe substances capable of optimizing metabolic processes in athletes under hypoxic conditions during professional workloads. One of the promising substances classified as potential antihypoxants is isocitric acid. It removes the block of succinate dehydrogenase in the Krebs cycle, which reduces the speed of the entire cycle and, consequently, energy production, and also decreases oxygen consumption. **Aim.** To study the effect of isocitric acid and supplemental nutritional supplement containing it on the dynamics of individual laboratory parameters of the hemostasis, erythropoiesis, and iron metabolism systems. **Material and methods.** A blinded, randomized, placebo-controlled study of the effect of isocitric acid and supplemental nutritional supplement based on it on the dynamics of individual laboratory parameters of the oxygen transport system and hemostasis was conducted on professional football players during the competitive stage of the annual training cycle. **Results.** In football players taking 200 mg of isocitric acid, statistically significant changes were observed in oxygen transport system parameters: transferrin saturation percentage and serum iron content decreased, and unsaturated iron-binding capacity of serum increased. In football players taking 100 mg of isocitric acid as part of a supplemental nutritional supplement, hemoglobin levels increased and red blood cell count decreased. In football players taking 200 mg of isocitric acid or 100 mg of isocitric acid as part of a supplemental nutritional supplement, similar dynamics of coagulation parameters were observed: statistically significant increases were observed in activated partial thromboplastin time, international normalized ratios, and prothrombin time, while statistically significant decreases were observed in such parameters as the prothrombin index and fibrinogen, which indicates a targeted effect of isocitric acid on the hemostatic system — hypocoagulation. **Conclusion.** Isocitric acid improves adaptation to moderate hypoxia, which leads to metabolic restructuring, improved rheological properties of the blood and, as a consequence, to increased performance, especially in anaerobic conditions.

**KEYWORDS:** isocitric acid, Krebs cycle, energy metabolism substrates, antioxidants, antihypoxants, hypocoagulation, coagulogram, football, iron metabolism

✉ Zhanna V. Grishina. E-mail: [grinzanetk@gmail.com](mailto:grinzanetk@gmail.com)

© 2026 by the authors

## ВВЕДЕНИЕ

В современной спортивной медицине, и в футболе в частности, остро стоит вопрос поиска новых безопасных веществ, способных оптимизировать обменные процессы у атлетов в условиях гипоксии на фоне профессиональных нагрузок. При недостатке кислорода избежать нарушений энергетического обмена можно благодаря своевременному применению антигипоксантов, относящихся к субстратам энергетического обмена, непосредственно влияющих на окислительно-восстановительные процессы [1–3].

Одним из перспективных биологически активных веществ, относящихся к субстратам энергетического обмена, является изолимонная кислота (ИЛК). Она может снимать блок сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в цикле Кребса. При блоке СДГ снижается скорость цикла Кребса и, следовательно, выработка аденозинтрифосфата (АТФ), а также падает потребление кислорода [4–6]. Блок СДГ служит защитным механизмом в клетке для предотвращения чрезмерного расходования энергетических субстратов.

Немаловажным является факт того, что ИЛК — малоопасное вещество (IV класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76), не обладает кожно-резорбтивным действием, не оказывает раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки и разрешена к использованию в пищевой промышленности и для создания специализированной пищевой продукции [4–6].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью нашего исследования стало изучение влияния изолимонной кислоты и специализированной пищевой продукции на ее основе на кислородтранспортную систему крови и гемостаз профессиональных футболистов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено слепое рандомизированное плацебо-контролируемое исследование футболистов ( $n=30$ , возраст —  $19\pm 2$  года).

Исследование выполнено в условиях тренировочного сбора на соревновательном этапе годового тренировочного цикла. Участие спортсмена в исследовании являлось добровольным. Необходимым условием для включения спортсмена было наличие письменного информированного согласия на участие. Все спортсмены на сборе имели одинаковую нутритивную и метаболическую поддержку, рекомендованную врачом команды.

Участники были разделены на три экспериментальные группы: опытная группа 1 — принимали «чистую» ИЛК 100 мг на носителе декстрозы; опытная группа 2 — принимали биологически активную добавку (БАД) к пище «Энерго-Баланс Плюс», содержащую в своем составе декстрозу, L-аргинин, L-цитруллин малат, янтарную кислоту, 50 мг изолимонной кислоты (монокалиевая соль трео-DS-(+)-изолимонной кислоты), витамин B<sub>6</sub>; контрольная группа 3 — принимали декстрозу.

Первая доза принималась спортсменом за 10–20 минут до начала тренировочного дня, вторая доза — в течение 10–20 минут после окончания тренировочного дня.

Все исследования выполнялись в двух точках: до начала приема ИЛК и специализированной пищевой продукции на ее основе и после 21-го дня приема. Взятие крови выполнялось у всех спортсменов утром натощак до начала тренировочного дня. Исследования общего анализа крови выполнены на гематологическом анализаторе Mindray BC-6200, биохимические параметры и коагулограмма определены на анализаторе Konelab Prome 30i, Cobas c501.

**Статистические методы.** Все расчеты выполнены в программной среде R 4.4.0 (R Foundation for Statistical Computing, 2025). Для описания распределений в каждой группе и временной точке вычисляли среднее арифметическое, стандартное отклонение. Визуальную проверку нормальности разностей «точка “после” — точка “до”» проводили по Q-Q-диаграммам [7]. Сравнение показателей во времени выполняли отдельно в каждой группе. При наличии не менее восьми пар «спортсмен×показатель» строили линейные смешанные модели, которые подгоняли функцией `lmerTest::lmer` (библиотека `lme4` 1.1-35). В случаях, когда матрица ковариаций оказывалась неположительно определенной либо число пар было меньше восьми, переходили к непараметрическому парному критерию Вилкоксона (`stats::wilcox.test`, параметр `paired = TRUE`). Если из-за сингулярности LMM не сходилась, а объем выборки позволял, применяли двухвыборочный t-тест для разностей [7]. Вся обработка данных воспроизводима; скрипты с указанием версий задействованных пакетов (`tidyverse` 2.0.0, `readxl` 1.4.3, `rstatix` 0.7.2, `lmerTest` 3.1-0, `broom.mixed` 0.2-9, `writexl` 1.5.0) [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика показателей кислородтранспортной системы футболистов до начала приема исследуемых веществ и спустя 21 день их приема отражена в табл. 1.

Таблица 1

Динамика показателей кислородтранспортной системы у футболистов в опытных и контрольной группах (M±m) до и после приема исследуемых веществ

Table 1

Dynamics of oxygen transport system parameters in football players in the experimental and control groups (M±m) before and after administration of the test substances

| Маркеры крови /<br>Blood imarcers                                                                                                                                                 | Экспери-<br>ментальная<br>группа /<br>Experimental<br>group | M±m до начала<br>эксперимента /<br>M±m before the<br>experiment | M±m спустя 21 день<br>эксперимента /<br>M±m after 21 days<br>of the experiment | p      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Насыщение трансферрина, % /<br>Transferrin saturation, %                                                                                                                          | 1                                                           | 48,9286±16,0028                                                 | 33,0443±13,5746                                                                | 0,0128 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 34,2667±10,3914                                                 | 36,5022±20,7567                                                                | 0,7820 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 36,4588±10,1886                                                 | 38,8325±7,9782                                                                 | 0,6020 |
| Гематокрит, % / Hematocrit, %                                                                                                                                                     | 1                                                           | 44,3143±2,4079                                                  | 43,7429±3,1622                                                                 | 0,4948 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 45,3778±1,1638                                                  | 44,0667±0,8746                                                                 | 0,0090 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 45,6250±3,3699                                                  | 44,8500±2,9510                                                                 | 0,3878 |
| Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/L                                                                                                                                                 | 1                                                           | 148,000±7,8528                                                  | 145,000±9,0185                                                                 | 0,2683 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 151,222±3,7006                                                  | 147,111±3,5158                                                                 | 0,0088 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 153,000±11,2504                                                 | 149,500±9,8125                                                                 | 0,2199 |
| Железо, мкмоль/л / Iron, µmol/L                                                                                                                                                   | 1                                                           | 25,6043±7,9626                                                  | 16,6557±5,6014                                                                 | 0,0221 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 17,9311±4,9445                                                  | 18,7800±8,9473                                                                 | 0,8250 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 19,0087±4,5907                                                  | 19,7787±3,4403                                                                 | 0,7107 |
| Количество эритроцитов, 10 <sup>12</sup> /л /<br>Number of erythrocytes, 10 <sup>12</sup> /L                                                                                      | 1                                                           | 4,7957±0,2951                                                   | 4,7143±0,4698                                                                  | 0,3664 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 5,0011±0,2359                                                   | 4,8322±0,1880                                                                  | 0,0106 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 5,0362±0,3468                                                   | 4,9300±0,3147                                                                  | 0,2877 |
| Незрелая фракция ретикулоцитов, % /<br>Immature fraction of reticulocytes, %                                                                                                      | 1                                                           | 8,2714±4,2828                                                   | 8,5143±3,6421                                                                  | 0,7443 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 7,1889±2,5727                                                   | 7,1444±2,9069                                                                  | 0,9552 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 6,8875±2,0266                                                   | 7,9250±2,0562                                                                  | 0,0386 |
| Ненасыщенная железосвязывающая способ-<br>ность сыворотки крови, мкмоль/л /<br>Unsaturated iron-binding capacity<br>of blood serum, µmol/L                                        | 1                                                           | 28,1000±12,6209                                                 | 35,2857±10,6404                                                                | 0,0244 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 35,6000±11,0457                                                 | 34,5000±14,0306                                                                | 0,7784 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 34,0875±8,6284                                                  | 31,9500±8,0948                                                                 | 0,4922 |
| Общая железосвязывающая способность<br>сыворотки, мкмоль/л /<br>Total iron-binding capacity of serum, µmol/L                                                                      | 1                                                           | 53,7043±8,6507                                                  | 51,9414±7,3698                                                                 | 0,3263 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 53,5311±9,0503                                                  | 53,2800±9,4765                                                                 | 0,7969 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 53,0962±6,5576                                                  | 51,7287±6,9884                                                                 | 0,2487 |
| Относительная ширина распределения<br>эритроцитов по объему, стандартное откло-<br>нение, фл / Relative width of red blood cell<br>distribution by volume, standard deviation, fl | 1                                                           | 43,6857±2,3061                                                  | 43,4714±2,1132                                                                 | 0,6839 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 43,8778±1,7747                                                  | 44,2556±1,4951                                                                 | 0,3756 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 43,7625±1,6274                                                  | 44,9750±1,1273                                                                 | 0,0507 |
| Распределение эритроцитов по величине, % /<br>Distribution of erythrocytes by size, %                                                                                             | 1                                                           | 12,7000±0,4619                                                  | 12,5857±0,5398                                                                 | 0,4128 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 13,0333±0,9165                                                  | 13,0556±0,7265                                                                 | 0,8602 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 13,0000±0,3464                                                  | 13,3000±0,2726                                                                 | 0,0479 |
| Ретикулоциты, 10 <sup>12</sup> /л / Reticulocytes, 10 <sup>12</sup> /L                                                                                                            | 1                                                           | 0,0751±0,0128                                                   | 0,0741±0,0095                                                                  | 0,8345 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 0,0749±0,0178                                                   | 0,0731±0,0146                                                                  | 0,7506 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 0,0814±0,0162                                                   | 0,0872±0,0148                                                                  | 0,1790 |
| Ретикулоциты, % / Reticulocytes, %                                                                                                                                                | 1                                                           | 1,5729±0,2774                                                   | 1,5900±0,3024                                                                  | 0,8620 |
|                                                                                                                                                                                   | 2                                                           | 1,5000±0,3825                                                   | 1,5156±0,3159                                                                  | 0,8911 |
|                                                                                                                                                                                   | к                                                           | 1,6250±0,3630                                                   | 1,7650±0,2666                                                                  | 0,1623 |

Окончание табл. 1 / Ending of the Table 1

| Маркеры крови /<br>Blood markers                                                                                     | Экспери-<br>ментальная<br>группа /<br>Experimental<br>group | M±m до начала<br>эксперимента /<br>M±m before the<br>experiment | M±m спустя 21 день<br>эксперимента /<br>M±m after 21 days<br>of the experiment | p      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Среднее содержание гемоглобина в 1 эритроците, п/г /<br>Average hemoglobin content in 1 erythrocyte, p/g             | 1                                                           | 30,9286±1,2893                                                  | 30,8571±1,3734                                                                 | 0,6620 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 30,2778±1,6246                                                  | 30,4778±1,4394                                                                 | 0,2318 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 30,3625±0,8105                                                  | 30,3000±0,9739                                                                 | 0,6508 |
| Средний объем эритроцитов, фл /<br>Mean corpuscular volume, fl                                                       | 1                                                           | 92,5000±3,7519                                                  | 93,0286±3,5971                                                                 | 0,2093 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 90,8333±3,7145                                                  | 91,2778±3,5591                                                                 | 0,1648 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 90,6000±2,2065                                                  | 91,0250±2,0105                                                                 | 0,0327 |
| Средняя концентрация HGB в 1 эритроците, г/дл /<br>Average HGB concentration<br>in 1 erythrocyte, g/dl               | 1                                                           | 33,4143±0,3024                                                  | 33,1714±0,4386                                                                 | 0,2343 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 33,3333±0,5431                                                  | 33,3778±0,3073                                                                 | 0,7017 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 33,5375±0,2925                                                  | 33,3500±0,3891                                                                 | 0,1845 |
| Трансферрин, г/л /<br>Transferrin, g/L                                                                               | 1                                                           | 2,5771±0,4200                                                   | 2,4043±0,3210                                                                  | 0,0758 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 2,5411±0,4562                                                   | 2,4611±0,4529                                                                  | 0,0896 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 2,5038±0,3211                                                   | 2,4062±0,3418                                                                  | 0,1403 |
| Ферритин, мкг/л /<br>Ferritin, mcg/L                                                                                 | 1                                                           | 153,200±195,811                                                 | 143,528±159,951                                                                | 0,5431 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 94,6000±65,3505                                                 | 90,5444±54,9893                                                                | 0,7508 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 94,2750±73,3379                                                 | 87,8625±52,1065                                                                | 0,7442 |
| Фракция ретикулоцитов с высокой<br>флуоресценцией, % /<br>High fluorescence reticulocyte fraction, %                 | 1                                                           | 0,8286±1,3438                                                   | 0,7857±1,0792                                                                  | 0,7792 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 0,4111±0,5372                                                   | 0,4556±0,5434                                                                  | 0,8116 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 0,2250±0,4097                                                   | 0,2875±0,3796                                                                  | 0,4348 |
| Фракция ретикулоцитов с низкой флуоресценцией, % /<br>Low fluorescence reticulocyte<br>fraction, %                   | 1                                                           | 91,7286±4,2828                                                  | 91,4857±3,6421                                                                 | 0,7443 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 92,8111±2,5727                                                  | 92,8556±2,9069                                                                 | 0,9552 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 93,1125±2,0266                                                  | 92,0750±2,0562                                                                 | 0,0386 |
| Фракция ретикулоцитов со средней<br>флуоресценцией, % /<br>Fraction of reticulocytes with average<br>fluorescence, % | 1                                                           | 7,4429±3,1133                                                   | 7,7286±2,7311                                                                  | 0,6536 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 6,7778±2,0669                                                   | 6,6889±2,4297                                                                  | 0,8886 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 6,6625±1,7671                                                   | 7,6375±1,7312                                                                  | 0,0331 |
| Эритропоэтин, мМЕ/мл /<br>Erythropoietin, mIU/ml                                                                     | 1                                                           | 8,5000±5,4025                                                   | 5,4714±2,8547                                                                  | 0,0432 |
|                                                                                                                      | 2                                                           | 6,9778±2,0987                                                   | 5,1000±2,2847                                                                  | 0,0819 |
|                                                                                                                      | к                                                           | 6,0750±1,5655                                                   | 4,7625±2,5292                                                                  | 0,0843 |

**Примечание:** 1 — группа «изолимонная кислота на носителе декстрозе»; 2 — группа «биологически активная добавка “Энерго-Баланс плюс”, содержащая изолимонную кислоту»; к — контрольная группа (декстроза); М — среднее арифметическое; m — стандартное отклонение; p — уровень значимости различий <0,05.

**Note:** 1 — group “isocitric acid on dextrose carrier”; 2 — group “biologically active supplement “Energo-Balance Plus” containing isocitric acid”; k — control group (dextrose); M — the arithmetic mean; m — the standard deviation; p — the level of significance of differences <0,05.

Таблица составлена авторами / The table is prepared by the authors

В нашем исследовании выявлена следующая статистически значимая динамика показателей кислородтранспортной системы исследуемых веществ (см. табл. 1): в опытной группе футболистов, принимавших чистую ИЛК, снизились процент насыщения трансферрина, содержание сывороточного железа и увеличилась ненасыщенная железосвязывающая способность сыворотки крови; в опытной группе футболи-

стов, принимавших БАД к пище «Энерго-Баланс Плюс», увеличился уровень гемоглобина и уменьшилось количество эритроцитов; в контрольной группе — увеличились такие показатели, как незрелая фракция ретикулоцитов, относительная ширина распределения эритроцитов по объему, стандартное отклонение, распределение эритроцитов по величине, средний объем эритроцитов, фракция ретикулоцитов со средней

Таблица 2

Динамика показателей коагулограммы у футболистов в опытных и контрольной группах ( $M \pm m$ ) до и после приема исследуемых веществ

Table 2

Dynamics of coagulogram parameters in football players in the experimental and control groups ( $M \pm m$ ) before and after taking the test substances

| Маркеры крови /<br>Blood markers                                                                     | Эксперименталь-<br>ная группа /<br>Experimental group | $M \pm m$ до начала<br>эксперимента /<br>$M \pm m$ before the<br>experiment | $M \pm m$ спустя 21 день<br>эксперимента /<br>$M \pm m$ after 21 days<br>of the experiment | p      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Международные нормализованные<br>отношения /<br>International normalized relations                   | 1                                                     | 1,0529 $\pm$ 0,0170                                                         | 1,1100 $\pm$ 0,0311                                                                        | 0,0021 |
|                                                                                                      | 2                                                     | 1,0278 $\pm$ 0,0393                                                         | 1,0756 $\pm$ 0,0364                                                                        | 0,0164 |
|                                                                                                      | к                                                     | 1,0588 $\pm$ 0,0589                                                         | 1,0888 $\pm$ 0,0253                                                                        | 0,1510 |
| Активированное частичное<br>тромбопластиновое время, с /<br>Activated partial thromboplastin time, s | 1                                                     | 38,9286 $\pm$ 2,2254                                                        | 40,0286 $\pm$ 3,4721                                                                       | 0,1014 |
|                                                                                                      | 2                                                     | 36,6556 $\pm$ 3,0422                                                        | 39,6111 $\pm$ 3,6306                                                                       | 0,0023 |
|                                                                                                      | к                                                     | 38,3375 $\pm$ 2,5461                                                        | 39,5125 $\pm$ 3,4407                                                                       | 0,2573 |
| Протромбиновое время, с /<br>Prothrombin time, s                                                     | 1                                                     | 11,4571 $\pm$ 0,2070                                                        | 12,1429 $\pm$ 0,3780                                                                       | 0,0021 |
|                                                                                                      | 2                                                     | 11,2111 $\pm$ 0,3951                                                        | 11,7444 $\pm$ 0,4475                                                                       | 0,0145 |
|                                                                                                      | к                                                     | 11,5500 $\pm$ 0,6908                                                        | 11,9000 $\pm$ 0,3071                                                                       | 0,1550 |
| Протромбиновый индекс, % /<br>Prothrombin index, %                                                   | 1                                                     | 96,5286 $\pm$ 2,7311                                                        | 88,1857 $\pm$ 4,3854                                                                       | 0,0021 |
|                                                                                                      | 2                                                     | 100,3556 $\pm$ 5,8185                                                       | 93,0222 $\pm$ 5,5700                                                                       | 0,0137 |
|                                                                                                      | к                                                     | 95,7875 $\pm$ 8,1559                                                        | 90,9875 $\pm$ 3,6537                                                                       | 0,0993 |
| Фибриноген, г/л / Fibrinogen, g/l                                                                    | 1                                                     | 1,8514 $\pm$ 0,2616                                                         | 1,5800 $\pm$ 0,1749                                                                        | 0,0096 |
|                                                                                                      | 2                                                     | 2,0733 $\pm$ 0,5897                                                         | 1,8167 $\pm$ 0,4326                                                                        | 0,0628 |
|                                                                                                      | к                                                     | 2,0700 $\pm$ 0,5115                                                         | 1,7563 $\pm$ 0,3115                                                                        | 0,1760 |

**Примечание:** 1 — группа «изолимонная кислота на носителе декстрозе»; 2 — группа «биологически активная добавка “Энерго-Баланс плюс”, содержащая изолимонную кислоту»; к — контрольная группа (декстроза); М — среднее арифметическое; m — стандартное отклонение; p — уровень значимости различий  $<0,05$ .

**Note:** 1 — group “isocitric acid on dextrose carrier”; 2 — group “biologically active supplement “Energo-Balance Plus” containing isocitric acid”; k — control group (dextrose); M — the arithmetic mean; m — the standard deviation; p — the level of significance of differences  $<0.05$ .

Таблица составлена авторами / The table is prepared by the authors

флуоресценцией, и уменьшилось содержание фракции ретикулоцитов с низкой флуоресценцией. В табл. 2 представлена динамика показателей коагулограммы у футболистов.

Что касается показателей свертывающей системы крови (см. табл. 2), то в контрольной группе статистически значимых изменений показателей коагулограммы выявлено не было, тогда как и в опытной группе футболистов, принимавших чистую ИЛК, и в опытной группе футболистов, принимавших БАД к пище «Энерго-Баланс Плюс», наблюдается схожая динамика показателей коагулограммы: статистически значимо увеличивались показатели активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ), международные нормализованные отношения (МНО), протромбиновое время (ТВ), и статистически значимо уменьшались такие показатели, как протромбиновый индекс (ПИ), фибриноген. Наблю-

даемый комплекс изменений — увеличение показателей АЧТВ, МНО, ТВ и снижение ПИ и фибриногена — указывает на мощное и, скорее всего, целенаправленное влияние ИЛК на систему гемостаза. Это классическая картина гипокоагуляции, затрагивающей все три основных пути свертывания крови.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В опытной группе футболистов, принимавших чистую ИЛК в количестве 200 мг, статистически значимо снизились показатели: процент насыщения трансферрина, содержание сывороточного железа и увеличилась ненасыщенная железосвязывающая способность сыворотки крови. У спортсменов данная триада может свидетельствовать о значительном влиянии ИЛК на системный обмен железа [9]: активация эритропоэза и митохондриального биогенеза, приводящая

к повышенному потреблению железа и истощению его лабильного пула; индукция синтеза гепсидина с последующим блокированием экспорта железа из депонирующих клеток; компенсаторное увеличение синтеза трансферрина в условиях функционального дефицита железа. Наблюдаемые изменения могут иметь важные последствия у футболистов: развитие функционального дефицита железа даже при нормальных показателях ферритина [10], нарушение кислородтранспортной функции и снижение аэробной производительности, снижение активности железозависимых ферментов дыхательной цепи.

В опытной группе футболистов, принимавших 100 мг ИЛК в составе БАД к пище «Энерго-Баланс Плюс», увеличился уровень гемоглобина и уменьшилось количество эритроцитов. Данное состояние требует комплексного анализа возможных механизмов влияния «Энерго-Баланс Плюс» на эритропоэз и метаболизм гемоглобина у спортсменов [11]. Снижение количества эритроцитов может быть следствием подавления активности эритропоэтина или его рецепторов, что согласуется с обнаруженной отрицательной тенденцией в содержании эритропоэтина во второй опытной группе [12]. Возможный компенсаторный механизм — изменение реологических свойств крови путем оптимизации кислородтранспортной функции при меньшем количестве, но более эффективных эритроцитах и/или снижение вязкости крови и улучшение периферической перфузии [13].

Наиболее вероятным представляется комплексное воздействие БАДа к пище «Энерго-Баланс Плюс» на различные стадии эритропоэза: стимуляция синтетических процессов на клеточном уровне с усилением продукции гемоглобина; ингибирование пролиферации эритроидных клеток-предшественников; активация компенсаторных механизмов, направленных на поддержание кислородтранспортной функции. Наблюдаемые изменения могут иметь важные последствия: сохранение аэробной производительности благодаря повышенному содержанию гемоглобина; возможное ухудшение реологических свойств крови при значительном снижении количества эритроцитов; необходимость мониторинга эритроцитарных индексов (MCV, MCH, MCHC) [14].

В контрольной группе увеличились такие показатели, как незрелая фракция ретикулоцитов, относительная ширина распределения эритроцитов по объему, стандартное отклонение, распределение эритроцитов по величине, средний объем эритроцитов, фракция ретикулоцитов со средней флуоресценцией, и умень-

шилось содержание фракции ретикулоцитов с низкой флуоресценцией, что отражает физиологическую адаптацию к тренировочным нагрузкам [15].

Что касается показателей свертывающей системы крови, то наблюдаемый феномен гипокоагуляции представляет собой сложный адаптивный ответ на повторяющиеся физические нагрузки, имеющий как защитные, так и потенциально негативные аспекты [14, 16]. Например, адаптация к гемодинамическому стрессу: у спортсменов отмечается увеличение объема плазмы и общего объема крови. Это закономерно приводит к относительному разведению прокоагулянтов [14], а также к улучшению микроциркуляции и доставки кислорода к работающим мышцам, что напрямую влияет на работоспособность и отсрочку наступления утомления [17]. Однако этот физиологический адаптационный механизм имеет четкие границы, за которыми он может трансформироваться в фактор риска, в первую очередь, в отношении геморрагических осложнений [18].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изолимонная кислота вызывает состояние, имитирующее адаптацию к умеренной гипоксии, что приводит к перестройке метаболизма, улучшению реологических свойств крови и, как следствие, к росту работоспособности, особенно в анаэробном режиме. Так, наблюдаемые изменения в кислородтранспортной системе спортсменов под действием ИЛК могут иметь важные последствия для спортсменов, например, развитие функционального дефицита железа.

Улучшение реологических свойств крови и гипокоагуляция значительно улучшают микроциркуляцию. Это ускоряет доставку субстратов и удаление метаболитов из работающих мышц, что критически важно в анаэробном режиме.

Таким образом, ИЛК представляет собой уникальный модулятор адаптации к физическим нагрузкам, который через комплексное воздействие на кровь приводит к улучшению анаэробной производительности.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Ж.В. Гришина, Т.А. Яшин, Е.В. Ломазова — планирование и проведение эксперимента, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование; Н.С. Гладышев — статистическая обработка материала; В.В. Завьялов, П.А. Деханов, К.В. Козлов — планирование и проведение эксперимента; С.А. Парастаев, А.А. Деревоедов, А.В. Кали-

нин — редактирование, утверждение окончательного варианта рукописи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Работа выполнена в рамках прикладной научно-исследовательской работы по теме «Возможности использования изолимонной кислоты и специализированной пищевой продукции на ее основе для улучшения энергетического баланса организма и повышения его адаптационных возможностей на фоне профессиональных спортивных нагрузок» (шифр «Энергобаланс-24»), государственный контракт ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России № 67.002.24.800 от 09.01.2024 г.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов или их законных представителей на публикацию медицинских данных.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions.** Zh.V. Grishina, T.A. Yashin, E.V. Lomazova — planning and conducting the experiment, collecting and processing the data, writing the text, and editing; N.S. Gladyshev — processing the data; V.V. Zavyalov, P.A. Dekhanov, K.V. Kozlov — planning and conducting the experiment; S.A. Parastayev, A.A. Dereveyeodov, A.V. Kalinin — editing and approval of the final version of the manuscript.

**Conflict of interest.** The authors declare no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Funding.** This work was conducted as part of an applied research project on the topic “Potential Use of Isocitric Acid and Specialized Food Products Based on It to Improve the Body's Energy Balance and Enhance Its Adaptation Capacities During Professional Sports Activity” (code “Energobalance-24”), government contract No. 67.002.24.800 of the Federal Scientific and Clinical Center for Standardization and Metrology of the Federal Medical and Biological Agency of Russia dated January 9, 2024.

**Informed consent for publication.** The authors obtained written consent from patients or their legal representatives for the publication of medical data.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева М.Г., Арансон М.В., Безуглов Э.Н. Бушуева Т.В., Ваваев А.В., Виноградов М.А. и др. Практическая спортивная медицина для тренеров. М.: Спорт; 2022. 624 с. EDN: ZUICFF.

2. Howarth K.R., LeBlanc P.J., Heigenhauser G.J.F., Gibala M.J. Effect of endurance training on muscle TCA cycle metabolism during exercise in humans. *J Appl Physiol.* 2004;97(2):579–584. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01344.2003>.
3. Ломазова Е.В., Калинин А.В., Слепова Д.А. К вопросу о применении метаболического препарата на различных этапах подготовки высококвалифицированных спортсменов. *Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования.* 2025;(2):127–130. EDN: XOAGSQ.
4. Kamzolova S.V., Morgunov I.G. Microbial production of (2 R,3 S)-isocitric acid: state of the arts and prospects. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2019;103:9321–9333 <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10207-4>.
5. Stoddard B.L., Dean A., Koshland D.E. Structure of isocitrate dehydrogenase with isocitrate, nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, and calcium at 2.5 — a resolution: a pseudo-Michaelis ternary complex. *Biochemistry.* 1993;32:9310–9316. <https://doi.org/10.1021/bi00087a008>.
6. Колонтьева Н.А. Малые молекулы — переключатели обмена веществ. Дис. д-ра. ... мед. наук. Самара; 2021. 297 с.
7. R Core Team. stats: Wilcoxon Rank Sum and Signed Rank Tests (wilcox.test). In: R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2025. URL: <https://www.rdocumentation.org/packages/stats/topics/wilcox.test> (дата обращения: 12.03.2026).
8. dplyr: Wickham H., François R., Henry L., Müller K. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.1.4. 2023. <https://cran.r-project.org/package=dplyr> (дата обращения: 12.03.2026).
9. Peeling P., Dawson B., Goodman C., Landers G., Trinder D. Athletic induced iron deficiency: new insights into the role of inflammation, cytokines and hormones. *Eur J Appl Physiol.* 2008;103(4):381–391. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0726-6>.
10. Sim M., Garvican-Lewis L.A., Cox G.R., Govus A., McKay A.K.A., Stellingwerff T., Peeling P. Iron considerations for the athlete: a narrative review. *Eur J Appl Physiol.* 2019;119(7):1463–1478. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04157-y>.
11. Camaschella C., Pagani A. Iron and erythropoiesis: a dual relationship. *Int J Hematol.* 2011;93(1):21–26. <https://doi.org/10.1007/s12185-010-0743-1>.
12. Koury M.J., Ponka P. New insights into erythropoiesis: the roles of folate, vitamin B12, and iron. *Annu Rev Nutr.* 2004;24:105–131. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.24.012003.132306>.
13. Simmonds M.J. Blood rheology and aging. *J Geriatr Cardiol.* 2013;10(3):291–301. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-5411.2013.03.010>.
14. Lippi G., Salvagno G.L., Montagnana M., Skena F., Ballestrieri F., Guidi G.C. Influence of physical exercise and relationship with biochemical variables of NT-pro-brain natriuretic peptide and ischemia modified albumin. *Clin Chim Acta.* 2006;367(1-2):175–180. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2005.11.018>.

15. Robach P., Lafforgue E., Olsen N.V., Déchaux M., Fouchery B., Westerterp-Plantenga M., Westerterp K., Richalet J.P. Recovery of plasma volume after 1 week of exposure at 4,350 m. *Pflugers Arch.* 2002;444(6):821–828. <https://doi.org/10.1007/s00424-002-0894-x>.
16. Menzel K., Hilberg T. Blood coagulation and fibrinolysis in healthy, untrained subjects: effects of different exercise intensities controlled by individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(2):253–260. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1640-2>.
17. Smith J.E. Effects of strenuous exercise on haemostasis. *Br J Sports Med.* 2003;37(5):433–435. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.5.433>.
18. Mercer K.W., Densmore J.J. Hematologic disorders in the athlete. *Clin Sports Med.* 2005;24(3):599–621, ix. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.03.006>.
1. Avdeeva M.G., Aranson M.V., Bezuglov E.N., Bushueva T.V., Vavaev A.V., Vinogradov M.A., Vykhodets I.T. et al. Practical sports medicine for trainers. Moscow: Sport; 2022. 624 p. (In Russ.). EDN: ZUICFF.
2. Howarth K.R., LeBlanc P.J., Heigenhauser G.J.F., Gibala M.J. Effect of endurance training on muscle TCA cycle metabolism during exercise in humans. *J Appl Physiol.* 2004;97(2):579–584. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01344.2003>.
3. Lomazova E.V., Kalinin A.V., Slepova D.A. On the issue of using a metabolic drug at various stages of training highly qualified athletes. *Medicine. Sociology. Philosophy. Applied Research.* 2025;(2):127–130. (In Russ.). EDN: XOAGSQ.
4. Kamzolova S.V., Morgunov I.G. Microbial production of (2 R, 3 S)-isocitric acid: state of the arts and prospects. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2019;103:9321–9333. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10207-4>.
5. Stoddard B.L., Dean A., Koshland D.E. Structure of isocitrate dehydrogenase with isocitrate, nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, and calcium at 2.5 — a resolution: a pseudo-Michaelis ternary complex. *Biochemistry.* 1993;32:9310–9316. <https://doi.org/10.1021/bi00087a008>.
6. Kolontyeva N.A. Small molecules — switches of metabolism. MD Dissertation. Samara; 2021. 297 p. (In Russ.).
7. R Core Team. stats: Wilcoxon Rank Sum and Signed Rank Tests (wilcox.test). In: R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2025. URL: <https://www.rdoc-umentation.org/packages/stats/topics/wilcox.test> (accessed: 12.03.2026).
8. dplyr: Wickham H., François R., Henry L., Müller K. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.1.4. 2023. <https://cran.r-project.org/package=dplyr> (accessed: 12.03.2026).
9. Peeling P., Dawson B., Goodman C., Landers G., Trinder D. Athletic induced iron deficiency: new insights into the role of inflammation, cytokines and hormones. *Eur J Appl Physiol.* 2008;103(4):381–391. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0726-6>.
10. Sim M., Garvican-Lewis L.A., Cox G.R., Govus A., McKay A.K.A., Stellingwerff T., Peeling P. Iron considerations for the athlete: a narrative review. *Eur J Appl Physiol.* 2019;119(7):1463–1478. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04157-y>.
11. Camaschella C., Pagani A. Iron and erythropoiesis: a dual relationship. *Int J Hematol.* 2011;93(1):21–26. <https://doi.org/10.1007/s12185-010-0743-1>.
12. Koury M.J., Ponka, P. New insights into erythropoiesis: the roles of folate, vitamin B12, and iron. *Annu Rev Nutr.* 2004;24:105–131. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.24.012003.132306>.
13. Simmonds M.J. Blood rheology and aging. *J Geriatr Cardiol.* 2013;10(3):291–301. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-5411.2013.03.010>.
14. Lippi G., Salvagno G.L., Montagnana M., Schena F., Ballestrieri F., Guidi G.C. Influence of physical exercise and relationship with biochemical variables of NT-pro-brain natriuretic peptide and ischemia modified albumin. *Clin Chim Acta.* 2006;367(1-2):175–180. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2005.11.018>.
15. Robach P., Lafforgue E., Olsen N.V., Déchaux M., Fouchery B., Westerterp-Plantenga M., Westerterp K., Richalet J.P. Recovery of plasma volume after 1 week of exposure at 4,350 m. *Pflugers Arch.* 2002;444(6):821–828. <https://doi.org/10.1007/s00424-002-0894-x>.
16. Menzel K., Hilberg T. Blood coagulation and fibrinolysis in healthy, untrained subjects: effects of different exercise intensities controlled by individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(2):253–260. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1640-2>.
17. Smith J.E. Effects of strenuous exercise on haemostasis. *Br J Sports Med.* 2003;37(5):433–435. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.5.433>.
18. Mercer K.W., Densmore J.J. Hematologic disorders in the athlete. *Clin Sports Med.* 2005;24(3):599–621, ix. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.03.006>.

## Об авторах

✉ **Жанна Валерьевна Гришина** — к.б.н., биохимик кабинета спортивной диетологии и нутритивной поддержки. E-mail: [grinzanetk@gmail.com](mailto:grinzanetk@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-9051-9580>; SPIN: 7141-5643

## Authors' info

✉ **Zhanna V. Grishina** — Cand. Sci. (Biol.), biochemist at the Sports Dietetics and Nutritional Support Department. E-mail: [grinzanetk@gmail.com](mailto:grinzanetk@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-9051-9580>; SPIN: 7141-5643

## Об авторах

**Елена Владимировна Ломазова** — к.м.н., врач по спортивной медицине отдела медицинского обеспечения спортивных сборных команд и соревнований. E-mail: [evlomazova@mail.ru](mailto:evlomazova@mail.ru);

<https://orcid.org/0000-0001-6034-9878>; SPIN: 2166-5068

**Тимофей Александрович Яшин** — заведующий кабинетом спортивной диетологии и нутритивной поддержки, Национальный центр спортивной медицины Федерального медико-биологического агентства; специалист по нутритивной поддержке, футбольный клуб «Спартак-Москва». E-mail: [yatim79@mail.ru](mailto:yatim79@mail.ru);

<https://orcid.org/0000-0002-6015-4947>; SPIN: 6818-6449

**Никита Сергеевич Гладышев** — младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела. E-mail: [Krinege@mail.ru](mailto:Krinege@mail.ru);

<https://orcid.org/0000-0003-2732-5676>; SPIN: 1852-6469

**Сергей Андреевич Парастаев** — д.м.н., профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова; главный научный сотрудник отдела научно-исследовательских услуг, Национальный центр спортивной медицины Федерального медико-биологического агентства. E-mail: [parastaevs@sportfmba.ru](mailto:parastaevs@sportfmba.ru);

<https://orcid.org/0000-0002-2281-9936>; SPIN: 7612-0480

**Александр Анатольевич Деревоедов** — к.м.н., ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела. E-mail: [monch33@yandex.ru](mailto:monch33@yandex.ru);

<https://orcid.org/0000-0001-8405-859X>; SPIN: 3690-8591

**Кирилл Валерьевич Козлов** — начальник медицинского департамента, врач по спортивной медицине, футбольный клуб «Спартак-Москва». E-mail: [Dr.kvkozlov@gmail.com](mailto:Dr.kvkozlov@gmail.com);

<https://orcid.org/0009-0003-3900-9686>; SPIN: 5917-8133

**Павел Александрович Деханов** — врач по спортивной медицине. E-mail: [dehanovpavel9@gmail.com](mailto:dehanovpavel9@gmail.com);

<https://orcid.org/0009-0004-9707-1688>

**Владимир Владимирович Завьялов** — врач по спортивной медицине, отдел медицинского обеспечения спортивных сборных команд и соревнований. E-mail: [vladimirzavialov22@gmail.com](mailto:vladimirzavialov22@gmail.com);

<https://orcid.org/0000-0001-6567-0118>; SPIN: 4181-6113

**Андрей Вячеславович Калинин** — д.м.н., профессор кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; директор института здоровья и реабилитологии, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта; профессор кафедры факультетской терапии, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова. E-mail: [andrei\\_kalinin@mail.ru](mailto:andrei_kalinin@mail.ru);

<https://orcid.org/0000-0003-4401-4538>; SPIN: 4733-2451

## Authors' info

**Elena V. Lomazova** — Cand. Sci. (Med.), sports medicine physician of the department of medical support for sports teams and competitions. E-mail: [evlomazova@mail.ru](mailto:evlomazova@mail.ru);

<https://orcid.org/0000-0001-6034-9878>; SPIN: 2166-5068

**Timofei A. Yashin** — Head of the Sports Dietetics and Nutritional Support Department, National Center for Sports Medicine of the Federal Medical and Biological Agency; nutrition support specialist, Football Club “Spartak-Moscow”. E-mail: [yatim79@mail.ru](mailto:yatim79@mail.ru);

<https://orcid.org/0000-0002-6015-4947>; SPIN: 6818-6449

**Nikita S. Gladyshev** — Junior Researcher of the Research Department. E-mail: [Krinege@mail.ru](mailto:Krinege@mail.ru);

<https://orcid.org/0000-0003-2732-5676>; SPIN: 1852-6469

**Sergei A. Parastaev** — Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education, Pirogov Russian National Research Medical University; Chief Researcher of the Research Services Department, National Center for Sports Medicine of the Federal Medical and Biological Agency. E-mail: [parastaevs@sportfmba.ru](mailto:parastaevs@sportfmba.ru);

<https://orcid.org/0000-0002-2281-9936>; SPIN: 7612-0480

**Aleksandr A. Derevoedov** — Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher of the Research Department. E-mail: [monch33@yandex.ru](mailto:monch33@yandex.ru);

<https://orcid.org/0000-0001-8405-859X>; SPIN: 3690-8591

**Kirill V. Kozlov** — Head of the Medical Department; sports medicine physician, Football Club “Spartak-Moscow”. E-mail: [Dr.kvkozlov@gmail.com](mailto:Dr.kvkozlov@gmail.com);

<https://orcid.org/0009-0003-3900-9686>; SPIN: 5917-8133

**Pavel A. Dekhanov** — sports medicine physician. E-mail: [dehanovpavel9@gmail.com](mailto:dehanovpavel9@gmail.com);

<https://orcid.org/0009-0004-9707-1688>

**Vladimir V. Zavyalov** — sports medicine physician, Department of Medical Support for Sports Teams and Competitions. E-mail: [vladimirzavialov22@gmail.com](mailto:vladimirzavialov22@gmail.com);

<https://orcid.org/0000-0001-6567-0118>; SPIN: 4181-6113

**Andrei V. Kalinin** — Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University; Director of the Institute of Health and Rehabilitation, Lesgaft National State University of Physical Education, Sports, and Health; Professor of the Department of Faculty Therapy, Almazov National Medical Research Center. E-mail: [andrei\\_kalinin@mail.ru](mailto:andrei_kalinin@mail.ru);

<https://orcid.org/0000-0003-4401-4538>; SPIN: 4733-2451