

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.10>

УДК 796.01

Тип статьи: Оригинальная статья /Original Article



## Особый подход к анализу и оценке состава красной крови у спортсменов (на примере гребли на байдарках и каноэ)

*Ж.В. Гришина<sup>1\*</sup>, Г.А. Макарова<sup>2</sup>, С.М. Чернуха<sup>2</sup>, В.С. Фещенко<sup>1</sup>, А.В. Жолинский<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар, Россия

### РЕЗЮМЕ

Результаты анализа показателей красной крови у высококвалифицированных гребцов на байдарках и каноэ показали возможность разных механизмов развития пред- и анемических состояний. Это обуславливает необходимость в каждом конкретном случае определять преобладающий из них, для чего требуется расширение комплекса регистрируемых параметров.

**Ключевые слова:** высококвалифицированные спортсмены, гребля на байдарках и каноэ, показатели красной крови, преданемические и анемические состояния

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Гришина Ж.В., Макарова Г.А., Чернуха С.М., Фещенко В.С., Жолинский А.В. Особый подход к анализу и оценке состава красной крови у спортсменов (на примере гребли на байдарках и каноэ). *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021;11(4):26–31. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.10>

**Поступила в редакцию:** 15.10.2021

**Принята к публикации:** 20.11.2021

**Online first:** 15.12.2021

**Опубликована:** 30.12.2021

\* Автор, ответственный за переписку

## Special approach to the analysis and evaluation of the composition of red blood in athletes (on the example of rowing and canoeing)

*Zhanna V. Grishina,<sup>1\*</sup> Galina A. Makarova,<sup>2</sup> Svetlana M. Chernuha,<sup>2</sup> Vladimir S. Feshchenko,<sup>1</sup> Andrey V. Zholinsky<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

### ABSTRACT

The results of the analysis of red blood parameters in professional rowers showed that they have different mechanisms for the development of pre- and anemic conditions. This makes it necessary in each specific case to determine the prevailing of them, which requires an expansion of the set of recorded parameters.

**Keywords:** athletes of high and highest qualifications; rowing and canoeing; composition of red blood; pre- and anemic conditions

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Grishina Zh.V., Makarova G.A., Chernuha S.M., Feshchenko V.S., Zholinsky A.V. Special approach to the analysis and evaluation of the composition of red blood in athletes (on the example of rowing and canoeing). *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2021;11(4):26–31. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.10>

Received: 15 October 2021  
Accepted: 20 November 2021  
Online first: 15 December 2021  
Published: 30 December 2021

\* Corresponding author

## 1. Введение

Проблема упреждающей диагностики скрытого дефицита железа как важнейшего этиологического фактора развития преданемических и анемических состояний у спортсменов на сегодня не может считаться окончательно решенной [1]. При этом в ряде работ 70–80-х годов прошлого столетия [2–4] отмечалось непосредственное влияние дефицита железа на эргометрические показатели, газометрические критерии и уровень накопления лактата в крови при выполнении нагрузочного тестирования.

Clement и Asmundson [2] провели исследование 52 спортсменов и установили, что у 10 % мужчин была клиническая анемия (концентрация гемоглобина <140 г/л) и в среднем у 25,7 % регистрировалось наличие скрытого или реального дефицита железа. Авторами отмечено, что даже на фоне нормального уровня гемоглобина концентрация сывороточного ферритина может отражать дефицит железа, который сказывается на уровне физической работоспособности.

По данным Frederickson et al. [3], уровень сывороточного железа и процент насыщения трансферрина у лыжниц в процессе всего периода тренировок снижаются, а общая железосвязывающая способность крови увеличивается.

На разных этапах изучения данного вопроса мнения специалистов менялись по поводу как диагностики анемических состояний у спортсменов, так и механизмов их развития в целом в условиях напряженной мышечной деятельности (проявление функциональной гиперплазии, гемолиз эритроцитов в сосудах нижних конечностей за счет выделения селезенкой гемолизующего фактора, отражение системного изменения обмена белка в ответ на повышенные нагрузки, дефицит железа за счет его недостаточного поступления с пищей или уменьшенного поглощения, усиленной потери в составе пота, а также через систему мочевого выделения — гемоглобинурия и пищеварительный тракт — микропотери в виде фекального гемоглобина) [4, 5]. По мнению Г.А. Макаровой [4, 5], объединение всех случаев анемических состояний у спортсменов в группу спортивных анемий не обосновано. В первую очередь должны быть исключены «традиционная» хроническая железodefицитная анемия и анемия, связанная с наличием в организме хронических очагов инфекции.

Относительно клинико-лабораторных параметров диагностики дефицита железа в организме, который в подавляющем большинстве видов спорта был признан главным этиологическим фактором анемических состояний у атлетов, подходы со временем также менялись.

В 70–80-е годы прошлого века у спортсменов определялись концентрация гемоглобина, уровень сывороточного железа, процент насыщения трансферрина, железосвязывающая способность крови [2–4]. Впоследствии для диагностики анемий вместо показателей содержания железа и железосвязывающей способности сыворотки крови использовалось определение содержания ферритина в крови как более информативного в этом плане диагностического параметра. Сегодня комплекс лабораторных показателей, дополнительно рекомендуемых для оценки обмена железа, включает в себя насыщение трансферрина, растворимый рецептор трансферрина (sTfR), отношение sTfR/log ferritin, содержание гемоглобина в ретикулоците [6].

Что же касается ферритина, то он стал регистрироваться реже, вероятно, в связи с тем, что является белком острой фазы и должен оцениваться параллельно с уровнем С-реактивного белка [5].

Определенную роль сыграла, скорее всего, и работа Hawley J.A. [7], в которой было установлено, что бегуны с низким уровнем ферритина в сыворотке крови и низким содержанием железа в костном мозге, тем не менее отличаются нормальными содержанием гемоглобина в крови и скоростью производства эритроцитов, качество которых также соответствует норме. Этот факт авторы объясняют тем, что при разрушении эритроцитов в стопах во время бега запасы железа у спортсменов накапливаются больше в печени, чем в костном мозге, в отличие от людей, ведущих сидячий образ жизни.

В итоге сейчас почти повсеместно в качестве критериев пред- и анемических состояний у спортсменов анализируются концентрация гемоглобина и эритроцитов в крови, среднее содержание и средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах, содержание ретикулоцитов и железа в крови, причем уровень ретикулоцитов стал оцениваться у спортсменов совсем недавно, вероятно, в связи с необходимостью исключать возможность использования запрещенных методов стимуляции кроветворения на фоне высоких значений концентрации гемоглобина и показателя гематокрита [8–10].

Учитывая отсутствие единой точки зрения на комплекс клинико-лабораторных параметров, регистрация которых необходима для достаточно надежного определения пред- и анемических состояний у спортсменов с позиции наиболее вероятных причин их возникновения, нами и были проведены настоящие исследования.

**Цель работы:** обоснование комплекса клинико-лабораторных маркеров при анализе и оценке картины красной крови у спортсменов на основании данных углубленного медицинского обследования (УМО).

**2. Методы и организация исследований**

Были проанализированы результаты УМО (2015–2019 гг.) 90 гребцов на байдарках и каноэ мужского пола высокой и высшей квалификации в возрасте от 16 до 36 лет, из них 9 ЗМС, 17 МСМК, 33 МС, 31 КМС.

Исследования проводились на базе ФГБУ «ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна» и ФГБУ «ФНКЦСМ ФМБА России». Биохимические параметры измерялись в крови с помощью полуавтоматического биохимического анализатора BioSystems BTS-350. Взятие венозной крови проводилось утром натощак.

Анализируются следующие показатели красной крови: общее количество эритроцитов (RBC), концентрация гемоглобина в крови (HGB), гематокрит (HCT), содержание ретикулоцитов (RTC) — по 155 измерений, содержание железа, общего белка и альбумина — по 157 измерений. Определялась достоверность различий по *U*-критерию Манна — Уитни (*p*). При значениях  $p < 0,001$ ,  $\leq 0,01$  и  $\leq 0,05$  различия считаются достоверными.

**3. Результаты и обсуждение**

Первый этап работы был посвящен анализу различий регистрируемых параметров на подготовительном и соревновательном этапах годичного тренировочного цикла (табл. 1).

Согласно полученным данным (табл. 1), на соревновательном этапе годичного тренировочного цикла у гребцов на байдарках и каноэ регистрируется статистически значимое, но не столь актуальное снижение концентрации гемоглобина, эритроцитов и показателя гематокрита на фоне существенного увеличения уровня ретикулоцитов.

Чтобы установить, не связано ли повышение содержания ретикулоцитов на соревновательном этапе подготовки с сугубо нагрузочной активацией кроветворения, из соответствующей выборки были исключены значения показателей красной крови в диапазонах концентрации гемоглобина 131–139 г/л, а также 130 г/л и ниже.

Как показали полученные данные, увеличение удельного веса нагрузок анаэробной гликолитической направленности на соревновательном этапе подготовки действительно способно несколько активизировать кроветворение, о чем свидетельствует повышение уровня ретикулоцитов до 4,34–5,56 %, хотя определенную роль в этом случае, естественно, могли сыграть и другие факторы (возвращение с учебно-тренировочных сборов, проводимых в условиях среднегорья, использование искусственных среднегорных условий — гипоксические туннели, гипоксические климатические камеры, климатическая палатка для сна и др.).

Что же касается результатов сравнительного анализа показателей красной крови в разных диапазонах концентрации гемоглобина на подготовительном и соревновательном этапах подготовки, то здесь нами были получены следующие данные. На подготовительном этапе годичного тренировочного цикла (табл. 2) концентрация гемоглобина в крови у высококвалифицированных гребцов на байдарках и каноэ не опускается ниже 131 г/л; в диапазоне же 131–139 г/л регистрируется достоверное снижение показателя гематокрита, уровня железа и содержания альбуминов в крови. Скорее всего, здесь речь идет либо о дефиците железа в рационе, либо о снижении его усвоения за счет разных факторов и, самое главное, ингибиции кроветворения [10], при больших

Таблица 1

**Результаты сравнительного анализа показателей красной крови у гребцов на байдарках и каноэ на подготовительном и соревновательном этапах годичного тренировочного цикла**

Table 1

**The results of a comparative analysis of red blood indicators in rowers at the preparatory and competitive stages of the training cycle**

Показатели крови	Средние значения показателей на подготовительном этапе ( $n = 75$ ) ( $M \pm m$ )	Средние значения показателей на соревновательном этапе ( $n = 96$ ) ( $M \pm m$ )	<i>p</i>
Концентрация гемоглобина в крови (HGB), г/л	152,05 ± 0,90	146,32 ± 1,27	<b>0,003</b>
Общее количество эритроцитов (RBC), 10 <sup>12</sup> /л	5,20 ± 0,03	4,94 ± 0,05	<b>0,000</b>
Гематокрит (HCT), %	44,33 ± 0,21	43,11 ± 0,36	<b>0,021</b>
Содержание ретикулоцитов, %	1,17 ± 0,04	5,74 ± 0,55	<b>0,000</b>
Содержание железа, мкмоль/л	18,52 ± 0,83	19,91 ± 0,85	0,275
Содержание общего белка, г/л	72,43 ± 0,50	72,04 ± 0,53	0,711
Содержание альбумина, г/л	46,94 ± 0,49	46,69 ± 0,41	0,780

Примечание: *M* — среднее значение показателя; *m* — ошибка среднего значения; выделены достоверные различия.  
Note: *M* — the average value of the indicator; *m* — the error of the mean value; significant differences were identified.

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа показателей красной крови в разных диапазонах концентрации гемоглобина у гребцов на байдарках и каноэ на подготовительном этапе годичного тренировочного цикла

Table 2

The results of a comparative analysis of red blood parameters in different ranges of hemoglobin concentration in rowers at the preparatory stage of the training cycle

Показатели крови	Средние значения показателей при HGB = 140 г/л и выше (n = 69) (M ± m)	Средние значения показателей при HGB = 131–139 г/л (n = 6) (M ± m)	p
Концентрация гемоглобина в крови (HGB), г/л	153,38 ± 0,80	136,83 ± 0,65	<b>0,000</b>
Общее количество эритроцитов (RBC), 10 <sup>12</sup> /л	5,22 ± 0,03	4,91 ± 0,19	0,093
Гематокрит (HCT), %	44,62 ± 0,19	41,00 ± 0,64	<b>0,000</b>
Содержание ретикулоцитов (RTC), %	1,17 ± 0,04	1,18 ± 0,18	0,938
Содержание железа, мкмоль/л	18,92 ± 0,87	13,92 ± 1,81	<b>0,034</b>
Содержание общего белка, г/л	72,59 ± 0,50	70,50 ± 2,45	0,469
Содержание альбумина, г/л	47,30 ± 0,51	42,87 ± 0,86	<b>0,016</b>

Примечание: M — среднее значение показателя; m — ошибка среднего значения; выделены достоверные различия.  
Note: M — the average value of the indicator; m — the error of the mean value; significant differences were identified.

объемах аэробных нагрузок дополнительно имеет место также системное изменение обмена белка [5].

Что касается результатов сравнительного анализа показателей красной крови в разных диапазонах концентрации гемоглобина на соревновательном этапе годичного тренировочного цикла (табл. 3), то здесь было установлено следующее. Снижение концентрации гемоглобина в крови до уровня 131–139 г/л сопровождается у спортсменов достоверным снижением концентрации эритроцитов, показателя гематокрита и статистически значимым ростом уровня ретикулоцитов до 7,53–9,77%.

При дальнейшем падении концентрации гемоглобина до уровня 130 г/л и ниже регистрируется еще большее снижение содержания эритроцитов и показателя гематокрита на фоне статистически значимого уменьшения концентрации железа и роста ретикулоцитов. Подобные изменения могут быть объяснены либо микрокровопотерями через систему мочевого выделения — гемоглобинурия и пищеварительный тракт — фекальный гемоглобин (что требует соответствующих анализов состава мочи и кала), либо гемолизом эритроцитов. Традиционно принято считать, что при гемолизе эритроцитов развитие анемического состояния сопровождается повышением содержания ретикулоцитов и уровня железа в крови. Однако последнее происходит не во всех случаях. При уменьшении эффективности механизма кооперативной резистентности эритроцитов создаются дополнительные условия для повышения гемолиза, при которых гемсвязывающие белки — гаптоглобин, соединяющийся с гемоглобином (его анализ необходим для диагностики гемолиза эритроцитов, при котором содержание гаптоглобина снижается), а также альбумин и гемопексин, взаимодействующие

с гемом [11], — не могут предупредить потери железа. Вот почему для купирования анемии у спортсменов, отмечала Г.А. Макарова еще в 1988 году [4], необходимо увеличение белка в рационе, что подтверждено и в работе [12].

#### 4. Заключение

Таким образом, исходя из полученных данных, на подготовительном этапе годичного тренировочного цикла развитие преданемических состояний у высококвалифицированных гребцов на байдарках и каноэ связано преимущественно с дефицитом железа и системным изменением обмена белка. При этом одним из механизмов возникновения дефицита железа может быть ингибция кроветворения, препятствующая его всасыванию, на фоне больших объемов нагрузок аэробной направленности. На соревновательном же этапе подготовки речь идет, скорее всего, о других механизмах возникновения дефицита железа: за счет его потерь через систему мочевого выделения и желудочно-кишечный тракт, а также за счет гемолиза эритроцитов на фоне дефицита белковых резервов, что препятствует задержке железа в организме.

Учитывая вышесказанное, к набору параметров, которые традиционно регистрируются сегодня в подавляющем большинстве врачебно-физкультурных диспансеров в целях диагностики у спортсменов пред- и анемических состояний, а также определения механизмов развития последних, должны как минимум быть добавлены содержание ретикулоцитов и гаптоглобина крови, показатели ее белкового состава, а также соответствующие показатели состава мочи и кала для исключения микрокровопотери.

Таблица 3

Результаты сравнительного анализа показателей красной крови в разных диапазонах концентрации гемоглобина у гребцов на байдарках и каноэ на соревновательном этапе годичного тренировочного цикла

Table 3

The results of a comparative analysis of red blood parameters in different ranges of hemoglobin concentration in rowers at the competitive stage of the training cycle

Показатели крови	Средние значения показателей при HGB = 140 г/л и выше (n = 72) (M ± m)	Средние значения показателей при HGB = 131–139 г/л (n = 14) (M ± m)	Средние значения показателей при HGB = 130 г/л и ниже (n = 10) (M ± m)	p <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>	p <sup>3</sup>
Концентрация гемоглобина в крови (HGB), г/л	152,03 ± 0,77	135,71 ± 0,75	120,10 ± 3,09	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Общее количество эритроцитов (RBC), 10 <sup>12</sup> /л	5,11 ± 0,04	4,58 ± 0,07	4,20 ± 0,16	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Гематокрит (HCT), %	44,60 ± 0,26	40,46 ± 0,42	36,09 ± 1,02	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Содержание ретикулоцитов (RTC), %	4,95 ± 0,61	8,64 ± 1,11	9,54 ± 1,61	<b>0,050</b>	<b>0,050</b>	0,610
Содержание железа, мкмоль/л	20,55 ± 1,03	19,80 ± 1,79	15,25 ± 1,82	0,994	<b>0,050</b>	0,096
Содержание общего белка, г/л	71,87 ± 0,58	71,80 ± 1,17	73,74 ± 2,53	0,898	0,394	0,612
Содержание альбумина, г/л	46,45 ± 0,50	46,78 ± 0,54	48,35 ± 1,43	0,334	0,290	0,247

Примечание: M — среднее значение показателя; m — ошибка среднего значения; выделены достоверные различия; p<sup>1</sup> — значения показателей при сравнении диапазонов с HGB 140 г/л и выше и HGB 131–139 г/л; p<sup>2</sup> — значения показателей при сравнении диапазонов с HGB 140 г/л и выше и HGB 130 г/л и ниже; p<sup>3</sup> — значения показателей при сравнении диапазонов с HGB 131–139 г/л и HGB 130 г/л и ниже.

Note: M — the average value of the indicator; m — the error of the mean value; significant differences were identified; p<sup>1</sup> — values of indicators when comparing ranges with HGB 140 g/l and higher and HGB 131–139 g/l; p<sup>2</sup> — values of indicators when comparing ranges with HGB 140 g/l and above and HGB 130 g/l and below; p<sup>3</sup> — values of indicators when comparing ranges with HGB 131–139 g/l and HGB 130 g/l and below.

**Вклад авторов:**

**Гришина Жанна Валерьевна** — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Макарова Галина Александровна** — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

**Чернуха Светлана Михайловна** — редактирование, статистическая обработка данных.

**Фещенко Владимир Сергеевич** — редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

**Жолинский Андрей Владимирович** — утверждение окончательного варианта статьи.

**Authors' contributions:**

**Zhanna V. Grishina** — manuscript preparation, editing.

**Galina A. Makarova** — manuscript preparation, editing.

**Svetlana M. Chernuha** — collection and processing of the material.

**Vladimir S. Feshchenko** — editing.

**Andrey V. Zholinsky** — editing.

**Список литературы**

1. Malczewska J., Raczyński G., Stupnicki R. Iron status in female endurance athletes and in non-athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2020;10(3):260–276. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.10.3.260>
2. Clement D.B., Asmundson R.C. Nutritional intake and hematological parameters in endurance runners. *Phys. Sportsmed.* 1982;10(3):37–43. <https://doi.org/10.1080/00913847.1982.11947181>
3. Frederickson L.A., Puhl I.L., Runyan W.S. Effect of training on indices of iron status of young female cross-country runners. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 1983;15(4):271–276. <https://doi.org/10.1249/00005768-198315040-00003>

**References**

1. Malczewska J., Raczyński G., Stupnicki R. Iron status in female endurance athletes and in non-athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2020;10(3):260–276. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.10.3.260>
2. Clement D.B., Asmundson R.C. Nutritional intake and hematological parameters in endurance runners. *Phys. Sportsmed.* 1982;10(3):37–43. <https://doi.org/10.1080/00913847.1982.11947181>
3. Frederickson L.A., Puhl I.L., Runyan W.S. Effect of training on indices of iron status of young female cross-country runners. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 1983;15(4):271–276. <https://doi.org/10.1249/00005768-198315040-00003>



4. Макарова Г.А. Гематологические показатели в системе оценки функционального состояния организма спортсменов: дисс. д-ра мед. наук. Краснодар; 1988.
5. Макарова Г.А. Диагностический потенциал картины крови у спортсменов. Москва: Спорт; 2020.
6. Гунина Л., Рыбина И. Сывороточное железо: особенности метаболизма и роль в обеспечении физической работоспособности спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2020;(4):52–62. [https://doi.org/10.32652/olympic2020.4\\_6](https://doi.org/10.32652/olympic2020.4_6)
7. Hawley J.A., Ed. Handbook of sports medicine and science: Running. Chapter 6. Medical considerations for runners. Blackwell Science Ltd; 2000.
8. 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>
9. Gammella E., Buratti P., Cairo G., Recalcati S. The transferrin receptor: the cellular iron gate. Metallomics. 2017;9(10):1367–1375. <https://doi.org/10.1039/c7mt00143f>
10. Houston B.L., Hurrie D., Graham J., Perija B., Rimmer E., et al. Efficacy of iron supplementation on fatigue and physical capacity in non-anaemic iron deficient adults: a systematic review of randomised controlled trials. BMJ Open. 2018;8(4):e019240. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019240>
11. Saneela S., Iqbal R., Raza A., Qamar M.F. Hcpcidin: A key regulator of iron. J. Pak. Med. Assoc. 2019;69(8):1170–1175.
12. Pedlar C.R., Bruignara C., Bruinvels G., Burden R. Iron balance and iron supplementation for the female athlete: A practical approach. Eur. J. Sport Sci. 2018;18(2):295–305. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1416178>
4. Makarova G.A. Hematological indicators in the system for assessing the functional state of the body of athletes: Diss. Doctor of Medicine. Krasnodar; 1988 (In Russ.).
5. Makarova G.A. Diagnostic potential of blood picture in athletes. Moscow: Sport Publ.; 2020 (In Russ.).
6. Gunina L. Rybina I. Serum iron: features of metabolism and role in ensuring the physical performance of athletes. Nauka v olimpiiskom sporte = Science in Olympic sports. 2020;(4):52–62 (In Russ.). [https://doi.org/10.32652/olympic2020.4\\_6](https://doi.org/10.32652/olympic2020.4_6)
7. Hawley J.A., Ed. Handbook of sports medicine and science: Running. Chapter 6. Medical considerations for runners. Blackwell Science Ltd; 2000.
8. 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>
9. Gammella E., Buratti P., Cairo G., Recalcati S. The transferrin receptor: the cellular iron gate. Metallomics. 2017;9(10):1367–1375. <https://doi.org/10.1039/c7mt00143f>
10. Houston B.L., Hurrie D., Graham J., Perija B., Rimmer E., et al. Efficacy of iron supplementation on fatigue and physical capacity in non-anaemic iron deficient adults: a systematic review of randomised controlled trials. BMJ Open. 2018;8(4):e019240. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019240>
11. Saneela S., Iqbal R., Raza A., Qamar M.F. Hcpcidin: A key regulator of iron. J. Pak. Med. Assoc. 2019;69(8):1170–1175.
12. Pedlar C.R., Bruignara C., Bruinvels G., Burden R. Iron balance and iron supplementation for the female athlete: A practical approach. Eur. J. Sport Sci. 2018;18(2):295–305. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1416178>

#### Информация об авторах:

**Гришина Жанна Валерьевна\***, к.б.н., биохимик Кабинета коррекции функционального состояния ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5 ([grinzanetk@gmail.com](mailto:grinzanetk@gmail.com))

**Макарова Галина Александровна**, д.м.н., профессор, главный научный сотрудник НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», 350015, Россия, Краснодар, ул. Буденного, 161

**Чернуха Светлана Михайловна**, старший научный сотрудник НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», 350015, Россия, Краснодар, ул. Буденного, 161

**Фещенко Владимир Сергеевич**, к.м.н., начальник организационно-исследовательского отдела ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5

**Жолинский Андрей Владимирович**, к.м.н., директор ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5

#### Information about the authors:

**Zhanna V. Grishina\***, M.D., Ph.D. (Biology), biochemist of the Cabinet of functional state correction, Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia ([grinzanetk@gmail.com](mailto:grinzanetk@gmail.com))

**Galina A. Makarova**, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Chief Researcher of the Research Institute of Problems of Physical Culture and Sports, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, 161, Budyonnogo str., Krasnodar, 350015, Russia

**Svetlana M. Chernukha**, Senior Researcher, Research Institute of Physical Culture and Sports, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, 161, Budyonnogo str., Krasnodar, 350015, Russia

**Vladimir S. Feshchenko**, M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Organizational-Research Department of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia

**Andrey V. Zholinsky**, M.D., Ph.D. (Medicine), Director of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author