

ПРОБЛЕМА ДЕФИЦИТА ЖЕЛЕЗА У МОЛОДЫХ ДОНОРОВ КРОВИ И ЕЕ КОМПОНЕНТОВ: ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹Г. В. Гришина*, ¹Д. В. Ласточкина, ¹И. И. Кробинец, ¹А. Д. Касьянов, ^{1,2}С. С. Бессмельцев

¹Российский научно-исследовательский институт гематологии и трансфузиологии Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

²Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ. Проблема дефицита железа (ДЖ) среди доноров является актуальной и напрямую влияет на обеспечение службы крови гемокомпонентами. Доноры, являясь группой риска по развитию железодефицита, проходят обследование перед донацией, включающее исследование уровня гемоглобина. При этом отсутствует информация о состоянии запасов железа, при истощении которых развивается железодефицитная анемия. В свою очередь анемия является противопоказанием к донорству и, следовательно, приводит к медицинским отводам от донации.

ЦЕЛЬ. Оценить изменения параметров обмена железа и риск развития железодефицита у доноров крови и ее компонентов в возрастной группе от 18 до 25 лет.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В работе были использованы морфологические, биохимические и статистические методы исследования. Для достижения поставленной цели у 50 молодых доноров крови и ее компонентов проводили комплексный анализ результатов гемограммы и биохимический анализ сыворотки крови, отражающий метаболизм железа, а также оценивали риск раннего развития железодефицита.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В статье представлены данные собственных исследований метаболизма железа у доноров крови и ее компонентов возрастной группы от 18 до 25 лет. Для лиц, относящихся к группам риска, установлен достаточно высокий процент развития железодефицитного состояния. Проведенное исследование показало снижение уровня ферритина ниже референтных значений у 45,8 % молодых доноров-мужчин и 76,9 % – у доноров-женщин, что свидетельствует о наличии у них железодефицита. Столь высокая частота встречаемости ДЖ у доноров возрастной группы до 25 лет поднимает вопрос о необходимости разработки профилактики железодефицитного состояния.

ОБСУЖДЕНИЕ. По результатам собственного обследования молодых доноров крови и ее компонентов и анализа данных литературы установлен достаточно высокий процент развития железодефицитного состояния у лиц, относящихся к группам риска, к которым относятся и молодые доноры, что свидетельствует о целесообразности применения новых подходов к имеющимся стандартам лабораторного обследования донора на уровне отделения переливания крови с перспективой дальнейшего расширения объема лабораторных обследований донора перед донацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Значительная часть обследованных молодых доноров имела признаки железодефицитного состояния и находилась в группе риска по развитию анемии. С увеличением донорского стажа частота выявляемости железодефицита нарастает, что делает необходимым разработку системы профилактики и коррекции нарушений обмена железа в целях сохранности здоровья донорского контингента.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, донор, железодефицитное состояние, риск, ферритин, транспортное железо

*Для корреспонденции: Гришина Галина Викторовна, e-mail: reger201309@mail.ru

*For correspondence: Galina V. Grishina, e-mail: reger201309@mail.ru

Для цитирования: Гришина Г. В., Ласточкина Д. В., Кробинец И. И., Касьянов А. Д., Бессмельцев С. С. Проблема дефицита железа у молодых доноров крови и ее компонентов: оригинальное исследование // *Морская медицина*. 2024., Т. 10, No. 4. С. 84-91, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-4-84-91> EDN: <https://elibrary.ru/TXWBVR>

For citation: Grishina G. V., Lastochkina D. V., Krobinec I. I., Kasyanov A. D., Bessmeltsev S. S. Problem of iron deficiency in young blood donors and its components: original research // *Marine medicine*. 2024. Vol. 10, No. 4. P. 84–91, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-4-84-91> EDN: <https://elibrary.ru/TXWBVR>

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

PROBLEM OF IRON DEFICIENCY IN YOUNG BLOOD DONORS AND ITS COMPONENTS: ORIGINAL RESEARCH

¹Galina V. Grishina*, ¹Daria V. Lastochkina, ¹Irina I. Krobinets, ¹Andrey D. Kasyanov,
^{1,2}Stanislav S. Bessmeltsev

¹Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of Federal Medical Biological
Agency, St. Petersburg, Russia

²I.I. Mechnikov Northwest State Medical University, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION. The problem of iron deficiency (ID) among donors is relevant and directly affects the provision of hemocomponents for the blood service. Being at risk for developing iron deficiency, donors are screened before donation, including the study of their hemoglobin level. Moreover, there is no information on the state of iron stores, with the depletion of which iron deficiency anemia develops. In turn, anemia is a contraindication to donation and, consequently, causes medical exemption to donation.

OBJECTIVE. To evaluate change in parameters of iron metabolism and the risk of developing iron deficiency in blood donors and its components in the age group of 18 to 25 years.

MATERIALS AND METHODS. The study applied morphological, biochemical and statistical research methods. To achieve this objective, there was a comprehensive analysis of hemogram results and biochemical analysis of blood serum, reflecting iron metabolism in 50 young blood donors and its components, including the assessment of the risk for early iron deficiency development.

RESULTS. The article presents data of own studies regarding iron metabolism in blood donors and its components in the age group of 18 to 25 years. There is a fairly high percentage of developing iron deficiency for persons, belonging to risk groups. The study has shown a decrease in the ferritin level below reference values in 45,8 % of young male donors and 76,9 % – in female donors, which indicates the presence of iron deficiency. Such a high incidence of ID in donors of the age group up to 25 years raises the question about the need for developing the prevention of iron deficiency.

DISCUSSION. Own examination of young donors' blood and its components and analysis of literature data have determined quite a high percentage of developing iron deficiency in groups at risk, including young donors, that demonstrates the feasibility of applying new approaches to the current standards of donor's laboratory examination at the level of the blood transfusion department with the prospect of further increase in the volume of donor's laboratory examinations before donation.

CONCLUSION. A significant part of examined young donors had signs of iron deficiency and was at risk of developing anemia. With increased donor experience the incidence of iron deficiency rises, making it necessary to develop the system of preventing and correcting iron metabolism disorders in order to preserve the donor contingent's health.

KEYWORDS: marine medicine, donor, iron deficiency, risk, ferritin, transport iron

Введение. Донорство крови является неотъемлемой частью современной медицины. Гемотрансфузии широко применяются в стационарных лечебных учреждениях, что обеспечивает результаты лечения различных заболеваний и травм. С увеличением объемов оказания высокотехнологичной медицинской помощи неизбежно увеличивается потребность в трансфузиях, что приводит к повышению объемов заготовки компонентов крови. Однако необходимо учитывать, что донорский контингент находится в группе риска по развитию дефицита железа (ДЖ). В публикациях, связанных с железodefицитом, специалисты службы крови ведущих стран мира все больше внимания уделяют молодым донорам. В Российской Федерации только гражданин, достигший возраста 18 лет, прошедший специальное медицинское обследование и не имеющий противопоказаний к донорству крови и ее компонентов, может

стать донором. В некоторых странах национальное законодательство позволяет сдавать кровь с 16 лет при условии, что доноры крови соответствуют требуемым физическим и гематологическим критериям и дали надлежащее согласие. С 2006 г. в США снизили минимальный возраст для донорства, чтобы позволить большему числу старшеклассников сдавать кровь. В настоящее время от 10 % до 15 % запасов крови в США забирается у 16–17-летних, хотя они составляют менее 3 % населения страны. Нарастающий железodefицит рано или поздно приводит к развитию анемии, которая является одной из основных причин временного отвода донора. По данным В. R Spencer и соавт., при первичном тестировании на ферритин планирующих сдать кровь подростков, уровень ниже 12 мкг/л отмечался у 1 % мужчин и 18 % женщин. При этом отсутствие запасов железа выявляли у 8 % мужчин и 33 % женщин [1].

Доноры-подростки более восприимчивы к ДЖ, влияющего на развитие нейрокогнитивных функций [2].

R. R. Vassallo и соавт. [3] провели тестирование на ферритин у 110 417 подростков, что составило 10,5 % от всех донаций. Показатель отсутствия запасов железа (ферритин менее 12 мкг/л) составил 9,0 % (1,9 % мужчин; 15,9 % женщин), а эритропоза с ДЖ (ферритин менее 26 мкг/л) – 31,9 % (12,4 % мужчин, 50,6 % женщин).

Несмотря на то что рабочей группой AABB (Association for the Advancement of Blood & Biotherapies с 2021 г., до 2021 – American Association of Blood Banks) были оспорены негативные последствия железодефицита для интеллекта подростков, появились рекомендации о необходимости донаций крови донорам 16–18 лет не более одного раза в год [2, 4, 5].

Дефицит железа является распространенным состоянием, затрагивая 25–35 % доноров крови. Согласно представленным показателям работы службы крови, более 550 тыс. молодых людей в России в возрасте от 18 до 35 лет ежегодно сдают кровь и ее компоненты [6]. Необходима диагностика скрытого ДЖ для предотвращения развития железодефицитной анемии, которая в свою очередь способствует увеличению случаев медицинских отводов доноров от донаций.

Цель. Оценить изменения параметров обмена железа и риск развития железодефицита у доноров крови и ее компонентов в возрастной группе от 18 до 25 лет.

Материалы и методы. В исследование включено 50 доноров крови и ее компонентов в возрастной категории от 18 до 25 лет (24 донора мужского и 26 – женского пола, что составило 22,7 % обследованных доноров). Комплектование и обследование доноров проводили в соответствии с требованиями нормативных документов. Критерии включения: возраст донора старше 18 лет; вес – более 50 кг; готовность подписать форму информированного согласия (ФИС); а также отказ от участия в других клинических исследованиях. Критерием исключения из исследования являлись доноры, имеющие временные или постоянные противопоказания к донорству крови, установленные в день предполагаемой донации согласно приказу МЗ РФ от 28.10.2020 31166н. В работе были применены гематологические, биохимические и статистические методы исследования. Лабо-

раторные тесты выполнены с использованием медицинских изделий, зарегистрированных в установленном порядке. Определены параметры гемограммы: количество эритроцитов, уровень гемоглобина (HGB), эритроцитарные индексы MCV, MCH. Для оценки запасов железа и выявления его скрытого дефицита у доноров исследовали сывороточный ферритин (СФ) иммунотурбидиметрическим методом. Анализ транспортного железа проводили на основании определения сывороточного железа, трансферрина, общей и ненасыщенной железосвязывающей способности сыворотки крови (ОЖСС) и расчетного показателя – коэффициента насыщения трансферрина железом. Исследования осуществляли на автоматическом биохимическом анализаторе Cobas Integra 400 plus (Roche Diagnostics). На автоматическом иммунохимическом анализаторе Beckman Coulter LH Series иммуноферментным методом определяли растворимые трансферриновые рецепторы. Исследуемая выборка была разделена на 2 группы в зависимости от наличия ДЖ, определяемого по уровню СФ менее 30 мкг/л. Группа с нормальным уровнем СФ (> 30 мкг/л) включала 19 доноров, возрастная медиана составила – 22,5 года. Самому молодому донору исполнилось 19 лет. Во вторую группу со сниженным уровнем СФ (< 30 мкг/л) входил 31 донор, медиана возраста – 22,0 года. Самому молодому донору в этой выборке – 18 лет.

Сравнительный анализ проведен с использованием программы SPSS 24.0 (Dell; USA). Данные представлены в виде медианы (Me) и межквартильного интервала (Q1–Q3). Значимость различий параметров между группами оценивали с помощью непараметрической статистики (критерий Манна–Уитни), а внутригрупповые различия – с помощью критерия Уилкоксона. Статистически значимыми различия считались при условии, что вероятность ошибки составляла не более 0,05 ($p < 0,05$).

Результаты. Параметры метаболизма железа исследованы у 50 доноров крови и ее компонентов в возрасте от 18 до 25 лет. Основные характеристики донорских кадров представлены в табл. 1.

Установлено, что данные гемограммы у всех доноров практически не отличались от референтных значений. Однако анализ полученных результатов выявил, что, хотя средние параметры гемограммы обследованных доноров

не выходили за пределы референтного диапазона, пограничные уровни гематокрита выявлены у 1 донора мужского и 8 доноров женского пола (30,8 %). Пограничные уровни гемоглобина установлены у 1 донора мужчины и 10 доноров женщин (38,5 %). Дефицит железа может быть выявлен при нормальном уровне гемоглобина и даже при повышенных его значениях. Гемоглобин у нижней границы нормы и пороговые значения СФ (30 мкг/л у доноров – мужчин и 20 мкг/л у женщин) являлись критериями риска развития железодефицитного состояния. Тестирование концентрации СФ в настоящее время позволяет адекватно проводить динамический контроль запасов железа у доноров крови и ее компонентов [7, 8].

При оценке интенсивности изменений показателей запасного и транспортного железа были проанализированы отклонения от референтных величин. Показателем ДЖ считали уровень СФ от 20 до 30 мкг/л, показателем истощения запасов железа — концентрацию СФ ниже 20 мкг/л. Показатели ферритина, характеризующие значительное снижение запасов железа в организме с ферритинемией, ≤ 15 мкг/л выявлены у 4 доноров мужчин (16,7 %) и 10 доноров женщин (38,5 %). Пограничный гемоглобин в сочетании со снижением уровня ферритина как один из критериев риска развития железодефицита отмечали у 11 человек (22 %). Значения изучаемых параметров обмена железа представлены в табл. 2.

Результаты исследования демонстрируют высокую частоту ДЖ у доноров, имеющих одну и более донаций в год. Параметры сывороточного железа и коэффициента насыщения трансферрина не являлись диагностически значимыми в исследуемой выборке. Анализ содержания сывороточного железа у доноров

женского пола без ДЖ выявил у 4 доноров увеличение его уровня. Отклонение значений от референтного интервала (10,6–28,3 мкмоль/л), вероятно, объясняется колебанием его уровня в организме, связанным с приемом пищи, а также ее составом. Исследование обмена железа у доноров женского пола показало, что коэффициент насыщения трансферрина у 16 человек в обследуемых группах был значительно снижен.

Для оценки феррокинетики на клеточном уровне проведено исследование содержания растворимых рецепторов трансферрина, которые являются ранними информативными дифференциальными показателями, не зависящими от возраста, пола, наличия воспалительных реакций и инфекции.

В группе доноров мужского пола наблюдалось увеличение экспрессии рТФР ($4,9 \pm 0,2$ от 2,9 до 7,7 мг/л), однако статистической значимости не выявлено ($p > 0,05$). В свою очередь уровень показателя отличался между группами у доноров с ДЖ и без ДЖ ($p < 0,05$). При этом у доноров с выявленным железодефицитным состоянием параметры трансферрина и насыщенная железосвязывающая способность сыворотки находились на том же уровне, что и среди доноров без ДЖ ($p > 0,05$).

В целом в исследуемой группе из 50 доноров выявлен 31 (62 %) донор с латентным ДЖ. При этом частота ДЖ среди доноров женского пола была значимо выше в сравнении с уровнем железодефицита среди доноров мужчин и составила 76,9 % против 45,8 % ($p < 0,05$). Высокая частота развития железодефицита у доноров женщин позволяет сделать вывод о том, что женский пол является фактором риска его развития в группе обследованных молодых доноров. Частота латентного ДЖ у доноров возрастной группы от 18 до 25 лет представлена на рис. 1.

Таблица 1

Характеристики донорских кадров возрастной категории от 18 до 25 лет

Table 1

Characteristics of donor personnel in the age category from 18 to 25 years

Донорские кадры	Возраст, годы (M \pm SD)	Длительность донорства, годы	Количество донаций в год (M \pm SD)	Число доноров в группе, абс. (%)
Женщины	21,92 \pm 0,19	1,44 \pm 0,19	1,70 \pm 0,10	24 (48 %)
Мужчины	22,58 \pm 0,16	1,54 \pm 0,10	2,38 \pm 0,16	26 (52 %)
Всего	22,18 \pm 0,19	от 0 до 7	от 1 до 6	50 (100 %)

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности комплексного изучения обмена железа у молодых доноров крови и (или) ее компонентов для предотвращения риска развития у них железодефицита. Столь высокая частота встречаемости ДЖ у доноров этой группы поднимает вопрос о необходимости разработки персонализированных профилактических мероприятий молодым донорам с началом донорского стажа. Наличие признаков ДЖ может служить основанием для профилактических мер и, при необходимости, увеличения промежутков между донациями, что будет способствовать сохранению донороспособности.

Эффективными мероприятиями профилактики ДЖ являются:

- увеличение длительности интервалов между донациями крови и/или ограничение количества донаций в 12-месячный период;

- предоставление донорам образовательных материалов, включающих информацию о рисках развития железодефицита в результате донации крови;

- измерение СФ для обоснованного включения препаратов или пищевых добавок железа с целью компенсации утраченного запаса его при донации.

Обсуждение. Многочисленные донации способствуют истощению запасов железа, но уро-

вень гемоглобина может оставаться в пределах нормальных значений еще длительный период, что не позволяет диагностировать ДЖ. Средняя нагрузка на каждого донора составила почти 3 донации крови за год. Интенсивность донаций и женский пол являются наиболее сильными независимыми предикторами ДЖ. Следует учитывать, что есть оптимальный уровень СФ для здорового человека (для женщин в среднем > 50 мкг/л). Снижение уровня СФ менее 30 мкг/л в крови при нормальных показателях клинического анализа крови говорит об истощении депо железа и рекомендуемой профилактике.

Исследования последних лет показали, что современная диагностика ДЖ достаточно разнообразна. Немаловажным остается вопрос об использовании результативных лабораторных методов исследования для своевременного выявления железодефицита и его коррекции [8–11]. Помимо стандартных показателей, таких как уровень гемоглобина, гематокрит и количество эритроцитов, появились новые показатели гематологического анализатора, включающие в себя параметры эритроцитов (фактор микроцитарной анемии – MAF, LHD, фактор размера эритроцитов – RSF), которые расширили ранее известные расчетные параметры эритроцитов MCV. В перечень ди-

Таблица 2

Динамика показателей метаболизма железа у молодых доноров: Me (Q1;Q3)

Table 2

Dynamics of iron metabolism parameters in young donors: Me (Q1;Q3)

Показатель	Доноры с дефицитом железа		Доноры без дефицита железа	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Уровень гемоглобина, г/л	141,8 ± 0,7 (111;147)	125,2 ± 1,1 (119;125)	150,4 ± 1,8 (139;163)	139,9 ± 0,7* (126;144)
Сывороточный ферритин, мкг/л	19,2 ± 0,9	15,3 ± 1,3	99,1 ± 12,3* p=0,007	37,7 ± 0,5*
Сывороточное железо, мкмоль/л	15,8 ± 0,7	15,6 ± 1,1	20,4 ± 1,8	23,9 ± 0,8 *
Общая и ненасыщенная железосвязывающая способность сыворотки крови, мкмоль/л	69,9 ± 1,0	70,1 ± 2,1*	59,9 ± 1,6	61,3 ± 0,4
Коэффициент насыщения трансферрина, %	20,9 ± 0,9	22,5 ± 3,1	31,0 ± 2,5	36,4 ± 1,2 *
Растворимые трансферриновые рецепторы, мг/л	4,9 ± 0,2* (2,9;7,7)	4,2 ± 0,1 (2,8;6,6)	3,4 ± 0,2 (2,4;4,5)	2,97 ± 0,05* (2,3;3,2) p=0,003

Примечание: * – $p < 0,05$ между группами доноров с имеющимся дефицитом железа и без дефицита железа

Note: * – $p < 0.05$ between groups of donors with iron deficiency and without iron deficiency



Рис. 1. Частота латентного дефицита железа у молодых доноров крови
Fig. 1. Frequency of latent iron deficiency in young blood donors

агностических возможностей также входит определение числа ретикулоцитов [9]. Использование биохимических маркеров обмена железа для диагностики железодефицитного состояния у доноров зачастую представляется возможным при быстром анализе показателей гемограммы и обмена железа и сокращении финансовых затрат на анализ.

По результатам собственного обследования молодых доноров крови и ее компонентов и анализу данных литературы установлен достаточно высокий процент развития железодефицитного состояния у лиц, относящихся к группам риска [1–4, 8], что свидетельствует о целесообразности применения новых подходов к имеющимся стандартам лабораторного обследования донора на уровне отделения переливания крови с перспективой дальнейшего расширения объема лабораторных обследований донора перед донацией.

Учитывая актуальность проблемы ДЖ у доноров наряду с оценкой уровня гемоглобина, внедрение в широкую практику донорства исследования СФ не менее одного раза в год имеет большое профилактическое значение.

Заключение. Железодефицитное состояние является серьезной угрозой для донорского потенциала. При раннем выявлении риска развития железодефицита у молодых доноров необходимо применение медицинских отводов от донаций. Профилактика железодефицитного состояния должна проводиться при наличии скрытых признаков ДЖ либо факторов риска для ее развития. Современные терапевтические подходы способны существенно корректировать и нормализовывать обмен железа, но для этого необходимо выполнять как скрининговые исследования в группах, склонных к патологии обмена железа, так и персонализированные лабораторные исследования пациентов с клинически выраженной патологией. Оптимизация тактики ведения доноров крови и ее компонентов с использованием критериев риска раннего развития железодефицита у доноров позволит внедрить стратегию выявления доноров с латентным ДЖ с последующими рекомендациями о дополнительном обследовании здоровья доноров и профилактике железодефицита, направленных на поддержание донорского потенциала и обеспечение гемокомпонентами службы крови.

Сведения об авторах

Гришина Галина Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник НИЛ гемотрансфузионных технологий; Российский НИИ гематологии и трансфузиологии ФМБА; 191024, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 16; ORCID: 0000-0003-4842-2504; e-mail: reger201309@mail.ru

Ласточкина Дарья Вячеславовна – младший научный сотрудник НИЛ гемотрансфузионных технологий; Российский НИИ гематологии и трансфузиологии ФМБА; 191024, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 16; ORCID: 0000-0002-2727-1092; e-mail: bloodscience@mail.ru

Кробинец Ирина Ивановна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник НИЛ гемотрансфузионных технологий; Российский НИИ гематологии и трансфузиологии ФМБА; 191024, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 16; ORCID: 0000-0002-6404-2387; e-mail: transfusion_spb@mail.ru

Касьянов Андрей Дмитриевич – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник НИЛ гемотрансфузионных технологий; Российский НИИ гематологии и трансфузиологии ФМБА; 191024, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 16; ORCID: 0000-0002-3597-664X; e-mail: bloodscience@mail.ru

Бессмельцев Станислав Семенович – заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, руководитель научных исследований Российский НИИ гематологии и трансфузиологии ФМБА; 191024, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 16; ORCID: 0000-0002-6013-2422; e-mail: bessmeltsev@yandex.ru

Author information

Galina V. Grishina – Cand. of Sci. (Biol.), senior researcher at the Research Laboratory of Blood Transfusion Technologies; Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of the Federal Medical and Biological Agency; 191024, St. Petersburg, 2nd Sovetskaya Str., 16; ORCID: 0000-0003-4842-2504; e-mail: reger201309@mail.ru

Daria V. Lastochkina – Junior Researcher, Research Laboratory of Blood Transfusion Technologies; Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of the Federal Medical and Biological Agency; 191024, St. Petersburg, 2nd Sovetskaya Str., 16; ORCID: 0000-0002-2727-1092; e-mail: bloodscience@mail.ru

Irina I. Krobinets – Dr. of Sci. (Biol.), leading researcher at the Research Laboratory of Blood Transfusion Technologies; Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of the Federal Medical and Biological Agency; 191024, St. Petersburg, 2nd Sovetskaya Str., 16; ORCID: 0000-0002-6404-2387; e-mail: transfusion_spb@mail.ru

Andrey D. Kasyanov – Cand. of Sci. (Med.), leading Researcher, Research Laboratory of Blood Transfusion Technologies; Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of the Federal Medical and Biological Agency; 191024, St. Petersburg, 2nd Sovetskaya Str., 16; ORCID: 0000-0002-3597-664X; e-mail: bloodscience@mail.ru

Stanislav S. Bessmeltsev – Honored Worker of the Russian Federation, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of Scientific Research, Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of the Federal Medical and Biological Agency; 191024, St. Petersburg, 2nd Sovetskaya Str., 16; ORCID: 0000-0002-6013-2422; e-mail: bessmeltsev@yandex.ru

Вклад авторов: Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и дизайн – Г. В. Гришина, Д. В. Ласточкина, И. И. Кробинет; статистическая обработка материала – Г. В. Гришина, Д. В. Ласточкина; подготовка рукописи – Г. В. Гришина, А. Д. Касьянов, С. С. Бессмельцев.

Author contributions: All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: GVG, DVL, ИК концепт и дизайн; GVG, DVL statistical processing of the material; GVG, ADK, SSB preparation of the manuscript.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ РосНИИГТ ФМБА России (протокол № 61 от 22 декабря 2022 года); все участники исследования – доноры подписали добровольное информированное согласие на забор образцов крови и дальнейший анализ.

Compliance with ethical standards: the study was approved by the ethics committee of the Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of the Federal Medico-Biological Agency of Russia (Minutes No. 61 of December 22, 2022); all study participants-donors signed a voluntary informed consent for blood sampling and further analysis.

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Финансирование: Работа выполнена в рамках НИР по Гос. заданию. № 122040100057–8

Funding: The work was carried out within the framework of research and development work under State assignment No. 122040100057–8

Поступила/Received: 24.09.2024

Принята к печати/Accepted: 15.12.2024

Опубликована/Published: 30.12.2024

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Spencer B. R., Bialkowski W., Creel D. V., Cable R. G., Kiss J. E., Stone M., et al. Elevated risk for iron depletion in high-school age blood donors. *Transfusion*, 2019, Vol. 59, No. 5, pp. 1706–1716. doi: 10.1111/trf.15133.
- Mast A. E. Reducing Iron Deficiency in Teen-Aged Blood Donors. *Pediatrics*, 2020, Vol. 146, No. 1, e. 20201318. doi: 10.1542/peds.2020-1318.
- Vassallo R. R., Bravo M. D., Kamel H. Ferritin testing to characterize and address iron deficiency in young donors. *Transfusion*, 2018, Vol. 58, No 12, pp. 2861–2867. doi: 10.1111/trf.14921.
- Sayers M. H. Iron supplementation? Ferritin screening? Why questions persist. *Transfusion*, 2019, Vol. 59, No. 5, pp. 1616–1619. doi: 10.1111/trf.15303.
- Szczepiorkowski Z., Hopkins T. Updated Strategies to Limit or Prevent Iron Deficiency in Blood Donors. *AABB Association Bulletin*, 2017, No. 17–02. pp 12.

6. Гапонова Т. В., Капранов Н. М., Тихомиров Д. С., Булгаков А. В., Одиноченко Ю. А., Шайдурова К. В. и др. Характеристика основных тенденций в работе службы крови Российской Федерации в 2016–2020 годах // *Гематология и трансфузиология*. 2022. Т. 67, № 3. С. 388–397 [Gaponova T. V., Kapranov N. M., Tikhomirov D. S., Bulgakov A. V., Odinochenko Yu. A., Shaidurova K. V., et al. Characteristics of the main trends in the work of the blood service of the Russian Federation in 2016–2020. *Hematology and Transfusiology*, 2022, Vol. 67, No. 3, pp. 388–397. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.35754/0234-5730-2022-67-3-388-397>
7. Садовничук М. Д., Скоробогатова А. С. Оценка элементарного статуса периферической крови женщин в зависимости от возраста // *Актуальные вопросы биологической физики и химии*. 2021. Т. 6, № 3. С. 434–438 [Sadovnichuk M. D., Skorobogatova A. S. Assessment of the elementary status of peripheral blood in women depending on age. *Actual issues of biological physics and chemistry*, 2021, Vol. 6, No. 3, pp. 434–438. (In Russ.)].
8. Гришина Г. В., Кробинец И. И., Касьянов А. Д., Сидоркевич С. В. Выявление и профилактика железодефицитного состояния у доноров крови (компонентов крови) // *Медицина экстремальных ситуаций*. 2023. Т. 25, № 4. С. 168–173 [Grishina G. V., Krobinets I. I., Kasyanov A. D., Sidorkevich S. V. Detection and prevention of iron deficiency in blood donors (blood components). *Medicine of extreme situations*, 2023, Vol. 25, No. 4, pp. 168–173 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.47183/mes.2023.055>
9. Suria N., Kaur R., Mittal K., Palta A., Sood T., Kaur P., Kaur G. Utility of reticulocyte haemoglobin content and immature reticulocyte fraction in early diagnosis of latent iron deficiency in whole blood donors. *Vox Sang*, 2022, Vol. 117, No. 4, pp. 495–503. doi: 10.1111/vox.13216.
10. Sweegers M. G., Zalpuri S., Quee F. A., et al. Ferritin measurement in Donors-Effectiveness of iron Monitoring to diminish iron deficiency and low haemoglobin in whole blood donors (FIND'EM): study protocol for a stepped wedge cluster randomised trial. *Trials*, 2020, Vol. 21, No. 1, pp. 823. doi: 10.1186/s13063-020-04648-w.
11. Pehlic V., Volken T., Holbroet A., et al. Long-Term Course of Haemoglobin and Ferritin Values in High-Frequency Donors of Whole Blood and Double Erythrocyte Apheresis. *Transfus. Med. Hemother*, 2021, Vol. 48, No. 2, pp. 71–78. doi: 10.1159/000509026.