

РИСК РАЗВИТИЯ ЛАТЕНТНОГО ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТА У ДОНОРОВ КРОВИ (КОМПОНЕНТОВ КРОВИ): ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

¹Г. В. Гришина*, ¹Д. В. Ласточкина, ^{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. Доноры, являясь группой риска по развитию железодефицита, проходят обследование перед донацией, включающее исследование уровня гемоглобина, но его содержание не отражает состояние запасов железа, при истощении которых развивается железодефицитная анемия. По сути своей железодефицитная анемия – это полиэтиологичное заболевание, в основе которого лежит дефицит железа в организме, обусловленный нарушением поступления, усвоения или повышенных потерь этого микроэлемента. Учитывая, что развитию железодефицитной анемии предшествует период латентного железодефицита, лабораторными критериями которого служат снижение эритроцитарных индексов, сывороточного ферритина, сывороточного железа, уменьшение насыщения трансферрином железа и при этом – повышение сывороточного трансферрина, растворимых рецепторов трансферрина, его своевременное выявление требует активных мероприятий.

ЦЕЛЬ. Оценить риск развития железодефицита у доноров крови и (или) ее компонентов в возрастной группе от 18 до 65 лет.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В работе использованы биохимические и статистические методы исследования. Для достижения поставленной цели проведены комплексный анализ результатов гемограммы и биохимический анализ сыворотки крови, отражающий метаболизм железа у 174 доноров крови и ее компонентов. Дана оценка риска раннего развития железодефицита у доноров.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В статье приведены данные собственных исследований метаболизма железа у доноров крови и ее компонентов возрастной группы от 18 до 65 лет (медиана – 35 лет). Гемоглобин у нижней границы нормы и пороговые значения сывороточного ферритина (30 мкг/л у доноров-мужчин и 20 мкг/л – у женщин) являлись критериями риска развития железодефицитного состояния. В группу риска развития железодефицитного состояния среди мужчин входили доноры, сдающие кровь более 3 раз в течение 12 мес или имевшие в сумме более десяти донаций, и доноры, имеющие уровень гемоглобина у нижней границы нормы. В группу риска среди женщин входили доноры, сдающие кровь более 2 раз в течение 12 мес или имевшие в сумме от двух до шести донаций. У них необходимо учитывать уровень ферритина, а при снижении ниже референтных значений расценивать это как латентный дефицит железа. Выявленное уменьшение концентрации сывороточного ферритина уже после второй донации крови у доноров-женщин с последующим его значимым снижением ниже референтного диапазона и к десятой донации у мужчин служит основанием для определения ферритина при обследовании доноров.

ОБСУЖДЕНИЕ. По анализу результатов обследования 174 доноров установлен достаточно высокий процент развития железодефицитного состояния у лиц, относящихся к группам риска, что говорит 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. При допуске к участию в донорстве следует ориентироваться не только на показатели гемоглобина, но и на лабораторное обследование доноров с определением тканевых запасов железа.

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

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, донор, железодефицит, риск, ферритин, транспортное железо

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

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

© Авторы, 2025. 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 CC BY-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>

Для цитирования: Гришина Г. В., Ласточкина Д. В., Бессмельцев С. С. Риск развития латентного железодефицита у доноров крови (компонентов крови): оригинальная статья // *Морская медицина*. 2025. Т. 11, № 4. С. 49–59, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-4-49-59>; EDN: <https://elibrary.ru/GADMLD>

For citation: Grishina G. V., Lastochkina D. V., Bessmeltsev S. S. Risk of developing latent iron deficiency in blood (blood component) donors: original article // *Marine Medicine*. 2025. Vol. 11, No. 4. P. 49–59, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-4-49-59>; EDN: <https://elibrary.ru/GADMLD>

RISK OF DEVELOPING LATENT IRON DEFICIENCY IN BLOOD (BLOOD COMPONENT) DONORS: ORIGINAL ARTICLE

¹Galina V. Grishina*, ¹Daria V. Lastochkina, ^{1,2}Stanislav S. Bessmeltsev

¹Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of the Federal Medical and Biological Agency, Saint Petersburg, Russia

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

INTRODUCTION. Donors, being at risk for developing iron deficiency, undergo pre-donation screening, including hemoglobin testing. However, hemoglobin levels do not reflect the state of iron stores, and depletion of these stores causes iron deficiency anemia. Iron deficiency anemia is a polyetiologic disorder characterized by iron deficiency in the body, caused by impaired intake, absorption, or increased losses of this micronutrient. Given that the development of iron deficiency anemia is preceded by a period of latent iron deficiency, the laboratory criteria for which include decreased red blood cell indices, serum ferritin, serum iron, decreased transferrin saturation, and an increase in serum transferrin and soluble transferrin receptors, its timely detection requires proactive measures.

OBJECTIVE. To assess the risk of developing iron deficiency in donors of blood and/or its components in the age group from 18 to 65 years.

MATERIALS AND METHODS. The study used biochemical and statistical research methods. To achieve this goal, a comprehensive analysis of hemogram results and serum biochemistry reflecting iron metabolism in 174 donors of blood and its components was conducted. An assessment of the risk of early iron deficiency in donors was provided.

RESULTS. This article presents data from our own studies of iron metabolism in blood and blood component donors aged 18 to 65 years (median age 35 years). Hemoglobin levels at the lower limit of normal and serum ferritin thresholds (30 µg/L for male donors and 20 µg/L for female donors) were used as criteria for the risk of developing iron deficiency. Among men, those at risk for developing iron deficiency included donors who donated blood more than three times within 12 months or had a total of more than ten donations, and donors with hemoglobin levels at the lower limit of normal. Among women, those at risk included donors who donated blood more than twice within 12 months or had a total of two to six donations. In these women, ferritin levels should be monitored, and a decrease below reference values should be considered latent iron deficiency. The observed decrease in serum ferritin concentration after the second blood donation in female donors, followed by a significant decrease below the reference range and by the tenth donation in men, serves as the basis for determining ferritin during donor examination.

DISCUSSION. An analysis of the results of testing 174 donors revealed a relatively high incidence of iron deficiency in individuals at risk, suggesting the feasibility of implementing new approaches to existing donor laboratory testing standards at the blood transfusion department level, with the potential for further expansion of pre-donation laboratory testing. When assessing donors for donation, consideration should be given not only to hemoglobin levels, but also to laboratory testing of donors to determine tissue iron stores.

CONCLUSION. A significant proportion of the examined donors showed signs of iron deficiency and were at risk for developing anemia. As donor experience increases, the incidence of iron deficiency in the examined donor group increases, necessitating the development of a system for the prevention and correction of iron metabolism disorders to preserve donor health.

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

Введение. Железодефицитная анемия (ЖДА) является частым приобретенным заболеванием, обусловленным снижением содержания железа в сыворотке крови, костном мозге и депо, приводящим к нарушению трофики тканей, образования гемоглобина и эритроцитов с развитием микроцитарной гипохромной анемии. Изменение показателей обмена железа приводит к разви-

тию латентного дефицита железа (ЛЖД), а при повторных донациях может возникнуть и ЖДА.

Ведение доноров должно быть организовано в соответствии с высокими стандартами медицинской помощи и заботы об их здоровье. Основным условием участия в донорстве является отсутствие определенных медицинских противопоказаний для сдачи крови и (или) ее

компонентов. Согласно нормативным документам, стандартная доза при однократной донации крови равна 450 ± 50 мл, что составляет около 10 % от объема циркулирующей крови взрослого человека. При однократной кроводаче это соответствует потере 200–250 мг железа. В то же время с суточным рационом пищи в пищеварительный тракт поступает 15–20 мг железа, но всасывается в кишечнике не более 2–3 мг [1]. Следовательно, для восполнения потери железа требуется около 90–120 дней. Интервал между донациями, согласно действующим нормативным документам, составляет 60 дней, но для восполнения дефицита железа, возникшего после однократной донации, как правило, требуется намного больше времени.

Определяемый у донора перед донацией уровень гемоглобина не является достаточно информативным предиктором дефицита железа, так как его содержание снижается ниже референтных значений лишь когда развивается железодефицитная анемия, что является уже поздним проявлением железодефицита [2, 3]. Служба крови Российской Федерации в своей работе старается поддерживать на должном уровне состав донорского контингента. Активно привлекает новых доноров, делая основной упор на постоянных доноров, регулярно сдающих кровь и (или) ее компоненты, так как эти доноры являются наиболее дисциплинированными, безопасными в плане отсутствия инфекционных заболеваний и надежными, готовыми при необходимости всегда прийти по вызову на донацию. Именно эта категория доноров, регулярно сдающих кровь и (или) ее компоненты, наиболее уязвима в плане развития ЛЖД.

Риск развития железодефицита возможен у доноров крови и (или) ее компонентов, постоянно сдающих кровь в течение многих лет. При начальной стадии ЛЖД истощаются тканевые запасы железа в организме, но еще отсутствуют глубокие нарушения эритропоэза, что и объясняет отсутствие анемического синдрома. Лабораторные изменения при ЛЖД характеризуются лишь особенностями, типичными для железодефицита, но не сопровождаются признаками анемии. Поскольку клинические признаки ЛЖД неспецифичны, а анемический синдром на ранних стадиях железодефицита отсутствует, то в подавляющем большинстве случаев ЛЖД не диагностируется. Латентный дефицит железа характеризуется истощением

тканевых запасов железа при нормальной величине транспортного железа и гемоглобина. В связи с этим к донорству могут быть допущены лица, имеющие тканевой дефицит железа. Результаты проведенных обследований доноров в Российском научно-исследовательском институте гематологии и трансфузиологии Федерального медико-биологического агентства [4] обосновывают необходимость включения показателей обмена железа в обязательное лабораторное обследование доноров крови и (или) ее компонентов с целью обеспечения безопасности донаций для здоровья доноров и сохранения донорского потенциала. На сегодняшний день в действующих нормативных документах в Российской Федерации отсутствуют рекомендации по определению групп доноров, подверженных риску развития дефицита железа, для сохранения кадров доноров в организациях службы крови.

Цель. Оценить риск развития железодефицита у доноров крови и (или) ее компонентов в возрастной группе от 18 до 65 лет.

Материалы и методы. В исследование включены 174 (78 %) (101 мужчина и 73 женщины) донора крови и ее компонентов в возрасте от 18 до 65 лет. Комплектование и обследование доноров проводили в соответствии с требованиями нормативных документов.

Критерии включения: возраст донора старше 18 лет, масса тела 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 № 1166н. В работе применяли гематологические, биохимические и статистические методы исследования. Лабораторные тесты выполнены с использованием медицинских изделий, зарегистрированных в установленном порядке. Были 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 (СЖ), трансферрина (СТ), общей и ненасыщенной железосвязывающей способности сыворотки крови (ОЖСС) и расчетного показателя – коэффициента насыщения трансферрина железом. Исследования проводили на автоматическом биохимическом анализаторе Cobas Integra 400 plus (Roche Diagnostics, Швейцария). На автоматическом иммунохимическом анализаторе (Beckman Coulter LH Series, США) иммуноферментным методом определяли растворимые трансферриновые рецепторы (pТФР). Обследованных доноров были разделены на 6 групп в зависимости от вида и частоты донаций, пола и возраста. Доноры, впервые пришедшие на донорский пункт и никогда ранее не участвовавшие в донациях, составили 1-ю группу. Во 2-ю группу вошли доноры, которые сдавали кровь 1–2 раза в объеме 450 ± 50 мл. Активные доноры со стажем 3 и 4 года соответственно представляли 3-ю и 4-ю группы. Из доноров со смешанным видом донаций сформирована 5-я группа, а 6-я – преимущественно участвующие в процедуре тромбоцитозфереза.

При допуске к участию в донорстве следует ориентироваться не столько на показатели концентрации гемоглобина и количества эритроцитов, сколько на содержание ферритина (табл. 1, 2).

Сравнительный анализ проведен с использованием программы SPSS 24.0 (Dell, США). Данные представлены в виде медианы (Me) и межквартильного интервала (Q1–Q3). Зна-

чимость различий параметров между группами определяли с помощью непараметрической статистики (критерий Манна–Уитни). Внутригрупповые различия оценивали с помощью критерия Уилкоксона. Статистически значимыми различия считались при условии, что вероятность ошибки составляла не более 0,05 ($p < 0,05$). Выделенные жирным шрифтом цифры в таблицах – значения, приближенные к референтным.

Результаты. Оценен риск раннего развития железодефицита у 174 доноров крови и ее компонентов. Параметры гемограммы, включая количество эритроцитов ($3,7\text{--}5,0 \cdot 10^{12}/\text{л}$) и эритроцитарные индексы MCV ($74,2\text{--}98,0$ фл), MCH ($23,3\text{--}33,3$ пг), у всех доноров практически не отличались от референтных значений. Изучение общего гемоглобина у обследованных активных доноров показало, что значения гемоглобина на уровне нижней границы нормы было у 17,4 % всех обследованных доноров, тогда как среди первичных доноров данный показатель на уровне нижней границы нормы был только у 2,1 %, что указывает на прямое влияние частых кроводач на гематологический статус доноров. При оценке интенсивности изменений показателей запаса и транспортного железа были проанализированы 228 отклонений от референтного диапазона. Среди 101 обследованного донора-мужчины снижение уровня ферритина ниже референтных значений выявлено у 39 (38,6 %). Из 73 обследованных женщин низкий уровень ферритина установлен у 32 (43,8 %).

Таблица 1

Критерии наличия латентного дефицита железа

Table 1

Criteria for the presence of latent iron deficiency

Показатель	Диапазон референтных значений	Латентный дефицит железа
Гемоглобин, г/л:		
мужчины	130–165	≥ 130
женщины	120–160	≥ 120
Железо сыворотки крови, мкмоль/л:		
мужчины	9,5–30,1	$< 10,0$
женщины	8,8–27,2	$< 10,0$
ОЖСС, мкмоль/л	44,7–71,6	$> 71,0$
Ферритин, нг/мл:		
мужчины	30–350	< 30
женщины	20–250	< 20
НТЖ, %	20,0–50,0	< 20

Таблица 2

Метод оценки развития латентного железодефицита

Table 2

Method for assessing the development of latent iron deficiency

Методика исследования	Диагностические критерии
Осмотр донора врачом-трансфузиологом	
Выполнен клинический анализ крови у донора с определением эритроцитарных индексов	Уменьшение среднего объема эритроцита (MCV) и пониженное содержание гемоглобина в эритроците (MCH) [5] Нормальное или пограничное содержание гемоглобина
Исследованы параметры обмена железа: ферритина, трансферрина, общей железосвязывающей способности сыворотки, насыщения трансферрина железом, растворимых рецепторов трансферрина	Незначительно сниженный или находящийся в пределах нормы уровень сывороточного железа крови; снижение ферритина; повышение трансферрина; повышение ОЖСС; снижение НТЖ; повышение sTfR
Проанализирован риск развития латентного железодефицита и даны рекомендации. Рекомендуется информировать доноров крови и (или) компонентов крови о пограничных значениях гемоглобина и низком уровне ферритина с целью укрепления здоровья, уменьшения отсрочки от донорства при сниженном гемоглобине.	

При этом на фоне низкого уровня ферритина снижение коэффициента насыщения трансферрина железом (КНЖТ) выявлено у 21 (20,8 %) мужчины и 15 (20,5 %) женщин, снижение уровня сывороточного железа (СЖ) выявлено у 14 (13,9 %) мужчин и 11 (15,1 %) женщин, а повышение уровней ОЖСС – у 22 мужчин и 19 доноров-женщин, НЖСС и рТфР определены у 9 (8,9 %) мужчин и 6 (8,2 %) женщин. Среди обследованных доноров цифры ферритина ниже референтных значений выявлены практически во всех группах доноров.

1. Группы риска с железодефицитным состоянием у доноров мужского пола

Сравнительный анализ показателей обмена железа у доноров разных групп выявил, что уровень ферритина является наиболее часто изменяемым параметром. Следует учитывать, что есть оптимальный уровень ферритина для здорового человека (в среднем 50–70 нг/мл). Снижение концентрации ферритина у доноров-мужчин менее 30 мкг/л в крови при нормальных показателях клинического анализа крови говорит об истощении депо железа, то есть о ЛДЖ. В табл. 3 представлены результаты обследования 101 донора мужского пола.

Наибольшие изменения в обмене железа выявлены в группе доноров-мужчин, регулярно сдающих кровь в течение 4 и более лет. У 66,6 % доноров этой группы было выявлено снижение

уровня ферритина. Средний показатель ферритина составил 27,37 мкг/л (медиана 18,4), что ниже референтных значений (30,0–400,0 нг/мл), максимальный уровень – 72,0 нг/мл. Среднее количество донаций, приходящееся на одного донора с низким уровнем ферритина в год, составляло 4 при рекомендуемой частоте до 5 кроводач в год у мужчин, при этом самые низкие цифры ферритина были выявлены у донора, сдававшего кровь 5 раз в год на протяжении 11 лет.

При определении влияния количества донаций на развитие железодефицитного состояния у доноров обследованы 4 группы доноров-мужчин. В качестве контроля отобраны первичные доноры, ранее не сдававшие кровь (14 мужчин). Группы сравнения составили доноры после 1–2 донаций (13 мужчин) с количеством кроводач от 3 до 10 (38 мужчин) и более 10 донаций (36 мужчин). Изменения показателей обмена железа, в зависимости от количества донаций, представлены в табл. 4. Исследования показали, что запасы железа с увеличением количества донаций постепенно уменьшаются, что особенно заметно по уровню ферритина у мужчин, где с увеличением донаций этот показатель значительно снижается. Согласно исследованиям, уже после 10 донаций у доноров-мужчин СФ становится значительно ниже референтного диапазона (30,0–400,0 нг/мл).

Таким образом, в группе риска развития железодефицитного состояния среди мужчин

Таблица 3

Изменение показателей обмена железа у доноров-мужчин ($M \pm SD$)

Table 3

Changes in iron metabolism parameters in male donors ($M \pm SD$)

Показатель	Группа доноров						Референ- тный диапазон
	контроль	сдававшие 1–2 раза	регулярно 3 года	регулярно 4 года и больше	смешанные донации	доноры тромбоци- тов	
	$n = 15$	$n = 12$	$n = 9$	$n = 27$	$n = 13$	$n = 25$	
СЖ, мкмоль/л	$20,5 \pm 2,2$ (9,3–40,0)	$20,5 \pm 1,9$ (11,9–33,5)	$13,5 \pm 1,8$ (9,0–24,9)	$20,4 \pm 2,06$ (5,7–62,4)	$21,4 \pm 2,5$ (8,3–39,9)	$21,6 \pm 1,61$ (4,9–36,4)	5,8–34,5
ОЖСС, мкмоль/л	$60,8 \pm 1,8$ (49,6–75,3)	$59,2 \pm 2,3$ (52,2–77,8)	$74,9 \pm 1,9$ (66,3–83,6)	$71,1 \pm 1,7$ (53,7–88,4)	$65,4 \pm 2,2$ (54,4–82,2)	$67,5 \pm 1,65$ (53,9–86,3)	45,3–77,1
НЖСС, мкмоль/л	$40,4 \pm 2,5$ (21,7–57,7)	$38,6 \pm 3,7$ (22,0–64,1)	$61,4 \pm 3,3$ (44,2–73,2)	$50,7 \pm 3,8$ (1,5–76,9)	$43,9 \pm 4,6$ (15,3–73,9)	$45,8 \pm 2,98$ (18,6–77,0)	22,3–70,1
Ферритин, нг/мл	$132,3 \pm 24,5$ (33,3–379,0)	$88,2 \pm 34,0$ (8,5–296,0)	$41,7 \pm 9,9$ (13,0–101,8)	$27,37 \pm 3,02$ (7,2–72,0)	$57,8 \pm 8,9$ (14,8–122,0)	$60,9 \pm 8,77$ (5,8–177,9)	30,0–400,0
Трансфер- рин, г/л	$2,71 \pm 0,08$ (2,15–3,3)	$2,69 \pm 0,1$ (2,3–3,5)	$3,21 \pm 0,2$ (2,1–3,8)	$3,04 \pm 0,2$ (0,1–4,2)	$2,92 \pm 0,11$ (2,4–3,8)	$2,93 \pm 0,08$ (2,3–3,9)	2,0–3,6
КНТЖ, %	$31,4 \pm 3,1$ (13,6–57,1)	$33,8 \pm 3,4$ (15,6–54,5)	$17,8 \pm 2,9$ (10,5–36,0)	$27,4 \pm 3,9$ (6,9–86,3)	$31,9 \pm 4,3$ (10,1–65,2)	$32,1 \pm 3,1$ (6,4–66,2)	16–50 %
HGB, г/л	$154,3 \pm 3,83$ (128–168)	$148,7 \pm 2,8$ (132–164)	$142,9 \pm 4,1$ (130–167)	$146,5 \pm 1,9$ (132–170)	$150,6 \pm 2,3$ (134–163)	$147,7 \pm 1,53$ (128–158)	130–180
Количество донаций	0	1–2	$8,44 \pm 1,01$ (4,0–13,0)	$26,73 \pm 2,5$ (6,0–56,0)	$25,24 \pm 0,87$ (5,0–57,0)	$25,88 \pm 3,3$ (5,0–70,0)	0–70

Таблица 4

Влияние количества донаций на обмен железа у доноров-мужчин ($M \pm SD$)

Table 4

The effect of the number of donations on iron metabolism in male donors ($M \pm SD$)

Группа обследованных доноров-мужчин	СФ (нг/мл)	рТфР (г/л)	НЖСС (мкмоль/л)	ОЖСС (мкмоль/л)
Первичные доноры ($n = 14$)	$142,8 \pm 24,5$ (33,3–379,0)	$2,71 \pm 0,08$ (2,15–3,3)	$40,4 \pm 2,5$ (21,7–57,7)	$60,8 \pm 1,8$ (49,6–75,3)
Доноры с количеством донаций 1–2 ($n = 13$)	$88,2 \pm 34,0$ (8,5–296,0)	$2,69 \pm 0,1$ (2,3–3,5)	$38,6 \pm 3,7$ (22,0–64,1)	$59,2 \pm 2,3$ (52,2–77,8)
Доноры с количеством донаций 3–10 ($n = 38$)	$39,3 \pm 4,2$ (13,0–91,5)	$3,89 \pm 0,4$ (3,3–5,3)	$47,9 \pm 3,5$ (15,3–73,9)	$67,5 \pm 1,7$ (54,4–82,2)
Доноры с количеством донаций более 10 ($n = 36$)	$28,1 \pm 4,4^*$ (7,2–101,8)	$4,19 \pm 0,2^*$ (2,4–6,8)	$54,3 \pm 3,5$ (1,5–76,9)	$72,9 \pm 1,6^*$ (53,7–88,4)

Примечание: * – $p < 0,01$ – значимые различия в сравнении с группой первичных доноров

Note: * – $p < 0.01$ – significant differences compared to the primary donor group

следует считать регулярных доноров, сдающих кровь более 3 раз в течение 12 мес или имевших в сумме более 10 кроводач, и доноров, имеющих уровень гемоглобина у нижней границы нормы. У них необходимо учитывать уровень ферритина, нижний порог нормы которого составляет 30 нг/мл, а при снижении ниже референтных

значений расценивать как латентный дефицит железа [2].

2. Группы риска с железодефицитным состоянием у доноров-женщин

Для профилактики анемии у регулярных доноров имеет большое значение своевременное

Таблица 4

Влияние количества донаций на обмен железа у доноров-мужчин ($M \pm SD$)

Table 4

The effect of the number of donations on iron metabolism in male donors ($M \pm SD$)

Группа обследованных доноров-мужчин	СФ (нг/мл)	рТфР (г/л)	НЖСС (мкмоль/л)	ОЖСС (мкмоль/л)
Первичные доноры (n = 14)	142,8 ± 24,5 (33,3–379,0)	2,71 ± 0,08 (2,15–3,3)	40,4 ± 2,5 (21,7–57,7)	60,8 ± 1,8 (49,6–75,3)
Доноры с количеством донаций 1–2 (n = 13)	88,2 ± 34,0 (8,5–296,0)	2,69 ± 0,1 (2,3–3,5)	38,6 ± 3,7 (22,0–64,1)	59,2 ± 2,3 (52,2–77,8)
Доноры с количеством донаций 3–10 (n = 38)	39,3 ± 4,2 (13,0–91,5)	3,89 ± 0,4 (3,3–5,3)	47,9 ± 3,5 (15,3–73,9)	67,5 ± 1,7 (54,4–82,2)
Доноры с количеством донаций более 10 (n = 36)	28,1 ± 4,4* (7,2–101,8)	4,19 ± 0,2* (2,4–6,8)	54,3 ± 3,5 (1,5–76,9)	72,9 ± 1,6* (53,7–88,4)

Примечание: * – $p < 0,01$ – значимые различия в сравнении с группой первичных доноров

Note: * – $p < 0.01$ – significant differences compared to the primary donor group

выявление железодефицита, частота которого, по крайней мере, в несколько раз превышает частоту снижения концентрации гемоглобина. Необходимо обеспечить возможность раннего выявления риска развития железодефицитной анемии у доноров и предотвращение потенциальных медицинских отводов от донаций. Чувствительным и специфичным показателем истощения запасов железа в организме считают уровень сывороточного ферритина. Нижний порог нормы ферритина имеет различия по гендерному признаку и у женщин составляет ≤ 20 нг/мл [6]. На сегодняшний день в действующих нормативных документах в РФ отсутствуют рекомендации по определению доноров, подверженных риску развития дефицита железа, для сохранения донорских кадров в организациях службы крови. В группу риска развития ЛДЖ вошли 56,6 % молодых доноров-женщин, сдающих кровь 1–2 раза в течение года и 50,0 % женщин, сдающих тромбоциты методом афереза, а также доноры смешанных донаций (табл. 5) [4].

Изменения в обмене железа также выявлены в группе доноров-женщин, регулярно сдающих кровь в течение 4 и более лет (у 50 % из них отмечено снижение уровня ферритина). Однако средний уровень ферритина в этой группе составил 28,9 нг/мл (медиана 19,7), скорее всего за счет большого разброса показателей (минимальный уровень 9,0 нг/мл; максимальный – 77,4 нг/мл).

В группе доноров-женщин, сдававших тромбоциты методом афереза, показатели обмена железа у 4 доноров возрастной группы старше 45 были ниже референтных значений, у 50 % женщин

отмечались предельно допустимые для донации уровни гемоглобина и (или) гематокрита. Примечательно, что у доноров тромбоцитов все показатели гемограммы не выходили за пределы референтных значений, только у одного донора было выявлено снижение уровня гемоглобина при всех допустимых значениях остальных показателей. Среднее количество процедур тромбоцитофереза в исследуемой группе составляло 20,37 за 4,3 года (4,73 процедуры в год).

В группе доноров крови-женщин средние цифры ферритина укладывались в нормативные показатели, однако у 12 женщин отмечен сниженный уровень ферритина (7,7–19,2 нг/мл), независимо от количества донаций. Истощение запасов железа выявлено в группе молодых доноров-женщин между 2–6 донациями (табл. 6). Среднее количество кроводач в год, приходящееся на одного донора-женщину с низким уровнем ферритина в данной группе составляло – 1,9 донаций.

Частота ЛДЖ среди доноров женского пола была значимо выше в сравнении с уровнем железодефицитного состояния среди мужчин-доноров и составила соответственно 68,8 % против 45,5 % ($p > 0,01$). Клинические эффекты, связанные с потерей железа при отсутствии анемии, трудно идентифицировать. Длительность донорского стажа (табл. 6, 7), определяемая количеством кроводач и общим объемом сданной крови, прямо влияет на запасный фонд железа в организмах доноров и определяет риск развития дефицита железа у доноров. Наблюдался незначитель-

Таблица 5

Показатели обмена железа и гемоглобина у доноров-женщин ($n = 73$)

Table 5

Iron metabolism and hemoglobin indices in female donors ($n = 73$)

Показатель	Группа доноров						Диа-пазон
	первичные ($n = 14$)	сдающие 1–2 раза в год ($n = 12$)	регулярно 3 года ($n = 6$)	регулярно 4 года и больше ($n = 24$)	смешанные донации ($n = 6$)	доноры тромбоци- тов ($n = 11$)	
СЖ, мкмоль/л	$25,75 \pm 2,97$ (13,0–50,4)	$16,2 \pm 3,5$ (6,5–39,9)	$26,6 \pm 1,4$ (22,6–31,4)	$20,1 \pm 2,3$ (4,0–48,3)	$25,9 \pm 10,3$ (5,8–69,3)	$13,4 \pm 1,8$ (5,6–16,7)	5,8–34,5
ОЖСС, мкмоль/л	$61,2 \pm 1,3$ (52,7–69,1)	$70,2 \pm 3,8$ (56,5–96,8)	$73,1 \pm 6,8$ (59,2–101,4)	$67,5 \pm 1,8$ (46,6–82,3)	$70,4 \pm 2,52$ (64,6–80,2)	$70,0 \pm 4,4$ (58,6–85,9)	45,3–77,1
НЖСС, мкмоль/л	$35,5 \pm 4,17$ (2,4–55,0)	$53,9 \pm 3,5$ (30,2–67,3)	$41,5 \pm 8,0$ (27,8–77,4)	$46,6 \pm 2,6$ (21,8–72,1)	$44,4 \pm 10,8$ (7,3–74,4)	$56,6 \pm 4,9$ (41,9–72,2)	22,3–70,1
Ферритин, нг/мл	$33,3 \pm 4,5$ (9,3–65,9)	$17,38 \pm 3,2^*$ (3,5–37,2)	$26,8 \pm 5,4$ (14,5–47,8)	$28,9 \pm 3,5$ (9,00–77,4)	$20,3 \pm 5,1$ (2,4–34,3)	$22,8 \pm 5,13$ (9,6–55,3)	15,0–300,0
СТ, г/л	$2,72 \pm 0,07$ (2,3–3,1)	$2,87 \pm 0,15$ (3,1–5,1)	$3,21 \pm 0,3$ (2,5–4,4)	$2,9 \pm 0,1$ (0,8–3,7)	$3,14 \pm 0,11$ (2,9–3,6)	$3,14 \pm 0,1$ (2,6–3,9)	2,0–3,6
КНТЖ %	$41,2 \pm 5,9$ (20,5–95,4)	$22,1 \pm 4,0^*$ (8,9–51,0)	$37,2 \pm 4,7$ (23,7–53,0)	$29,3 \pm 2,7$ (8,5–61,1)	$36,8 \pm 13,4$ (7,2–90,4)	$20,9 \pm 2,4$ (7,4–28,5)	16–50 %
HGB, г/л	$131,2 \pm 1,9$ (120–144)	$131,1 \pm 2,8$ (121–150)	$133,0 \pm 4,6$ (117–146)	$130,9 \pm 1,8$ (119–153)	$132,2 \pm 3,9$ (121–145)	$128,7 \pm 2,3$ (121–132)	120–165
Количество донаций	0	1–2	$8,83 \pm 2,10$ (3,0–12,0)	$22,96 \pm 2,83$ (6,0–60,0)	$23,5 \pm 2,2$ (5,0–60,0)	$20,4 \pm 16,1$ (3,0–103)	0–103

Таблица 6

Влияние количества донаций на обмен железа у доноров-женщин ($M \pm SD$)

Table 6

The effect of the number of donations on iron metabolism in female donors ($M \pm SD$)

Группа обследованных доноров-женщин	СФ, нг/мл	рТфР, г/л	НЖСС, мкмоль/л	ОЖСС, мкмоль/л
Первичные доноры ($n = 15$)	$33,3 \pm 4,5$ (9,3–65,9)	$2,72 \pm 0,07$ (2,3–3,1)	$35,5 \pm 4,17$ (2,4–55,0)	$61,2 \pm 1,3$ (52,7–69,1)
Доноры с 1–2 донациями ($n = 11$)	$17,38 \pm 3,2^*$ (3,5–37,2)	$2,87 \pm 0,15$ (3,1–5,1)	$53,9 \pm 3,5$ (30,2–67,3)	$70,2 \pm 3,8$ (56,5–96,8)
Доноры с 3–10 донациями ($n = 21$)	$26,15 \pm 6,2$ (12,0–77,4)	$4,28 \pm 0,26^*$ (3,1–5,9)	$53,1 \pm 4,7$ (27,8–77,4)	$74,0 \pm 3,5$ (53,6–101,4)
Доноры с количеством донаций более 10 ($n = 26$)	$29,8 \pm 3,8$ (9,0–69,9)	$3,49 \pm 0,28$ (1,9–6,4)	$42,8 \pm 2,7$ (21,8–65,6)	$65,5 \pm 2,2$ (46,6–82,3)

Примечание: * – $p < 0,01$ – значимые различия в сравнении с группой первичных доноров

Note: * – $p < 0.01$ – significant differences compared to the primary donor group

ный разброс данных, позволяющий связать низкий уровень ферритина с видом донации, длительностью донорского стажа, частотой донаций (см. табл. 7) [4], полом и возрастом. Вероятно, значение имеют диета доноров и индивидуальные особенности организма, в частности, наличие заболеваний желудочно-

но-кишечного тракта, нарушающих всасываемость железа в кишечнике.

Обсуждение. По анализу результатов обследования 174 доноров установлен достаточно высокий процент развития железодефицитного состояния у лиц, относящихся к группам риска. Интенсивность донаций и женский пол

Таблица 7

Группы доноров, наиболее подверженные риску развития железодефицита

Table 7

Donor groups most at risk of developing iron deficiency

Группа доноров крови и (или) ее компонентов	Лабораторный показатель
Регулярные доноры-мужчины: стаж более 3 лет возраст моложе 25 лет и старше 45	HGB > 130 г/л Количество донаций ≥ 6 СЖ ≤ 9,0 мкмоль/л, СФ ≤ 29,0 нг/мл
Регулярные доноры-мужчины: стаж более 4 лет возраст 25–45 лет	HGB > 130 г/л Количество донаций больше 10 СЖ ≤ 9,0 мкмоль/л; СФ ≤ 29,0 нг/мл
Доноры-женщины: сдающие кровь 1–2 раза в год возраст 18–25 лет	HGB > 120 г/л Количество донаций больше 2 СЖ ≤ 9,0 мкмоль/л, СФ ≤ 20,0 нг/мл
Доноры-женщины смешанные донации возраст 18–25 лет	HGB > 120 г/л Количество донаций больше 6 СЖ ≤ 12,0 мкмоль/л, СФ ≤ 19,0 нг/мл
Доноры-женщины тромбоцитоз возраст старше 45 лет	HGB > 120 г/л Количество донаций ≥ 10 СЖ ≤ 9,0 мкмоль/л, СФ ≤ 19,0 нг/мл

считаются наиболее сильными независимыми предикторами дефицита железа [7, 8]. Доноры со значениями гемоглобина у нижней границы нормы, с отклонениями 3–6 г/л и доноры тромбоцитоза часто склонны к истощению запасов железа при продолжающихся донациях, следовательно, к риску развития ЛЖД. Для выявления риска развития ЛЖД у доноров необходимо ввести определение СФ как критерия железодефицитного состояния у всех первичных доноров и у активных доноров – 1 раз в год, особенно после каждой 10-й донации крови и (или) ее компонентов. Проводя мониторинг уровня сывороточного ферритина в динамике, можно оценить, в какой степени интервалы сдачи крови достаточны для повышения (нормализации) его уровня и содержания гемоглобина в крови. В то же время выявление сниженного уровня ферритина и своевременная профилактика ЛЖД позволят сократить продолжительность отсрочки от донации, увеличить количество возврата доноров и улучшить их здоровье. Пограничный гемоглобин и пороговые значения ферритина являются критериями риска развития ЛЖД. Донорам, подверженным риску развития ЛДЖ, рекомендуется проводить клинический анализ крови, исследовать сывороточное железо и ферритин не реже 1 раза в год после 2 и более донаций; если при нормальном уровне гемоглобина выявляются отклонения

в указанных лабораторных маркерах, то констатируют ЛЖД.

Особое внимание при ранней диагностике ЛЖД необходимо уделять следующим группам:

- регулярные доноры крови;
- доноры-женщины, сдающие кровь чаще 2 раз в год;
- доноры-мужчины, сдающие кровь чаще 3 раз в год;
- доноры, соблюдающие диету, в том числе веганы и вегетарианцы.

Рекомендовано регулярное тестирование крови на СФ и выбор дополнительных информативных параметров, позволяющих оценить запасы железа в организме:

1. Измерение концентрации СФ рекомендовано всем донорам в случае пограничного уровня гемоглобина, женщинам-донорам репродуктивного возраста между 2-й и 6-й донациями крови и мужчинам с количеством донаций более 10;

2. Динамическое наблюдение за донорами с увеличением количества донаций крови в течение года по ряду необходимых параметров обмена железа с учетом пограничного гемоглобина;

3. Выполнение биохимических и иммунохимических тестов для оценки и диагностики железодефицита, позволяющих обосновать окончательный диагноз;

Принятие решения об увеличении длительности интервала между донациями или

об ограничении допустимого количества донаций в год.

Заключение. На основании полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности определения СФ у первичных и регулярных доноров крови для ранней диагностики дефицита железа с целью пред-

упреждения развития железодефицитной анемии и сохранения донорского контингента. Пороговые значения сывороточного ферритина определяются как критерий нормальных запасов железа в организме человека, а его измерение позволяет заподозрить дефицит железа.

Сведения об авторах:

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

Ласточкина Дарья Вячеславовна – кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник НИЛ гемотрансфузионных технологий, Российский НИИ гематологии и трансфузиологии ФМБА России; Россия, 191024, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 16; ORCID: 0000-0002-2727-1092; 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 России; Россия, 191024, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 16; ORCID: 0000-0002-6013-2422; e-mail: bessmeltsev@yandex.ru

Information about the authors:

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

Daria V. Lastochkina – Cand. of Sci. (Med.), Junior Researcher, Research Laboratory of Blood Transfusion Technologies, Russian Research Institute of Hematology and Transfusiology of the FMBA of Russia; Russia, 191024, Saint Petersburg, 2nd Sovetskaya Str., 16; ORCID: 0000-0002-2727-1092; 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, FMBA of Russia; Russia, 191024, Saint 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 ICMJ (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; статистическая обработка материала – Г. В. Гришина, Д. В. Ласточкина; подготовка рукописи – Г. В. Гришина, 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 concept and design. GVG, DVL statistical processing of the material. GVG, SSB preparation of the manuscript.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ РосНИИГТ ФМБА России (протокол от 29.08.2024 года № 45; 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. 45 of August 24, 2024); 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: 18.08.2025

Принята к печати/Accepted: 15.12.2025

Опубликована/Published: 30.12.2025

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Попович М. Ю. Железодефицитная анемия: оценка статуса железа в организме по уровню сывороточного ферритина с учетом рекомендаций ВОЗ (2020). *Гематология. Трансфузиология. Восточная Европа*. 2020. 6(4). 479–488 [Popovich M. Yu. Iron deficiency anemia: assessment of the status of iron in the body by the level of serum ferritin, taking into account WHO recommendations (2020). *Hematology. Transfusiology. Eastern Europe*, 2020, 6(4), 479–488 (In Russ.)].

2. Рогачевский О. В., Жибурт Е. Б., Чемоданов И. Г., Моисеев С. В. Железодефицитная анемия у доноров крови. *Клиническая фармакология и терапия*. 2018. 27(3). 4–9 [Rogachevsky O. V., Zhiburt E. B., Chemodanov I. G., Moiseev S. V. Iron deficiency anemia in blood donors. *Clinical pharmacology and therapy*, 2018, 27(3), 4–9 (In Russ.)].
3. Чечеткин А. В., Данильченко В. В., Плоцкий Р. А. Проблема железодефицита у доноров крови и пути ее решения. *Трансфузиология*. 2020. 21 (2). 129–145 [Chechetkin A. V., Danilchenko V. V., Plotsky R. A. The problem of iron deficiency in blood donors and ways to solve it. *Transfusiology*, 2020, 21(2), 129–145 (In Russ.)].
4. 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>.
5. Полякова О. А., Клепикова М. В., Литвинова С. Н. и др. Проблема дефицита железа и железодефицитной анемии в общей медицинской практике. *Профилактическая медицина*. 2022. Т. 25, № 12. С. 127–134 [Polyakova O. A., Klepikova M. V., Litvinova S. N., et al. The problem of iron deficiency and iron deficiency anemia in general medical practice. *Preventive Medicine*, 2022, Vol. 25, No. 12, pp. 127–134. <https://doi.org/10.17116/profmed202225121127> (In Russ.)].
6. 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.
7. *WHO guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in individuals and populations*. Geneva: World Health Organization; 2020: pp. 1–62.
8. Fillet A.-M., Gross S. Prevention of anemia in blood donors. *Transfus Clin Biol*, 2017, 24(3), 143–147.