



<https://doi.org/10.34883/PI.2022.8.3.013>



Старовойтов А.Г.¹, Карпенко Ф.Н.², Каменская Т.В.², Красько О.В.³, Пасюков В.В.², Федуро Н.А.²

¹ Главное управление по здравоохранению Могилевского областного исполнительного комитета, Могилев, Беларусь

² Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий, Минск, Беларусь

³ Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

Влияние донаций крови, ее компонентов на показатели здоровья доноров в Республике Беларусь

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования – Старовойтов А.Г., Карпенко Ф.Н.; сбор и обработка материала – Пасюков В.В., Каменская Т.В., Красько О.В., Федуро Н.А.; анализ и интерпретация данных – все авторы; подготовка рукописи – все авторы; окончательное одобрение рукописи – Старовойтов А.Г.

Подана: 16.08.2022

Принята: 12.09.2022

Контакты: director@blood.by

Резюме

По результатам динамического наблюдения и лабораторной и инструментальной оценки показателей здоровья 113 регулярных доноров крови и компонентов крови выявлены изменения гематологических и биохимических показателей. Согласно данным исследования, до 50% доноров крови и ее компонентов имеют дефицит железа. Установлено, что у доноров крови статистически значимо более низкие показатели, характеризующие обмен железа, чем у доноров компонентов крови. Данные изменения также имеют особенности в зависимости от пола. У доноров компонентов крови статистически значимо более низкие показатели содержания белка и более высокие показатели содержания лейкоцитов и кальция, чем у доноров цельной крови. Не установлено клинически значимых изменений показателей системы гемостаза, электрокардиографии. Сделан вывод о необходимости более расширенного и частого по сравнению с действующим скрининга на дефицит железа, белка и, с учетом полученных результатов, назначения в рамках междонационного периода медикаментозной коррекции и определенного режима питания, изменения видов и интервалов донаций.

Ключевые слова: доноры крови, компоненты крови, система гемостаза, виды и интервалы донаций

Starovoitov A.¹, Karpenko F.², Kamenskaya T.², Krasko O.³, Pasyukov V.², Fiadura N.²

¹ Main Health Department of the Mogilev Regional Executive Committee,
Mogilev, Belarus

² Republican Scientific and Practical Center of Transfusiology and Medical Biotechnology,
Minsk, Belarus

³ United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences
of Belarus, Minsk, Belarus

The Impact of Blood Donations, Its Components on the Health Indicators of Donors in the Republic of Belarus

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: concept and design of the study – Starovoitov A., Karpenko F.; collection and processing of material – Pasyukov V., Kamenskaya T., Krasko O., Fiadura N.; analysis and interpretation of data – all authors; preparation of the manuscript – all authors; final approval of the manuscript – Starovoitov A.

Submitted: 16.08.2022

Accepted: 12.09.2022

Contacts: director@blood.by

Abstract

Summary to the results of dynamic monitoring, laboratory and instrumental assessment of health indicators of 113 regular blood donors and blood components, changes in hematological and biochemical parameters were revealed. Data have been obtained characterizing iron deficiency in up to 50% of blood donors and its components. It has been established that whole blood donors have statistically significantly lower rates characterizing iron metabolism than blood component donors. These changes also have features depending on gender. Blood component donors had statistically significantly lower protein levels and higher leukocyte and calcium levels than whole blood donors. There were no clinically significant changes in the parameters of the hemostasis system, electrocardiography. It was concluded that there is a need for a more extended and frequent screening for iron and protein deficiency compared to the current one and, taking into account the results obtained, within the inter donation period of prescribing drug correction and a certain diet, changing the types and intervals of donations.

Keywords: blood donors, blood components, hemostasis system, types and intervals of donations

■ ВВЕДЕНИЕ

Отбор здоровых доноров, подбор врачом-трансфузиологом безопасных программ донаций крови, ее компонентов является одной из основных функций организаций переливания крови. Различные виды донаций вызывают физиологические изменения параметров здоровья доноров [1]. С учетом динамического регулярного донорства, данные изменения должны компенсироваться поступлением нутриентов при питании и (или) медикаментозной коррекцией и сопровождаться адаптацией долгосрочных программ донорства, включая подбор оптимальных интервалов



и видов донаций. Потеря при донации различных белков, электролитов и отсутствие их восполнения могут привести к изменению параметров здоровья доноров, снижению качества получаемых компонентов крови [2].

Согласно рекомендациям ВОЗ, каждая страна должна создать национальную систему для медицинского осмотра и допуска к донации доноров цельной крови, тромбоцитов, плазмы крови и других компонентов. Это обеспечивает и гарантирует безопасность доноров при использовании современных технологий заготовки компонентов крови [3, 4].

Различия при медицинском осмотре и лабораторном обследовании доноров для допуска к донации определяются особенностями в методах заготовки крови и ее компонентов. Используемые в большинстве стран и Республике Беларусь рутинные скрининговые исследования не позволяют в полной мере оценить физиологические и патологические изменения при донациях компонентов крови, особенно регулярных доноров [5].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Динамическая оценка параметров здоровья регулярных доноров цельной крови, доноров плазмы и тромбоцитов с использованием расширенных лабораторных и инструментальных исследований.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения оценки в динамике состояния показателей феррокинетики, белкового и липидного обменов, гемостаза в рамках проспективного исследования были отобраны 113 регулярных доноров крови и ее компонентов, из них 49 доноров крови и 64 донора компонентов крови. Распределение по возрастным группам, полу и виду донорства представлено в табл. 1.

В рамках выполнения исследования были разработаны форма информированного согласия донора на участие в исследовании, алгоритм обследования состояния здоровья различных категорий доноров, перечень показателей феррокинетики, белкового обмена, электролитов, гемостаза.

В соответствии с дизайном исследования для оценки здоровья доноров при проведении максимально интенсивного допустимого режима кроводач (4 и (или) более в год) обследование доноров крови включало:

- проведение беседы об анализируемых параметрах и цели исследования, физикальную оценку состояния здоровья донора, соблюдение рекомендованных режимов питания;
- при каждой донации регистрацию электрокардиограммы до донации;
- общий анализ крови и определение эритроцитарных индексов – MCV (средний объем эритроцита), MCH (содержание гемоглобина в 1 эритроците), MCHC (содержание гемоглобина в одном децилитре) – при каждой донации;
- исследование показателей белкового обмена – общий белок, альбумин – при каждой донации;
- исследование показателей обмена железа – ферритин, железо сыворотки, трансферрин – при каждой донации;
- исследование электролитов – K, Na, Cl – 2 раза в год;
- исследование гемостаза – АЧТВ, ПТИ, ТВ, фибриноген – 2 раза в год.

Таблица 1

Распределение доноров по возрастным группам, полу и виду донорства

Table 1

Distribution of donors by age group, gender and type of donation

Возраст, лет	Мужчины	Женщины
Доноры крови		
30–40	17	10
41–49	12	10
Доноры компонентов крови		
30–40	22	15
41–49	12	15

При проведении интенсивного режима донаций компонентов крови (аферез плазмы или аферез тромбоцитов каждые 14 дней) обследование доноров включало:

- проведение беседы об анализируемых параметрах, цели исследования, физикальный осмотр и оценку состояния здоровья;
- общий анализ крови и определение эритроцитарных индексов – MCV, MCH, MCHC – при каждой донации;
- регистрацию электрокардиограммы 1 раз в 1,5–2 месяца до донации;
- исследование показателей белкового обмена – общий белок, альбумин – при каждой донации;
- исследование показателей обмена железа – ферритин, железо сыворотки, трансферрин – 1 раз в 2 месяца;
- исследование электролитов – K, Na, Cl – 2 раза в год;
- исследование гемостаза – АЧТВ, ПТИ, ТВ, фибриноген – 2 раза в год.

Общий анализ крови был выполнен с использованием автоматических гематологических анализаторов Sysmex 500i с соответствующими наборами реагентов. Биохимическое исследование крови доноров выполнялось с использованием автоматических биохимических анализаторов COBAS c311, Hitachi 912. Исследование показателей гемостаза доноров проводили на автоматическом гемокоагулометре ACL 7000.

Рассматривались данные на протяжении пяти визитов. Обработка количественных данных велась с учетом повторных измерений по модели смешанных эффектов, с учетом неоднократности посещений и индивидуальной вариабельности.

Рассчитывались маргинальные средние и их 95%-ные доверительные интервалы (95% ДИ). С помощью модели смешанных эффектов оценивались различия в группах доноров по половозрастным стратам, различия по полу и возрасту в группах доноров, а также оценивались общие различия в группах доноров с учетом и без учета половозрастной структуры.

Уровень ошибки первого рода α был принят равным 0,05 для статистического вывода.

Все расчеты проводились в статистическом пакете R, версия 4.1.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Донация каждой дозы крови или ее компонентов вызывает целый комплекс изменений в организме. Происходит потеря электролитов, белков, железа. После



сдачи одной дозы (450 мл) крови это около 72 г белка, 2 г жира, 0,2–0,25 г железа, 4 г минеральных солей, до 350 мл воды. После донации плазмы в объеме 600 мл потери в питательных веществах составляют около 50 г белка, 2 г жира, около 0,03–0,05 г железа, 4–5 г минеральных солей, до 540 мл воды. Технология афереза вместе с эксфузией цельной крови предусматривает инфузию компонентов крови с содержанием антикоагулянта в количестве до 200 миллилитров, который связывает кальций. Все эти изменения могут приводить к изменениям параметров здоровья доноров, различающимся у различных категорий доноров. В то же время существующие исследования доноров только в рамках общего анализа крови для доноров цельной крови стационарных условий и уровня гемоглобина для доноров цельной крови выездных условий, уровня белка дополнительно для доноров компонентов крови не позволяют в полной мере судить о краткосрочных и долгосрочных изменениях здоровья доноров.

В рамках проведенного нами расширенного исследования выявлены изменения параметров здоровья доноров крови, ее компонентов, которые по ряду показателей различались в зависимости от возраста, пола и вида донорства.

Так, по результатам исследования уровня эритроцитов отмечены статистически значимые различия данного показателя по полу. Уровень эритроцитов статистически значимо выше у мужчин по сравнению с женщинами (табл. 2).

Не обнаружено различий данного показателя по возрасту как у женщин, так и у мужчин, независимо от вида донорства.

У женщин гематокрит составил в возрасте 30–40 лет 40,3 (39,6–40,9), в возрасте 41–49 лет – 40,3 (39,6–40,9), $p=0,41$, в то время как у мужчин соответствующего возраста он составил 43,9 (43,2–44,6) и 44,7 (44–45,4), $p=0,015$. В то же время статистически значимые различия по полу наблюдались в обеих возрастных группах ($p<0,001$).

Таблица 2
Данные по содержанию эритроцитов различных групп доноров
Table 2
Data of erythrocytes content of various groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), $\times 10^{12}/л$	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), $\times 10^{12}/л$	p
30–40 лет			
Ж	4,57 (3,92–5,21)	4,66 (4,57–4,75)	>0,05
М	5,12 (5,04–5,2)	5,04 (4,97–5,12)	>0,05
41–49 лет			
Ж	4,64 (4,54–4,74)	4,64 (4,55–4,72)	>0,05
М	5,02 (4,93–5,12)	5,11 (5,01–5,21)	>0,05
Различия по полу, p	<0,001	<0,001	
Различия по возрасту, p	>0,05	>0,05	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, p	0,729		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, p	0,801		

Оценка уровня гемоглобина показала, что данный показатель был статистически значимо ниже у женщин по сравнению с мужчинами и у доноров цельной крови по сравнению с донорами компонентов крови (табл. 3). Данные изменения характерны для регулярных доноров цельной крови и связаны с большими потерями эритроцитов, железа при донации цельной крови по сравнению с аферезом плазмы или тромбоцитов [6–9].

По показателю MCV не отмечено различий как по половозрастной структуре, так и среди доноров цельной крови и компонентов крови ($p>0,05$). У женщин MCV составил в возрасте 30–40 лет $86,9 \times 10^{-15}/л$ (86,1–87,7), в возрасте 41–49 лет – $86,6 \times 10^{-15}/л$ (85,9–87,2); у мужчин соответствующего возраста – $87,4 \times 10^{-15}/л$ (86,6–88,2) и $87,6 \times 10^{-15}/л$ (86,7–88,4), $p=0,216$.

По показателю MCH отмечены статистически значимые различия среди доноров цельной крови по сравнению с донорами компонентов крови и отсутствие различий при сравнении данного показателя в рамках половозрастной структуры. Данные представлены в табл. 4.

Так, содержание гемоглобина в одном эритроците было статистически значимо ниже среди доноров цельной крови по сравнению с донорами компонентов крови. Это связано с установленными нами выше данными о более низком уровне гемоглобина у доноров цельной крови по сравнению с донорами компонентов крови.

Статистически значимые различия среди доноров цельной крови и компонентов отмечены и при оценке показателя MCHC. Данные представлены в табл. 5.

Различия в группах не зависели от возраста и пола. Описанные выше показатели в гемограмме у регулярных доноров цельной крови требуют дополнительного контроля биохимических параметров в первую очередь доноров цельной крови.

Показатели уровня тромбоцитов были статистически значимо выше у доноров-женщин по сравнению с донорами-мужчинами и у доноров компонентов крови

Таблица 3
Показатели уровня гемоглобина у различных групп доноров
Table 3
Hemoglobin levels in different groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), г/л	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), г/л	p
30–40 лет			
Ж	133 (131–136)	137 (134–139)	<0,05
М	147 (145–150)	150 (148–152)	<0,05
41–49 лет			
Ж	133 (130–136)	139 (136–141)	0,008
М	148 (146–151)	152 (150–155)	<0,05
Различия по полу, p	<0,001	<0,001	
Различия по возрасту, p	>0,05	>0,05	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, p	0,026		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, p	<0,001		



Таблица 4

Среднее содержание гемоглобина в 1 эритроците у разных групп доноров

Table 4

The average content of hemoglobin in 1 erythrocyte in different groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), пикограмм/клетка	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), пикограмм/клетка	p
30–40 лет			
Ж	29,2 (28,7–29,7)	29,2 (28,8–29,6)	>0,05
М	29 (28,5–29,4)	29,9 (29,6–30,2)	0,009
41–49 лет			
Ж	28,7 (28,2–29,3)	30 (29,6–30,4)	0,008
М	29,6 (29,1–30,1)	29,7 (29,2–30,2)	>0,05
Различия по полу, p	>0,05	>0,05	
Различия по возрасту, p	>0,05	>0,05	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, p	0,002		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, p	<0,001		

по сравнению с донорами цельной крови. Данные представлены в табл. 6. Это может объясняться вторичными изменениями, связанными с более частым латентным железодефицитом среди женщин по сравнению с мужчинами [6].

Также нами отмечено статистически значимое ($P=0,002$) более высокое содержание лейкоцитов среди доноров цельной крови по сравнению с донорами компонентов крови.

Таблица 5

Значения показателя насыщения гемоглобином у разных групп доноров

Table 5

Values of hemoglobin saturation index in different groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), г/дл	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), г/дл	p
30–40 лет			
Ж	330 (326–333)	343 (340–346)	0,003
М	332 (329–336)	344 (343–346)	<0,001
41–49 лет			
Ж	328 (324–331)	345 (343–348)	<0,001
М	331 (327–335)	343 (341–346)	0,055
Различия по полу, p	<0,001	>0,05	
Различия по возрасту, p	>0,05	>0,05	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, p	<0,001		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, p	<0,001		

Данный показатель в группе доноров крови составил $6,6 \times 10^9/\text{л}$ (6,3–6,9) по сравнению с группой доноров компонентов крови – $6,1 \times 10^9/\text{л}$ (5,9–6,2), $p=0,01$, независимо от пола и возраста.

Таким образом, в нашем исследовании по результатам изучения гемограмм было выявлено, что у доноров крови по сравнению с донорами компонентов крови наблюдаются более низкие значения гемоглобина, средней концентрации в одном децилитре и насыщения гемоглобином эритроцита, что может свидетельствовать о наличии латентного дефицита железа. У доноров компонентов крови статистически значим более высокий уровень показателей тромбоцитов и лейкоцитов. Анализировать данные показатели необходимо в совокупности с данными исследования обмена железа в организме доноров, такими как уровень сывороточного железа, ферритина, трансферрина. Также более высокие показатели тромбоцитов у доноров-женщин и более низкие показатели гематокрита, эритроцитов, гемоглобина по сравнению с донорами-мужчинами связаны с физиологическими особенностями.

По результатам многочисленных исследований показано, что в основе возникновения гипогемоглобинемии у доноров лежит латентный дефицит железа (ЛДЖ), широко распространенный среди населения всей планеты. Изучение и контроль причин данного патологического процесса, механизмов его развития и способов коррекции относятся к актуальным проблемам производственной трансфузиологии [6].

Железо присутствует практически во всех тканях организма человека и играет важную роль в регуляции обмена веществ, процессах переноса кислорода, тканевом дыхании, оказывает огромное влияние на состояние иммунологической резистентности. Среди биоэлементов оно занимает доминирующее положение, поскольку является наиболее распространенным в природе. При разовой кроводаче донор теряет 6% от общего содержания железа в организме мужчины и 9% – в организме

Таблица 6
Показатели уровня тромбоцитов у разных групп доноров
Table 6
Platelet levels in different groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), тысяч Ед/мкл	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), тысяч Ед/мкл	p
30–40 лет			
Ж	228 (215–242)	255 (245–265)	0,003
М	217 (206–228)	224 (215–232)	>0,05
41–49 лет			
Ж	246 (232–260)	241 (232–251)	>0,05
М	215 (202–228)	220 (208–231)	>0,05
Различия по полу, p	0,025	<0,001	
Различия по возрасту, p	>0,05	>0,05	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, p	0,021		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, p	0,035		



женщины до менопаузы. Потеря железа организмом донора при 4-кратной кроводаче в год составит порядка 1000 мг. Если потери этого элемента не восполняются, может развиваться железодефицитная анемия. Железодефицитное состояние без анемии – скрытый дефицит железа, уменьшение запаса железа в организме при нормальных показателях гемоглобина и числа эритроцитов. Скрытый дефицит железа часто является предстадией и при отсутствии его компенсации приводит к анемии [7–9].

Оценить запасы железа и выявить его скрытый дефицит позволяет исследование сывороточного ферритина (СФ). По данным различных исследователей [6–9], запасы железа в организме доноров, регулярно сдающих кровь и ее компоненты, снижены, что подтверждалось низкими уровнями сывороточного ферритина практически у 40% из числа обследованных в нашей выборке. При этом показатели гемоглобина и транспортного железа у таких доноров часто были в пределах нормальных значений.

Обследование доноров выявило значительный разброс показателей феррокинетики, однако общая тенденция свидетельствует о наличии латентного дефицита железа как у большинства доноров крови, так и у большинства доноров компонентов крови. Уровень ферритина был ниже референтных значений у 20 из 30 мужчин – доноров крови (66,7%).

Только у 2 обследованных доноров уровень ферритина был выше 70 мкг/л. Среди женщин – доноров крови ферритин был ниже нормы у 5 из 19 человек (25%).

Сравнение уровня ферритина между группами доноров в зависимости от вида донорства выявило достоверно значимые различия уровня ферритина у женщин и у мужчин среди доноров компонентов крови (табл. 7).

Так, без учета поправок на половозрастную структуру установлен статистически значимый более низкий уровень ферритина у доноров цельной крови по сравнению с донорами компонентов крови. У доноров-мужчин эти различия статистически значимые, у доноров-женщин – нет. В то же время у женщин – доноров крови уровень ферритина был статистически значимо выше, а у женщин – доноров компонентов крови – ниже, чем у мужчин ($p < 0,05$). Нет различий данного показателя по возрасту и у доноров крови, и у доноров компонентов крови ($p > 0,05$) независимо от пола.

Уровень сывороточного железа статистически значимо различался между мужчинами и женщинами только среди доноров крови и находился в пределах референтных значений, кроме 1 женщины – донора крови.

Подобный характер изменений согласуется с данными, полученными по уровню гемоглобина в вышеуказанных группах доноров.

Уровень трансферрина у обследованных доноров находился в пределах референтных значений и был достоверно ниже в группе женщин – доноров крови по сравнению с мужчинами. Также уровень трансферрина был достоверно ниже у доноров компонентов крови по сравнению с донорами крови. Данные представлены в табл. 8.

Таким образом, среди обследованных доноров выявлены признаки латентного дефицита железа, который больше выражен у доноров крови по сравнению с донорами компонентов крови, различается по полу и возрасту и требует соответствующей коррекции в междонационный период.

Таблица 7
Показатели ферритина у разных групп доноров
Table 7
Ferritin values in different groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), мкг/л	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), мкг/л	р
30–40 лет			
Ж	36,7 (30,2–43,1)	23,4 (18,5–28,3)	>0,05
М	31,4 (25,9–36,9)	46 (42–50)	<0,001
41–49 лет			
Ж	35,5 (28,9–42,2)	30,6 (25,9–35,4)	>0,05
М	33,2 (26,6–39,7)	58,8 (53,3–64,4)	<0,001
Различия по полу, р	0,025	<0,001	
Различия по возрасту, р	>0,05	>0,05	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, р	<0,001		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, р	0,316		

Состояние белкового обмена доноров в первую очередь компонентов крови имеет особое значение для качества плазмы как для переливания, так и для производства лекарственных средств. Содержание общего белка в дозе плазмы зависит от уровня белка у донора. Альбумин является важнейшей белковой фракцией крови и составляет более половины от общего содержания белка в плазме крови человека.

Таблица 8
Показатели уровня трансферрина у разных групп доноров
Table 8
Transferrin levels in different groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), мг/дл	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), мг/дл	р
30–40 лет			
Ж	284 (256–312)	295 (282–309)	>0,05
М	307 (284–331)	289 (276–302)	>0,05
41–49 лет			
Ж	302 (276–328)	287 (269–305)	>0,05
М	325 (299–352)	264 (251–277)	0,001
Различия по полу, р	>0,05	>0,05	
Различия по возрасту, р	0,33	0,035	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, р	<0,001		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, р	0,029		



При оценке белкового состава сыворотки крови доноров в зависимости от пола и вида донорства выявлено, что у всех доноров показатели общего белка и альбумина находились в пределах референтных значений. Тем не менее статистически значимые меньшие значения общего белка как у мужчин, так и у женщин, независимо от возраста, установлены у доноров компонентов крови по сравнению с донорами цельной крови. Данные представлены в табл. 9.

Аналогичные статистически значимые различия выявлены и при сравнении концентрации альбумина.

Эффективность использования плазмы для переливания связана с наличием и сохранением в ее составе факторов свертывания крови. Из всех факторов свертывания в плазме, полученной от донора в Республике Беларусь, как и в большинстве стран, контролируется только содержание фактора VIII и фибриногена. Изменения здоровья доноров, связанные с недостаточностью функционирования печени, могут определить изменения содержания факторов свертывания. Состояние системы гемостаза у донора в Республике Беларусь, Российской Федерации в соответствии с действующими нормативными документами не исследуется.

В рамках нашего исследования по показателям гемостаза у доноров крови не было обнаружено статистически значимых различий по сравнению с донорами компонентов крови, за исключением индекса R, характеризующего отношение значения протромбинового времени у донора к контрольному значению. Данный показатель достоверно изменен в сторону гиперкоагуляции у доноров компонентов крови. Возможно, данные изменения отражают компенсаторный механизм в ответ на многократное поступление антикоагулянта во время донорства компонентов крови. Также в группе мужчин – доноров компонентов крови по сравнению с мужчинами – донорами цельной крови был статистически значимо ниже уровень фибриногена. В целом результаты измерений находились в рамках физиологических значений.

Таблица 9
Показатели уровня общего белка у разных групп доноров
Table 9
Indicators of total protein level in different groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), г/л	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), г/л	p
30–40 лет			
Ж	73,5 (72,3–74,6)	72,4 (71,6–73,2)	0,008
М	73,6 (72,1–75,1)	72,1 (71,3–72,8)	>0,05
41–49 лет			
Ж	74,3 (73,1–75,6)	71,1 (70,3–71,9)	>0,05
М	74,5 (73–76,1)	72 (71,1–72,9)	0,034
Различия по полу, p	<0,001	<0,001	
Различия по возрасту, p	>0,05	>0,05	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, p	0,043		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, p	<0,001		

Дополнительно нами было определено содержание кальция в сыворотке крови доноров, поскольку кальций является важным фактором свертывающей системы крови и в процессе афереза плазмы с помощью автоматических систем сепарации крови его уровень в плазме краткосрочно снижается в результате связывания антикоагулянт (табл. 10).

Как видно из таблицы, уровень кальция у обследованных доноров крови и ее компонентов не выходил за пределы референтных значений, лишь у 1 донора плазмы его уровень был снижен до 2,11 ммоль/л. Установлен достоверно более низкий уровень кальция в сыворотке доноров крови по сравнению с донорами компонентов крови. В то же время статус метаболизма кальция трудно оценить только по содержанию в сыворотке. Общий и ионизированный кальций сыворотки регулируется даже в условиях его дефицита и при необходимости мобилизуется из депо – костной ткани.

Содержание натрия, калия и хлора у доноров также не выходило за пределы референтных значений и не различалось в группах доноров крови и доноров компонентов крови.

С целью функциональной оценки сердечной деятельности проведено и проанализировано около 250 электрокардиограмм (ЭКГ) с оценкой изменений в динамике. По сравнению с исходной ЭКГ отмечены следующие изменения:

- замедление внутрисердечной проводимости – 6 доноров, без отрицательной динамики за период наблюдения;
- непостоянные изменения ритма сердца, в том числе уменьшение частоты сердечных сокращений (брадикардия) – 15 доноров, увеличение ЧСС (тахикардия) – 1 донор, наджелудочковая аритмия – 3 донора, смена водителя ритма – 5 доноров, суправентрикулярная экстрасистолия – 1 донор.

Таблица 10
Показатели содержания кальция в сыворотке крови разных групп доноров
Table 10
Indicators of calcium content in the blood serum of different groups of donors

Половозрастная характеристика	Доноры крови, среднее (95% ДИ), ммоль/л	Доноры компонентов крови, среднее (95% ДИ), ммоль/л	p
30–40 лет			
Ж	2,37 (2,33–2,4)	2,38 (2,36–2,41)	>0,05
М	2,35 (2,31–2,38)	2,39 (2,36–2,41)	>0,05
41–49 лет			
Ж	2,33 (2,29–2,36)	2,39 (2,36–2,41)	>0,05
М	2,36 (2,32–2,4)	2,4 (2,37–2,43)	>0,05
Различия по полу, p	>0,05	>0,05	
Различия по возрасту, p	>0,05	>0,05	
Различия по видам донорства независимо от половозрастной структуры, p	<0,001		
Различия по видам донорства с поправкой на половозрастную структуру, p	<0,001		



При наличии неспецифических изменений миокарда на исходной ЭКГ слабоотрицательная динамика отмечена у 1 донора с последующим улучшением показателей. В одном случае отмечены пограничные значения QTc на исходной ЭКГ, без отрицательной динамики.

Всего у около 50% обследованных доноров были зафиксированы изменения ритма и проводимости на ЭКГ, которые в большинстве своем не были выраженными и не носили постоянного характера. Не выявлено различий данных изменений по видам донорства.

Таким образом, нами установлены признаки дефицита железа у регулярных доноров крови и доноров компонентов крови. Выявлены статистически значимые различия показателей гемограммы, показателей обмена белка, железа, электролитов в группах доноров крови и доноров компонентов крови. Данные изменения зависят от пола и не зависят от возраста доноров. Эти особенности обусловлены влиянием режима донаций крови, афереза компонентов крови и требуют определенной коррекции.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам динамического наблюдения параметров здоровья 113 доноров крови и доноров компонентов крови нами установлено:

- до 50% доноров крови, ее компонентов имеют признаки латентного дефицита железа;
- у доноров крови отмечены статистически значимо более низкие показатели содержания гемоглобина, насыщения гемоглобином эритроцита, уровня лейкоцитов и более высокое содержание тромбоцитов по сравнению с донорами компонентов крови;
- у доноров-женщин независимо от вида донаций статистически значимо ниже уровень гемоглобина, гематокрита, эритроцитов, насыщения гемоглобином эритроцитов, белка и выше уровень тромбоцитов по сравнению с донорами-мужчинами;
- у женщин – доноров крови показатель ферритина статистически значимо выше, а у женщин – доноров компонентов крови – ниже по сравнению с донорами крови, компонентов крови – мужчинами;
- у доноров крови статистически значимо ниже по сравнению с донорами компонентов крови уровень ферритина, сывороточного железа, трансферрина;
- у доноров компонентов крови по сравнению с донорами крови, независимо от пола и возраста, статистически значимо ниже уровень показателей белка и альбумина, выше показатель кальция и лейкоцитов.

Не выявлено значимых изменений показателей гемостаза и ЭКГ вне зависимости от вида донорства и половозрастной структуры.

Данные изменения требуют определенного режима поведения в междонационный период и адаптации программ донорства крови с учетом потерь и восстановления нутриентов. Эти мероприятия должны включать контроль питания и (или) медикаментозную коррекцию. Необходимо внедрять углубленный скрининг показателей доноров крови, ее компонентов на дефицит железа с включением показателей обмена железа для всех доноров не реже 1–2 раз в год, контроль уровня белка у доноров компонентов крови – не реже 1 раза в 2–3 месяца. Интервалы и виды донаций

должны изменяться в зависимости от полученных результатов скрининга конкретного донора.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. *The safety of blood and its presence in the world. WHO official website.* Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/blood-safety-and-availability> (accessed 11 May 2022).
2. *On amendments and additions to some laws of the Republic of Belarus on blood donation and its components. Law of the Republic of Belarus of January 8, 2015 No. 238-3. Consultant Plus. Belarus. LLC "YurSpektr", National center of legal inform. of the Republic of Belarus. Minsk, 2019. (in Russian)*
3. *World health assembly and executive board resolutions on blood safety and availability.* Geneva: World Health Organization, 2011. Available at: <http://www.who.int/bloodsafety/resolutions/en/index.html> (accessed 11 May 2022).
4. *Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated April 15, 2019 No. KP ДСМ-34 "On approval of Requirements for medical examination of donors, safety and quality in the production of blood products for medical use"*
5. *On Blood donation and its Components: Law of the Republic of Belarus, November 30, 2010, No. 197-3: with amendments and additions dated January 8, 2015 No. 238-3. Consultant Plus. Belarus, LLC "YurSpektr", National center of legal inform. of the Republic of Belarus. Minsk, 2019. (in Russian)*
6. Vorotnikov I.M., Razin V.A., Lamzin I.M., Hapman M.E. Anemia and latent iron deficiency in active plasma donors. *Ul'yanovskij mediko-biologicheskij zhurnal.* 2021;1:84–91. (in Russian)
7. Rogachevskij O.V., Zhiburt E.B., Chemodanov I.G., Moiseev S.V. Iron deficiency anemia in blood donors. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya.* 2018;3:4–9. (in Russian)
8. Mantilla-Gutierrez C.Y., Cardona-Arias J.A. Iron deficiency prevalence in blood donors: a systematic review, 2001–2011. *Rev. Esp. Salud. Publica.* 2012;86(4):357–369.
9. Chueca M. Iron-deficiency among blood donors: Donors' opinion on iron supplementation strategy. *Transfus. Clin. Biol.* 2020;27(4):218–221.