



<https://doi.org/10.34883/PI.2024.10.4.008>



Жибурт Е.Б.✉, Хамитов Р.Г., Похабов Д.С., Тураева Р.Р., Умаров Г.М., Шалыгин Л.Д.,
Кузьмин Н.С., Мадзаев С.Р., Шестаков Е.А.

Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Новое в трансфузиологии (на конгрессе Международного общества переливания крови в Барселоне)

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: авторы внесли равный вклад в подготовку статьи.

Подана: 19.08.2024

Принята: 18.10.2024

Контакты: ezhiburt@yandex.ru

Резюме

В статье обобщены материалы 38-го международного конгресса Международного общества переливания крови. Проанализированы данные по организации донорства и службы крови, инфекциям у доноров крови, обеспечению качества компонентов крови, инаktivации патогенов, иммуногематологии, эффективности и безопасности переливания крови, менеджменту крови пациента.

Ключевые слова: трансфузиология, Международное общество переливания крови, донорство, инфекции крови, иммуногематология, переливание крови

Zhiburt E. ✉, Khamitov R., Pokhabov D., Turaeva R., Umarov G., Shalygin L., Kuzmin N.,
Madzaev S., Shestakov E.

National Pirogov Medical Surgical Center, Moscow, Russia

New in Transfusiology (at the Congress of the International Society of Blood Transfusion in Barcelona)

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: the authors made equal contributions to the preparation of the article.

Submitted: 19.08.2024

Accepted: 18.10.2024

Contacts: ezhiburt@yandex.ru

Abstract

The paper summarizes the materials of 38th International Congress of the International Society of Blood Transfusion. The data on the organization of donations and blood service, blood-transmitted infections, ensuring of the quality of blood components, pathogen inactivation, immunohaematology, effectiveness and safety of blood transfusions, patient blood management have been analysed.

Keywords: transfusiology, the International Society of Blood Transfusion, blood donation, blood infection, immunohaematology, blood transfusion

■ ВВЕДЕНИЕ

В июне 2024 г. в Барселоне (Испания) прошел 38-й международный конгресс Международного общества переливания крови. В конгрессе приняли участие 3315 делегатов из 115 стран.

Традиционно среди довольно обширных материалов конгресса [1–21] можно выделить новую информацию по основным проблемам нашей специальности.

■ ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ КРОВИ

В Казахстане в 2023 г. по сравнению с 2013 г. количество донаций крови и ее компонентов сократилось на 14,4% и составило 248,7 тыс. Структура донаций изменилась: количество пожертвований крови среди всех донаций увеличилось с 81,3% в 2013 г. до 90,5% в 2023 г., а донаций плазмы снизилось с 15,7 до 0,4% (с 44,5 тыс. до 1 тыс.). Донации тромбоцитов выросли с 3,0 до 9,1% (с 8,6 до 22,7 тыс.). Наблюдается увеличение объема компонентов крови, переданных для клинического применения, на 20,5% по сравнению с 2013 г. Количество компонентов крови, выданных клиникам от одной донации, составило 1,7 в 2023 г. против 1,2 в 2013 г. В Казахстане уровень инактивации патогенов в тромбоцитах достиг 100% в 2018 г. (по сравнению с 61% в 2013 г.) и остается таким же. Уровень лейкофилтрации эритроцитов также составил 100% с 2018 г. (61,4% в 2013 г.). В 2023 г. доля плазмы, прошедшей карантин и инактивацию патогенов, составила 99,4% по сравнению с 70,4% в 2013 г. С 2013 г. скрининг донорской крови осуществляется в 2 этапа – иммунологический скрининг и NAT-тестирование, проводимые с использованием полностью автоматизированных анализаторов закрытого типа, применение которых достигло 100%. С 2022 г. в обязательный скрининг донорской крови добавлены новые маркеры вируса гепатита В – anti-HBcore и anti-HBs [22].

В период COVID-19 многие госпитали начали развивать переливание крови на дому и продолжают практиковать его сейчас. В основном переливают 2 дозы эритроцитов за сеанс [23].

В крупной датской больнице, переливающей 20 000 доз эритроцитов в год, сравнили время доставки персоналом или пневмопочтой. Среднее значение времени доставки составило 17,7 и 15,3 мин для персонала или пневмопочты соответственно (90-й перцентиль: 31 и 27 мин соответственно). Небольшое, но статистически значимое преимущество при доставке с помощью пневмопочты составило в среднем 2 мин 29 с (14%; $p < 0001$) в отношении начала переливания по сравнению с доставкой больничным персоналом [24].

По базе данных здравоохранения Швеции (в исследование были включены 1 999 013 зарегистрированных родов у 1 043 713 женщин, при этом 4,1% из них получали переливание эритроцитов во время любых родов). Установлено, что женщины, которым переливали эритроциты во время родов, подвергались повышенному риску системной красной волчанки и системной склеродермии по сравнению с женщинами, которым не переливали кровь. Никаких доказательств такой связи для неходжкинской лимфомы и ревматоидного артрита обнаружено не было [25].

Тестировали ChatGPT по вопросам переливания крови. В среднем он набрал проходной балл по серии из 31 вопроса о переливании крови, которые были взяты из задач для студентов-медиков Американского общества гематологов. Как потенциальный учебный ресурс для студентов-медиков ChatGPT очень часто давал ответы



поверхностные, расплывчатые, неполные, устаревшие, неправильные и даже небезопасные. Студентам-медикам не следует использовать ChatGPT для изучения трансфузионной медицины [26].

■ ДОНОРСТВО

По последним оценкам ВОЗ, ежегодно в мире собирается около 118,5 млн донорской крови, причем 40% из них составляют страны с высоким уровнем дохода, на долю которых приходится 16% населения мира. В расчете на 1000 человек частота донаций крови составляет 31,5 в странах с высоким уровнем дохода, 16,4 в странах с доходом выше среднего, 6,6 в странах с доходом ниже среднего и 5,0 в странах с низким уровнем дохода [27].

В Австралии отменили верхний возрастной предел для вернувшихся доноров (ранее имевших право на участие до 81 года) и увеличили верхний возрастной предел для новых доноров с 70 до 75 лет [28].

В Дании концентрация гемоглобина у доноров выше утром и зимой, а ниже – после полудня и летом [29].

В континентальной Франции средняя концентрация донорских тромбоцитов в период с мая по сентябрь (теплый период в северном полушарии) была ниже, чем в другие месяцы в каждом регионе. На острове Реюньон, французском департаменте, расположенном в Южном полушарии, среднее количество донорских тромбоцитов было больше в период с мая по сентябрь (холодный период), чем в другие месяцы [30].

Согласно европейским стандартам, минимально необходимый уровень гемоглобина (Hb) для афереза тромбоцитов составляет 125 г/л для женщин и 135 г/л для мужчин, но индивидуальные донации могут проводиться с уровнем Hb ниже этих уровней (EDQM, 21-е издание). Швейцарские правила устанавливают нижний допустимый предел содержания Hb для афереза тромбоцитов на уровне ≥ 110 г/л и ≥ 120 г/л для женщин и мужчин соответственно. При 26-летнем наблюдении установлено, что женщины – доноры крови с дефицитом железа с низким уровнем Hb или без него, которые не имеют права на донорство цельной крови, могут быть оставлены для проведения афереза тромбоцитов в соответствии со швейцарскими правилами. Регулярное донорство тромбоцитов у здоровых в остальном женщин с низким уровнем Hb и ферритина не связано с риском развития анемии или дальнейшего уменьшения запасов железа и способствует обеспечению достаточного запаса тромбоцитов в условиях растущего спроса на этот компонент крови и сокращения популяции доноров крови [31].

В Испании с населением 48 млн человек ежегодно проводится более 1,7 млн донаций, 1,9 млн переливаний и 413 тыс. л плазмы отправляется на фракционирование [32].

В Испании, как и в большинстве европейских стран, наблюдается дефицит плазмы и явная зависимость от препаратов крови из других стран, где их получают за определенную плату. В 2023 г. фракционировано 404 842 л плазмы на получение альбумина и ВВИГ. При выходе 26,5 г/л альбумина и 4,3 г/л ВВИГ всего было получено 10 730 752 г альбумина и 1 734 249 г ВВИГ, что соответствует удовлетворению потребности на 59 и 36% соответственно. Если бы целью было достижение 50% достаточности ВВИГ, в Испании пришлось бы получить в общей сложности на 172 420 л плазмы больше, чем сейчас используется для фракционирования. Это означает проведение на 287 366 плазмаферезов больше, чем сейчас [33].

В Дании с населением около 6 млн человек после решения о начале программы плазмафереза в 2013 г. первые поставки аферезной плазмы для фракционирования состоялись в 2015 г. (21 т) и с тех пор увеличились до 86 т в 2023 г. За тот же период объем извлеченной из цельной крови плазмы снизился до 39 т в 2023 г. по сравнению с 85 т в 2004 г. Таким образом, общее количество плазмы, доставленной на фракционирование в 2023 г., составило 125 т. В 2022 г. потребление иммуноглобулина (IG) составило 1031 кг, или 174 г на 1000 жителей. Учитывая выход 5 г IG / л плазмы, необходимость плазмы для этого количества составляет 206 т, или 35 кг плазмы на 1000 жителей. Таким образом, текущий дефицит составляет 81 т плазмы. Поскольку возможность 2 запланированных центров афереза составляет 35 и 17 т соответственно, дефицит в 2028 г. будет 29 т. Ожидается, что в существующих центрах можно будет собрать больше плазмы и что еще больше будет запланировано. С другой стороны, использование IG может снова увеличиться после некоторого снижения во время пандемии COVID-19 и после нее. В 2022 г. общее количество собранной плазмы варьировало от 11 до 33 кг на 1000 жителей в 5 СПК. Это было вызвано разным темпом принятия политических решений и показывает, что существует потенциал для увеличения объемов сбора [34].

Биобанк службы крови Финляндии специализируется на вопросах, связанных с трансфузионной медициной, таких как здоровье доноров крови. Почти все (99,5%) доноры биобанка дали свое согласие на получение результатов, связанных со здоровьем. Всем постоянным донорам и женщинам моложе 51 года после донации регулярно предлагаются добавки железа, за исключением доноров с клиническим гемохроматозом. Аллель HFE C282Y в гомозиготной форме является наиболее частой причиной наследственного гемохроматоза в кавказской популяции. Целью исследования было донести информацию о генетических рисках до доноров крови и предотвратить введение добавок железа после донорства при будущих донорствах крови. 82 гомозиготы HFE C282Y были идентифицированы в популяции доноров крови (N=43 688), из них лишь 6 были осведомлены о своем генетическом риске развития гемохроматоза до начала исследования [35].

Изучили частоту гипотензивной реакции и характеристики доноров плазмы для фракционирования, которые могут быть предикторами гипотензивной реакции. Проанализированы данные о донациях 1,1 млн доноров, сделавших 12 183 183 донации в период с 1 мая по 31 августа 2018 г. Это составило примерно 72% донаций, собранных индустрией плазмы США. Доля женщин и мужчин с гипотензивной реакцией составила $16,18 \times 10^4$ и $3,56 \times 10^4$ донации соответственно. Доноры в возрасте до 24 лет и старше 65 лет, первичные доноры, низкий ОЦК и высокий пульс перед донацией – предикторы гипотензивной реакции [36].

Прием воды или изотонического напитка перед донацией, вероятно, приводит к значительному снижению вазовагальных реакций (ВВР) в донорском центре и за его пределами. Прием напитка с кофеином или добавлением соли перед донацией может привести к снижению ВВР по сравнению с приемом только воды. Необходимы будущие крупные испытания, чтобы повысить достоверность эффекта этих и других вмешательств в профилактике ВВР [37].

На Тайване показано, что частые донации цельной крови связаны со снижением риска госпитализации с сердечно-сосудистыми заболеваниями у доноров мужского пола [38].



■ ИНФЕКЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

До 2020 г. в Японии было зарегистрировано в общей сложности 45 случаев трансфузионной передачи инфекции, вызванной вирусом гепатита E (ВГЕ). В 2020 г. был внедрен ID-NAT (Procleix® UltrioPlex E), который выявляет вирус гепатита B (ВГВ), вирус гепатита C (ВГС), вирус иммунодефицита человека 1/2 (ВИЧ) и ВГЕ, и с тех пор в Японии не было зарегистрировано ни одного случая гемотрансмиссивного ВГЕ.

Всего было проведено 17 166 516 ID-NAT. Частота положительных результатов на 100 тыс. безвозмездных доноров составила 6,7; 1,9; 0,6 и 65 для ВГВ, ВГС, ВИЧ 1/2 и ВГЕ соответственно. Для ВГЕ этот показатель значительно увеличился с 50 до 80 в течение 2020–2023 гг. В Японии впервые был идентифицирован штамм ВГЕ у кроликов, который имел низкую гомологию (89%) с ранее зарегистрированными штаммами, что указывает на неизвестные источники инфекции ВГЕ. Несмотря на то что передачу с кровью ВГЕ удалось предотвратить благодаря внедрению скрининга крови с высокой чувствительностью ID-NAT, высокая частота новых ВГЕ-инфекций среди населения в целом вызывает серьезную озабоченность общественного здравоохранения. Необходимо принять фундаментальные меры по снижению уровня инфицирования ВГЕ по всей стране [39].

Во Франции с марта по декабрь 2023 г. 1634 из 1 800 945 протестированных донаций были положительными на ВГЕ-РНК, что соответствует общей частоте 0,91 на 1000 донаций. Показатели заболеваемости варьировали от 0,53 на северо-западе до 1,94 на 1000 донаций на юго-западе страны. Среди 1630 положительных донаций 32,7% были серопозитивными (5,5% IgM+/IgG–, 5,5% IgM–/IgG+, 21,7% IgM+/IgG+).

Из 1634 доноров, положительных по ВГЕ-РНК, 1490 (91,2%) были повторными донорами крови и 554 (37,2%) из них сдавали кровь в предыдущие 4 месяца. На сегодняшний день ретроспективный результат 25 тестов до индексной донации был положительным: 14 не проходили скрининг с помощью NAT (11 – плазмы для фракционирования, и 3 сдали кровь перед внедрением NAT) и 11 были отрицательными при минипул-NAT. У 14 доноров, у которых заготовили лабильные компоненты крови, вирусная нагрузка составляла от <10 до 138 МЕ/мл, а средняя задержка между предыдущей и индексной донациями составила 63 дня (29–98). Предварительные результаты этих 14 положительных компонентов крови были доступны для 6 пациентов, и ни один из них не был инфицирован. Продуктом с самым высоким уровнем вирусной нагрузки (138 МЕ/мл) был аферезный концентрат тромбоцитов, заготовленный за 29 дней до индексной донации. Этот концентрат тромбоцитов был разделен на 4 компонента, каждый из которых содержал предположительно количество вируса от 2277 до 7071 МЕ. Эти компоненты были перелиты 3 пациентам. Один реципиент умер от своей патологии, у 2 других был отрицательный уровень ВГЕ [40].

В Пакистане описан первый случай гемотрансмиссивного ВГЕ с эритроцитами бессимптомного донора, побывавшего недавно в Великобритании [41].

На СПК Барселоны с марта 2022 по декабрь 2023 г. с помощью ID-NAT, «Пантер» («Грифолс»), было проверено в общей сложности 500 066 донаций крови. Всего 483 донации были изначально реактивными (205 на сигнал ВГС / ВИЧ 1/2 / ВГВ и 278 на сигнал ВГЕ). После завершения подтверждающих алгоритмов 122 образца были признаны ложноположительными на ВГС / ВИЧ 1/2 / ВГВ, а 105 – ложноположительными на ВГЕ, что привело к одинаковому уровню специфичности 99,98%. В 12 донациях, изначально реактивных на ВГС / ВИЧ 1/2 / ВГВ, все повторные NAT

и дискриминационные тесты были отрицательными, но анти-НВс был положительным, поэтому доноров считали инфицированными скрытым гепатитом В с низкой вирусной нагрузкой (ОВИ). Подтвержденная NAT-положительность была получена для 71 образца, изначально реактивного к сигналу ВГС / ВИЧ 1/2 / ВГВ, из них 10 доноров были ВГС, 16 – ВИЧ 1, 15 – ОВИ и 30 – ВГВ. Все образцы имели согласованную серологическую положительную реакцию, за исключением 1 фазы окна ВГВ. Подтвержденная положительная реакция ВГЕ была получена для 173 образцов, первоначально реагирующих на сигнал ВГЕ, в результате чего частота ВГЕ ID-NAT составила 1 из 2891 проверенной донации (ДИ 95%: от 1 из 2491 до 1 из 3375). Как и ожидалось, выход ВГЕ ID-NAT был значительно выше, чем предыдущий опыт с донациями ВГЕ NAT в минипуле из 16 образцов (1 из 4341; ДИ 95%: от 1 из 3703 до 1 из 5004). За период проведения данного исследования не было зарегистрировано ни одного сообщения об инфекциях, передающихся при переливании крови, в систему гемонадзора. Одновременное выявление ВГС, ВИЧ 1, ВИЧ 2, ВГВ и ВГЕ улучшило логику скрининговой лаборатории за счет: 1) исключения этапа пулирования; 2) оборудования, предназначенного для тестирования на ВГВ, которое можно было использовать для выявления ВГС, ВИЧ 1, ВИЧ 2, ВГВ и ВГЕ NAT, тем самым увеличивая пропускную способность; 3) сокращения отходов; 4) оптимизации управления запасами; 5) упрощения работы лабораторного персонала. Таким образом, одновременное выявление ВИЧ 1/2, ВГС, ВГВ и ВГЕ является последовательным решением для повышения безопасности крови с минимальными техническими сложностями [42].

В Колумбии у 76,1% доноров с анти-НВс, но без ВГВ NAT и HBsAg уровни анти-НВс превышали порог, позволяющий считать их кровь безопасной для переливания (200 МЕ/л). В этой группе доноров не было выявлено ни одного случая скрытой инфекции гепатита В (ОВИ), несмотря на среднюю распространенность ВГВ в Колумбии [43].

В Швейцарии каждые 3–4 года регистрируют вспышку парвовируса В19. Доноров плазмы для фракционирования обследуют в пулах из ≤ 96 образцов в дуплексном формате с ВГА с помощью либо Cobas DPx (Roche Diagnostics), либо Procleix Parvo / HAV (Grifols). Положительные пулы (титр ДНК парвовируса В19 $\geq 10^2$ МЕ/мл или $\geq 10^3$ МЕ/мл в зависимости от конкретных критериев выделения, выбранных региональными службами переливания крови) деконструируют, после чего проводят тестирование 1 образца и подтверждение. В индивидуальном тесте титр $\geq 10^4$ МЕ/мл считается положительным. В 2023 г. у доноров зарегистрировано 73 случая заболевания В19. Титры положительных индивидуальных образцов варьируют от $1,03 \times 10^4$ МЕ/мл до $3,29 \times 10^{13}$ МЕ/мл. Парвовирус В19 был обнаружен как у первичных, так и у повторных доноров. Были затронуты лица обоих полов, а возраст доноров варьировал от 20 до 63 лет. Большинство доноров, которых удалось опросить, заявили, что у них не было никаких симптомов. Лишь немногие сообщили о легких симптомах. Случаи за последние 6 лет: 2017 г. – 31 случай, 2018 г. – 9 случаев, 2019 г. – 12 случаев, 2020 г. – 21 случай, 2021 г. – 0 случаев и 2022 г. – 1 случай [44].

В Китае провели исследование полезности метагеномного секвенирования для выявления вириона плазмы. Из биохранилища доноров крови случайным образом было отобрано 1200 образцов плазмы, из которых создали 12 пулов по 100 образцов. Провели метагеномное секвенирование и идентифицировали 7 ДНК-вирусов, принадлежащих к 2 семействам, и 1 РНК-вирус. Среди них ДНК-вирусы включают 4 вируса семейства Anelloviridae (вирус Torque teno (TTV), вирус Torque teno midi (TTMDV),



мини-вирус Torque teno (TTMV) и TTV-подобный мини-вирус (TLMV)). Кроме того, были идентифицированы 3 ДНК-вируса из семейства Herpesviridae, включая вирус герпеса человека 6А (HHV-6А), цитомегаловирус человека (HCMV) и вирус Эпштейна – Барр (EBV). Преобладающим РНК-вирусом (96,2%, 59602/61985) был вирус GB C / пегивирус человека (GBV-C/HPgV) [45].

■ КОМПОНЕНТЫ КРОВИ

В Таиланде искусственный интеллект обучили выбирать контейнеры с плазмой нормального и ненормального цвета или мутности [46].

Европейская комиссия недавно перенесла запрет использования пластификатора DEHP в медицинских изделиях, который первоначально должен был состояться 27 мая 2025 г., на 1 июля 2030 г. [47].

«Макофарма» разработала контейнеры с новым пластификатором – DENT. Наблюдала сопоставимую выживаемость и рост бактерий между эритроцитами, хранящимися в DEHP/SAGM и DENT/PAGGSM. Более медленные темпы роста *L. monocytogenes*, наблюдаемые в начале хранения эритроцитов в контейнерах DENT/PAGGSM, могут быть вызваны различиями в пластификаторе контейнера для хранения, добавочном растворе и/или в параметрах качества между 2 типами контейнеров, что заслуживает дальнейшего изучения. В целом это исследование показывает, что риск бактериальной безопасности эритроцитов не увеличивается при внедрении контейнеров для хранения DENT/PAGGSM [48].

Производство детских концентратов тромбоцитов (ДКТ) заключается в переносе требуемого объема раствора тромбоцитов из аферезного концентрата тромбоцитов (АКТ) в контейнер для переноса. Этот перенос может быть осуществлен либо заранее – и затем ДКТ хранится в тех же условиях, что и исходный ДКТ (т. е. в полиолефиновых пакетах для хранения, подходящих для газообмена); или может быть осуществлен импровизированно, непосредственно перед переливанием. В последнем случае могут быть использованы детские контейнеры из поливинилхлорида (ПВХ). Показано, что ДКТ, приготовленные в ПВХ-контейнерах, должны быть доставлены без задержек, а тромбоциты не должны храниться в ПВХ-контейнерах более нескольких часов. Если ДКТ готовятся заранее, их следует готовить в полиолефиновых контейнерах, которые обеспечивают газообмен и пригодны для хранения ДКТ в течение 7 дней. СПК могут адаптировать производство ДКТ к организационным и экономическим соображениям, поскольку полиолефиновые пакеты в 2,5 раза дороже ПВХ [49]. Интересно, что 14 лет назад к такому же выводу пришли красноярские ученые [50].

В Германии разработали систему контейнеров, которая позволяет объединить 3 дозы СЗП, добавить соответствующий объем эритроцитов с последующим удалением осадка агглютинировавших эритроцитов в закрытой системе. После инкубации при 20–24 °С в течение 2 ч осадок эритроцитов с прикрепленными регулярными аллоантителами удаляли из пула плазмы центрифугированием (4000 g, 10 мин) и разделением. В рамках валидационного исследования показано, что этот метод не оказывает влияния на качество и безопасность универсальной плазмы [51].

В Амстердаме автоматизировали процесс выделения 8 сегментов трубки контейнера с эритроцитами для совмещения с кровью реципиента. Время процедуры с 1 контейнером сократилось с 0,8 до 0,42 мин [52].

Австралийский Красный Крест Lifeblood заключил контракт с Bosch Australia Manufacturing Solutions на разработку первой в своем роде автоматизированной машины для маркировки и проверки производственных этикеток, наносимых на компоненты крови, с использованием роботизированной автоматизации и системного управления [53].

В СПК провинции Чжэцзян, Китай, для сокращения времени ожидания виртуального подбора HLA-совместимых тромбоцитов увеличили количество доноров в базе данных HLA, особенно активных доноров, которые сдают тромбоциты аферезом более 3 раз в год. Для экстренных пациентов генотипирование Luminex-SSO HLA среднего разрешения использовалось вместо генотипирования PCR-SBT или NGS высокого разрешения. Основным источником виртуальных подходящих тромбоцитов изменился с подбора доноров на физические тромбоциты в запасе. Область применения физических тромбоцитов для виртуального сопоставления была расширена с тестирования банка на тестирование тромбоцитов, которые заготавливаются. Вся работа управляется информационной системой, включая автоматический поиск в базе данных доноров и физических продуктов, автоматический перехват целевых доноров, автоматическую блокировку совместимых тромбоцитов, автоматическую генерацию и выдачу соответствующих электронных отчетов.

К концу 2023 г. база данных HLA этой СПК достигла 25 007 доноров, из которых 2588 доноров сдали 21 857 контейнеров аферезных тромбоцитов в 2023 г. (57,4% всех тромбоцитов). Среди них 1925 активных доноров сдали 20 940 контейнеров (55,0% всех тромбоцитов). Время генотипирования HLA и идентификации антител у экстренных пациентов было сокращено с 6 до 2 дней. С сентября 2020 по февраль 2024 г. было проведено в общей сложности 1463 виртуальных подбора. Дни ожидания пациентов сократились с $5,4 \pm 5,4$ дня (медиана 4 дня) до $1,2 \pm 2,5$ дня (медиана 0 дней) соответственно. После использования всех мер оптимизации с апреля 2023 г. было проведено в общей сложности 702 виртуальных подбора. Из них 417 подходящих тромбоцитов (59,4%) были взяты из запаса того же дня, 104 (14,8%) – из тромбоцитов, перехваченных на следующий день, и 181 (25,8%) – из тромбоцитов, заготовленных в день назначения [54].

Более чем в половине стран – членов Евросоюза готовят 100% лейкодеплецированных компонентов крови. Другие страны рассматривают возможность поэтапного отказа от компонентов, не прошедших лейкодеплецию. В соответствии с признанными передовыми практиками повышения безопасности пациентов в будущем предложат удалить компоненты, не прошедшие лейкодеплецию, из европейских нормативов [55].

Ди(2-этилгексил)фталат (DEHP) долгое время использовался в качестве основного пластификатора в наборах для забора цельной крови из поливинилхлорида. Однако данные исследований на животных, свидетельствующие о потенциальной токсичности и проблемах с репродукцией, привели к внесению нормативных изменений в Европейском союзе, запрещающих использование этого пластификатора в медицинских изделиях. Европейские производители в настоящее время сосредоточены на разработке и нормативной регистрации систем сбора крови, не содержащих DEHP. Одним из пластификаторов ПВХ, исследуемых в качестве альтернативы DEHP, является ди(2-этилгексил)терефталат (DEHT). «Макофарма» показала, что замена DEHP пластификатором DEHT в наборах для забора цельной крови из ПВХ



не оказывает статистического или существенного влияния на качество получаемой замороженной плазмы *in vitro* [56].

Использование PAGGSM позволяет компенсировать потерю стабильности эритроцитов из-за замены пластификатора. Новая ассоциация DEHT/PAGGSM способна сохранять соответствие эритроцитов по гемолизу до 49 дней [57].

■ ИНАКТИВАЦИЯ ПАТОГЕНОВ

Пулированные тромбоциты, патогенредуцированные амотосаленом-УФ, хранившиеся при 4 °С, демонстрировали сохраненный метаболизм, повышенную спонтанную активацию и апоптоз, а также сохраняли адгезионные свойства тромбоцитов *in vitro* в течение по меньшей мере 14 дней. Дальнейшие эксперименты направлены на лучшее понимание характеристик и функций различных субпопуляций тромбоцитов, что может привести к разработке новых или улучшенных продуктов тромбоцитов для увеличения запасов и доступа к гемостатической поддержке тромбоцитов у пациентов с кровотечением [58].

В 2021–2023 гг. СПК в шведском Буресе перешла с размороженной СЗП, полученной из цельной крови 1 донора, хранящейся до 14 дней, на пулированные дозы патогенредуцированной плазмы (ПР-плазмы). Для получения патогенредуцированной плазмы пул из 5 размороженных АВО-идентичных доз СЗП (средний объем 260 мл) подвергали инаktivации патогенов с помощью системы «Интерсепт» и разделяли на 6 доз патогенредуцированной плазмы по 200 мл и повторно замораживали. Размороженную СЗП хранили 14 суток. Срок хранения размороженной патогенредуцированной плазмы местным нормативом сократили до 7 дней.

Период до внедрения ПР-плазмы (2018–2020, П1) сравнили с периодом после внедрения ПР-плазмы (2021–2023, П2). Переливание патогенредуцированной плазмы увеличилось с 13,6% в 2021 г. до 96,9% в 2023 г. Среднее количество доз на 1 пациента снизилось с 2,4 до 1,8. Время оттаивания уменьшилось с ~17 мин для СЗП до ~7 мин для патогенредуцированной плазмы. Несмотря на более короткий срок хранения патогенредуцированной плазмы после оттаивания, количество устаревших доз СЗП в 2023 г. снизилось на 48% по сравнению с размороженными в 2018 г. Количество доз СЗП, проданных на фракционирование, увеличилось на 9% в 2023 г. по сравнению с 2018 г., при этом количество донаций цельной крови осталось примерно таким же (табл. 1).

Таким образом, внедрение пулированной ПР-плазмы, хранимой замороженной до тех пор, пока она не понадобится, потребовало некоторого дополнительного труда (1 день в неделю работы технического специалиста), но способствовало сокращению отходов, несмотря на более короткий срок хранения, повышению эффективности производства и увеличению доходов от продажи плазмы для фракционирования. Эффективность была достигнута за счет пулирования 5 доз СЗП, полученных из цельной крови, для производства 6 доз ПР-плазмы. Сокращение времени оттаивания ПР-плазмы стандартизированным объемом 200 мл имеет практическое значение для обеспечения готовности к чрезвычайным ситуациям [59].

Инаktivация патогенов в аферезных концентратах тромбоцитов по-разному влияет на качество *in vitro*, что потенциально может обусловить клинический исход. В Хабаровске обнаружили значительное уменьшение количества тромбоцитов и pH тромбоцитов, обработанных Мирасол, по сравнению с тромбоцитами, обработанными

Таблица 1
Получение и применение плазмы в шведском Буросе
Table 1
Plasma production and usage in Swedish Borås

	П1 (2018–2020) Средняя (диапазон)	П2 (2021–2023) Средняя (диапазон)	Всего (2018–2023)	Изменение 2018 vs 2023
Заготовки цельной крови	8,892 (8,680–9,041)	8,853 (8,363–9–175)	53,235	+0–7%
Получено доз СЗП	921 (770–1060)	807 (752–893)	5183	–26,8%
Получено доз ПР-плазмы	–	768 (282–1074)	2304	–
СЗП/ПР-плазмы доз перелито	657 (604–741)	628 (593–675)	3855	–16,7%
СЗП/ПР-плазмы доз просрочено	233 (201–253)	147 (109–183)	1140	–48,0%
СЗП доз продано на фракционирование	7401 (6946–7923)	7552 (6978–8042)	44,859	+9,0%

Интерсепт, после 3-го дня хранения, что привело к сокращению времени хранения до максимум 3 дней для Мирасол-тромбоцитов в 100% плазме в краевом центре крови [60].

Исследовали эффективность инактивации *Plasmodium falciparum* в эритроцитах путем обработки коротковолновым ультрафиолетовым светом (УФ) в отсутствие фотохимических добавок. Самая низкая доза УФ-излучения 1,5 Дж/см² привела к снижению паразитарной нагрузки на ≥ 3 log по сравнению с необработанным контролем. Было показано, что инактивационная способность зависит от дозы. 4,5 Дж/см² привели к снижению логарифмических единиц на ≥ 5 единиц, что было эквивалентно полной инактивации в 2 из 3 экспериментов.

Ранее было показано, что уменьшение количества патогенов без фотомодификаторов с помощью УФ-излучения эффективно в отношении различных бактерий и вирусов, но инактивация паразитов до сих пор не рассматривалась. Настоящее исследование предоставляет доказательства значительной инактивации эритроцитов, инфицированных *P. falciparum*, под действием УФ-излучения [61].

■ ИММУНОГЕМАТОЛОГИЯ

Обычно при необходимости дозы эритроцитов можно получить на СПК. Но если у пациента редкая группа крови, антитела к часто встречающемуся антигену или нескольким распространенным аллоантителам, то без предварительной подготовки клиники и СПК могут возникнуть проблемы. На практическом уровне редкая кровь – это то, что не всегда доступно в случае необходимости. В наиболее сложных случаях во всем мире может быть зарегистрировано менее 10 доноров определенной редкой группы крови. Большинство из них можно распознать с помощью базового фено- и генотипирования вместе со скринингом нерегулярных антител. Наиболее эффективный подход к поиску доноров – это привлечение пациентов, у которых согласно обнаружению антител выявлен редкий фенотип. Аналогичным образом к возможным редким донорам приводит обнаружение антител в антенатальных образцах и при скрининге доноров крови на антитела. Братья и сестры человека с редкой



группой крови с большей вероятностью будут иметь такую же редкость. Типирование доноров может быть ориентировано на постоянных доноров, начиная с доноров группы О. Кроме того, типирование может быть ориентировано на доноров из определенной страны рождения или этнического происхождения. Доноров фенотипа Jk(a-b-) чаще можно найти среди населения Финляндии, Полинезии и Японии, чем среди других. Важно проводить фенотипирование Rh и K в больших масштабах, чтобы удовлетворить потребности пациентов с общими группами крови и антителами к группам крови; к счастью, одновременно обнаруживаются чрезвычайно редкие нулевые фенотипы. С помощью фенотипирования Rh и K, включая типирование k от доноров K+, можно обнаружить такие редкости, как k- и Rhnull. Расширенное типирование, включая Fy, Ss, Jk, позволит найти доноров Fy (a-b-), Jk (a-b-) и S-s-. Это можно сделать либо фено-, либо генотипированием. Фенотипирование можно распространить на антигены, для которых имеются антисыворотки, такие как Кра и Lua, а при поиске антиген-положительных доноров провести тестирование на антигены Krb и Lub. Процесс типирования в Финляндии показан в табл. 2. Кроме того, служба крови управляет биобанком, содержащим данные генома примерно 58 000 доноров крови [62].

Аллоиммунизация к эритроцитам из-за наличия панреактивных или неспецифических аллоантител к антигенам эритроцитов создает серологическую несовместимость и затрудняет выбор совместимых доз крови для трансфузионной терапии. У индийских пациентов специфичность антител не определяется примерно в 14–36%. В настоящее время для характеристики этих антител используются обширные серологические исследования с последующим простым генотипированием. Однако полезность этих анализов генотипирования ограничена, когда фенотипы крови являются результатом новых вариантов. В качестве альтернативы подходы, основанные на целенаправленном секвенировании следующего поколения (T-NGS), были успешно применены для разрешения сложных случаев. Восемнадцать случаев, когда специфичность антитела не удалось идентифицировать, были проанализированы с использованием анализа T-NGS для 51 гена, связанного с 41 антигеном систем

Таблица 2
Типирование доноров в Финляндии
Table 2
Donor typing in Finland

Метод	Антиген	Доноры	Тестов в месяц
Скрининг антител		Первичные, возможно, иммунизированные	7000
Автоматическое фенотипирование	Rh K(k)	Первичные	2772
Автоматическое фенотипирование	Jk Fy Ss M	Регулярные, A B O K- не R1R2	319
Ручное фенотипирование	Ula LWa/b Lsa WESa Cx Coa/b Lua/b Cw Кра/b Wra	Часть расширенно фенотипированных доноров	48
Генотипирование	RH KEL JK FY MNS DI DO CO YT LU	Часть расширенно фенотипированных доноров и доноров африканского происхождения	54

группы крови. С использованием подхода, основанного на NGS, у индийских пациентов выявлено 7 новых вариантов аллелей, которые ответственны за возникновение нулевых фенотипов. Выявленные редкие доноры будут зарегистрированы в Реестре редких доноров Индии (RDRI) для предоставления редких доз на национальном и международном уровнях [63].

Магролимаб (Hu5F9-G4) представляет собой новое моноклональное IgG4-антитело против CD47, находящееся в стадии оценки для лечения рака крови и солидных органов. CD47 – это сигнал «не ешь меня», который чрезмерно экспрессируется при некоторых видах рака, что приводит к уклонению иммунной системы от удаления раковых клеток. Магролимаб (анти-CD47) блокирует этот сигнал и обеспечивает фагоцитоз раковых клеток макрофагами. CD47 экспрессируется на эритроцитах и обеспечивает их нормальный клиренс с возрастом. Магролимаб связывается с эритроцитами и препятствует проведению определения группы крови, а также прямых и непрямых антиглобулиновых тестов [64].

Обработка растворимым рекомбинантным CD47 плазмы крови пациентов, получавших анти-CD47-терапию, ингибирует анти-CD47 и позволяет идентифицировать «подлежащие» аллоантитела к эритроцитам [65].

В Японии создали клеточную линию, которая минимально экспрессирует основные, часто встречающиеся антигены эритроцитов. Эта панельная клеточная линия была получена с использованием иммортализованной эритроидной клеточной линии и поддается генным модификациям, включая принудительную экспрессию или удаление антигена. Результаты убедительно указывают на возможность искусственного получения панельных клеток, экспрессирующих только ограниченный набор антигенов. Сейчас создают D_i^p клетку, экспрессирующую 1 антиген, в которой отсутствуют даже антигены MNS. Ожидается, что этот метод может быть применен к любому основному антигену для получения искусственных панельных клеток для простой идентификации аллоантител против каждого из основных антигенов у доноров и реципиентов крови [66].

В Великобритании при каждой донации проверяют высокий титр (BT) анти-A/-B IgM в однократном разведении 1:128 в лунках микропланшета на автоматизированной платформе (PK7300, PK7400 Beckman Coulter). Для пулированных компонентов, содержащих плазму (криопреципитат и тромбоциты), доза считается отрицательной по BT, если все составляющие дали отрицательный результат по BT. В настоящее время руководящие принципы Великобритании рекомендуют переливать компоненты плазмы, относящиеся к определенной группе, везде, где это возможно. Показано, что частота выявления анти-A и -B в высоких титрах во время обязательного тестирования в образцах доноров (<1:128) составляет около 10–15%. Лишь небольшой процент этих донаций имел очень высокий уровень анти-A/-B (например, от 17 до 25% положительных образцов по BT были положительными при 1:512, только 1% при 1:2048 и 0% при 1:4096) [67].

У RhD-отрицательных пациентов пожилого возраста, которым перелили RhD-положительные эритроциты в Испании, обнаружили уровень иммунизации в 22,98% случаев, в которых проводилось последующее наблюдение. Следует также учитывать, что в 58,6% случаев не требовалось новое переливание крови, так что анти-D-иммунизация имела клиническое значение только у 9,5% пациентов [68].



■ КЛИНИЧЕСКАЯ ТРАНСФУЗИОЛОГИЯ

В Северной Америке показано, что переливания тромбоцитов от доноров крови, недавно перенесших SARS-CoV-2 и с высоким титром антител к нуклеокапсиду, были связаны со снижением потребности в переливании эритроцитов, что свидетельствует о повышении эффективности переливания тромбоцитов [69].

В лондонском госпитале примерно через 30 дней после введения концентрата протромбинового комплекса (КПК, Octaplex) у 12% (8/67) пациентов наблюдались тромботические явления, в том числе в 6/8 случаев – инсульт, в 1/8 – окклюзия аорты и в 1/8 – легочная эмболия. Ни один из этих пациентов не получал антикоагулянты в начале лечения и во время тромбоза, не имел каких-либо предыдущих тромбоземболических событий, но имел протромботические факторы, включая рак, осложненную госпитализацию, антифосфолипидный синдром и фибрилляцию предсердий. В этом исследовании в течение 12 месяцев в 2022–2023 гг. показана высокая частота тромбозов после использования КПК, и поэтому клиницистам необходимо рассмотреть подход с учетом риска и выгоды у пациентов с риском тромбоза. Также обнаружили, что уровень смертности после массивного кровотечения был выше у пациентов, получавших варфарин, по сравнению с пациентами, принимавшими прямые оральные антикоагулянты (ПОАК) [70].

Доноры, проходящие заместительную терапию тестостероном (ЗТТ), могут нуждаться в частой сдаче цельной крови из-за эритроцитоза. Однако рекомендации FDA запрещают использование продуктов на основе плазмы после переливания компонентов с возможным повышением концентрации тестостерона. Количество доноров с ЗТТ с супрафизиологическими уровнями тестостерона, которые могут представлять риск для пациентов, в большой когорте не изучалось. Кроме того, в настоящее время не существует стратегий по удалению избытка тестостерона из переливаемой плазмы.

Цели американского исследования были двоякими: сравнить концентрации тестостерона в супернатанте эритроцитарной взвеси и концентрации тестостерона в плазме доноров с ЗТТ, использовать технологию инактивации патогенов Интерсепт, чтобы оценить, могут ли уровни тестостерона разрушаться под воздействием УФА-излучения или адсорбироваться с помощью устройства для адсорбции соединений (CAD).

В штате Юта доноры с ЗТТ составляли 14% от популяции доноров мужского пола старше 18 лет (диапазон 20–77 лет). Супрафизиологический уровень тестостерона наблюдался у 33 доноров ЗТТ (42%) по сравнению с 2 донорами из контрольной группы (8%). Свободный и общий тестостерон был значительно выше во всех компонентах крови доноров с ЗТТ по сравнению с контролем. Уровни тестостерона в супернатанте эритроцитов и плазме были одинаковыми. 10 доз ПР-плазмы показали, что тестостерон не разрушался под действием УФА-излучения ($p > 0,9999$), но инкубация с CAD снижала содержание свободного и общего тестостерона на 88,4% (и на 84% соответственно ($p = 0,0065$)).

Таким образом, доноры, получавшие ЗТТ, имели значительно более высокие уровни тестостерона, чем контрольная группа, и после получения гемокомпонентов тестостерон распределялся между эритроцитами и плазмой одинаково. Риск переливания супрафизиологических уровней тестостерона может быть устранен с помощью инактивации патогенов Интерсепт. CAD резко снизил концентрацию

свободного и общего тестостерона до нижнего референтного диапазона или ниже. Дальнейшие исследования по подтверждению удаления тестостерона из плазмы могут поддержать переливание патогенредуцированной плазмы от доноров с ЗТТ [71].

Для оценки безопасности предоперационной донации аутологичной крови (ПАД) и ее переливания в Японии собрали данные о нежелательных явлениях (НЯ) на всех этапах от донации до переливания, а также оценили пользу и безопасность ПАД у 2378 акушерских пациенток.

1664 пациентки получали только аутологичную кровь (аутологичная группа), 146 пациенток – как аутологичную, так и аллогенную кровь (аллогенная группа), а 568 пациенток не получали переливаний (группа без переливания); 91,9% пациенток избежали аллогенной трансфузии. Вазовагальная реакция (ВВР) возникла у 63 из 2378 пациенток (2,6%). НЯ, кроме ВВР, при донации развились у 114 пациенток (4,8%). Трансфузионные реакции (ТР) возникли у 29 пациенток (1,2%). Частота ТР существенно не отличалась между аутологичной (0,29 / 100 доз) и аллогенной группой (0,39 / 100 доз). В аутологичной группе часто наблюдались гипертензия и фебрильные реакции, тогда как в аллогенной группе – аллергические реакции. Таким образом, у 201 из 2378 пациенток (8,5%) наблюдались некоторые НЯ во время ПАД, хотя большинство НЯ были легкими. Даже в группе без переливания крови у 8,1% наблюдались некоторые НЯ. Учитывая, что большинство НЯ возникали в результате донации и были специфичны для акушерских пациенток, ПАД для акушерских пациенток не очень полезно. Более того, одинаковый уровень ТР между аутологичной и аллогенной группами не мог указывать на приоритет аутологичной крови [72].

В Португалии пришли к выводу, что при наличии достаточного времени пероральная заместительная терапия железом дает результаты, эквивалентные внутривенной заместительной терапии железом. Прямые затраты на внутривенный препарат железа составили 267 евро, а на пероральный препарат железа – от 9 до 18 евро. Однако общая разница в стоимости недооценена, поскольку внутривенное введение железа также сопровождается множеством косвенных затрат (дни, пропущенные на работе или учебе, поездка в больницу, госпитализация в дневной стационар). Таким образом, пероральная замена железа представляет собой гораздо более дешевый вариант МКП с эквивалентной эффективностью [73].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты конгрессов ISBT, новые достижения и опыт трансфузиологов подробнее можно обсудить на конференции Российской ассоциации трансфузиологов 12 декабря 2024 г. в Москве (Пироговский центр).

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Zhiburt E.B., Baranova O.V., Vecherko A.V., Kuzmin N.S. New in transfusiology (based on materials of the VII European Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2001;5:102–114. (in Russian)
2. Zhiburt E.B., Kayumova L.I., Vecherko A.V. New in transfusiology (based on materials of the XXVII Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2002;3(4):75–111. (in Russian)
3. Zhiburt E.B., Vecherko A.V., Reizman P.V., Kuzmin N.S. New in transfusiology (based on materials of the VIII European Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2003;4(4):57–84. (in Russian)
4. Zhiburt E.B., Baranova O.V., Reizman P.V., et al. New in transfusiology (at the XXVIII Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2005;6(1):57–99. (in Russian)



5. Zhiburt E.B. New in transfusiology (at the 15th Regional Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2005;6(3):102–136. (in Russian)
6. Zhiburt E.B. New in transfusiology (at the XVII Regional European Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2008;9(1):25–94. (in Russian)
7. Zhiburt E.B., Shestakov E.A., Kodenev A.T., et al. New in transfusiology (at the XIX Regional Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2009;10(3–4):64–91. (in Russian)
8. Zhiburt E.B., Klyueva E.A., Karavaev A.V., et al. New in transfusiology (at the XXX World Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2010;11(4):72–96. (in Russian)
9. Zhiburt E.B., Karavaev A.V., Madzaev S.R., et al. New in transfusiology (at the XXI Regional Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2012;13(1):74–80. (in Russian)
10. Zhiburt E.B., Gubanova M.N., Skorikova S.V., et al. New in transfusiology (at the congresses of the International Society of Blood Transfusion in Cancun and Kuala Lumpur). *Transfusiology*. 2014;15(3):44–60. (in Russian)
11. Zhiburt E.B., Madzaev S.R., Sultanbaev U.S., et al. New in transfusiology (at the congress of the International Society of Blood Transfusion in Seoul). *Effective pharmacotherapy*. 2015;12:30–37. (in Russian)
12. Zhiburt E.B., Burkitbaev Zh.K., Zarubin M.V., et al. New in transfusiology (at the Congress of the International Society of Blood Transfusion in London). *Journal of Blood Services (Kazakhstan)*. 2016;1(6):6–19. (in Russian)
13. Zhiburt E.B., Gubanova M.N., Burkitbaev Zh.K., et al. New in transfusiology (at the congress of the International Society of Blood Transfusion in Dubai). *Transfusiology*. 2017;18(1):65–74. (in Russian)
14. Zhiburt E.B., Gubanova M.N., Gaivoronskaya V.V., et al. New in transfusiology (at the congress of the International Society of Blood Transfusion in Copenhagen). *Transfusiology*. 2017;18(3):62–78. (in Russian)
15. Zhiburt E.B., Gubanova M.N., Chemodanov I.G., et al. New in transfusiology (at the congress of the International Society of Blood Transfusion in Toronto). *Transfusiology*. 2018;19(3):75–86. (in Russian)
16. Zhiburt E.B., Gubanova M.N., Averyanov E.G., et al. New in transfusiology (at the congress of the International Society of Blood Transfusion in Basel). *Transfusiology*. 2019;20(3):223–236. (in Russian)
17. Zhiburt E.B., Kuznetsov S.I., Chemodanov I.G., et al. New in transfusiology (at the virtual congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2021;22(1):47–64. (in Russian)
18. Zhiburt E.B., Averyanov E.G., Kuznetsov S.I., et al. New in transfusiology (at the 31st regional congress of the International Society of Blood Transfusion in 2021). *Transfusiology*. 2021;22(4):374–385. (in Russian)
19. Zhiburt E.B., Averyanov E.G., Gubanova M.N., et al. New in transfusiology (at the virtual congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2023;24(1):53–68. (in Russian)
20. Zhiburt E.B., Khamitov R.G., Pokhabov D.S., et al. New in transfusiology (at the 33rd Regional Congress of the International Society of Blood Transfusion). *Transfusiology*. 2023;24(3):232–250. (in Russian)
21. Zhiburt E.B., Khamitov R.G., Pokhabov D.S., et al. New in transfusiology (at the congress of the International Society of Blood Transfusion in Cape Town). *Hematology. Transfusiology. Eastern Europe*. 2023;9(4):427–434. (in Russian)
22. Abdrakhmanova S., Yun L., Zhangaieva K. Current situation of the blood service in the Republic of Kazakhstan. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):137.
23. Pons V., Ayats J., Soriano T., et al. Home Transfusion, a viable and secure approach for complex, frail patient population. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):99.
24. Sprogøe U., Lund M.E., Antonsen B., et al. Efficiency of red cell unit delivery by pneumatic tube system. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):169–170.
25. Brynolf A., Sandström A., Hjalgrim H., Edgren G. Long-term risk of lymphoma and autoimmune disease following red-cell transfusion in childbirth – a Swedish nationwide cohort study. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):107–108.
26. Leung E., McBride E., Ford J. Can medical students use AI to learn transfusion? ChatGPT and the ASH medical student transfusion learning objectives. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):90.
27. Lee C. Confronting blood supply challenges with decreasing birthrates. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):62–63.
28. Speedy J., Josling G., Hoad V. Removing upper age restrictions for returning donors and increasing the new donor upper age; donor safety findings utilizing a comprehensive donor vigilance system. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):29.
29. Wehrens S.S., Meulenbeld A., Prinsze F.J., et al. Seasonal and daily variation in haemoglobin in the Dutch blood donor population. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):204.
30. Isola H., Naegelen C., Marpaux N., et al. Seasonal variation of donors platelet count in France. Impact in platelet concentrate production. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):244–245.
31. Pehlic V., Volken T., Stehle G., et al. Retention of female blood donors with low haemoglobin or iron deficiency for plateletpheresis. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):79.
32. De Celis-Miguélez A. New european regulation on substances of human origin (SoHO). *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):7.
33. Puig Rovira L., Millan A. Plasmapheresis and plasma donation - challenges in the blood/plasma supply chain. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):7–8.
34. Georgens J., Hansen M.B., Homburg K.M., et al. Plasma self-sufficiency for plasma derived medical products (PDMP) from unpaid and uncompensated donors is feasible in countries with a high usage of immunoglobulin. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):162.
35. Forstén J., Pitkänen K., Clancy J. Returning genetic information to blood donors – hemochromatosis. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):205–206.
36. Fransén M., Becker M., Lenart J., et al. Hypotensive adverse events among U.S. source plasma donors Plasmavigilance II. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):109.
37. Van Remoortel H., Van de Sande D., De Buck E., Compennolle V. The efficacy and effectiveness of eating and drinking interventions to reduce vasovagal reactions in blood donors – a systematic review of controlled experimental studies. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):206–207.
38. Hsu L., Chen J., Wei S., Hou S. Association of blood donation with the risk of cardiovascular disease in whole blood donors. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):213–214.
39. Tanaka A., Sobata R., Kitsukawa K., et al. Epidemiological features of hepatitis E virus infection among blood donors in Japan revealed by universal NAT screening. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):72.
40. Laperche S., Tribout M., Dimeglio C., et al. HEV Infection in blood donors in France – first results from NAT testing. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):72–73.
41. Wazeer A., Waheed U., Qasim Z., et al. First confirmed case of transfusion-transmitted hepatitis E in a thalassaemia patient in Pakistan. *Vox Sang*. 2024;119 (Suppl. 1):355–356.

42. Bes M., Piron M., Muñoz M., Sauleda S. Improving NAT screening strategies in real life – simultaneous ID-NAT detection of HCV, HIV-1, HIV-2, HBV and HEV in blood donations. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):308–309.
43. Pérez-Carrillo J.A. Characterization of anti-HBs titers in blood donors with anti-HBc reactive results in an upper-middle-income country hospital blood bank. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):324.
44. Tinguely C., Glauser A., Stolz M., et al. Parvo virus B19 outbreak among blood donors in Switzerland. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):83.
45. Rong X., Shan Z., Huang J. Characterizing viral profiles in eligible plasma – insights from blood donor biorepository samples metagenomics. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):108.
46. Sripara P., Jenwithesuk K., Punjaruk W., et al. Revolutionizing plasma quality control – a novel AI-enhanced approach for accurate plasma product assessment. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):46.
47. Klei T.R. Scientific and regulatory overview of the non-DEHP transition. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):65–66.
48. Ramirez-Arcos S., Kou Y., Kumaran D., et al. Bacterial proliferation is comparable in red blood cell concentrates stored in DEHT/PAGGSM and DEHP/SAGM containers. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):66.
49. Isola H., Galvanin A., Pissenem Rudwill F., et al. Impact of storage conditions in pediatric platelet concentrates. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):243–244.
50. Filina N.G., Ivanchin V.A., Trofina N.Yu., et al. On the quality of platelet concentrates. *Transfusiology.* 2011;12(4):32–37. (in Russian)
51. Aurich K., Greinacher A. Universal human plasma for blood group independent transfusion. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):110.
52. Mast G., Riemens B., Visser M., Verheggen P. Implementation of the automatic blood bag processing system (BBPS) at Sanquin Blood Bank. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):232.
53. Boljesic C., Marinakis D. Automated labelling and verification of blood components. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):235.
54. Xu X., Zhang B., Liu Y., et al. How to achieve a "God speed" platelet electronic matching for iPTR patients – a single-center experience. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):237–238.
55. Larsson L., Klei T.R., Baroti-Toth K., et al. Towards removal of non-leucocyte depleted blood components from European standards. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):254–255.
56. Howell A., Bhakta V., Stephenson T., et al. Impact of changing from PVC-DEHP to PVC-DEHT whole blood collection sets on plasma in vitro quality. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):258.
57. Lotens A., Najdovski T., de Valensart N., et al. Quality comparison of red blood cell concentrates between DEHT-PAGGSM bags and DEHT-SAGM bags 49 days storage study. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):294–295.
58. Brouard N., Mouriaux C., Eckly A., et al. Cold-storage of amotosalen-UVA pathogen-reduced buffy-coat platelet concentrates for up to 21 days – biochemical and functional characterization, and identification of platelet subpopulations. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):297.
59. Abedi M.R., Hermansson M., Lyxe L. Introduction of amotosalen/UVA pathogen-reduced pooled plasma in a Swedish blood center – impact on production efficiency, clinical availability and cost. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):260–261.
60. Kozhemyako O., Rozhkov E., Picard-Maureau M., et al. Comparison of pathogen-reduced platelets for 5 days of storage treated with two different commercially available pathogen-inactivation technologies. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):281.
61. Fischer S., Zilkensat S., Schulze T., et al. Dose-dependent inactivation of Plasmodium falciparum in red blood cell concentrates by treatment with short wavelength ultraviolet light. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):292–293.
62. Sareneva I., Korhonen A., Toivonen S., et al. A thousand and one – practical strategies for finding rare blood donors. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):21.
63. Kshirsagar P.D., Raval G., Kulkarni S.S., et al. Identification of novel and rare blood group variants leading to null phenotypes in red cell alloimmunized patients using targeted next generation sequencing – Indian experience. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):49.
64. Murphy M. Transfusion management in the era of magrolimab (Hu5F9-G4). *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):57.
65. Bui T., Izard C., Pedini P., et al. Evaluation of soluble recombinant CD47 on a French cohort of patients treated with anti-CD47 therapy. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):58.
66. Funato K., Kurita R., Kikuchi G., et al. Gene-modified PBDEP-4 cell line enables the production of artificial panel cells for antibody screening and identification. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):69–70.
67. Wardle A., Huijs S., Robbins M., et al. How high is high? An assessment of anti-A/B titres in the UK donor population. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):110.
68. Puente F., Pérez Aliaga A., Aranda A., et al. Immunization rate in RhD-negative patients transfused with RhD-positive red cell concentrates. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):526.
69. Roubinian N., Plimier C., Spencer B.R., et al. Blood donor SARS-CoV-2 infection is associated with increased platelet transfusion effectiveness in recipients without acute COVID-19. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):116.
70. Papadaki A., Alimam S. Octaplex usage in UCLH NHS Foundation Trust. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):275–276.
71. Greenwall B., Reeder K., Anani W. Elevated plasma testosterone concentrations with males on testosterone replacement therapy are mitigated with pathogen reduction technology. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):279.
72. Yokohama A., Fujita H., Nagai K., et al. Adverse events during preoperative autologous blood donation and its usage in obstetrical patients – a multicenter, retrospective study in Japan. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):523.
73. Marinho R.G., Oliveira M., Fonseca F., et al. Intravenous Iron versus oral Iron for patient blood management in major orthopaedic surgery – an equivalence study. *Vox Sang.* 2024;119 (Suppl. 1):554–555.