

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СЛУЖБ КРОВИ НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТРИХ-КОДА В ПЕРЕЛИВАНИИ ДОНОРСКОЙ КРОВИ

Е.Н.Кабаева, Д.Г.Цвирко

Белорусская медицинская академия последипломного образования,  
ул. П. Бровки, 3, корпус 3, 220013, г. Минск, Республика Беларусь

*В статье представлены преимущества и требования к автоматизированным системам для служб крови, которые используются в ведущих трансфузиологических центрах в Российской Федерации и в международной практике. Представлены основные функции и требования к таким системам, описан алгоритм работы отделения переливания крови с применением медицинской информационной системы на примере штрих-кодирования. Показаны современные возможности использования штрих-кода на каждом этапе переливания компонентов донорской крови с целью уменьшения риска возникновения трансфузионных осложнений.*

*Ключевые слова: автоматизированные системы; служба крови; кровь; компоненты крови; маркировка крови; трансфузионные осложнения; информационная система.*

Использование информационных технологий в работе центров трансфузиологии значительно упрощает ряд рабочих процессов и повышает их эффективность при управлении процессами взятия, распределения донорской крови и ее компонентов. Система может использоваться, как автономно, так и в качестве многофункциональной медицинской информационной системы (МИС), настраивается под потребности и особенности функционирования того или иного медицинского центра.

Перспективными задачами в области информационных технологий являются: совершенствование организационно-методической структуры службы крови, координация работы, подготовка аналитических справок, сводных таблиц, трендов показателей заготовки донорской крови, трансфузионной активности в Республике Беларусь, регионах, учреждениях здравоохранения, оценка эффективности использования донорской крови и ее компонентов.

Автоматизированные системы для службы крови уже созданы и широко используются в ведущих госпиталях, центрах Российской Федерации и в ведущих трансфузиологических центрах по всему миру. Основные функции и требования к таким системам представлены ниже.

**Единый донорский центр.** Общерегистральная база должна содержать сведения обо всех донорах, лицах, отведенных от донорства, обеспечивать поиск донора по общерегистральной базе данных; проверку на предмет отводов; объедине-

ние карт доноров; просмотр информации о количестве и результате донаций донора и т.д.

**Регистратура.** На этапе регистрации донора происходит большая часть ошибок в связи с вводом информации вручную, поэтому разработчики стараются делать удобными и максимально автоматизированными первичную регистрацию и поиск донора, его идентификацию при повторном визите.

**Штрих-кодирование.** Для безопасности заготовки и хранения компонентов крови система ведет строгий учет и индивидуальную маркировку доноров и компонентов крови. Донор получает персональный идентификационный браслет и с ним проходит по всем этапам донации. Система штрих-кодирования на каждом этапе обеспечивает автоматическую идентификацию, сквозную прослеживаемость технологических операций и пути компонентов, позволяет мгновенно определить статус и место хранения материала.

**Вызов доноров.** Вызов донора по заявке, отправленной в донорский отдел. Система должна позволять организации здравоохранения построить гибкую автоматизированную систему подбора и вызова донора, разработать и поддерживать комфортный график вызова донора по смс, e-mail, телефону, устанавливать периодичность, дату и время вызова.

**Осмотр врача.** Управление электронной очередью доноров; вызов при помощи информационного табло; поиск карты визита донора по штрих-коду; регистрация и сохранение в историю

донора любых критериев врачебного осмотра; автоматическое определение типа донации по группе донора; автоматическое отведение донора по результатам врачебного осмотра.

**Донация.** Система должна позволять организовать высокотехнологичный процесс заготовки и обработки донорской крови и ее компонентов, сформировать электронную очередь и календарь вызова донора, обеспечить подключение оборудования для заготовки крови и ее компонентов. Гарантировать контроль над производством компонентов на каждом этапе, контроль безопасности донорской крови, получение лабораторных результатов из лабораторной информационной системы.

**Интеграция.** Интеграция с лабораторной информационной системой обеспечивает высочайший уровень контроля и безопасности донации, процессов заготовки и производства компонентов крови на различных уровнях.

**Клиническая и лечебная трансфузиология.** Система поддержки деятельности трансфузиологических отделений организаций здравоохранения должна обеспечивать контроль медицинских манипуляций и реакции реципиента, прослеживаемость донор-реципиент, данных о трансфузии и возникших осложнениях, архив компонентов и др.

**Заготовка и переработка компонентов.** Автоматизация службы крови включает в себя заготовку, выбраковку, производство и хранение компонентов крови, выдачу в организации здравоохранения, утилизацию, а также автоматизацию деятельности выездных пунктов донаций.

**Выездные пункты донаций.** Мобильное рабочее место выездной бригады должно позволять провести проверку доноров по базе данных, зарегистрировать донора, проверить по реестру лиц, отведенных от донорства, зарегистрировать кроводачи в выездных условиях, выбрать параметры предварительного лабораторного обследования, обеспечивая возможность работы с предварительно напечатанным штрих-кодом. После возвращения бригады система должна позволять оперативно провести синхронизацию данных выездной бригады и данных (базы данных) станции переливания крови.

**Криобанк.** Банк длительного хранения крови и ее компонентов позволяет организации здравоохранения выстроить индивидуальную стратегию заготовки и хранения компонентов крови с редкими фенотипами, отрицательными резус-факторами и т.д. Система позволяет организовать в организации здравоохранения банк костного мозга и банк стволовых клеток.

**Карантин.** Распределение компонентов, поступивших по приходным накладным. Создание, изменение, удаление, проведение «расходных накладных», управление банком карантинизации, отслеживание сроков годности хранящейся продукции, оперативный поиск крови и ее компонентов на карантине по штрих-коду или по номеру и т.д.

**Экспедиция.** Организация процесса выдачи крови и ее компонентов в организациях здравоохранения в удобном виде. Регистрация крови и ее компонентов, отображение их поступления в табличном виде, подбор по критериям, регистрация брака для крови и ее компонентов.

**Автоматическая выбраковка.** Кровь и ее компоненты крови проходят автоматическую проверку по результатам лабораторных исследований, система формирует и производит печать этикеток годной к выдаче продукции любых стандартов, автоматическое проставление брака на компоненты, не разрешенные к выдаче.

**Переработка и производство.** Прием крови и ее компонентов от отделения заготовки, отображение их поступления, отображение сводной информации о поступившей из отделения заготовки крови, ведение истории крови и ее компонентов, автоматическая регистрация брака и др.

**Технические решения.** Сочетание жестких требований отраслевых норм и стандартов с современными инновационными решениями для обеспечения максимальной безопасности деятельности учреждений службы крови, повышения эффективности и удобства работы специалистов.

**Настройка справочников.** Справочники системы – структурированные данные, объекты базы данных, служащей для хранения справочной информации. Настройка справочника осуществляется с учетом федеральных требований под потребности и особенности технологических процессов определенной организации переливания крови, что позволяет четко определять данные, необходимые для работы с системой.

**Безопасное хранение данных.** Индивидуальная настройка параметров доступа к системе в соответствии с должностными обязанностями сотрудников. Протоколирование действий пользователей. Изоляция серверов базы данных. Архивация и защита данных.

**Взаимодействие.** Интеграция с внешними системами. Создание единого информационного пространства.

**Статистика и аналитика.** Неограниченные возможности обработки и представления стати-

стических и аналитических данных, визуализация и печать в табличной и графической форме. Выгрузка данных во внешние программы для дальнейшей обработки и печати: табличные редакторы, BI-системы и др.

**Функциональные преимущества.** Автоматизация позволяет максимально качественно, четко, эффективно и структурированно управлять всеми этапами взятия (или донации) и распределения донорской крови и ее компонентов (рис.1).

Прозрачная логистика распределения образцов крови – хранение и доставка донорской крови и ее компонентов становятся простым и наглядным процессом.

**Единый контроль оборудования.** Централизованное управление системами автоматизации, обмен данными со всеми анализаторами и приборами с возможностью онлайн-мониторинга (рис.2).

**Управление показателями деятельности службы трансфузиологии с различными видами персональных отчетов.** Минимизация по-

грешностей и исключение ошибок. Сокращение сроков подготовки отчетов (рис.3).

Каких сложностей позволяет избежать внедрение автоматических систем в службе крови?

1. Обеспечивает безопасность процессов заготовки донорской крови.
2. Исключает донацию при любом отводе донора.
3. Гарантирует защиту от взятия непригодного биоматериала.
4. Позволяет не расходовать зря контейнеры, расходные материалы, время врачей.
5. Исключает ошибки с заготовкой, хранением и выдачей компонентов крови.
6. Исключает возможность выдачи инфицированных компонентов крови.
7. Позволяет контролировать запасы компонентов крови по всем отделениям медицинской организации.
8. Позволяет управлять запасами компонентов, перераспределять запасы компонентов крови между медицинскими организациями по запросу.
9. Предоставляет доступный архив донаций с данными по всем аспектам.
10. Повышает эффективность и одновременно исключает ошибки человеческого фактора.
11. Позволяет поддерживать мгновенную связь с клинической трансфузиологией.
12. Предоставляет возможность подбора индивидуальных групп доноров для одного реципиента.
13. Дает возможность создания и ведения реестра фенотипированных доноров.
14. Предоставляет возможность создания и ведения реестра костного мозга.
15. Дает возможность создания и управления криобанком.



Рис. 1. Автоматизация управления процессами



Рис. 2. Система штрих-кодирования



Рис. 3. Доступная система отчетности

16. Позволяет автоматизировать все процессы, начиная от регистрации, заканчивая формированием отчетности.

17. Позволяет формировать единую базу данных с исчерпывающей информацией.

18. Обеспечивает оперативный доступ к актуальной информации.

19. Обеспечивает подбор крови с учетом фенотипа, диагноза, особенностей течения заболевания.

20. Предоставляет возможность автоматизации обработки запросов от медицинских центров.

Рассмотрим подробнее систему штрих-кодирования, которая внедрена в ведущих современных трансфузиологических центрах по всему миру.

Переливание компонентов донорской крови сопряжено с высоким риском развития осложнений, как во время самой процедуры, так и после нее. Предотвратить развитие неблагоприятных последствий можно лишь при выполнении всех рекомендаций по предтрансфузионной подготовке пациента, компонентов крови и соблюдении правил их переливания реципиенту [2]. Важная составляющая успеха лечения – профессиональные действия врача и медсестры на каждом этапе, начиная с анализа показаний к трансфузии и забора образца крови для проведения иммуногематологических исследований и контроля параметров состояния реципиента.

В каждом звене трансфузионной цепи возможны ошибки (неверная маркировка пробирок, нарушения при идентификации пациента). Согласно анализу работы лаборатории Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова за период с 2007 по 2010гг., частота ошибок первичного определения группы крови АВ0 в лечебных отделениях составила порядка 0,41–1,16%, и около половины таких ошибок могут привести к переливанию несовместимых эритроцитов [2]. Ошибки характерны и для ведущих зарубежных центров. В центральной лаборатории, обслуживающей 35 региональных французских госпиталей, при исследовании 407769 образцов выявлено 118 расхождений фенотипа АВ0 в 2 параллельных образцах или текущем образце и историческом контроле. Большинство расхождений стали результатом неверной маркировки пробирок при флеботомии, вторая причина – технические ошибки при идентификации и регистрации пациента [2; 3]. По данным Альпийско-Средиземноморского подразделения французского банка крови в Марселе (Alps Mediterranean French Blood Establishment – EFSAM), который объединяет 14 банков крови на

юго-востоке Франции и обслуживает 149 больниц региона, за 18 месяцев частота расхождения данных о АВ0 при первичном тестировании и записей в централизованной базе данных составляла 1:2334. В качестве дополнительной меры предосторожности принята проверка АВ0 каждый раз, независимо от того, имел ли пациент запись АВ0 ранее. Главная причина ошибок в 90,3% случаев – нарушение идентификации пациента. При трансфузии 48593 единиц эритроцитов риск несовместимых переливаний составил бы 1:2526 [4].

В отчете Управления по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (Food and Drug Administration – FDA) за 2014 г. сообщено о 4 фатальных гемолитических реакциях, связанных с АВ0-несовместимостью (13% смертельных случаев, связанных с трансфузией, половина которых произошла также из-за неверной маркировки) [5]. Таким образом, несомненной является необходимость внедрения в лечебную сеть современных программных и технических средств для поддержки работы и контроля действий медицинского персонала. Наличие в структуре организации здравоохранения информационного отдела, самостоятельная разработка, внедрение и поддержка МИС обеспечивают тесную взаимосвязь инженерно-технического персонала и пользователей, что формирует и повышает у последних интерес к нововведениям и автоматизации работы.

Основное требование, предъявляемое к МИС – максимально соответствовать запросам пользователя; иметь возможность всегда вносить изменения, оперативно реагировать на обновления законодательства и методические требования. Данное направление модернизации труда персонала кардинальным образом отличается от приобретения готовых информационных систем. МИС строится по модульному типу с разграничением прав доступа пользователей: модули «Пациенты стационара»; «Госпитализация»; «Операционный день»; «Лаборатория»; «Учет крови»; «Отчеты» и т.д.

Организация трансфузионной терапии построена на следующих этапах.

**I этап – Процесс подготовки к трансфузионной терапии.** Начинается с первичного определения группы крови пациента в больничной организации. Забор образца крови для проведения иммуногематологических исследований выполняют в поликлинике либо в приемном отделении. Медсестра процедурного кабинета удостоверяет личность пациента и идентифицирует его по штрих-коду на лицевой стороне амбулаторной карты (АК), который присвоен в регистратуре при

первичном обращении. Далее специальным термотрансферным принтером распечатывается этикетка, на которой указаны ФИО пациента, дата забора крови, номер АК, уникальный штрих-код, и маркируется вакутейнер (рис. 4). Определение фенотипа АВ0 и резус-принадлежности проводится врачом-трансфузиологом отделения переливания крови (ОПК). Результат фиксируется на этикетке вакутейнера и в модуле «Лаборатория»; для этого поиск пациента осуществляется по штрих-коду на вкладке «Иммуногематология». Промаркированный таким образом вакутейнер доставляют в ОПК для дальнейшей работы (рис. 5). Подтверждение фенотипа АВ0, системы резус, скрининг аллоантител выполняются в клинико-диагностической лаборатории. Результаты заносятся также в модуль «Лаборатория».

Если результат первичного исследования не совпадает с подтверждающим, то **МИС не даст врачу-лаборанту сохранить электронную форму протокола в истории болезни пациента.** Таким образом, выстроена защита от ложного заключения о группе крови АВ0 и переливании несовместимых компонентов крови в 1-м звене трансфузионной цепи.

На этапе госпитализации в приемном отделении к запястью пациента крепится водонепроницаемый, гипоаллергенный браслет с индивидуальным штрих-кодом, указанием ФИО, возраста, массы тела, отделения постоянного пребывания, номера истории болезни, кодировкой аллергии в анамнезе и перенесенных ранее гепатитов, ВИЧ (рис.4). Представленные данные помогают персоналу идентифицировать пациента, даже если он находится в бессознательном состоянии, и проявить осторожность при указании на наличие гемотрансмиссивных инфекций.

**II этап – связь с банками крови.** Для обеспечения оперативного лечения пациентов стационар получает компоненты донорской крови в городском, областном, Республиканском (Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий) центре трансфузиологии. Информация о полученных пакетах поступает автоматически в МИС в модуль «Учет крови»; дополнительно загружаются фото этикеток пакетов. Модуль «Учет крови» позволяет оперативно работать с банками крови разных уровней, подбирать компоненты от одного донора, производить поиск пакетов по наименованию, группе крови АВ0, резус-принадлежности, заполнять протоколы трансфузии, видеть статус пакета и срок годности. Вся учетно-отчетная документация о движении донорской крови и ее компонен-

тов ведется в электронном виде на основании записей в МИС. У пользователя имеется возможность при необходимости формировать и распечатывать журналы или отчеты с помощью модуля «Отчеты».

**III этап – пробы на совместимость.** При наличии показаний к переливанию компонентов крови выполняют забор образца крови пациента для проведения проб на совместимость. Медсестра с помощью мобильного сканера считывает штрих-код с индивидуального браслета пациента в строку «Штрих-код пациента» во вкладке «Регистрация анализов» модуля «Лаборатория». На экране монитора появляются данные о пациенте (номер АК; номер истории болезни; ФИО; дата рождения; дата госпитализации; отделение пребывания) и значок для печати этикетки с целью маркировки вакутейнера (рис.5), которая содержит: ФИО пациента; дату рождения; номер истории болезни; дату забора образца крови и штрих-код пациента.

**IV этап – подбор компонентов донорской крови.** Осуществляется с помощью модуля «Учет крови». Врач-трансфузиолог выбирает нужный компонент для трансфузии в строке «Компоненты крови» (эритроциты, плазма, тромбоциты или криопреципитат) и в поле «Штрих-код пациента» считывает сканером штрих-код с этикетки вакутейнера с образцом крови пациента. МИС на основе заложенного программного анализа сопоставляет показатели группы крови АВ0 и резус-принадлежности, а для эритроцитов – еще и антигенов системы резус пациента и донора, выводит на экран монитора подходящие пакеты компонента для переливания реципиенту, если такие имеются в банке крови. Нужный пакет в холодильни-



Рис. 4. Считывание штрих-кода с помощью мобильного сканера с индивидуального браслета пациента



Рис. 5. Промаркированный вакутейнер

ке (либо в морозильнике, аппарате для хранения тромбоцитов) при необходимости проводит утвержденный набор проб на совместимость; далее штрих-код с пакета компонента донорской крови считывается в строку «Штрих-код» на вкладке «Пакеты» модуля «Учет крови». Система показывает данные только о выбранном пакете, который после клика мыши на ссылку «Совместить» ставится врачом в резерв на выбранного ранее пациента. Если пакет перепутан, МИС не даст пользователю продолжить работу, и появится предупреждающая надпись: «Данный пакет не подходит для выбранного пациента». Для подтверждения совместимости и возможности переливания компонента крови распечатывается «этикетка совместимости» и приклеивается на пакет (рис.6, 7). На данном этапе защиту от несовместимой трансфузии обеспечивает программный метод подбора на основе анализа базы данных крови пациента и донора.

**V этап – окончание трансфузии и сохранение протокола.** Как правило, в центрах трансфузиологии, использующих штрих-кодированную систему, положение об организации трансфузионной терапии запрещает переливать кровь и ее компоненты без наличия маркировки на этикетке совместимости. Информация, содержащаяся на этикетке совместимости, позволяет точно определить даже после трансфузии, для кого, когда и кем подобран

данный пакет, а штрих-код на этикетке и индивидуальном браслете реципиента используется медицинским персоналом для идентификации и сопоставления реципиента и пакета. Запись о факте переливания компонентов донорской крови оформляется врачом-трансфузиологом, заполняющим в электронной истории болезни протокол трансфузии крови с параметрами состояния реципиента и условиями проведения трансфузии. В момент сохранения протокола в него вставляются из базы МИС паспортные данные и автоматически прикрепляется соответствующее фото перелитого пакета. После окончания трансфузии этикетка или копия этикетки от контейнера с компонентом крови, полученная с использованием фото или оргтехники, клеивается в медицинскую документацию, отражающую состояние здоровья реципиента.

Повышение безопасности и эффективности трансфузионной терапии при современном уровне медицинской помощи зависит от применения информационных систем с функцией поддержки решения пользователей. Снижение трудозатрат медицинского персонала, а также влияния человеческого фактора на развитие посттрансфузионных осложнений возможно лишь при внедрении технологии штрих-кодирования и алгоритма идентификации пациентов и компонентов донорской крови.



Рис. 6. Гемакон с кровью и этикеткой совместимости

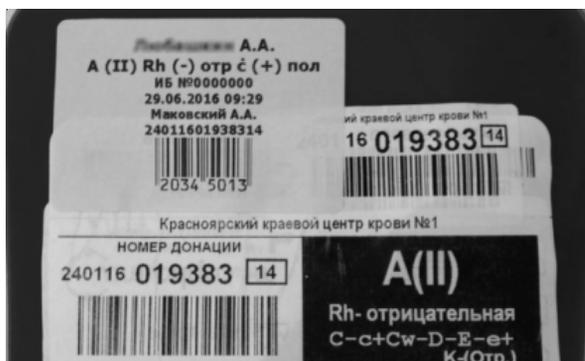


Рис. 7. Этикетка совместимости на пакете с кровью

### Литература

1. Использование штрих-кода в переливании компонентов донорской крови / Н.В.Ткачева [и др.] // Мед. сестра. – 2017. – №3. – С.20–24.
2. Ошибки первичного определения группы крови лечащим врачом / Е.Б.Жибурт [и др.] // Вестн. Нац. мед.-хирург. центра им. Н.И.Пирогова. – 2012. – Т.7, №3. – С.113–115.
3. Analysis of ABO discrepancies occurring in 35 French hospitals / J.Chiaroni [et al.] // Transfusion. – 2004. – V.44, No.6. – P.860–864.
4. Unreliable patient identification warrants ABO typing at admission to check existing records before transfusion / V.Ferrera-Tourenc [et al.] // Transfus. Clin. et Biol. – 2015. – V.22, No.2. – P.66–70.
5. Fatalities reported to FDA following blood collection and transfusion: annual summary for fiscal year 2014 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.notifylibrary.org/sites/default/files/FDA%20Fatality%20Report-2014.pdf>. – Date of access: 28.06.2022.

### AUTOMATED SYSTEMS FOR BLOOD SERVICES ON EXAMPLE OF USING A

### BARCODE IN TRANSFUSION OF DONATED BLOOD

E.N.Kabaeva, D.G.Tsvirko

Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, 3, building 3, P.Brovki Str., 220013, Minsk, Republic of Belarus

The article presents advantages and requirements for automated systems for blood services, which are used in the leading transfusion centers in the Russian Federation and in international practice. Main functions and requirements for such systems are presented. An algorithm for the work of the blood transfusion department using a medical information system was written using the example of barcode coding. Modern possibilities of using a barcode at each stage of transfusion of donor blood components are shown in order to reduce risk of transfusion complications.

Keywords: automated systems; blood service; blood; blood components; blood marking; transfusion complications; information system.

### Сведения об авторах:

**Кабаева Екатерина Николаевна**; канд. мед. наук, доцент; ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», доцент кафедры клинической гематологии и трансфузиологии, тел.: (+37529) 6831859; e-mail: [kate\\_kabaeva@mail.ru](mailto:kate_kabaeva@mail.ru).

**Цвирко Дмитрий Геннадьевич**; канд. мед. наук, доцент; ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», доцент кафедры клинической гематологии и трансфузиологии; тел.: (+37529) 3290939; e-mail: [dmitri.g.ts@mail.ru](mailto:dmitri.g.ts@mail.ru).