

Цифровые технологии для улучшения качества и безопасности лечения острых сердечно-сосудистых заболеваний

Е. Б. Клейменова^{1, II}, Л. П. Яшина^{1, II}

^IИнститут современных информационных технологий в медицине Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук", г. Москва, Россия

^{II}Многопрофильный медицинский центр Банка России, г. Москва, Россия

Аннотация. В работе описан программно-аппаратный комплекс (ПАК) для управления клиническими процессами, включающий систему поддержки принятия решений (СППР) и систему радиочастотной идентификации (СРЧИ). СППР позволяет выбрать тактику ведения пациента, опираясь на научно обоснованные рекомендации, учесть тяжесть его состояния при оценке результатов лечения, автоматически формировать клинические регистры по качеству, анализировать и сравнивать ключевые показатели деятельности лечебных подразделений. СРЧИ обеспечивает объективный автоматизированный контроль полноты и сроков выполнения ключевых лечебно-диагностических мероприятий в соответствии с критериями качества Минздрава России и рекомендациями клинических руководств. ПАК может применяться самостоятельно или быть интегрирован с медицинской информационной системой. Описано внедрение ПАК в многопрофильной больнице и продемонстрирована его эффективность на примере лечения пациентов с острым коронарным синдромом.

Ключевые слова: управление рабочими процессами, радиочастотная идентификация, система поддержки принятия решений, острый коронарный синдром.

DOI 10.14357/20718632190107

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают лидирующее место по распространенности, причинам инвалидности и смертности населения. Сейчас от ССЗ ежегодно умирают 17 млн человек (30% от всех смертей), а к 2030 году ожидается увеличение смертности до 23,6 млн человек [1]. При этом острый коронарный синдром (ОКС) является основной причиной смертности в структуре ССЗ [2].

В настоящее время считается доказанным тот факт, что центральную роль в достижении целей эффективной и безопасной медицинской

помощи играют оптимальные клинические процессы, а фундаментом для непрерывного совершенствования этих процессов служат клинические практические руководства [3]. В частности, в ряде исследований продемонстрировано значительное повышение качества лечения и снижение частоты осложнений у пациентов с ОКС и другими ССЗ при условии выполнения научно обоснованных клинических рекомендаций [4, 5].

Активная разработка и распространение клинических практических руководств началась еще в 90-х годах XX века, однако до сегодняшнего дня уровень их соблюдения в повсе-

дневной практике остается неудовлетворительным. В исследованиях показано, что врачи активнее используют клинические рекомендации, если они индивидуализированы и представлены непосредственно в процессе оказания медицинской помощи с помощью систем поддержки принятия решений [6]. Доказана эффективность СППР в оптимизации процессов и улучшении результатов лечения [7], снижении медицинских ошибок и риска осложнений [8].

К сожалению, широкого распространения в практическом здравоохранении СППР пока не получили ни в нашей стране, ни за рубежом. По данным литературы, одной из причин неактивного принятия врачами этих систем является недоверие к генерируемым рекомендациям и дополнительные трудозатраты на заполнение форм СППР [9]. Последнее является особенно критичным в экстренных ситуациях, когда у врача нет времени на заполнение электронных форм. Например, при подозрении на острый инфаркт миокарда в распоряжении врача есть всего 10 минут, чтобы снять ЭКГ и поставить диагноз, а в случае подтверждения диагноза ОКС с подъемом сегмента ST уже через 60 минут пациенту следует выполнить реваскуляризацию миокарда.

Не менее важно в экстренных случаях наладить маршрутизацию и управление потоками пациентов, например, при одномоментной госпитализации нескольких пациентов с ОКС. В связи с этим встает вопрос эффективной инкорпорации СППР в клинические процессы, а также интеграции с другими информационными системами, позволяющими контролировать и управлять этими процессами.

Одним из распространенных способов проектирования процессов в клинической практике является метод клинических путей, описывающий создание мультидисциплинарного плана оказания медицинской помощи, ограниченного определенными временными рамками и предназначенного для достижения оптимальных клинических исходов при лечении пациента в определенном состоянии или с определенными симптомами [10]. От традиционных стандартов медицинской помощи метод КП отличается описанием обязательной последовательности адаптированных к ресурсам учреждения лечеб-

но-диагностических мероприятий и оптимального времени их выполнения, а от классических алгоритмов - наличием временного фактора и определением места, где данное мероприятие выполняется. По мнению специалистов, КП целесообразно внедрять для медицинских технологических процессов (МТП), характеризующихся большим объемом лечебно-диагностических мероприятий, значительными финансовыми затратами, высоким риском используемых методов лечения, вероятностью возникновения проблем, связанных с физическими, психическими, социальными особенностями пациента [11].

Проверка исполнения КП является ключевым компонентом его эффективного управления. Такая проверка может осуществляться либо ретроспективно (по законченному случаю в виде клинического аудита), либо в текущем режиме. Текущий контроль выполнения КП является более сложной и менее разработанной проблемой [12]. Если аудит законченных случаев лечения можно проводить и без использования средств автоматизации, то эффективный текущий контроль МТП на современном этапе без помощи информационных технологий практически невозможен. Вместе с тем, именно своевременное выявление отклонений и поддержка принятия решений непосредственно в ходе МТП позволяют обеспечить его соответствие научно обоснованным рекомендациям, что, в свою очередь, способствует существенному повышению качества и безопасности медицинской помощи.

Для текущего контроля в модель МТП встраиваются контрольные правила, запускаемые определенными триггерными событиями [13]. В качестве триггерных событий могут выступать лечебно-диагностические мероприятия или параметры времени. Кроме того, триггером может быть запрос пользователя, инициируемый в любой момент МТП. В этом случае пользователь запускает контрольное правило, выбирая его вручную из определенного списка правил.

Как говорилось выше, при оказании экстренной медицинской помощи пациентам с ОКС к медицинским работникам предъявляются жесткие временные требования. В этом случае желательно использовать технологии, не

требующие непосредственного участия исполнителя для объективного контроля своевременности и полноты оказанных пациенту медицинских услуг. Одной из таких технологий является радиочастотная идентификация (РЧИ).

Система РЧИ включает проводную и беспроводную инфраструктуру, сетевые устройства, сервера, рабочие станции, а также номенклатуру меток и сенсоров (датчиков). Метки осуществляют беспроводную связь по широко распространенному протоколу Wi-Fi. Сеансы связи представляют собой короткие отправки нескольких байт информации с частотой не выше 1 раза в 10 секунд, в зависимости от настроек. При этом мощность импульса составляет всего 10 мВт – в 50-100 раз меньше, чем мощность излучения мобильного телефона стандарта GSM, излучающего непрерывно. Поэтому метки РЧИ полностью безопасны и используются в различных областях экономики во многих странах мира.

Первые сообщения об использовании РЧИ в учреждениях здравоохранения появились в начале 2000-х годов. Варианты устройств РЧИ для применения в медицинских организациях включают:

- персональный бейдж медицинского работника, который может использоваться для определения его местоположения, аварийного вызова, текстовых сообщений;

- метка для пациента, с помощью которой его можно идентифицировать, определить местоположение, автоматически подать сигнал при отсутствии движения, сделать аварийный вызов нажатием кнопки; вызвать пациента светодиодом /зуммером;

- метка для оборудования для определения местоположения, отправки сообщений о статусе прибора; может иметь датчик движения и сигналы светодиода.

Основные преимущества использования систем РЧИ в лечебных учреждениях заключаются в повышении безопасности пациентов, снижении риска опасных событий, в усилении контроля использования лекарств и оборудования, в оптимизации нагрузки на персонал [14]. В литературе описано сокращение частоты ошибок в идентификации пациентов и медицинской документации, уменьшение затрат времени на поиск пере-

движного оборудования, сокращение простоя коек и приборов, повышение удовлетворенности пациентов после внедрения РЧИ [15]. По некоторым оценкам, ежегодная экономия средств от системы РЧИ в 500-коечной больнице может составить 1 млн \$ [16].

Однако для получения максимальной отдачи от системы РЧИ необходима ее интеграция с существующими в учреждении информационными системами, а также интеллектуальная обработка больших массивов данных.

В данной работе описан опыт создания программно-аппаратного комплекса (ПАК) с целью повышения безопасности и качества лечения пациентов с ОКС за счет использования СППР, мониторинга процессов с помощью системы РЧИ, а также объективной оценки результатов лечения на основе клинического регистра.

1. Материалы и методы исследования

1.1. Система радиочастотной идентификации

В стационаре Медицинского центра Банка России (МЦ) в 2013 году была внедрена система РЧИ (*Ekahau*). Основные подходы к ее применению были описаны ранее [17]. Вкратце, система представляет собой комплекс из программного обеспечения, стандартного беспроводного оборудования, WiFi-меток и WiFi-устройств (ноутбуки, ПК). Программное ядро системы включает сервер *Ekahau RTLS Controller*, предназначенный для отслеживания местоположения объектов, настройки и управления метками, а также сервер *Ekahau Vision*, с помощью которого можно упорядочивать метки по группам, искать и просматривать результаты поиска по местоположению меток в режиме реального времени, генерировать уведомления и сигналы тревоги. Для анализа первичных данных РЧИ были использованы стандартные службы *Microsoft SQL Server - SQL Server Integration Services (SSIS)* и *SQL Server Reporting Services (SSRS)*. При помощи интеграционного пакета SSIS информация по объектам собирается с серверов *Ekahau RTLS Controller* и *EkahauVision*, проходит первичную

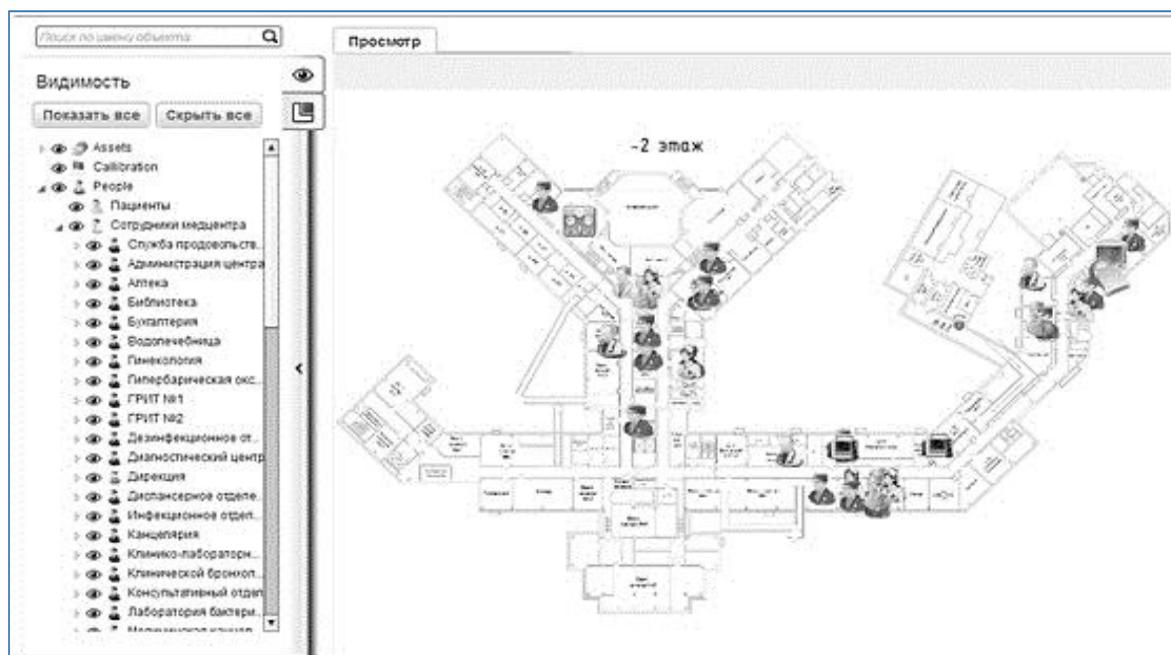


Рис. 1. Экспликация этажа здания МЦ с локализацией меток персонала и оборудования

обработку и накапливается в базе данных Microsoft SQL Server.

В системе РЧИ МЦ было использовано 3 вида меток – пациента, персонала и оборудования. Метки персонала сгруппированы по отделениям и ролям: руководство, врач, медсестра, обслуживающий персонал. Метка пациента присваивается ему в приемном отделении и сопровождает его вплоть до выписки из стационара.

Для определения местоположения объектов и дальнейшего анализа все помещения ММЦ были классифицированы по зонам в соответствии с их функциональным назначением (работа с пациентами, работа с документами и совещания, работа с материальными ценностями и медикаментами, вспомогательные службы и др.). После первичной обработки в SSIS информация ежедневно поступает в SSRS, где ее можно анализировать в группах объектов и зон МЦ. Пример экспликации здания МЦ с локализацией меток персонала и оборудования приведен на Рис. 1.

1.2. Модель процесса оказания медицинской помощи пациентам с ОКС

С помощью метода клинического пути была разработана модель процесса оказания медицинской помощи пациентам с ОКС на догоспиталь-

ном этапе и в период лечения в стационаре. Ключевые лечебно-диагностические мероприятия были выделены на основе отечественных и зарубежных клинических рекомендаций, стандартов оказания скорой и специализированной медицинской помощи при остром инфаркте миокарда, а также критериев качества медицинской помощи, утвержденных Минздравом России.

Основной упор при моделировании МТП был сделан на мероприятия, которые можно автоматически регистрировать с помощью системы РЧИ, задействуя метки медперсонала (врач бригады интенсивной терапии, реаниматолог, ангиохирург, процедурная медсестра и др.), пациента и оборудования (электрокардиограф, инфузomat, эхокардиограф). На Рис. 2 отображены триггерные события МТП «ОКС с подъемом сегмента ST» и метки РЧИ, задействованные для их регистрации.

Например, событие 7 (осмотр пациента реаниматологом) считается свершившимся при совмещении меток врача-реаниматолога и пациента в одном помещении отделения реанимации, началом чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) считается время совмещения меток ангиохирурга и пациента в операционной рентген-хирургического отделения (события 10.1, 10.2 и 10.3), а о выполнении

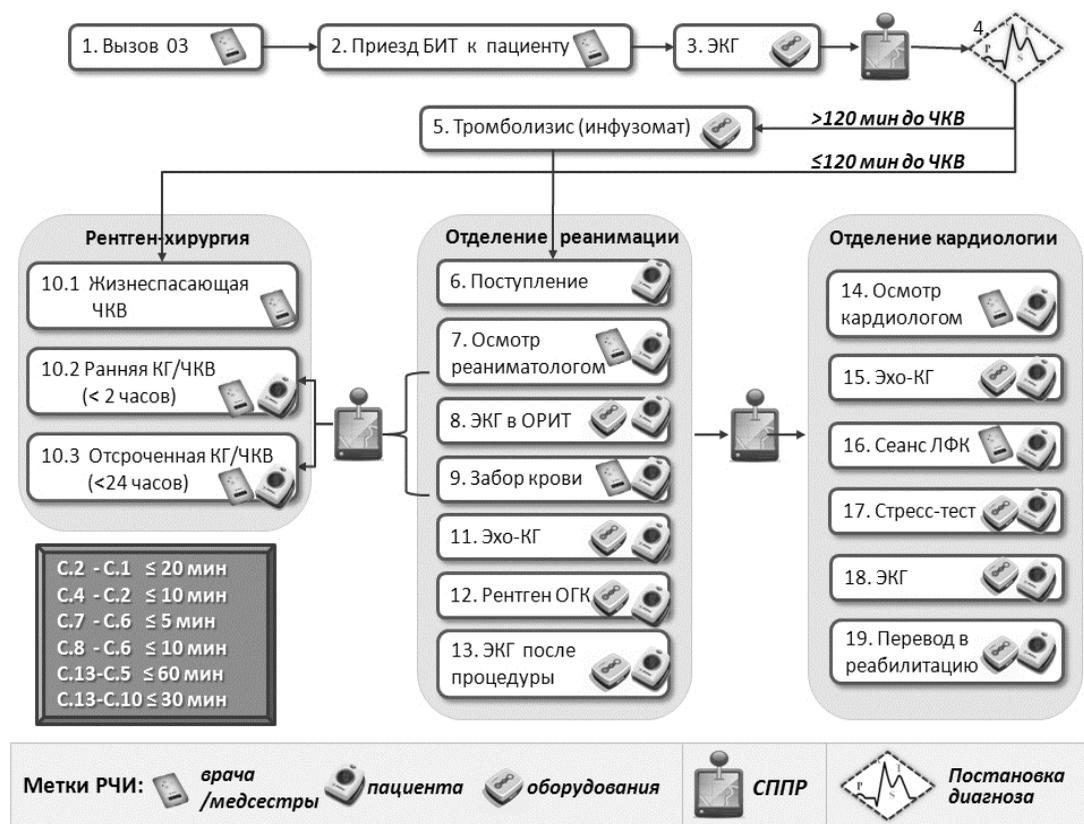


Рис. 2. Модель процесса оказания медицинской помощи пациенту с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST (объяснения в тексте)

ЭКГ судят по нажатию кнопки на метке электрокардиографа при условии локализации метки пациента в том же помещении (Рис. 2, события 8, 13 и 15).

Как отмечалось выше, в нормативных документах Минздрава России и клинических рекомендациях содержатся строгие требования по срокам выполнения отдельных этапов медицинской помощи пациентам с ОКС. Автоматический контроль выполнения этих требований с помощью РЧИ возможен путем вычисления интервалов времени между событиями, отображенными на модели МТП (Рис. 2, окно в левом нижнем углу).

1.3. Система поддержки принятия решений и выбор тактики ведения пациента с ОКС

На базе МЦ практическое внедрение системы автоматизации клинических руководств и аудита лечения (САКРАЛ) было начато в 2012 году. Система построена по модульному типу для независимой работы специалистов разного профиля. В

настоящее время САКРАЛ имеет 6 модулей: кардиологический, неврологический, онкологический, хирургический, травматологический и профилактический. Каждый модуль включает сценарии – наборы заполняемых и расчетных форм, необходимых для принятия решений по отдельной клинической проблеме. Алгоритмы принятия решений в САКРАЛ основаны на клинических руководствах, учитывают класс доказательности и строгость рекомендаций – при формировании решения система автоматически выбирает рекомендации с более высокого уровня. Принцип работы САКРАЛа, процесс синтеза и представления знаний модулей описаны в предыдущих публикациях [18, 19].

Кардиологический модуль обеспечивает поддержку решения о выборе срока и метода реваскуляризации, о перипроцедурном и амбулаторном ведении пациента на основании оценки риска по шкалам TIMI, GRACE, CRUSADE, HAS BLED и дополнительных факторов пациента.

На начальном этапе пользователю предлагается заполнить форму из 5 вопросов, на основании которых происходит выбор варианта ОКС (с подъемом и без подъема сегмента ST), определяется тактика реваскуляризации с учетом времени, прошедшего с момента возникновения симптомов, наличие показаний к выполнению первичного чрескожного вмешательства (ЧКВ), а также противопоказаний к проведению тромболитической (при невозможности выполнения ЧКВ в течение 120 минут от появления симптомов ишемии). Заполнение начальной формы может проводиться на мобильном устройстве в течение не более 5 минут врачом скорой помощи, который, в случае необходимости и при отсутствии противопоказаний, может начать реперфузионную терапию на догоспитальном этапе, а по прибытии в стационар пациента госпитализируют в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Если есть возможность выполнить ЧКВ в течение 120 минут от появления симптомов, пациента направляют на жизнеопасующую ЧКВ, минуя ОРИТ.

После дополнительного осмотра и обследования врач заполняет дополнительную, расширенную форму СППР и определяет дальнейшую тактику ведения пациента на основании результатов первичного лечения (Рис. 2).

Перед выпиской из стационара на пациента заполняется еще одна форма, в которой указываются результаты лечения в стационаре и формируются рекомендации по дальнейшему ведению на амбулаторном этапе.

1.4. Внедрение программно-аппаратного комплекса и анализ результатов лечения пациентов с ОКС

Для оценки эффективности работы ПАК были проанализированы данные лечения пациентов, госпитализированных в 2012-2016 гг. в МЦ с диагнозом инфаркт миокарда, нестабильная стенокардия или ОКС с подъемом и без подъема сегмента ST (ОКСпST и ОКСбпST, соответственно) со сроком госпитализации больше 24 часов. При определении плана ведения пациентов использовали рекомендации СППР. Пациенты были разделены на группы по дате госпитализации:

I период: 2012-2013 гг. - разработка и начало внедрения ПАК по ОКС: СППР по ведению

пациентов с ОКСпST и ОКСбпST на основе автоматизации клинических руководств, индикаторов качества и регистра по ОКС.

II период: 2014-2016 гг. – внедрение системы СРЧИ (кроме догоспитального этапа оказания медицинской помощи), полномасштабное использование ПАК.

Контроль МТП проводился в рамках мониторинга показателей качества с помощью встроенных в СППР шаблонов клинического аудита. Оценка качества лечения и его соответствия международным рекомендациям проводилась в 100% случаев ОКС с помощью индикаторов качества (ИК) на этапе клинического аудита. Используемые ИК основаны на положениях международных и отечественных клинических руководств по лечению пациентов с ОКС, а также на анализе отечественных и зарубежных ИК ведения пациентов с ОКС [20] с использованием методологии АСС/АНА [21].

Процессные ИК включают: долю и время выполнения первичного ЧКВ, долю тромболитической терапии (ТЛТ), определение уровня кардиомаркеров при поступлении и после ЧКВ, уровня креатинина после ЧКВ, оценку медикаментозной терапии в стационаре и при выписке. Для суммарного анализа соблюдения клинических рекомендаций отдельным индикаторам присваивался 1 балл; сумма баллов отражала полноту выполнения рекомендаций. Она считалась высокой при сумме 7-9 баллов для пациентов с ОКСпST, низким – 1-6 баллов; для пациентов с ОКСбпST высокой - 8-9 баллов, низкой – при 1-7 баллов.

Индикаторы результата отражают частоту неблагоприятных исходов и осложнений: летальность, развитие нового инфаркта миокарда, инсульта, крупных кровотечений.

Статистическая обработка результатов проведена с использованием программы Excell (Microsoft Office 2013) и программы IBM SPSS Statistics 20. Категориальные и номинальные переменные сравнивали с помощью критерия хи-квадрат (χ^2) Пирсона. При малом числе наблюдений для таблиц 2x2 применялся точный критерий Фишера. Для сравнения средних по независимым выборкам использовался t-критерий Стьюдента. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Из 399 пациентов, поступивших в ММЦ с диагнозом ОКС, 56 (14,0%) имели ОКСпСТ и 343 (86,0%) – ОКСбпСТ. Пациенты двух периодов лечения сопоставимы по полу, возрасту, факторам риска и сопутствующим заболеваниям.

В период апробации СППР автоматическое формирование рекомендаций составило 88,1% для ОКСпСТ и 95,9% для ОКСбпСТ. Анализ показал, что отсутствие сформированных рекомендаций было связано, главным образом, с ошибками в использовании СППР. Включение контекстных подсказок и обучение пользователей привело к тому, что в 2014-2016 гг рекомендации формировались в 100% случаев.

Выбор метода лечения соответствовал рекомендациям для пациентов с ОКСпСТ в 69,0% случаев в 2012-2013 г.г. и в 92,0% в 2014-2016 г.г. ($p < 0,05$), для пациентов с ОКСбпСТ в 87,3% и 92,0%, соответственно ($p = 0,135$). Доля случаев с высоким соблюдением клинических рекомендаций (сумма процессных индикаторов > 7 баллов для ОКСпСТ и > 8 баллов для ОКСбпСТ) достоверно увеличилась с 49,5% в I периоде до 59,5% во II периоде ($p < 0,05$). Соответственно этому снизились показатели 30-дневной, 6-месячной и годовой смертности (Рис. 3).

Для пациентов с ОКСпСТ медиана времени от поступления в стационар до первичного ЧКВ в I периоде составила 5,0 ч (3,0-16,0 ч), во II периоде 1,7 ч (0,7- 3,6). Значимо увеличилась доля ЧКВ, выполненных в первые 60 мин. после госпитализации, с 6,5 до 33% ($p < 0,05$) (рис.4А). При ОКСбпСТ значимо увеличилась доля пациентов, которым ЧКВ выполнено в

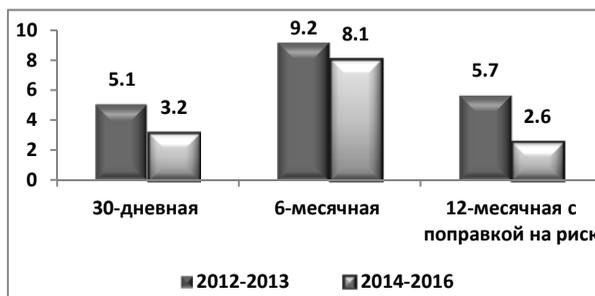


Рис. 3. Смертность пациентов с ОКС до и после внедрения ПАК

первые 72 часа с 75,9% до 85,2% ($p < 0,05$) (Рис. 4 Б).

Средняя продолжительность госпитализации после внедрения ПАК сократилась на 2,58 дней. Доля пациентов с ОКС, находящихся в стационаре > 15 дней, уменьшилась на 29,2% (Рис. 5А). Снизилась доля повторных госпитализаций с острой коронарной патологией в течение I года после ОКС, достоверно уменьшилась доля повторно госпитализированных в сроки от 6 до 12 мес. (Рис. 5 Б).

Обсуждение

Информатизация российских лечебных учреждений сегодня, в основном, направлена на активное использование электронных медицинских карт и медицинских информационных систем (МИС). Это направление, безусловно, является важнейшим, однако на фоне возрастающих требований к контролю качества и безопасности медицинской помощи становится очевидным, что современные МИС не обеспечивают выполнения большинства задач автоматизированного учета

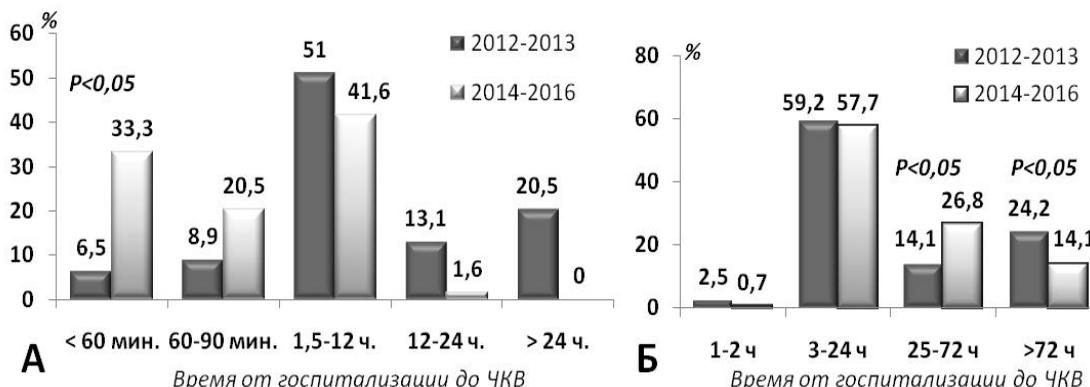


Рис. 4. Сроки вмешательства у пациентов с ОКСпСТ (А) и ОКСбпСТ (Б) до и после внедрения ПАК

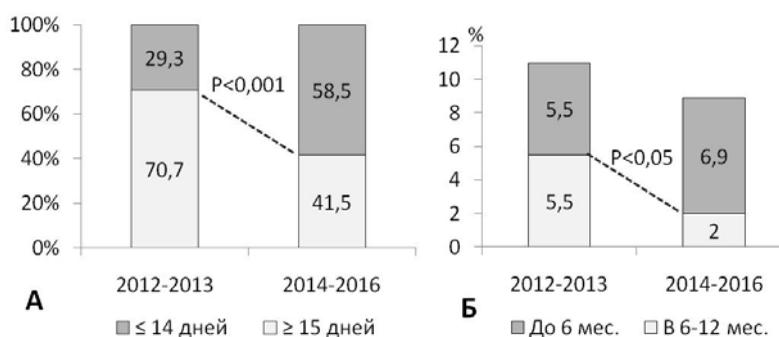


Рис. 5. Длительность госпитализации (А) и частота повторных госпитализаций (Б) пациентов с ОКС до и после внедрения ПАК

этих показателей. Контроль утвержденных Минздравом России критериев качества предполагает проведение выборочного клинического аудита, который обычно не превышает 5-10% случаев оказания медицинской помощи, связан со значительными трудозатратами и допускает субъективное суждение экспертов.

В данной работе для автоматизированного контроля и управления клиническими процессами предложен ПАК, основными элементами которого явились система РЧИ и СППР, которые не заменяют МИС, но могут быть интегрированы с ней.

Для оценки своевременности оказания помощи при ОКС используются временные критерии, объективный контроль которых вызывает значительные трудности. РЧИ позволяет объективно контролировать выполнение критериев качества, реализовать систему напоминаний для персонала. СППР позволяет проводить автоматизированный аудит выполнения критериев качества, пред-, интра- и послепроцедурных индикаторов качества с поправкой на индивидуальный профиль риска, статистический анализ результатов лечения, причин технологических отклонений с автоматическим формированием регистра по ОКС.

Система РЧИ обеспечивает повышение эффективности лечебно-диагностического процесса за счет реализации в ПАК следующих сервисов:

- точная идентификация /локализация персонала и пациентов во времени и в здании, повышение за счет этого безопасности пациентов;
- внедрение сервисов централизованного контроля состояния здоровья пациентов;

- точный и полный учет времени взаимодействия персонала и пациентов в реальном времени;

- отслеживание перемещений пациентов из одного отделения в другое для обследований и процедур;

- отслеживание местонахождения подвижного медицинского оборудования.

Включение СППР в ПАК позволяет решать ряд важных задач:

1) Обеспечить поддержку принятия решения о выборе тактики ведения пациента, в том числе, в критической ситуации, когда от этого решения может зависеть жизнь пациента. Например, противопоказания к проведению тромболитика включают 18 пунктов, и врачу важно учесть каждый из них.

2) Создать возможность эффективного управления потоками пациентов кардиологического профиля в зависимости от экстренности случая.

3) Наладить эффективный автоматизированный контроль выполнения критериев качества оказания медицинской помощи. Следует отметить, что в приказе Минздрава РФ от 10.05.2017 №203 «Об утверждении критериев оценки качества медицинской помощи» во многих случаях фигурирует условие «в зависимости от медицинских показаний и при отсутствии медицинских противопоказаний». Это затрудняет автоматизацию сбора и анализа данных для оценки качества медицинской помощи по этим критериям. Благодаря СППР для каждого пациента с ОКС показания и противопоказания для проведения того или иного вида лечения будут известны.

4) Автоматически формировать клинический регистр, анализировать результаты лечения пациентов с ОКС с учетом тяжести исходного состояния и индивидуальных факторов риска, от которых сильно зависит вероятность неблагоприятного исхода, растущая экспоненциально при увеличении тяжести ОКС. Клинические регистры являются важным звеном в механизме обратной связи между клиническими рекомендациями и практикой врача. Они накапливают данные большого числа пациентов, позволяя оценить реальное состояние медицинской помощи в разных учреждениях и регионах страны, сопоставить результаты лечения с национальными стандартами и результатами лечения данной категории пациентов в других странах (бенчмаркинг) [22].

Внедрение ПАК в многопрофильной больнице было успешным. ПАК способствовал более строгому соблюдению врачами клинических рекомендаций и частоты выполнения ЧКВ в сроки, установленные в клинических руководствах. В результате снизилась смертность, сократилась доля пациентов, госпитализированных на срок более 14 дней, и частота повторных госпитализаций.

Заключение

Реализация ПАК позволило обеспечить:

- автоматизированное формирование персонализированных клинических рекомендаций по ведению пациентов с ОКС;
- управление клиническими процессами в режиме on- и off-line;
- контроль медицинской помощи на соответствие критериям качества Минздрава России, проведение клинического аудита по единым правилам согласно требованиям нормативных документов;
- мониторинг ключевых показателей деятельности лечебных отделений, анализ их деятельности по методу бенчмаркинга;
- автоматизированное формирование клинических регистров по качеству;
- улучшение клинически значимых исходов лечения пациентов с ОКС;
- уменьшение койко-дней пациентов с ОКС, увеличение оборота койки.

Литература

1. Benjamin E.J., Blaha M.J., Chiuve S.E. et al. Heart disease and stroke statistics – 2017 update //Circulation. 2017; 135: e146-e603.
2. Moran A.E., Forouzanfar M.H., Roth G.A. et al. Temporal trends in ischemic heart disease mortality in 21 world regions, 1980 to 2010: the global burden of disease 2010 study //Circulation. 2014; 129: 1483-1492.
3. Hoensing H. Clinical practice guidelines: closing the gap between theory and practice. A white paper by Joint Commission International. Joint Commission International; 2016. Available at: https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0007/190177/JCI-Whitepaper_cpigs-closing-the-gap.pdf (Accessed: July 14, 2017).
4. Mehta R.H., Chen A.Y., Alexander K.P. et al. Doing the right things and doing them the right way: the association between hospital guideline adherence, dosing safety, and outcomes among patients with acute coronary syndrome //Circulation. 2015; 131 (11).
5. Fonarow G.C., Yancy C.W., Hernandez A.F. et al. Potential impact of optimal implementation of evidence-based heart failure therapies on mortality //Am. Heart J. 2011; 161(6): 1024-30.
6. Shea S., DuMouchel W., Bahamonde L. et al. A meta-analysis of 16 randomized controlled trials to evaluate computer-based clinical reminder systems for preventative care in the ambulatory setting //JAMIA. 1996; 3(6): 399-409.
7. Bright T.J., Wong A., Dhurjati R. et al. Effect of clinical decision-support systems. A systematic review //Ann. Intern. Med. 2012; 157: 29-43.
8. Moja L., Kwag K.H., Lytras T. et al. Effectiveness of computerized decision support systems linked to electronic health records: a systematic review and meta-analysis //Am. J. Publ. Health. 2014; 104 (12): e12-22.
9. Esmaeilzadeh P, Sambasivan M, Kumar N, Nezakati H. Adoption of clinical decision support systems in a developing country: antecedents and outcomes of physician's threat to perceived professional autonomy //Int J Med Informatics. 2015; 84: 548–560.
10. Назаренко Г. И., Полубенцева Е. И. Проектирование медицинских технологических процессов. М., 2001. 29 с.
11. Marreili T.M. Hiliard L.S. Home care and clinical paths. - Et. Lionis: Mosby, 1996.
12. Huang, Z., Bao, Y., Dong, W. et al. Online treatment compliance checking for clinical pathways //J. Med. Systems. 2014; 38 (10): 123-134.
13. Bögel S., Schlieter H., Esswein W. Compliance check of health care process models //AMCIS 2011 proceedings. – Detroit, August 4th – 7th 2011. – Available at: https://aisel.aisnet.org/amcis2011_submissions/357. (Accessed: April 10, 2015).
14. Wamba S.F., Anand A., Carter L. A literature review of RFID-enabled healthcare applications and issues //Int. J. Inform. Manag. 2013; 33: 875–891
15. Yao W., Chu, C.H., Li Z. The adoption and implementation of RFID technologies in healthcare: a literature review //J. Med. Syst. 2012; 36: 3507–3525.

16. Kannry J., Emro S., Blount M., Ebling M. Small-scale testing of RFID in a hospital setting: RFID as bed trigger //AMIA Annual Symposium Proc. 2007; 384–388
17. Назаренко Г.И., Клейменова Е.Б., Ладохин И.А. и др. Система радиочастотной идентификации как инструмент внедрения «медицинского технологического процессора» в многопрофильной больнице //Информационно-измерительные и управляющие системы. 2014. №10. С.75-81.
18. Назаренко Г.И., Клейменова Е.Б., Жуйков М.Ю. и др. Система автоматизации клинических руководств и аудита лечения //Врач и информ. технологии. 2014. №2. С.23-32.
19. Назаренко Г.И., Клейменова Е.Б., Яшина Л.П., Паушиц С.А. Проблема трансляции знаний в здравоохранении: инструменты для ее решения в области безопасности пациентов. //Вестн. Росс. Акад. Мед. наук. 2018. №2. С.106-115.
20. Посенкова О.М., Киселев А.П., Дупляков Д.В. и др. Применение отечественной системы индикаторов для оценки качества медицинской помощи больным с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST: шаг навстречу практике публичных отчетов о качестве //Кардио-ИТ 2014; 1.
21. Spertus J.A., Eagle K.A., Krumholz H.M. et al. American College of Cardiology and American Heart Association methodology for the selection and creation of performance measures for quantifying the quality of cardiovascular care //J Am Coll Cardiol 2005; 45: 1147–1156.
22. Бойцов С.А., Марцевич С. Ю., Кутишенко Н. П. и др. Регистры в кардиологии. Основные правила проведения и реальные возможности //Кардиоваскулярная терапия и профилактика 2013; 12 (1): С.4-9.

Клейменова Елена Борисовна. Заведующий отделом управления качеством медицинской помощи, Многопрофильный медицинский центр Банка России, Москва. Зам. директора по научной работе Института современных информационных технологий в медицине ФИЦ ИУ РАН. Доктор мед. наук. Количество печатных работ: 70. Область научных интересов: качество медицинской помощи, безопасность пациентов, управление рисками в клинической медицине, медицинские информационные системы. E-mail: e.kleymenova@gmail.com

Яшина Любовь Петровна. Консультант отдела управления качеством медицинской помощи Многопрофильного медицинского центра Банка России, Москва. Зав. лабораторией Института современных информационных технологий в медицине ФИЦ ИУ РАН, Москва. Кандидат биол. наук. Количество печатных работ: 41. Область научных интересов: медицинские технологические процессы, качество медицинской помощи, системы поддержки принятия решений. E-mail: lyashinal@yandex.ru

Digital technologies for improving the quality and safety of acute cardiovascular disease management

E.B. Kleymenova^{1,2}, L.P. Yashina^{1,2}

¹General Medical Center of the Bank of Russia, Moscow, Russia

²Institute of Modern Information Technologies in Medicine, Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences

Abstract: The paper describes a soft- and hardware complex (IT-complex) for clinical workflow management, including Decision Support System (DSS) and Radio Frequency Identification (RFID) system. DSS helps to make decisions on treating patient according to clinical guidelines, to account the severity of his condition when evaluating treatment outcomes, to generate automatically clinical quality registers, to analyze and compare key performance indicators of healthcare providers. RFID provides an objective automated control over the execution and timing of workflow activities, in accordance with the normative quality criteria and clinical guidelines. IT-complex can be installed independently or be integrated with a medical information system. It was introduced in a general hospital; its effectiveness was proved for managing patients with acute coronary syndrome.

Keywords: workflow management, radio-frequency identification, decision support system, acute coronary syndrome

DOI 10.14357/20718632190107

References

1. Benjamin, E.J., Blaha, M.J., Chiuve, S.E. et al. 2017. Heart disease and stroke statistics –2017 update. Circulation; 135: e146-e603.
2. Moran, A.E., Forouzanfar, M.H., Roth, G.A. et al. 2014. Temporal trends in ischemic heart disease mortality in 21

- world regions, 1980 to 2010: the global burden of disease 2010 study. /Circulation. 129: 1483-1492.
3. Hoensing, H. Clinical practice guidelines: closing the gap between theory and practice. A white paper by Joint Commission International. Joint Commission International; 2016. Available at: https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0007/190177/JCI-Whitepaper_cpigs-closing-the-gap.pdf (Accessed: July 14, 2017).
 4. Mehta, R.H., Chen, A.Y., Alexander, K.P. et al. 2015. Doing the right things and doing them the right way: the association between hospital guideline adherence, dosing safety, and outcomes among patients with acute coronary syndrome. *Circulation*. 131 (11).
 5. Fonarow, G.C., Yancy, C.W., Hernandez, A.F. et al. 2011. Potential impact of optimal implementation of evidence-based heart failure therapies on mortality. *Am. Heart J.* 161 (6): 1024-1030.
 6. Shea, S., DuMouchel, W., Bahamonde, L. et al. 1996. A meta-analysis of 16 randomized controlled trials to evaluate computer-based clinical reminder systems for preventative care in the ambulatory setting. *JAMIA*. 3 (6): 399-409.
 7. Bright, T.J., Wong, A., Dhurjati, R. et al. 2012. Effect of clinical decision-support systems. A systematic review. *Ann. Intern. Med.* 157: 29-43
 8. Moja, L., Kwag, K.H., Lytras, T. et al. 2014. Effectiveness of computerized decision support systems linked to electronic health records: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Publ. Health*. 104 (12): e12-22.
 9. Esmailzadeh, P, Sambasivan, M, Kumar, N, Nezakati, H. 2015. Adoption of clinical decision support systems in a developing country: antecedents and outcomes of physician's threat to perceived professional autonomy. *Int J Med Inform.* 84: 548-560
 10. Nazarenko, G.I., Polubentseva, E.I. Proektirovaniye meditsinskikh tekhnologicheskikh protsessov [Designing of medical technological processes]. Moscow, 2001. 29 p.
 11. Marreili, T.M. Hiliard, L.S. Home care and clinical paths. - Et. Lionis: Mosby, 1996
 12. Huang, Z., Bao, Y., Dong, W. et al. 2014. Online treatment compliance checking for clinical pathways. *J. Med. Systems*. 38 (10): 123-134.
 13. Bögel, S., Schlieter, H., Esswein, W. 2011. Compliance check of health care process models. AMCIS 2011 proceedings. Detroit, August 4th – 7th 2011. Available at: https://aisel.aisnet.org/amcis2011_submissions/357. (Accessed: April 10, 2015).
 14. Wamba, S.F., Anand, A., Carter, L. A 2013. literature review of RFID-enabled healthcare applications and issues. *Int. J. Inform. Manag.* 33: 875– 891
 15. Yao, W., Chu, C.H., Li, Z. 2012. The adoption and implementation of RFID technologies in healthcare: a literature review. *J. Med. Syst.* 2012; 36: 3507-3525.
 16. Kannry, J., Emro, S., Blount, M., Ebling, M. 2007. Small-scale testing of RFID in a hospital setting: RFID as bed trigger. *AMIA Annual Symposium Proc.* 384-388
 17. Nazarenko, G.I., Kleimenova, E.B., Ladokhin, I.A. et al. 2014. Sistema radiochastotnoy identifikatsii kak instrument vnedreniya «meditsinskogo tekhnologicheskogo protsessora» v mnogoprofil'noy bol'nitse [Radio-frequency identification system as a tool for implementation of "medical technological processor" in a general hospital]. *Informatsionno-izmeritel'nyye i upravlyayushchiye sistemy* [Information-measuring and control systems] (10): 75-81.
 18. Nazarenko, G.I., Kleimenova, E.B., Zhuikov, M.Yu. et al. 2014. Sistema avtomatizatsii klinicheskikh rukovodstv i audita lecheniya [The system of automation of clinical guidelines and audit of treatment] *Vrach i informatsionnyye tekhnologii* [Doctor and Information Technologies] (2): 23-32
 19. Nazarenko, G.I., Kleimenova, E.B., Yashina, L.P., Payushik, S.A. 2018. Problema translyatsii znaniy v zdrazookhraneni: instrumenty dlya yeye resheniya v oblasti bezopasnosti patsiyentov [The problem of knowledge translation in health care: tools for its solution in the field of patient safety]. *Vestnik Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences] (2): 106-115.
 20. Posenkova, O.M., Kiselev, A.R., Duplyakov, D.V. et al. 2014. Primeneniye otechestvennoy sistemy indikatorov dlya otsenki kachestva meditsinskoy pomoshchi bol'nym s ostrym koronarnym sindromom s podjemom segmenta ST: shag navstrechu praktike publichnykh otchetov o kachestve [Application of Russian indicator system for assessing the healthcare quality for patients with acute coronary syndrome with ST elevation: a step towards public quality reports practice. *Kardio-IT* [Cardio-IT] (1).
 21. Spertus, J.A., Eagle, K.A., Krumholz, H.M. et al. 2005. American College of Cardiology and American Heart Association methodology for the selection and creation of performance measures for quantifying the quality of cardiovascular care. *J Am Coll Cardiol.* 45: 1147-1156.
 22. Boytsov, S.A., Martsevich, S.Yu., Kutishenko, N.P. et al. 2013. Registry v kardiologii. Osnovnyye pravila provedeniya i real'nyye vozmozhnosti [Registers in cardiology. Basic rules for conducting and real opportunities]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular therapy and prevention]. 12 (1): 4-9.

Kleimenova E. B. Doctor of Medicine. Head of the Department of healthcare quality management, General Medical Center of the Bank of Russia, Sevastopolsky pr. 66, Moscow, 117593, Russia. Deputy Director, Institute of Modern Information Technologies in Medicine, Federal Research Center "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences, Vavilova st. 44-2, Moscow, 119333, Russia, e.kleimenova@gmail.com

Yashina L. P. Candidate of Biological Sciences. Consultant, Department of healthcare quality management, General Medical Center of the Bank of Russia, Sevastopolsky pr. 66, Moscow, 117593, Russia. Head of the laboratory, Institute of Modern Information Technologies in Medicine, Federal Research Center "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences, Vavilova st. 44-2, Moscow, 119333, Russia, yashinal@yandex.ru