

**Е.Б. КЛЕЙМЕНОВА,**

д.м.н., Многопрофильный медицинский центр Банка России; Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия, e-mail: e.kleymenova@gmail.com, SPIN-код: 2037-7164; ORCID ID: 0000-0002-8745-6195

Л.П. ЯШИНА,

к.б.н., Многопрофильный медицинский центр Банка России; Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Россия, г. Москва, e-mail: lyashina1@yandex.ru; SPIN-код: 1910-0484; ORCID ID: 0000-0003-1357-0056

РОЛЬ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПАЦИЕНТОВ

УДК: 614.2: 004.03: 004.05

DOI: 10.37690/1811-0193-2020-3-13-24

Клейменова Е.Б., Яшина Л.П. Роль медицинских информационных технологий в обеспечении безопасности пациентов (Многопрофильный медицинский центр Банка России; Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия)

Аннотация. Рассмотрена доказательная база эффективности основных видов медицинских информационных технологий (электронных систем врачебных назначений, поддержки принятия решений, контроля за введением лекарств, телемедицины и телемониторинга, отчетности об инцидентах и электронных медицинских карт) в повышении безопасности медицинской помощи, а также потенциальных негативных последствий внедрения этих технологий. Сделан вывод о том, что наиболее убедительные доказательства эффективности в обеспечении безопасности пациентов, снижении риска медицинских ошибок и частоты неблагоприятных событий, связанных с оказанием медицинской помощи, имеют системы поддержки принятия решений и технологии, включающие элементы поддержки принятия решений: электронные врачебные назначения, физиологический телемониторинг.

Ключевые слова: медицинские информационные технологии, безопасность пациентов, медицинские ошибки, системы поддержки принятия клинических решений.

UDC: 614.2: 004.03: 004.05

Kleymenova E.B., Yashina L.P. The role of health information technology in promoting patient safety (General Medical Center of the Bank of Russia; Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)

Abstract. The paper reviews current scientific evidence on the impact of different health information technologies (HIT) on patient safety, as well as the potential negative consequences of HIT introduction, including systems of computerized physician order entry (CPOE), clinical decision support (CDSS), medication administration technologies, telemedicine and telemonitoring, electronic incident reporting and electronic medical records (EMR). It was concluded that the most convincing evidence of effectiveness in improving patient safety, reducing the risk of medical errors and healthcare-related adverse events, have CDSS and technologies that incorporate decision support elements: CPOE, EMR and telemonitoring.

Keywords: health information technology, patient safety, medical errors, clinical decision support systems.

ВВЕДЕНИЕ

Медицинские информационные технологии (МИТ) рассматриваются как важнейший фактор повышения качества, эффективности и доступности медицинской помощи. МИТ обеспечивает поддержку клиническим процессам, предоставляют информацию о здоровье широкой общественности и научную информацию медицинским профессионалам. Вместе с тем, в руководстве ВОЗ по внедрению цифровых технологий в здравоохранение говорится, что зачастую это внедрение осуществляется без тщательного изучения доказательной базы их преимуществ и недостатков, способствует распространению ненадежных



технологий и огромному разнообразию цифровых инструментов с ограниченным пониманием их воздействия на процессы оказания медицинской помощи и благополучие людей. Признавая новаторскую роль цифровых технологий, необходимо всесторонне оценивать их эффективность, чтобы инвестиции в МИТ не отвлекали ресурсы от альтернативных нецифровых технологий [1].

Вышесказанное в полной мере относится и к обеспечению безопасности медицинской помощи (МП). По мнению экспертов, цифровые технологии являются самыми эффективными инструментами повышения безопасности пациентов, но и наиболее дорогими [2]. Кроме того, внедрение МИТ может привести к непредвиденным последствиям и новым угрозам безопасности. То есть проблему МИТ и безопасности МП можно рассматривать в трех взаимосвязанных аспектах: 1) безопасность самих МИТ, их отказоустойчивость и надежность защиты данных; 2) безопасное практическое использование МИТ, необходимость изменения рабочих процессов, обучения медперсонала или пациентов; 3) повышение безопасности МП с помощью МИТ, их возможности по выявлению, мониторингу и предотвращению неблагоприятных событий [3].

Данный литературный обзор посвящен, в основном, анализу последнего и отчасти второго аспектов – возможностей МИТ в повышении безопасности МП, а также потенциальным негативным последствиям их внедрения. Приоритет был отдан систематическим обзорам, мета-анализам и рандомизированным исследованиям с контролем (РИК).

ЭЛЕКТРОННЫЕ ВРАЧЕБНЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕЦЕПТЫ

Электронные врачебные назначения (ЭВН) – это системы, позволяющие регистрировать, хранить, изменять врачебные назначения и передавать их непосредственно исполнителям [4]. ЭВН первоначально были разработаны для повышения безопасности лекарственной терапии (ЛТ). Процесс ЛТ, как правило, включает последовательные этапы: назначение лекарственного средства (выбор препарата, дозы, пути введения и режима ЛТ, выписка рецепта), получение назначения /рецепта аптекой, отпуск препарата, раздача или введение препарата пациенту. Известно, что 30–80% ошибок ЛТ возникает на первом этапе – назначении ЛТ, еще 6–70% на этапе прочтения рецепта аптечным работником или медсестрой [5, 6]. Эти ошибки возникают по

многим причинам, включая невнимательность или незнание врача, плохой почерк или неоднозначные сокращения. Системы ЭВН призваны снизить риск таких ошибок за счет стандартизированных, разборчивых и полных назначений. Многие системы ЭВН интегрированы с системой поддержки принятия решений (СППР), помогающей врачу выбрать дозу, путь и частоту введения препарата, учесть наличие аллергии, почечной недостаточности или межлекарственного взаимодействия. Позднее ЭВН были расширены до назначения любых лечебных процедур, направлений на диагностические исследования и консультации. Для нелекарственных назначений система может контролировать дублирующие тесты или напоминать о необходимости назначения профилактических мероприятий. В числе дополнительных преимуществ ЭВН называют сокращение затрат времени из-за потери бумажных рецептов, неразборчивого почерка и непонятных сокращений.

Эффективность ЭВН в сокращении ошибок назначения ЛТ была неоднократно доказана в стационарах. В мета-анализе 16 исследований [7] внедрение ЭВН, интегрированной с СППР, способствовало сокращению частоты не только ошибок (относительный риск [ОР] = 0,46; 95%-ДИ: 0,31–0,71), но и нежелательных лекарственных реакций (НЛР): ОР= 0,47; 95%-ДИ: 0,35–0,60. Согласно мета-анализу [8] 38 исследований (в т.ч., 11 РИК), внедрение ЭВН в сочетании с СППР способствовало снижению ошибок при выборе ЛТ на 76% (ОР=0,24; 95%-ДИ: 0,13–0,46), ошибок дозирования на 83% (ОР=0,17; 95%-ДИ: 0,08–0,38), НЛР на 48% (ОР=0,52; 95%-ДИ: 0,40–0,68), но не влияло на внутрибольничную летальность и сроки госпитализации.

В условиях отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), согласно мета-анализу 20 исследований, [9] внедрение системы ЭВН с СППР достоверно сокращало частоту ошибок в назначениях лекарств на 85% (ОР=0,15; 95%-ДИ: 0,03–0,80; $p=0,03$), летальность в ОРИТ на 12% (ОР=0,89, 95%-ДИ: 0,78–0,99, $p=0,04$), но не влияло на сроки пребывания в ОРИТ.

Положительный эффект ЭВН продемонстрирован также в амбулаторных условиях. В проспективном нерандомизированном исследовании [10] частота ошибок в электронных рецептах через год после внедрения ЭВН снизилась с 42,5% (95%-ДИ: 36,7–49,3) до 6,6% (95%-ДИ: 5,1–8,3) ($p < 0,001$). Полностью были устранены ошибки, связанные с неразборчивым почерком (с 87,6% до нуля).



Аналогичные результаты получены в другом исследовании [11]: при сравнении 5016 рукописных и 5153 электронных рецептов обнаружено снижение частоты ошибок с 18,2% до 8,2% (отношение шансов [ОШ] = 0,30; 95%-ДИ: 0,23–0,40). Наибольшее сокращение наблюдалось в случаях неразборчивого /неясного написания (на 97%), использования нежелательных сокращений (94%) и недостающей информации (85%). На 57% снизилось число ошибок, которые могли привести к НЛР (ОШ = 0,43; 95% ДИ: 0,38–0,49).

Вместе с тем, в кластерном рандомизированном исследовании [12] при внедрении в амбулаторной клинике ЭВН без СППР в течение 44 недель не наблюдалось сокращения ошибок в рецептах по сравнению с контрольным периодом (6,0% и 5,9%, соответственно), но увеличилось число звонков от аптекарей врачам с просьбой уточнить назначение (1,89 против 1,45 в неделю, соответственно; $p < 0,001$). По мнению авторов, учитывая материальные затраты, требования к обучению, изменение рабочих процессов и нормативные регламенты, необходимы дополнительные исследования эффективности электронных рецептов в амбулаторной практике.

По данным систематического обзора [13] трех РИК, посвященных внедрению электронных немедикаментозных назначений, ЭВН могут иметь клиническую эффективность, но их экономическая эффективность неясна. Экономическая эффективность ЭВН для немедикаментозных назначений в больницах была подтверждена в систематическом обзоре трех РИК [14], хотя качество доказательств было низким. Наконец, в систематическом обзоре 53 исследований отмечено умеренное положительное влияние ЭВН на формирование назначений и эффективность работы врача [15], небольшая экономия времени и материальных затрат, наряду с увеличением времени на взаимодействие врача с ЭВН для обработки предупреждений и подтверждения действий врача.

Риски, связанные с внедрением ЭВН, включают отсутствие стандартизованного программного обеспечения (ПО) и единых требований к формату генерируемых сообщений, необходимость постоянного обновления базы знаний, справочников и самого ПО, а также повышение когнитивной нагрузки на врачей при выполнении непривычных действий, которая, в свою очередь, чревата ошибками. В австралийском исследовании по сравнению двух коммерческих систем ЭВН [16], общее

количество ошибок сократилось в 2,5 раза, однако наблюдались ошибки выбора строк из выпадающих списков, опечатки и выбор неправильных действий (примерно в 42% случаев на этапе апробации). Интеграция ЭВН с СППР также требует тщательного планирования. Чрезмерные и неспецифические предупреждения утомляют пользователя, заставляя его игнорировать даже критические сообщения.

Таким образом, ЭВН – одна из наиболее изученных цифровых технологий в области обеспечения безопасности МП. Об их перспективности говорят данные Американской больницы ассоциации, согласно которым в 2016–2017 гг. 97% больниц США имели системы ЭВН и электронных рецептов [17].

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ КЛИНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Согласно общепринятому определению, СППР – это «обеспечение врачей или пациентов с помощью компьютерных программ клиническими знаниями и информацией о пациенте, интеллектуально отфильтрованными или представленными для совершенствования медицинской помощи» [18]. К СППР относят широкий спектр инструментов: предупреждения и напоминания; компьютеризированные клинические руководства и клинические пути; экспертная поддержка диагностики; контекстное предоставление данных о пациенте; шаблоны документов; контекстная справочная информация. При этом независимо от главного назначения СППР, безопасность МП является неременной целью внедрения.

Изучение эффективности СППР началось раньше и проводится чаще, чем других МИТ. По данным систематического обзора [19], 58% исследований первого десятилетия XXI века, посвященных клиническим эффектам различных МИТ, касалось именно СППР. Исследования проводятся в различных направлениях: эффективность СППР разных видов и специализаций, в больничных и амбулаторных условиях, влияние на лечебно-диагностические процессы и клинические исходы, социальные и экономические эффекты.

Например, в систематическом обзоре 70 РИК [20] выявлено 4 критически важных параметра СППР, которые в 94% случаев достоверно повышают качество клинической практики: 1) автоматическая активация системы в ходе клинического процесса, 2) наличие индивидуализированных практических рекомендаций, 3) поддержка решений



во время и в месте принятия клинических решений, 4) использование автоматизированных СППР.

По данным более позднего систематического обзора 70 исследований [21], двумя ключевыми социотехническими характеристиками, определяющими успешное внедрение СППР, явились наличие полной и специфичной базы знаний, а также интеграция работы всех участников клинического процесса. Большинство алгоритмов СППР (72%) были основаны на правилах. В этом обзоре в 7% исследований доказано снижение смертности после внедрения СППР, в 23% – уменьшение жизнеугрожающих осложнений, в 40% – снижение осложнений средней тяжести и в 29% работ СППР не оказали существенного влияния на клинические исходы.

В последние годы растет число исследований, посвященных СППР, основанных на автоматизации клинических руководств. В систематическом обзоре 148 РИК [22] получены доказательства увеличения назначения рекомендуемых профилактических мер на 42% (ОР=1,42; 95%-ДИ: 1,27–1,58), диагностических исследований на 72% (ОР=1,72; 95%-ДИ: 1,47–2,00), лечебных рекомендаций на 57% (ОР=1,57; 95%-ДИ: 1,35–1,82), а также снижения на 12% частоты осложнений (ОР=0,88; 95%-ДИ: 0,80–0,96) после внедрения СППР. В систематическом обзоре 28 РИК [23] внедрение СППР, интегрированной с ЭМК, способствовало снижению частоты осложнений на 18% (ОР = 0,82; 95%-ДИ: 0,68–0,99) без влияния на летальность.

Экономическая эффективность СППР достигается за счет сокращения повторных госпитализаций [24], сроков пребывания в стационаре, выбора оптимальной лекарственной терапии [25], хотя далеко не во всех исследованиях удается продемонстрировать положительный экономический эффект СППР.

Среди негативных эффектов СППР чаще всего называется прерывание рабочих процессов и дублирование ввода данных, если СППР не интегрирована с ЭМК, а также частые и неспецифичные сообщения, приводящие к их игнорированию. Этим зачастую объясняют тот факт, что СППР приводят лишь к скромному повышению соблюдения клинических рекомендаций [26].

Утомление от оповещений электронной системы (*alert fatigue*) является признанным риском для безопасности пациентов при использовании СППР, описывающим снижение внимания к сигналам безопасности и, как следствие, их игнорирование или отсутствие необходимой реакции на эти сигналы у клиницистов. Например, по данным исследования

в 66-кочном ОРИТ университетской клиники Сан-Франциско [27] физиологические мониторы генерировали более 2 млн. предупреждений в месяц (187 на один койкодень), из которых 89% были ложноположительными. Предлагаемые стратегии сокращения оповещений включают повышение их положительной прогностической ценности (сейчас она составляет 20–40%), приоритизацию и необходимость указания причин, по которым сообщение пропущено, разработку комплексных оповещений и возможность их настройки конечным пользователем [28].

Таким образом, СППР расширяют возможности клиницистов по безопасному оказанию МП и активно развиваются по всему миру. По данным Американской больничной ассоциации в 2016–2017 гг. СППР с представлением клинических рекомендаций было внедрено в 92% больниц США [17]. По мере роста объемов клинических данных в медицинских информационных системах, все большее внимание уделяется прогностической аналитике, позволяющей предсказывать риск развития неблагоприятных событий и выявлять заболевания на ранних стадиях, например, сепсиса, острой почечной недостаточности, остановки сердца. Этот тип СППР, часто с использованием технологий искусственного интеллекта, по мнению специалистов, весьма перспективен и может привести к трансформационному улучшению безопасности пациентов [29]. Однако нужно иметь убедительные доказательства их безопасности и надежности.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗА ВВЕДЕНИЕМ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Как говорилось выше, большая доля ошибок ЛТ возникает на этапе назначения. Но ошибки на стадии введения или раздачи лекарств также встречаются достаточно часто – в 10%-55% случаев [30].

Штрих-кодовые системы введения медикаментов (*bar code medication administration – BCMA*) в сочетании с системой ЭВН снижают риск лекарственных ошибок путем электронной проверки правильности пациента, дозы, лекарства, времени и пути введения непосредственно у постели больного. Например, когда медсестра сканирует штрих-код на идентификационном браслете пациента и на вводимом лекарстве, встроенные в ЭМК алгоритмы проверяют совпадение пяти вышеперечисленных параметров и в режиме реального времени генерируют предупреждения



или подтверждение действия. Большинство систем при этом автоматически документируют время введения лекарства.

Систематический обзор квази-экспериментальных исследований [31] показал, что использование технологии ВСМА в сочетании с ЭВН снижает частоту лекарственных ошибок на 50–80%. В мета-анализе 14 исследований [32] внедрение ВСМА привело к снижению ошибок ЛТ на 57% (ОШ = 0,425, 95% ДИ: 0,28–0,65, $p < 0,001$). Однако этот результат следует интерпретировать с осторожностью из-за высокой неоднородности исследований. В систематическом обзоре 10 исследований с историческим контролем [33] выявлен общий положительный эффект технологии ВСМА, снижение количества случаев ошибок в дозе, препарате, пациенте и пути введения ЛС.

«Умные» инфузоматы – это внутривенные инфузионные насосы с программным обеспечением, предупреждающим оператора о выходе настроек инфузии за пределы предварительно установленных пределов. Внутривенное введение лекарств – это многоэтапный процесс, предоставляющий многочисленные возможности для ошибок, особенно на этапах вычисления режима терапии и программирования инфузомата. На ошибки, связанные с проведением внутривенной терапии, приходится около 37% ошибок введения медикаментов [34].

Влияние умных инфузоматов на лекарственную безопасность было изучено в РИК [35], проведенном в отделении кардиохирургии бостонской больницы. Частота серьезных ошибок и потенциально предотвратимых НЛР в тестовом и контрольном периодах не различалась, но частота игнорирования предупреждений системы составила 25%. По мнению авторов, отсутствие эффекта могло быть связано с несоблюдением требований технологии.

Систематический обзор 22 квази-экспериментальных исследований [36] показал, что умные инфузоматы могут уменьшить риск ошибок при настройке режима инфузионной терапии, хотя и не устраняют его полностью. Среди недостатков технологии называют сложность ручного программирования, неудобный интерфейс, недостаточную совместимость с другими устройствами и информационными системами [37].

Интеграция умных инфузоматов с ЭМК и технологией ВСМА позволяет автоматически программировать инфузионную терапию, проводить ее и регистрировать в ЭМК. Это сокращает работу персонала с экраном прибора или клавиатурой на

86%, повышает точность и своевременность документирования инфузии [38]. Однако безопасность этой технологии еще подлежит изучению.

Автоматизированные раздаточные шкафы (АРШ) – это электронные шкафы с контролем дозирования и отслеживанием выдачи лекарств. Они используются в больницах с 80-х годов XX века, а со временем стали включать более сложное программное обеспечение для контроля за процедурой высокого риска – выдачей лекарств. Доказательства положительного влияния АРШ на безопасность пациентов ограничены. В систематическом обзоре 8 исследований [39] использование АРШ уменьшало количество ошибок хранения лекарств и времени, которое медсестры тратили на инвентаризацию наркотических и других лекарственных средств, подлежащих предметно-количественному учету. Не выявлено доказательств того, что применение АРШ снижало количество ошибок, приводящих к НЛР, или расходы больниц. Вместе с тем, аптечные специалисты затрачивали дополнительное время на заполнение этих устройств.

Увеличение нагрузки на аптечных работников отмечено в исследовании с историческим контролем, проведенном в бразильской клинике на 368 коек [40]. Авторы наблюдали достоверное уменьшение случаев экстренного запроса лекарств из центральной аптеки на 71% ($< 0,001$) и случаев возврата ЛС в аптеку на 31% ($< 0,001$), а также недостоверное сокращение ежемесячного числа НЛР с $2,25 \pm 2,19$ до $1,46 \pm 1,39$. Недостоверность различий авторы объясняют небольшим количеством НЛР. Было отмечено сокращение затрат рабочего времени медсестер отделений, что привело к общей экономии 6,5 рабочих часов в день и экономии 14 444 долл. США в течение первого года.

Еще в трех исследованиях с историческим контролем, опубликованных в последнее время, изучено влияние АРШ на безопасность лекарственной терапии. В отделении неотложной помощи австралийской больницы [41] установка АРШ привела к достоверному снижению ошибок выбора и приготовления ЛС на 64,7% (с 1,96% до 0,69%, $p = 0,017$). Поскольку все ошибки были незначительными, это не сказалось на частоте НЛР.

В 40-коечном гериатрическом отделении французской клиники [42] частота ошибок при приеме лекарств снизилась на 53% ($p < 0,001$) после установки АРШ. Частота ошибок в выборе дозы и препарата уменьшилась на 79% (с 2,4% до 0,5%,



$p = 0,005$) и на 93,7% (с 1,9% до 0,01%, $p = 0,009$), соответственно.

Наконец, датские исследователи [43] сравнили традиционную раздачу медикаментов, АРШ и комплексную систему АРШ с технологией ВСМА, включающую штрих-код пациента. После установки АРШ достоверно снизилась частота лекарственных ошибок (ошибочный препарат, пациент, доза, форма ЛС) (ОШ=0,38; 95% ДИ от 0,15 до 0,96) по сравнению с контролем. Внедрение комплексной системы снижало как частоту лекарственных ошибок (ОШ=0,53; 95% ДИ от 0,27 до 0,90), так и процедурных ошибок (документирование, время введения) (ОШ=0,44; 95% ДИ от 0,126 до 0,94).

Но как для других МИТ, риск ошибок при использовании АРШ остается, в первую очередь, в экстренных ситуациях при отсутствии врачебного назначения. Для подобных случаев предусмотрена функция оверрайда – «пересиливания автоматике». Опасность предоставляемой в АРШ возможности обойти запрограммированный контроль правильности выбора препарата была подтверждена случаем грубой лекарственной ошибки [44]. Пациенту был назначен анксиолитик Версед (мидазолам), а медсестра не учла, что программа АРШ настроена на поиск не торговых, а международных непатентованных названий ЛС, набрала в меню первые две буквы «VE», выбрала первый выпавший из списка препарат – миорелаксант векурониум – и воспользовалась функцией оверрайда. Отсутствие проверки штрих-кода и контроля за состоянием пациента после введения миорелаксанта закончилось летальным исходом. Специалисты призывают производителей АРШ при совершенствовании технологии учитывать человеческий фактор, чтобы обеспечить интуитивно понятные программные интерфейсы и контекстные оповещения [45].

ТЕЛЕМЕДИЦИНА И ТЕЛЕМОНИТОРИНГ

Телемедицинские технологии и службы становятся все более важным компонентом систем здравоохранения. По данным Департамента здравоохранения США, в 2016 г. 40–50% больниц оказывали те или иные телемедицинские услуги [46]. Телемедицина – это междисциплинарное направление, связанное с разработкой и применением методов дистанционного оказания медицинской помощи и обмена специализированной информацией

с использованием современных компьютерных и телекоммуникационных технологий [47]. Связь может быть двусторонней, синхронной в реальном времени («виртуальные визиты») или асинхронной передачей клинической информации. Как правило, информационный обмен осуществляется между клиницистами или между медиком и пациентом; самостоятельное использование пациентом мобильных приложений медицинского назначения иногда называют «телездоровьем» или «мобильным здравоохранением» [48]. Телемедицина может предоставлять информацию о здоровье, которая собирается удаленно с медицинских устройств или персональных мобильных устройств для мониторинга физиологических показателей.

В многочисленных исследованиях изучалось влияние телемедицины на результаты лечения пациентов в критических ситуациях, при хронических заболеваниях и психиатрической помощи. Об объеме исследований в этой области можно судить по мета-обзору [49], посвященному применению телемедицинских технологий при лечении хронических заболеваний (включая бронхиальную астму, хронические обструктивные заболевания легких, сахарный диабет, сердечную недостаточность и новообразование). Авторы отобрали 53 систематических обзора, опубликованных за 2000–2016 гг., которые в сумме объединили 232 РКИ. Эти обзоры демонстрировали смешанные результаты; чаще телемедицина была не менее эффективна, чем очное оказание медицинской помощи. Наиболее убедительные доказательства положительного эффекта получены в отношении контроля сахара в крови при сахарном диабете II типа, а также снижении частоты госпитализаций и смертности при хронической сердечной недостаточности. Ни в одной публикации не отмечено отрицательного влияния телемедицинских технологий на клинические исходы.

Доказан положительный эффект использования телемедицины при лечении реанимационных больных – так называемые, программы теле-ОРИТ (Tele-ICU). Острая нехватка квалифицированных анестезиологов-реаниматологов в США привела к организации удаленных ОРИТ-центров, в которых группа intensivистов (врачей и медсестер) связана с пациентами ОРИТ в больницах с помощью аудио-, видео- и электронных средств связи, имея полный доступ к данным пациента и осуществляя круглосуточный мониторинг его состояния. Первые ОРИТ-центры в США появились в начале XX века,



а в 2014 г. их услугами пользовались уже 11% больниц не федерального подчинения [50]. Платформы Tele-ICU используют алгоритмы анализа данных, включая физиологические параметры и клинические факторы риска, для прогнозирования ухудшения состояния и поддержки принятия решений, а push-уведомления способствуют своевременному реагированию на изменения в состоянии пациента. К дополнительным преимуществам теле-ОРИТ относят улучшение координации медицинской помощи больным в критическом состоянии, распространение самого передового опыта и знаний, а также обучающий компонент.

В трех систематических обзорах с мета-анализом проведена оценка клинического и экономического эффекта программ теле-ОРИТ. Мета-анализ 13 исследований с историческим контролем [51] продемонстрировал снижение летальности в ОРИТ на 25% (ОШ = 0,75; 95%-ДИ: 0,65–0,88; $p < 0,001$). В другом мета-анализе [52] 19 исследований внедрение программ теле-ОРИТ ассоциировалось со снижением летальности в ОРИТ на 17% (ОР = 0,83; 95%-ДИ: 0,72–0,96; $p = 0,01$), внутрибольничной летальности на 26% (ОР = 0,74; 95%-ДИ: 0,58–0,96; $p = 0,02$) и сокращением длительности пребывания в ОРИТ на 0,63 дня (95%-ДИ: 0,28–0,17; $p = 0,007$) без влияния на сроки госпитализации. Третий обзор [53] включил 2 исследования с контролем, без проведения мета-анализа. В обоих исследованиях продемонстрировано достоверное снижение внутрибольничной летальности. Разные результаты авторы объясняют различием в организации программ теле-ОРИТ, в используемом программном обеспечении. Кроме того, высказываются опасения по поводу разделения ответственности за ведение пациента, отсутствия очного контакта с пациентом и персоналом, а также высокой стоимости услуг теле-ОРИТ [54].

Работа пациентов с мобильными приложениями медицинского назначения организовано в форме портала – онлайн-приложение, которое предоставляет доступ пациента к личной медицинской информации, а также двустороннюю связь с медицинскими работниками. Как показали исследования [55, 56], порталы для пациентов улучшают результаты профилактики, информированность о болезнях и самостоятельный контроль за состоянием здоровья. Тем не менее, нет доказательств того, что они улучшают показатели безопасности пациентов.

ЭЛЕКТРОННАЯ ОТЧЕТНОСТЬ ОБ ИНЦИДЕНТАХ

Системы электронного оповещения о происшествиях представляют собой веб-системы, позволяющие медикам добровольно сообщать о событиях безопасности. Такие системы могут быть интегрированы с ЭМК для автоматической выгрузки данных и обнаружения неблагоприятных событий с помощью триггеров. Электронные системы оповещения о происшествиях имеют следующие преимущества: стандартизуют структуру отчетности и процесс ответных действий по инцидентам, быстро выявляют серьезные инциденты, автоматизируют ввод и анализ данных. Исследования показывают, что в учреждениях, перешедших на систему электронной отчетности, возрастает частота и своевременность составления отчетов [57]. Системы отчетности об инцидентах могут улучшить клинические процессы, но мало доказательств того, что системы электронной отчетности уменьшают риски медицинских ошибок [58].

ЭЛЕКТРОННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ КАРТА И ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБМЕН ДАННЫМИ

Необходимость ведения электронной медицинской карты (ЭМК) как ядра медицинской информационной системы (МИС) лечебного учреждения в настоящее время не вызывает сомнения, однако безопасность этой цифровой технологии по-прежнему является предметом активного изучения. Основные преимущества ЭМК вытекают из ее предназначения как единого хранилища медицинской информации. Они включают полноту, целостность, сохранность и доступность данных о пациенте, единообразие представления информации, облегчение информационного обмена и, как следствие, улучшение документооборота, оптимизацию организационных процессов, экономию рабочего времени, а также облегчение вторичного использования медицинских данных в аналитических и научных целях [59].

Эффективность ЭМК часто анализируется вместе с дополнительными МИТ, интегрированными с ЭМК – СППР, электронными назначениями, системами физиологического мониторинга. Если выделить показатели, касающиеся информационного менеджмента, то по данным систематического обзора 287 исследований с контролем [60] положительный и нейтральный эффект ЭМК на качество информации (точность, полноту) продемонстрирован в 68,3%



и 25,8% публикаций, соответственно. Влияние ЭМК на продуктивность медработников (использование ресурсов, экономию рабочего времени и материальных ресурсов) было положительным в 46,3% работ и нейтральным в 42,6%.

В мета-анализе 47 исследований [61] показана достоверная взаимосвязь внедрения ЭМК с сокращением времени документооборота на 22,4% (95%-ДИ: от -38,8 до -6,0%; $P < 0,007$). Поскольку в части исследований ЭМК были интегрированы с СППР и ЭВН, доказано также повышение соблюдения клинических рекомендаций на 33% (ОР=1,33; 95%-ДИ: 1,01–1,76; $p = 0,049$), снижение ошибок при лекарственных назначениях на 54% (ОР = 0,46; 95%-ДИ: 0,38–0,55; $p < 0,001$) и частоты НЛР на 36% (ОР = 0,66; 95%-ДИ: 0,44–0,99; $p = 0,045$). Влияния на летальность не выявлено.

Достоверное снижение внутрибольничной летальности на 15% (ОШ = 0,85; 95%-ДИ: 0,76–0,94) при внедрении ЭМК продемонстрировано в систематическом обзоре 45 исследований [62], однако этот эффект достигнут, главным образом, за счет внедрения систем физиологического мониторинга.

Исследования по влиянию ЭМК на безопасность амбулаторных пациентов проводятся гораздо реже, тем более интересны их результаты. Ученые из Мичиганского института здравоохранения [63] сравнили работу 209 амбулаторных клиник (из которых 117 использовали бумажные амбулаторные карты и 92 – электронные) по базе данных PPPSA (*The Physician Practice Patient Safety Assessment*) за 2006–2010 гг. Эта база данных включает показатели, отражающие практику безопасности пациентов в шести областях: лекарственная терапия, передача медицинской информации, инвазивные процедуры, квалификации и компетенции персонала, управление практикой и культура, а также обучение пациентов и коммуникация. По всем областям использование ЭМК было связано с достоверно более высокими показателями безопасности пациентов.

Известно, что нарушение информационного обмена является одной из основных причин неблагоприятных событий, связанных с оказанием медицинской помощи, а передача информации о состоянии пациента между сменами в больнице или при переводе на другой уровень оказания медицинской помощи является событием высокого риска. Систематическая и единообразная процедура передачи информации снижает вероятность ошибок, однако нередко эта процедура слишком жесткая, чтобы

учесть множество особенностей информационного обмена. Специальные электронные платформы передачи информации о пациенте обеспечивают большую гибкость, давая возможность настройки структурированных форм под потребности пользователей. Соответствующее программное обеспечение чаще всего интегрировано с ЭМК для снижения затрат времени на заполнение формы и настройки доступа к информации.

В систематическом обзоре [64] 37 исследований разного дизайна по оценке эффективности электронной передачи информации между сменами в больнице был сделан вывод о том, что большинство работ подтверждают улучшение процесса передачи информации, уменьшение количества пропусков критической информации и сокращение времени передачи. В систематическом обзоре 9 исследований [65] проанализировано влияние электронной передачи информации о пациенте на клинические исходы. В 75% исследований доказано увеличение полноты передаваемой информации, но влияние на длительность госпитализации и частоту осложнений было недостоверным.

Наконец, согласно обширному канадскому систематическому обзору [66], автоматизированная передача результатов лабораторных тестов в учреждения первичного звена, интегрированная с клиническими рекомендациями при наличии отклонений от нормы, способствовала сокращению числа госпитализаций на 15% и визитов в отделения неотложной помощи на 25%.

В настоящее время накоплено довольно много данных о рисках, связанных с эксплуатацией ЭМК, не соответствующих требованиям безопасности. В литературном обзоре [67] предложена классификация рисков эксплуатации ЭМК на основе стандарта ИСО /МЭК 25010¹. Классификация включает 8 характеристик для оценки качества ЭМК: функциональная пригодность, удобство использования, производительность, совместимость, надежность, защищенность, ремонтпригодность и портативность (возможность адаптировать и заменить систему). Наибольшая доля рисков, связанных с безопасностью пациентов, приходится на категории функциональной пригодности (полноты, корректности, адекватности функций) и удобство использования ЭМК (дружественность интерфейса, защита от ошибок пользователя).

¹ «Разработка систем и программного обеспечения – Требования и оценка качества систем и программного обеспечения – Модели качества систем и программного обеспечения»



Учитывая тот факт, что многие медицинские организации сталкиваются с проблемами безопасности медицинской помощи, связанными с неоптимальным дизайном и функциональностью ЭМК, Американская ассоциация медицинской информатики при поддержке Национального координатора по медицинским информационным технологиям предложила руководство «Факторы обеспечения безопасности для устойчивой работы ЭМК» (*Safety Assurance Factors for EHR Resilience – SAFER*) [68]. В нем выделено 9 направлений, по которым нужно проводить проактивную оценку рисков, связанных с внедрением и эксплуатацией ЭМК, для выявления наиболее уязвимых областей и выработку решений по управлению этими рисками. Девять направлений включают 1) поддержку основных рабочих процессов; 2) системы ЭВН с поддержкой принятия решений; 3) передачу информации о результатах диагностических исследований с последующим контролем; 4) обмен клинической информацией при госпитализации, переводах и выписке пациента; 5) идентификацию пациентов; 6) работу в условиях отказа системы; 7) конфигурацию ЭМК; 8) интерфейсы; 9) распределение ответственности. Для каждого направления предложены чек-листы, содержащие 10–25 пунктов для самооценки, а также научно обоснованные рекомендации по повышению безопасности ЭМК. Как подчеркивают авторы, это руководство применимо для медицинских организаций любого типа и размера, использующих любую МИС.

ОБСУЖДЕНИЕ

По состоянию на сегодняшний день можно считать доказанной эффективность ЭВН и СППР в повышении безопасности медицинской помощи. В отношении других МИТ убедительных доказательств положительного влияния на безопасность пациентов пока недостаточно, хотя известный постулат доказательной медицины гласит, что отсутствие доказательств эффективности не является доказательством неэффективности.

Опубликованные исследования демонстрируют разные результаты в различных организациях при использовании одной и той же технологии. В литературе это объясняется тем, что МИТ внедряется в сложной адаптивной системе, какую представляют медицинские организации. Дин Ситтиг и Хардип Сингх [69] предложили концептуальную социально-техническую модель, которая учитывает ключевые факторы, влияющие на успех внедрения МИТ: человеко-машинный интерфейс, рабочий процесс и информационный обмен, клинический контент, внутренняя организационная политика, люди, аппаратное и программное обеспечение, внешние факторы, а также измерение и мониторинг системы. Первые три фактора, по мнению Объединенной комиссии по аккредитации медицинских организаций, ответственны за 80% неблагоприятных событий, связанных с использованием МИТ [70], поэтому необходимо сосредоточить внимание на культуре безопасности, совершенствовании рабочих процессов и лидерстве.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее изученными цифровыми технологиями в области обеспечения безопасности пациентов, снижении риска медицинских ошибок и частоты осложнений являются ЭМК, СППР, ЭВН и телемедицина.

2. Убедительные доказательства эффективности в повышении безопасности медицинской помощи имеют СППР и технологии, включающие элементы поддержки принятия решений: ЭВН, физиологический телемониторинг.

3. Внедрение МИТ может быть связано с дополнительными рисками, которые следует оценивать проспективно, соотнося доказанную эффективность с дополнительными затратами и угрозами безопасности.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 19-29-01132.

ЛИТЕРАТУРА



1. WHO Guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening. – Geneva: WHO, 2019. – 124 p. <https://www.who.int/reproductivehealth/publications/digital-interventions-health-system-strengthening/en>
2. *Slawomirski L., Auraen A., Klazinga N.* The economics of patient safety: Strengthening a value-based approach to reducing patient harm at national level: OECD Health Working Papers, № 96. – Paris: OECD Publ., 2017. – 63 p. <http://dx.doi.org/10.1787/5a9858cd-en>



3. Singh H., Sittig D.F. Measuring and improving patient safety through health information technology: The Health IT Safety Framework //BMJ Qual Saf. – 2016. – Vol. 25. – P. 226–232.
4. Health IT and patient safety: building safer systems for better care /Institute of Medicine. – Washington: The National Academies Press, 2012. – 234 p.
5. Lisby M., Nielsen L.P., Mainz J. Errors in the medication process: frequency, type, and potential clinical consequences //Int J Qual Health Care. – 2005. – Vol. 17. – № 1. – P. 15–22.
6. Salmasi S., Khan T.M., Hong Y.H., Ming L.C., Wong T.W. Medication errors in the Southeast Asian countries: a systematic review // PLoS One. – 2015. – Vol. 10. – № 9. – P.e0136545.
7. Nuckols T.K., Smith-Spangler C., Morton S.C., Asch S.M., Patel V.M., Anderson L.J. et al. The effectiveness of computerized order entry at reducing preventable adverse drug events and medication errors in hospital settings: a systematic review and meta-analysis //Syst Rev. – 2014. – Vol. 3. – P. 56.
8. Roumeliotis N., Sniderman J., Adams-Webber T., Addo N., Anand V., Rochon P. et al. Effect of electronic prescribing strategies on medication error and harm in hospital: a systematic review and meta-analysis //Gen Intern Med. – 2019. – Vol. 34. – № 10. – P. 2210–2223.
9. Prgomet M., Li L., Niazhkani Z., Georgiou A., Westbrook J.I. Impact of commercial computerized provider order entry (CPOE) and clinical decision support systems (CDSSs) on medication errors, length of stay, and mortality in intensive care units: a systematic review and meta-analysis //JAMIA. – Vol. 24. – № 2. – P. 413–422.
10. Kaushal R., Kern L.M., Barryn Y., Quresimo J., Abramson E.L. Electronic prescribing improves medication safety in community-based office practices //J Gen Intern Med. – 2010. – Vol. 25. – № 6. – P. 530–6.
11. Devine E.B., Hansen R.N., Wilson-Norton J.L., Lawless N.M., Fisk A.W., Blough D.K. et al. The impact of computerized provider order entry on medication errors in a multi specialty group practice //JAMIA. – 2010. – Vol. 17. – P. 78–84.
12. Dainty K.N., Adhikari N.K.J., Kiss A., Quan S., Zwarenstein M. Electronic prescribing in an ambulatory care setting: a cluster randomized trial //J Eval Clin Pract. – 2012. – Vol. 18. – P. 761–767.
13. Noblet T., Marriott J., Graham-Clarke E., Shirley D., Rushton A. Clinical and cost-effectiveness of non-medical prescribing: A systematic review of randomised controlled trials //PLoS ONE. – 2018. – Vol. 13. – № 3. – P.e0193286.
14. Ahmed Z., Barber N., Jani Y., Garfield S., Franklin B.D. Economic impact of electronic prescribing in the hospital setting: A systematic review //Int J Med Inform. – 2016. – Vol. 88. – P. 1–7.
15. Black A.D., Car J., Pagliari C. et al. The impact of eHealth on the quality and safety of health care: a systematic overview //PLoS Med. – 2011. – Vol. 8. – P.e1000387.
16. Westbrook J.I., Baysari M.T., Li L., Burke R., Richardson K.L., Day R.O. The safety of electronic prescribing: manifestations, mechanisms, and rates of system-related errors associated with two commercial systems in hospitals //JAMIA. – 2013. – Vol. 20. – № 6. – P. 1159–67.
17. American Hospital Association. Improving patient safety and health care quality through health information technology: Trendwatch Issue Brief 3, 2018. <https://www.aha.org/system/files/2018-07/18-07-trendwatch-issue-brief3-patient-safety-quality-health-it.pdf>
18. Osheroff J.A., Pifer E.A., Teich J.M. et al. Improving outcomes with clinical decision support: an implementer's guide. – Boca Raton: Productivity Press, 2005.
19. Brenner S.K., Kaushal R., Grinspan Z., Joyce C., Kim I., Allard R.J. et al. Effects of health information technology on patient outcomes: a systematic review //JAMIA. – 2016. – Vol. 23. – P. 1016–1036.
20. Kawamoto K., Houlihan C.A., Balas E.A. Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success //BMJ. – 2005. – Vol. 330. – P. 765–8.
21. Varghese J., Kleine M., Gessner S.I., Sandmann S., Dugas M. Effects of computerized decision support system implementations on patient outcomes in inpatient care: a systematic review //JAMIA. – 2018. – Vol. 25. – № 5. – P. 593–602.
22. Bright T., Wong A., Dhurjati R., Bristow E., Bastian L., Coeytaux R.R. et al. Effects of computerised decision support systems //Ann Intern Med. – 2012. – Vol. 157. – P. 29–43.
23. Moja L., Kwag K.H., Lytras T., Bertizzolo L., Brandt L., Pecoraro V. et al. The effects of computerised decision support systems linked to electronic health records: a systematic review and meta-analysis //Am J Public Health. – 2014. – Vol. 104. – P.e12–22.
24. Anchala R., Kaptoge S., Pant H., Di Angelantonio E., Franco O.H., Prabhakaran D. Evaluation of effectiveness and cost-effectiveness of a clinical decision support system in managing hypertension in resource constrained primary health care settings: results from a cluster randomized trial //J Am Heart Assoc. – 2015. – Vol. 4. – № 1. – P.e001213.



25. Curtis C.E., Al Bahar F., Marriott J.F. The effectiveness of computerised decision support on antibiotic use in hospitals: A systematic review // *PLoS One*. – 2017. – Vol. 12. – № 8. – P.e0183062.
26. Keasberry J., Scott I.A., Sullivan C., Staib A., Ashby R. Going digital: a narrative overview of the clinical and organisational impacts of eHealth technologies in hospital practice // *Aust Health Rev*. – 2017. – Vol. 41. – № 6. – P. 646–64.
27. Drew B.J., Harris P., Zigre-Hemsey J.K., Mammone T., Schindler D., Salas-Boni R. et al. Insights into the problem of alarm fatigue with physiologic monitor devices: a comprehensive observational study of consecutive intensive care unit patients // *PLoS One*. – 2014. – Vol. 9. – № 10. – P.e110274.
28. Roshanov P.S., Fernandes N., Wilczynski J.M., Hemens B.J., You J.J., Handler S.M. et al. Features of effective computerised clinical decision support systems: meta-regression of 162 randomised trials // *BMJ*. – 2013. – Vol. 346. – P.f657.
29. Bartman T., Bertoni C.B., Merandi J., Brady M., Bode R.S. Patient safety: what is working and why? // *Curr Treat Options Peds*. – 2019. – Vol. 5. – P. 131–44.
30. National Patient Safety Agency. The fourth report from the patient safety observatory. Safety in doses: medication safety incidents in the NHS. Patient safety observational report. – London: NPSA, 2007.
31. Leung A.A., Denham C.R., Gandhi T.K., Bane A., Churchill W.W., Bates D.W. et al. A safe practice standard for barcode technology // *J Patient Saf*. – 2015. – Vol. 11. – P. 89–99.
32. Khamarnia M., Kassani A., Eslahi M. The efficacy of patients' wristband bar-code on prevention of medical errors: a metaanalysis study // *Appl Clin Inform*. – 2015. – Vol. 6. – P. 716–27.
33. Hutton K., Ding Q., Wellman G. The effects of bar-coding technology on medication errors: a systematic literature review // *J Patient Saf*. – 2017. doi: 10.1097/PTS.0000000000000366
34. Huber C., Rebold B., Wallace C. ERCI institute PSO deep Dive analyzes medication events. Plymouth: ECRI Institute; 2012.
35. Rothschild J.M., Keohane C.A., Cook E.F., Orav E.J., Burdick E., Thompson S. et al. A controlled trial of smart infusion pumps to improve medication safety in critically ill patients // *Crit Care Med*. – 2005. – Vol. 33. – P. 533–40.
36. Ohashi K., Dalleur O., Dykes P.C., Bates D.W. Benefits and risks of using smart pumps to reduce medication error rates: a systematic review // *Drug Saf*. – 2014. – Vol. 37. – P. 1011–20.
37. Giuliano K.K., Niemi C. The urgent need for innovation in IV smart pumps // *Nurs Manage*. – 2015. – Vol. 46. – № 3. – P. 17–9.
38. Billoft J., Finneman L. Clinical and financial effects of smart pump-electronic medical record interoperability at a hospital in a regional health system // *Am J Health Syst Pharm*. – 2018. – Vol. 75. – № 14. – P. 1064–8.
39. Tsao N.W., Lo C., Babich M., Shah K., Bansback N.J. Decentralized automated dispensing devices: systematic review of clinical and economic impacts in hospitals // *Can J Hosp Pharm*. – 2014. – Vol. 67. – № 2. – P. 138–48.
40. de-Carvalho D., Alvim-Borges J.L., Toscano C.M. Impact assessment of an automated drug-dispensing system in a tertiary hospital // *Clinics (Sao Paulo)*. – 2017. – Vol. 72. – № 10. – P. 629–36.
41. Fanning L., Jones N., Manias E. Impact of automated dispensing cabinets on medication selection and preparation error rates in an emergency department: a prospective and direct observational before-and-after study // *J Eval Clin Pract*. – 2016. – Vol. 22. – № 2. – P. 156–63.
42. Cousein E., Mareville J., Lerooy A., Caillau A., Labreuche J., Dambre D. et al. Effect of automated drug distribution systems on medication error rates in a short-stay geriatric unit // *J Eval Clin Pract*. – 2014. – Vol. 20. – № 5. – P. 678–84.
43. Risør B.W., Lisby M., Sørensen J. Complex automated medication systems reduce medication administration errors in a Danish acute medical unit // *Int J Qual Health Care*. – 2018. – Vol. 30. – № 6. – P. 457–65.
44. Institute for Safe Medication Practices. Safety enhancements every hospital must consider in wake of another tragic neuromuscular blocker event // *ISMP Medication Saf Alert*. – 2019. – Vol. 24. – № 1. – P. 1–6.
45. Rhodes J.A.M., McCarthy B.C. Automated dispensing cabinet technology limitations compromise patient safety // *Am J Health Syst Pharm*. – 2019. – Vol. 76. – № 18. – P. 1372–1373.
46. Office of Health Policy, Office of the Assistant Secretary for Planning and Evaluation. Report to Congress: E-health and telemedicine. Washington: Department of Health and Human Services, 2016 (<https://aspe.hhs.gov/sites/default/files/pdf/206751/TelemedicineE-HealthReport.pdf>).
47. Блажис А.К., Дюк В.А. Телемедицина. – СПб.: СпецЛит, 2001. – 143 с.
48. Tuckson R.V., Edmunds M., Hodgkins M.L. Telehealth // *N Engl J Med*. – 2017. – Vol. 377. – № 16. – P. 1585–92.
49. Hanlon P., Daines L., Campbell C., McKinstry B., Weller D., Pinnock H. Telehealth interventions to support self-management of long-term conditions: a systematic meta-review of diabetes, heart failure,



- asthma, chronic obstructive pulmonary disease, and cancer //J Med Internet Res. – 2017. – Vol. 19. – № 5. – P.e172.
50. Udeh C., Udeh B., Rahman N., Canfield C., Campbell J., Hata J.S. Telemedicine /virtual ICU: where are we and where are we going? //Methodist Debaquey Cardiovasc J. – 2018. – Vol. 14. – № 2. – P. 126–33.
 51. Fusaro M.V., Becker C., Scurlock C. Evaluating Tele-ICU implementation based on observed and predicted ICU mortality: a systematic review and meta-analysis //Crit Care Med. – 2019. – Vol. 47. – № 4. – P. 501–7.
 52. Chen J., Sun D., Yang W., Liu M., Zhang S., Peng J., Ren C. Clinical and economic outcomes of telemedicine programs in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis //J Intensive Care Med. – 2018. – Vol. 33. – № 7. – P. 383–93.
 53. Mackintosh N., Terblanche M., Maharaj R., Xyrichis A., Franklin K., Keddie J. et al. Telemedicine with clinical decision support for critical care: a systematic review //Syst Rev. – 2016. – Vol. 5. – № 1. – P. 176.
 54. Plumb J.J., Hains I., Parr M.J., Milliss D., Herkes R., Westbrook J.I. Technology meets tradition: The perceived impact of the introduction of information and communication technology on ward rounds in the intensive care unit //Int J Med Inform. – 2017. – Vol. 105. – P. 49–58.
 55. Fiks A.G., Mayne S.L., Karavite D.J., Suh A., O'Hara R., Localio A.R. et al. Parent-reported outcomes of a shared decision making portal in asthma: a practice-based RCT //Pediatrics. – 2015. – Vol. 135. – P.e965-e973.
 56. Kruse C.S., Bolton K., Freriks G. The effect of patient portals on quality outcomes and its implications to meaningful use: a systematic review //J Med Internet Res. – 2015. – Vol. 17. – P.e44.
 57. Savage S.W., Schneider P.J., Pedersen C.A. Utility of an online medication-error-reporting system //Am J Health Syst Pharm. – 2005. – Vol. 62. – P. 2265–70.
 58. Stavropoulou C., Doherty C., Tosey P. How effective are incident-reporting systems for improving patient safety? //Milbank Q. – 2015. – Vol. 93. – P. 826–66.
 59. Eden R., Burton-Jones A., Scott I., Staib A., Sullivan C. Effects of eHealth on hospital practice: synthesis of the current literature //Aust Health Rev. – 2018. – Vol. 42. – № 5. – P. 568–78.
 60. Lau F., Kuziemyk C., Price M., Gardner J. A review on systematic reviews of health information system studies //JAMIA. – 2010. – Vol. 17. – № 6. – P. 637–45.
 61. Campanella P., Lovato E., Marone C., Fallacara L., Mancuso A., Ricciardi W. et al. The impact of electronic health records on healthcare quality: a systematic review and meta-analysis //Eur J Public Health. – 2016. – Vol. 26. – P. 60–4.
 62. Thompson G., O'Horo J.C., Pickering B.W. et al. Impact of the electronic medical record on mortality, length of stay and cost in the hospital and ICU: a systematic review and meta-analysis //Crit Care Med. – 2015. – Vol. 43. – P. 1276–82.
 63. Tanner C., Gans D., White J., Nath R., Pohl J. Electronic health records and patient safety: co-occurrence of early EHR implementation with patient safety practices in primary care settings //Appl Clin Inform. – 2015. – Vol. 6. – № 1. – P. 136–47.
 64. Davis J., Riesenber L.A., Mardis M., Donnelly J., Benningfield B., Youngstrom M., Vetter I. Evaluating outcomes of electronic tools supporting physician shift-to-shift handoffs: a systematic review //J Grad Med Educ. – 2015. – Vol. 7. – № 2. – P. 174–80.
 65. Delardes B., McLeod L., Chakraborty S., Bowles K.A. What is the effect of electronic clinical handovers on patient outcomes? A systematic review //Health Informatics J. – 2020. – doi: 10.1177/1460458220905162.
 66. Ontario Health Technology Assessment. Electronic tools for health information exchange: an evidence based analysis //Ont Health Technol Assess Ser. – 2013. – Vol. 13. – P. 1–76.
 67. Virginio L.A. Jr., Ricarte I.L. Identification of patient safety risks associated with electronic health records: a software quality perspective //Stud Health Technol Inform. – 2015. – Vol. 216. – P. 55–9.
 68. Sittig D.F., Ash J.S., Singh H. The SAFER Guides: empowering organizations of electronic health records //Am J Manag Care. – 2014. – Vol. 20. – № 5. – P. 418–23.
 69. Sittig D.F., Singh H. A new socio-technical model for studying health information technology in complex adaptive healthcare systems //Qual Saf Health Care. – 2010. – Vol. 19, Suppl 3. – P.i68–74.
 70. Safe use of health information technology //Sentinel Event Alert. – 2015. – № 54. – P. 1–6.