

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto636446>

Использование информационных технологий для поддержки процессов профилактики, диагностики и лечения инфекций области хирургического вмешательства у пациентов травматолого-ортопедического профиля

А.Г. Назаренко¹, Е.Б. Клеймёнова¹, М.А. Дронов^{1,2}, Д.С. Горбатюк¹, Н.М. Какабадзе¹,
А.В. Цискарашвили¹, Н.П. Герасимова¹, Е.С. Юрченкова¹, Л.П. Яшина¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия;

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) являются одними из самых распространённых предотвратимых инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, и представляют собой значительное социально-экономическое бремя. Доказана эффективность цифровых технологий, в частности систем поддержки принятия врачебных решений, в повышении безопасности пациентов, однако публикаций о внедрении этих систем для профилактики и лечения ИОХВ немного.

Цель. Разработка многофункциональной информационной системы по безопасности пациентов (ИСБП) травматолого-ортопедического профиля в части профилактики, диагностики и лечения ИОХВ.

Материалы и методы. ИСБП для травматологов и ортопедов была разработана и внедрена в ФГБУ НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова в конце 2023 — начале 2024 г. ИСБП включает две пользовательские системы: 1) аналитико-авторскую (ИСБП-Менеджер), предназначенную для экспертов предметной области, формирующих сценарии; 2) врачебную, предназначенную для ввода данных о пациентах и просмотра рекомендаций.

Результаты. Сценарий профилактики ИСБП разработан на основании методических рекомендаций НАСКИ, в нём предусмотрено 11 рекомендаций для предоперационного этапа, 30 — для пери- и интраоперационного этапа, 33 рекомендации по профилактике ИОХВ в операционной и 7 — для послеоперационного периода. Сценарий хирургической антибиотикопрофилактики содержит 24 рекомендации. В основе алгоритмов принятия решений о лечении ИОХВ лежат рекомендации Американской ассоциации ортопедических хирургов AAOS. В принятии решения участвуют 6 факторов, дающих 264 различные клинические ситуации, для которых предусмотрено 9 вариантов решений.

Заключение. Формируемые в результате заполнения сценариев протоколы могут не только служить для поддержки принятия решения о тактике ведения пациента, но и выступать в качестве инструмента для контроля соблюдения рекомендаций по профилактике и лечению ИОХВ. Дальнейшие перспективы развития ИСБП в части диагностики и лечения ИОХВ связаны с использованием технологий искусственного интеллекта для поддержки процессов диагностики раневой инфекции и выработки тактики её лечения.

Ключевые слова: инфекции области хирургического вмешательства; системы поддержки принятия врачебных решений; безопасность пациентов; компьютеризированные клинические рекомендации.

Как цитировать:

Назаренко А.Г., Клеймёнова Е.Б., Дронов М.А., Горбатюк Д.С., Какабадзе Н.М., Цискарашвили А.В., Герасимова Н.П., Юрченкова Е.С., Яшина Л.П. Использование информационных технологий для поддержки процессов профилактики, диагностики и лечения инфекций области хирургического вмешательства у пациентов травматолого-ортопедического профиля // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 4. С. 467–479. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto636446>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto636446>

Information technologies for supporting prevention, diagnosis and management of surgical site infections in trauma and orthopedic patients

Anton G. Nazarenko¹, Elena B. Kleimenova¹, Michael A. Dronov^{1,2},
Dmitry S. Gorbatyuk¹, Nodari M. Kakabadze¹, Archil V. Tsiskarashvili¹,
Natalia P. Gerasimova¹, Ekaterina S. Yurchenkova¹, Liubov P. Yashina¹

¹ Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia;

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Surgical site infections (SSIs) are one of the most common preventable healthcare-associated infections, with a significant socioeconomic burden. Information technology, particularly clinical decision support systems, has been shown to improve patient safety. However, there have been few publications on the use of these systems for the prevention and treatment of SSIs.

AIM: To develop a multifunctional patient safety information system (PSIS) for the prevention, diagnosis, and treatment of SSIs in traumatic and orthopedic surgery.

MATERIALS AND METHODS: A PSIS for traumatic and orthopedic surgeons was developed and implemented in the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics in late 2023 to early 2024. The PSIS includes two user systems: 1) an analytical and authoring system (PSIS-Manager) for subject matter experts who develop scenarios; 2) a medical system for patient data entry and access to guidelines.

RESULTS: A PSIS prevention scenario was developed based on the guidelines of the National Association of Infectious and Non-Infectious Disease Control Professionals. It includes 11 recommendations for the preoperative stage, 30 for the perioperative and intraoperative stages, 33 for SSI prevention during surgery, and 7 for the postoperative stage. A surgical antibiotic prophylaxis scenario includes 24 recommendations. Decision-making algorithms for the treatment of SSIs are based on the guidelines of the American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). Decision-making involves 6 factors providing 264 various clinical scenarios, with 9 decision options.

CONCLUSION: Scenario-based protocols can be used to support decision-making on patient management strategy, as well to control compliance with SSI prevention and treatment guidelines. Further perspectives on PSIS development in terms of SSI diagnosis and treatment include the use of artificial intelligence technologies to aid in the diagnosis of wound infections and the selection of treatment options.

Keywords: surgical site infections; clinical decision support systems; patient safety; computerized clinical guidelines.

To cite this article:

Nazarenko AG, Kleimenova EB, Dronov MA, Gorbatyuk DS, Kakabadze NM, Tsiskarashvili AV, Gerasimova NP, Yurchenkova ES, Yashina LP. Information technologies for supporting prevention, diagnosis and management of surgical site infections in trauma and orthopedic patients. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(4):467–479. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto636446>

ОБОСНОВАНИЕ

Инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) являются одними из самых распространённых предотвратимых инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП) [1]. По оценкам глобальных исследований, в первой декаде XXI века во всём мире ежегодно проводилось свыше 300 млн хирургических процедур [2], при этом частота ИОХВ составила 2,5% согласно метаанализу, включившему 43 публикации из 39 стран мира [3]. Эти инфекции представляют собой значительное социально-экономическое бремя: при средней стоимости 10–24 тыс. долларов США на диагностику и лечение одного случая они занимают третье место среди самых «дорогостоящих» инфекций [4]. Дополнительные затраты связаны с увеличением длительности госпитализации и пребывания в отделениях реанимации и интенсивной терапии, повторными хирургическими вмешательствами и госпитализациями, диагностическими процедурами и расходами на антибиотикотерапию. Только в США ежегодно ИОХВ приводят к дополнительным расходам в размере 10 млрд долларов и более чем 400 тысячам дополнительных дней госпитализации [5]. Социальное бремя связано со снижением качества жизни пациентов, увеличением сроков временной нетрудоспособности, инвалидизацией и смертностью [6]. В России, по данным официальной статистики, в 2023 г. было выполнено 10 173 тыс. хирургических вмешательств, и, исходя из литературных данных о частоте ИОХВ, свыше 254 тыс. пациентов могли иметь послеоперационные инфекционные осложнения.

В травматологии и ортопедии ИОХВ составляют существенную долю внутрибольничных осложнений — около 14%, при этом 77–95% ИОХВ признаются предотвратимыми [7, 8]. При разных травматолого-ортопедических вмешательствах частота ИОХВ, по данным метаанализов последних лет, составляет 3,1% для спинальной хирургии (27 исследований, 22 475 пациентов [9]), 3,3% для операций на длинных костях (12 исследований, 71 854 пациента [10]), 4,2% для операций на стопе и голеностопном суставе (9 исследований, 10 447 пациентов [11]), 3,0% для операций на коленном суставе (7 исследований, 11 028 пациентов [12]), 2,6% при первичном эндопротезировании тазобедренного и коленного суставов (14 исследований, 167 283 пациента [13]), 10,1% при травмах верхних конечностей (27 рандомизированных исследований, 3867 пациентов [14]), 1,1% для плановых операций на верхней конечности (10 исследований, 817 309 пациентов [15]).

Необходимо подчеркнуть, что большинство случаев ИОХВ (60%) развиваются после выписки из стационара [16]. Период времени до развития ИОХВ при ортопедических вмешательствах, как правило, является одним из самых долгих — в среднем 33,5 дня после операции — из-за риска отсроченной инфекции, связанной с имплантатами [17]. Поэтому данные о частоте ИОХВ у ортопедических пациентов при сроках наблюдения 3–12 месяцев могут

существенно отличаться от приведённых выше значений — до 7,6% [18].

При наличии имплантат-ассоциированной инфекции (ИАИ) инфекционный процесс в области имплантата может служить очагом поддержания ИОХВ в более поверхностных тканях. Успех лечения такой ИОХВ недостижим без купирования ИАИ и требует скоординированной помощи хирурга-ортопеда, анестезиолога-реаниматолога, пластического и сосудистого хирургов, инфекциониста, терапевта, клинического микробиолога и клинического фармаколога. Основой лечения является хирургическое вмешательство с длительной антимикробной терапией, а варианты операции зависят от длительности инфекции и общего состояния пациента: санация с сохранением протеза, двухэтапная или одноэтапная процедура удаления и повторной имплантации протеза, резекционная артропластика, артродез и ампутация/экзартикуляция конечности.

Своевременная диагностика, выбор оптимальной тактики лечения и мультидисциплинарный подход являются залогом не только клинического успеха, но и экономической эффективности лечения ИАИ. Например, санация с сохранением протеза и последующим приёмом антибиотиков обходится дешевле одно- или двухэтапной ревизии, а качество жизни пациента страдает не так сильно, но эта тактика связана с гораздо более высоким риском рецидива инфекции. Если пациенту в будущем потребуется операция, то общая стоимость лечения будет выше. Модели анализа экономической эффективности лечения ИАИ показывают, что количество рецидивов сильнее всего влияет на общую стоимость лечения [19].

Ревизионное эндопротезирование суставов при ИАИ связано с увеличением:

- длительности операции и объёма кровопотери;
- частоты послеоперационных осложнений и внутрибольничной летальности;
- длительности госпитализации;
- общего количества оперативных вмешательств;
- расходов больницы на лечение случая;
- числа повторных обращений за стационарной и амбулаторной медицинской помощью;
- инвалидизации и смертности [20].

Это приводит к значительному повышению нагрузки на систему здравоохранения, включая финансовое бремя. Например, в Великобритании ревизионное эндопротезирование коленного сустава при ИАИ обходится в три раза дороже, чем в асептических случаях, а затраты на третью ревизию по поводу ИАИ почти в три раза выше, чем на первую ревизию [21].

Поскольку большинство случаев ИОХВ являются предотвратимыми, значительное внимание клиницистов и учёных уделяется вопросам профилактики этого вида осложнений. Факторы риска ИОХВ принято делить на ассоциированные с пациентом (модифицируемые и немодифицируемые) и ассоциированные с вмешательством

(техника и длительность операции, наличие имплантатов, соблюдение требований инфекционного контроля, нормотермия, гликемический контроль и оксигенация) [22].

Перечень обязательных профилактических мероприятий с доказанным уровнем эффективности в зарубежных клинических руководствах зачастую объединяется в так называемый профилактический комплекс (care bundle) [23]. Концепция care bundle была введена Институтом совершенствования здравоохранения США (IHI) в 2001 году и представляет собой набор профилактических мер, которые при совместном применении приводят к лучшим клиническим исходам, чем при одиночном использовании. Например, в тайландском клиническом руководстве по профилактике ИОХВ перечислено 10 таких рекомендаций (большинство с уровнем 1А): отказ от курения перед операцией, антибиотикопрофилактика с учётом веса с правильным временем и повторной дозой антибиотиков, надлежащее удаление волос, обработка кожи спиртосодержащим раствором, защитные средства для ран при абдоминальной хирургии, шовный материал с антимикробным покрытием (для закрытия брюшной стенки), периоперационный контроль уровня глюкозы, поддержание интраоперационной нормотермии, периоперационное поддержание сатурации кислорода $\geq 92\%$ и смена загрязнённых перчаток и хирургических инструментов перед закрытием раны [24]. Выполнение профилактического комплекса значительно (на 61%) снижало частоту ИОХВ при колоректальных операциях [25].

Систематический обзор по применению care bundle для профилактики ИОХВ при эндопротезировании суставов [26] выявил 11 исследований, в которых число обязательных требований варьировало от 3 до 22, частота соблюдения комплекса составила 77,3–94,7%, а эффект от его применения заключался в значимом снижении частоты ИОХВ на 24% (по данным 4 исследований).

В нашей стране Национальная ассоциация специалистов по контролю инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (НАСКИ), регулярно обновляет руководство по профилактике ИСМП [27], которое содержит требования, аналогичные care bundle, однако этот документ имеет статус методических рекомендаций и зачастую не учитывается при разработке клинических рекомендаций другими научными медицинскими сообществами.

Цифровые технологии, и в частности системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР), являются одним из признанных способов повышения приверженности врачей клиническим рекомендациям, представляя клиницисту «нужные знания в нужное время и в нужной форме». Доказан положительный эффект СППВР на уровень соблюдения клинических рекомендаций в различных медицинских дисциплинах, который сопровождается оптимизацией клинических процессов, улучшением результатов лечения, снижением частоты осложнений [28, 29]. Хотя эффективность СППВР убедительно доказана, широкому распространению этих систем

в практическом здравоохранении препятствует необходимость поддержания предметной области в актуальном состоянии, а также неудовлетворительная интеграция с другими медицинскими информационными системами (МИС), требующая ручного ввода данных [30].

Цель исследования — разработка многофункциональной системы поддержки принятия решений на основе клинических рекомендаций в части профилактики, диагностики и лечения ИОХВ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Исследование является первой экспериментальной частью прагматического нерандомизированного клинического исследования с историческим контролем по оценке эффекта внедрения СППВР по профилактике, диагностике и лечению ИОХВ у пациентов травматолого-ортопедического профиля в условиях специализированной клиники.

Условия проведения

В соответствии с принципами организации и проведения прагматических клинических исследований (NIH Pragmatic Trials Collaboratory¹) в первой части исследования участвовали врачи-эксперты НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, которые разрабатывали и тестировали сценарии информационной системы по безопасности пациентов (ИСБП), взаимодействовали с инженерами, осуществлявшими интеграцию с МИС и доработку утилит системы, а также проводили обучение работе с системой практикующих врачей — травматологов-ортопедов.

Во внедрении ИСБП участвовали врачи — травматологи-ортопеды клинических отделений Центра, которые использовали сценарии профилактики, диагностики и лечения ИОХВ в ходе планирования и проведения хирургического лечения госпитализированных пациентов.

ИСБП была разработана на базе предшествующей версии многофункциональной системы автоматизированных клинических руководств и аудита лечения, впервые внедрённой в Медицинском центре Банка России [31]. Основные функции ИСБП:

- преобразование рекомендаций, содержащихся в текстовых нормативных документах и руководствах, в формат автоматизированных алгоритмов;
- конфигурирование алгоритмов в виде совокупности данных о клиническом случае, вспомогательных алгоритмов в виде калькуляторов, а также выходных форм — протоколов;
- ручной ввод данных о пациентах в соответствии с алгоритмами;
- возможность обновления базы знаний (конфигурирование) системы;

¹ <https://rethinkingclinicaltrials.org/chapters/design/what-is-a-pragmatic-clinical-trial/rcts-pcts-and-qia>

- автоматический расчёт сценариев, калькуляторов и протоколов.

Поскольку предметная область ИСБП меняется быстро и должна обновляться не реже одного раза в год, необходимо, чтобы информационная система была гибким инструментом, способным эволюционировать вместе с базой знаний. Для этого была использована технология конфигурируемых информационно-справочных систем (КоИСС), имеющих функции подстройки под изменяющиеся условия применения. В отличие от классических информационных систем, в КоИСС конфигурации могут подвергаться не только интерфейсы и правила политики безопасности, но и структура базы данных (предметная область), а также правила работы с информационными ресурсами (бизнес-логика) [32].

ИСБП включает две пользовательские системы: 1) аналитико-авторскую (ИСБП-Менеджер), предназначенную для экспертов предметной области, формирующих сценарии по профилактике, диагностике, лечению и аудиту различных видов внутрибольничных осложнений (ВБО); 2) врачебную, предназначенную для ввода данных о пациентах и просмотра рекомендаций.

Одним из главных принципов создания первой пользовательской системы является обеспечение возможности формирования предметной области силами клинических экспертов, без участия программистов. Это потребовало разработки системы дружественных интерфейсов, позволяющих создавать и редактировать сценарии с неограниченным количеством вопросов и ответов.

Для каждого вопроса есть возможность выбрать его тип (выбор одного ответа, нескольких ответов, однострочный или многострочный текст, число, калькулятор, дата, время). Вопросы можно объединять в группы, связывать с ответом на другой вопрос или набором ответов (рис. 1).

В соответствии с идеологией КоИСС, для обеспечения возможности клиническим экспертам самим формировать таблицы принятия решений, включающие результаты оценки рисков или вычисляемые данные (например, индекс массы тела, диапазоны возрастов и т.п.), был разработан функционал калькуляторов, в том числе:

- информационный калькулятор, в основном использовании позволяющий присвоить баллы определённым ответам на вопросы и суммировать их;
- формульный калькулятор, обрабатывающий формулу, используя численные значения ответов на выбранные вопросы (или калькуляторов);
- калькулятор времени, позволяющий рассчитывать время до текущего дня от указанной даты или разницу между датами.

Для редактирования рекомендаций и формирования таблиц принятия решений на основании ответов на вопросы создан удобный и наглядный интерфейс с раскрывающимся иерархическим деревом (рис. 2). Рекомендации можно объединять в группы (наборы рекомендаций). Группам и отдельным рекомендациям присваиваются ранги, определяющие порядок их появления в протоколе.

Рекомендации являются текстовыми фрагментами клинических руководств. В протокол выводятся названия

ISPS-Manager

Редактировать сценарий Сортировать вопросы Редактировать вопросы Редактировать связанные вопросы Редактировать рекомендации

Редактировать АТХ

Редактирование вопросов сценария

ИОХВ

Профилактика инфекций области хирургического вмешательства

Добавить вопрос (из базы) Добавить вопрос

Вопрос №:4450	Хирургическое вмешательство	Классификатор	Редактировать	+B	+	X
Вопрос №:4456	Дата хирургического вмешательства	Дата	Редактировать	+B	+	X
Вопрос №:4438	Курение	Выбор одного ответа	Редактировать	+B	+	X
Ответ №: 11327	не курит	Код: 4438A11327				
Ответ №: 11328	курит	Код: 4438A11328				
Вопрос №:4445	Диапазон индекса массы тела (ИОХВ)	Калькулятор	Редактировать	+B	+	X

Рис. 1. Интерфейс системы разработки сценариев ИСБП-Менеджер.

Fig. 1. Interface of the scenario development in ISPS-Manager.

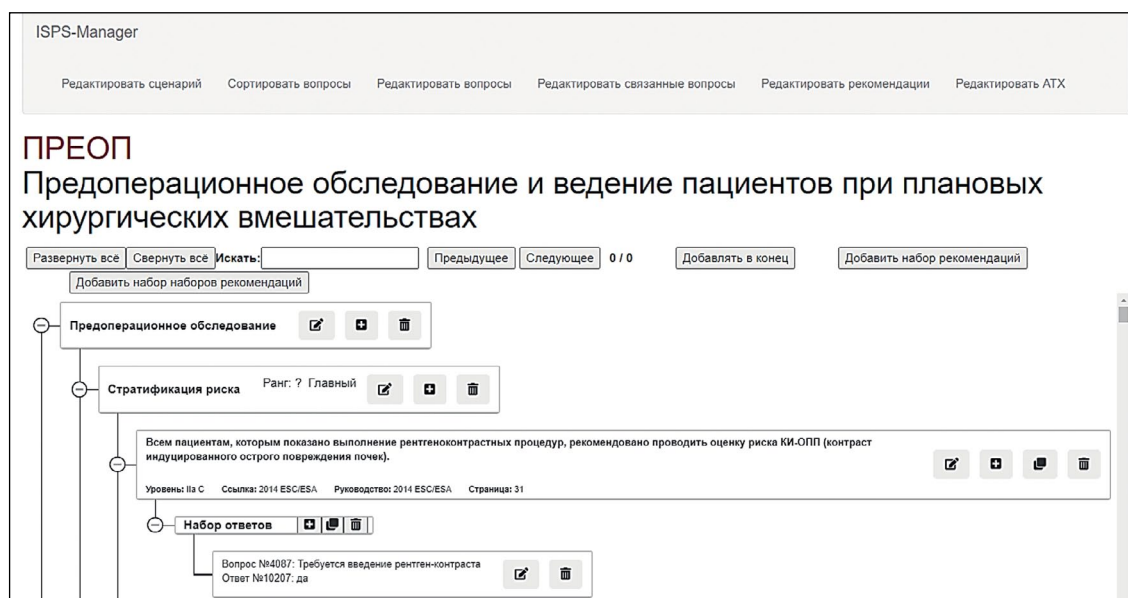


Рис. 2. Интерфейс редактирования рекомендаций в ИСБП-Менеджер.

Fig. 2. Interface of the scenario editing in ISPS-Manager.

групп рекомендаций, текст рекомендаций, показания, на основании которых эти рекомендации попали в протокол, а также ссылка на клиническое руководство с указанием уровня доказательности и строгости рекомендаций, нормативный документ или инструкцию по применению медикаментов.

Для обеспечения стандартизации клинических данных в систему включены крупные классификаторы: МКБ-10,

номенклатура медицинских услуг, классификации лекарственных средств (АТХ-классификация).

Вторая пользовательская система (рис. 3), предназначенная для работы врачей и клинических аудиторов, обеспечивает следующие возможности:

- ручной ввод данных о клиническом случае;
- просмотр и удаление случая на любом этапе заполнения протокола;

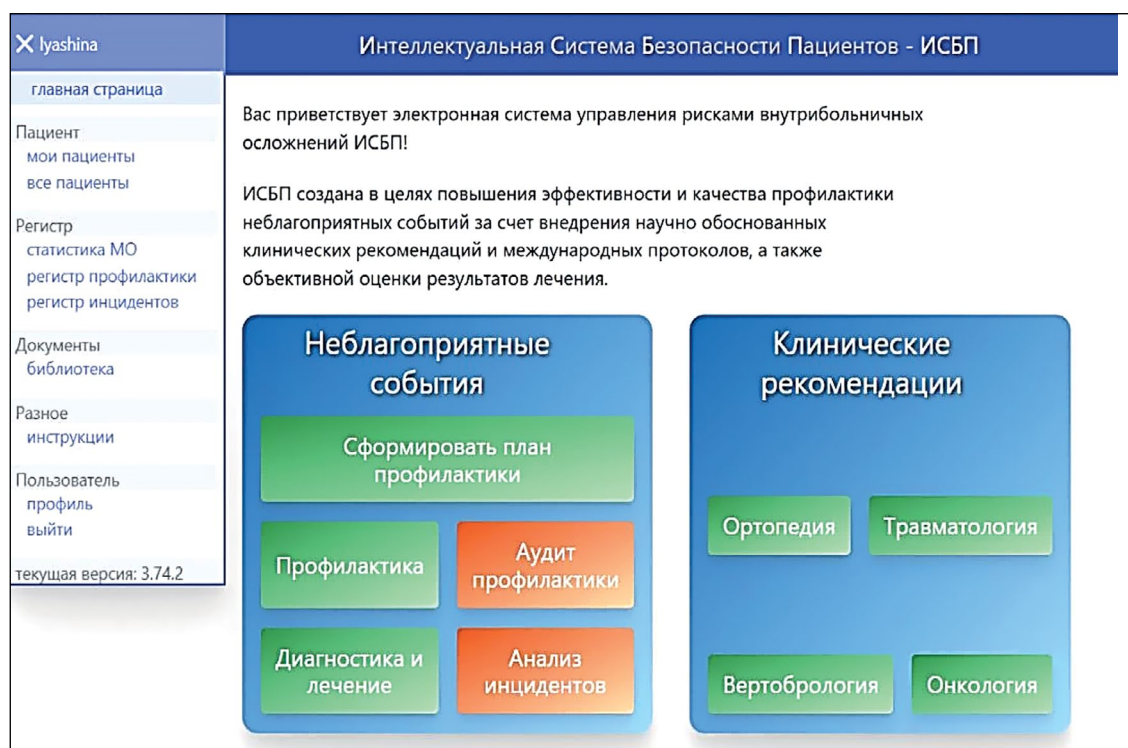


Рис. 3. Начальная страница интеллектуальной системы безопасности пациентов для врачей и аудиторов.

Fig. 3. Home page of the Intellectual system for patient safety for physicians and auditors.

- пересчёт рекомендаций по мере заполнения протокола;
- сохранение и выгрузка протокола на любом этапе его заполнения, подписание протокола, после чего внесённые данные не могут быть изменены;
- доступ к спискам пациентов и регистрам в соответствии с ролью пользователя;
- формирование отчётов из регистра по инцидентам по любому набору полей;
- доступ к библиотеке рекомендаций с возможностью просмотра и выгрузки.

Для начинающего пользователя предусмотрен так называемый навигационный сценарий («Сформировать план профилактики»), предназначенный для интеллектуальной поддержки принятия решения об объёме профилактики ВБО. По мере заполнения сценариев в левом верхнем углу визуализируется набор заполненных профилактических протоколов в виде значков с сокращением названия сценария, окрашенных в соответствии с риском профилируемого осложнения: зелёный — низкий риск, жёлтый — средний, промежуточный риск, красный — высокий, очень высокий риск. Таким образом, формируется индивидуальный профиль риска внутрибольничных осложнений пациента (рис. 4).

ИСБП интегрирована с МИС, что позволяет получать основные клинические и демографические данные о пациенте и госпитализации из МИС, а также экспортировать сформированный протокол профилактики или лечения в медицинскую карту пациента в МИС.

Этическая экспертиза

В данной работе этическая экспертиза не требовалась ввиду отсутствия воздействия на живые организмы в процессе исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сценарии профилактики инфекций области хирургического вмешательства и хирургической антибиотикопрофилактики для пациентов травматолого-ортопедического профиля

ИСБП была внедрена в ФГБУ НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова Минздрава России в конце 2023 г. Разработка сценария по диагностике и лечению ИОХВ для пациентов травматолого-ортопедического профиля была выполнена летом 2024 г.

Основу сценария профилактики ИОХВ составили методические рекомендации НАСКИ [27]. Пользователю предлагается выбрать хирургическое вмешательство в соответствии с номенклатурой медицинских услуг, ответить на вопрос о курении пациента, провести скрининг нутритивного риска по шкале NRS-2002, а также оценку нутритивной недостаточности по Краткой шкале оценки питания (MNA-SF) в случае положительного результата скрининга. Для выбора тактики хирургической антибиотикопрофилактики предлагается оценить операционную рану по степени микробной контаминации операционного поля по классификации CDC (Centers for Disease Control and Prevention) [33], риск носительства

Рис. 4. Заполнение сценария профилактики инфекции области хирургического вмешательства врачом.

Fig. 4. Filling out a surgical site infection prevention scenario by a physician.

метициллин-резистентных стафилококков, переносимость бета-лактамов антибиотиков.

В таблицах принятия решения предусмотрено 24 рекомендации по тактике антибиотикопрофилактики, 11 рекомендаций для предоперационного этапа, 20 рекомендаций для зоны оперативного вмешательства на пери- и интраоперационном этапе, 10 рекомендаций по обработке рук на пери- и интраоперационном этапе, 33 рекомендации по профилактике ИОХВ в операционной и 7 рекомендаций для послеоперационного периода.

Формируемый в результате заполнения сценария протокол может не только служить для поддержки принятия решения о тактике ведения пациента на разных этапах хирургического лечения, но и выступать в качестве инструмента для контроля соблюдения рекомендаций по профилактике ИОХВ.

Сценарий диагностики и лечения инфекций области хирургического вмешательства

Для диагностики ИОХВ использованы критерии НАСКИ [27], которые алгоритмизированы в виде калькулятора, включающего ответы на 9 вопросов, касающихся связи с хирургическим вмешательством, клинических симптомов, возбудителей инфекции (*Gr(+/-)*, *Candida spp.*), лабораторных маркеров воспаления, вовлечения тканей и органов. Кроме того, высчитывается индекс риска нозокомиальной инфекции, учитывающий классификацию хирургических ран (чистая, чисто-загрязнённая, загрязнённая, грязная/инфицированная), класс по ASA и продолжительность хирургического вмешательства.

В основе таблиц принятия решений о лечении ИОХВ лежат рекомендации Американской ассоциации ортопедических хирургов (AAOS) [34]. В разработке этих рекомендаций участвовали 12 специалистов различного профиля: ортопеды-хирурги, включая детских ортопедов, рентгенологи, физиотерапевт, специалисты по скелетно-мышечным инфекциям. Для определения строгости рекомендаций (так называемых *Appropriate Use Criteria* — критериев надлежащего использования) было проведено два раунда голосования по методу Дельфи среди 15 других хирургов-ортопедов. Таким образом, все рекомендации разбиты на сильные (рейтинг голосования 7–9), применяемые по усмотрению (рейтинг 4–6) и применяемые редко (рейтинг 1–3).

В принятии решений участвуют следующие факторы:

- глубина и расположение раневой инфекции (поверхностная, глубокие мягкие ткани, кость, сустав);
- наличие металлоконструкций (отсутствуют, внутреничные фиксаторы, протез сустава, аллотрансплантат);
- предполагаемый риск осложнений, связанных с удалением имплантата (высокий/низкий);
- классификация инфекции (острая, хроническая);

- чувствительность к антибиотикам;
- состояние пациента (класс по ASA — 1–2 или 3–4).

Перечисленные шесть факторов с вариантами их значений дают 264 различные клинические ситуации, для которых предусмотрено 9 вариантов решений:

- только системная антимикробная терапия;
- местное лечение (перевязки) с антимикробной терапией или без неё;
- хирургическая обработка раны (поверхностная и/или глубокая) и рациональная антимикробная терапия (нет металлоконструкций);
- хирургическая обработка раны (поверхностная и/или глубокая) и подавляющая антимикробная терапия на неопределённый срок (применяется при замене сустава);
- хирургическая обработка раны (поверхностная и/или глубокая) и подавляющая антимикробная терапия до удаления имплантата (применяется при остеосинтезе или аллотрансплантации);
- хирургическая обработка раны (поверхностная и/или глубокая) и сохранение имплантата/частичная замена/частичное удаление и рациональная антимикробная терапия (применяется при замене сустава, остеосинтезе или аллотрансплантации);
- хирургическая обработка раны, удаление имплантата без повторной имплантации и рациональная антибиотикотерапия;
- хирургическая обработка раны, удаление имплантата с одномоментной реимплантацией и рациональная антимикробная терапия;
- хирургическая обработка раны, удаление имплантата с многоэтапной повторной имплантацией и рациональная антимикробная терапия.

Для каждой рекомендации в зависимости от клинической ситуации определена строгость (в баллах от 1 до 9) (всего 1728 комбинаций).

Внесение таблицы решений в сценарий диагностики и лечения ИОХВ потребовало дополнительного программирования, чтобы облегчить пакетный ввод данных.

В настоящее время сценарий находится в стадии апробации (рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Медицинские информационные технологии рассматриваются как важнейший фактор повышения качества, эффективности и доступности медицинской помощи. На сегодняшний день доказана эффективность СППВР в повышении безопасности медицинской помощи, однако публикации о внедрении этих систем для профилактики и лечения ИОХВ немногочисленны. Например, экспертная система deSSIde разработана с использованием технологий машинного обучения для прогноза развития ИОХВ и продемонстрировала точность 77,8% [35]. Специалисты из Нидерландов

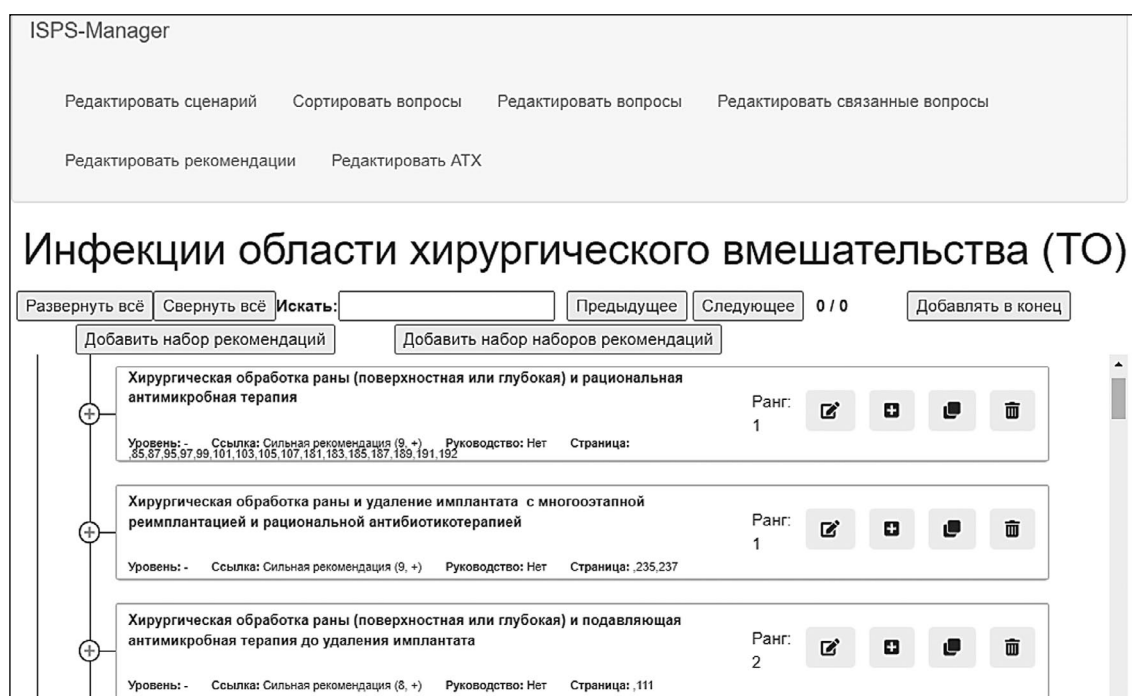


Рис. 5. Рекомендации по лечению инфекций области хирургического вмешательства.

Fig. 5. Recommendations for the surgical site infections management.

применили процессный подход для разработки СППВР, которая использует данные, генерируемые в МИС, для отслеживания выполнения различных этапов хирургического лечения в стационаре и контроля ключевых показателей этого процесса [36].

Особенность нашего подхода заключается в многофункциональности ИСБП, объединяющей традиционную СППВР с модулями аудита, включая текущий аудит профилактики ВБО и аудит случаев развития осложнений (проблемный аудит). Именно сопоставление рекомендуемой тактики ведения пациента по данным СППВР с практическим выполнением рекомендаций по результатам аудита позволяет сделать выводы о предотвратимости возникших осложнений, эффективности профилактики, определить меры по эффективному воздействию на клинические риски. Это особенно важно для инфекционных осложнений, включая ИОХВ, которые, как свидетельствуют литературные данные, считаются предотвратимыми в подавляющем большинстве случаев.

Внедрение ИСБП в клиническую практику обеспечивает унификацию сбора данных о безопасности медицинской помощи, позволяет проводить бизнес-аналитику на качественных и воспроизводимых данных благодаря встроенным классификаторам и стандартизации алгоритмов аудита, использовать СППВР как инструмент обучения, имплементации научных знаний в клиническую практику и соблюдения клинических рекомендаций. Интеграция ИСБП и МИС позволяет избежать дублирования ввода данных о пациенте и госпитализации, снижая дополнительную рабочую нагрузку на врача.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана многофункциональная ИСБП, предназначенная для поддержки принятия врачебных решений о профилактике, диагностике и лечении ИОХВ у пациентов травматолого-ортопедического профиля, аудита процесса профилактики и инцидентного анализа случаев ИОХВ в целях повышения качества и безопасности медицинской помощи.

Гибкая конфигурация ИСБП и система дружественных интерфейсов позволяют быстро и с наименьшими затратами автоматизировать клинические рекомендации в междисциплинарных областях, каковой является безопасность пациентов, оперативно обновлять базу знаний после публикации новых клинических рекомендаций, поддерживать её в актуальном состоянии, не привлекая к этому программистов, а также использовать модули аудита для налаживания процессов внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности в учреждении.

Дальнейшие перспективы развития ИСБП в части диагностики и лечения ИОХВ связаны с применением технологий искусственного интеллекта для поддержки процессов диагностики раневой инфекции и выработки тактики её лечения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную

версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.Г. Назаренко — формулировка требований к системе, экспертная оценка сценариев, редактирование текста статьи; Е.Б. Клейменова — формулировка требований и разработка сценариев, редактирование текста статьи; М.А. Дронов — программное сопровождение системы, проектирование базы данных; Д.С. Горбатьук — введение сценариев в систему, введение данных о пациентах, обзор литературы, написание текста статьи; Н.М. Какабадзе — введение сценариев в систему, тестирование алгоритмов, введение данных о пациентах; А.В. Цискарашвили — проверка алгоритмов, экспертная оценка сценариев, формирование выборки пациентов, редактирование текста статьи; Н.П. Герасимова — техническое сопровождение системы, разработка и проверка калькуляторов; Е.С. Юрченкова — проектирование взаимодействия с медицинской информационной системой, пакетная передача данных; Л.П. Яшина — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста статьи.

Источник финансирования. Исследование и публикация осуществлены при поддержке Российского научного фонда (грант РНФ № 24-14-00310).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). A.G. Nazarenko — development of system requirements, scenario expertise, editing of the article; E.B. Kleymenova — requirements and development of scenarios, editing of the article; M.A. Dronov — software support, database design; D.S. Gorbatyuk — scenarios filling out and testing, patient data filling out, literature review, writing of the article; N.M. Kakabadze — scenarios filling out and testing, patient data filling out; A.V. Tsiskarashvili — verification of algorithms, expert evaluation of scenarios, formation of a patients sample, editing of the article; N.P. Gerasimova — technical support of the system, development and testing of calculators; E.S. Yurchenkova — design of integration with EMR, packet data transmission; L.P. Yashina — literature review, collection and analysis of literary sources, writing of the article.

Funding source. This work was supported by the Russian Science Foundation (RSF grant № 24-14-00310).

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ierano C., Hall L., James R. Surgical site infection prophylaxis: what have we learned and are we making progress? // *Curr Opin Infect Dis*. 2023. Vol. 36, № 6. P. 450–461. doi: 10.1097/QCO.0000000000000970
2. Rose J., Weiser T.G., Hider P., et al. Estimated need for surgery worldwide based on prevalence of diseases: a modelling strategy for the WHO Global Health Estimate // *Lancet Glob Health*. 2015. Vol. 3, Suppl 2. P. S13–20. doi: 10.1016/S2214-109X(15)70087-2
3. Mengistu D.A., Alemu A., Abdukadir A.A., et al. Global incidence of surgical site infection among patients: systematic review and meta-analysis // *Inquiry*. 2023. Vol. 60. P. 469580231162549. doi: 10.1177/00469580231162549
4. Monahan M., Jowett S., Pinkney T., et al. Surgical site infection and costs in low- and middle-income countries: A systematic review of the economic burden // *PLoS One*. 2020. Vol. 15, № 6. P. e0232960. doi: 10.1371/journal.pone.0232960
5. O'Hara L.M., Thom K.A., Preas M.A. Update to the Centers for Disease Control and Prevention and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee Guideline for the prevention of surgical site infection (2017): a summary, review, and strategies for implementation // *Am J Infect Control*. 2018. Vol. 46, № 6. P. 602–609. doi: 10.1016/j.ajic.2018.01.018
6. Maraş G., Sürme Y. Surgical site infections: prevalence, economic burden, and new preventive recommendations // *Explor Res Hypothesis Med*. 2023. Vol. 8, № 4. P. 366–371.
7. Hommel A., Magné M., Samuelsson B., et al. Exploring the incidence and nature of nursing-sensitive orthopaedic adverse events: A multicenter cohort study using Global Trigger Tool // *Int J Nurs Stud*. 2020. Vol. 102. P. 103473. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2019.103473
8. Rutberg H., Borgstedt-Risberg M., Gustafson P., Unbeck M. Adverse events in orthopedic care identified via the Global Trigger Tool in Sweden — implications on preventable prolonged hospitalizations // *Patient Saf Surg*. 2016. Vol. 10. P. 23. doi: 10.1186/s13037-016-0112-y
9. Zhou J., Wang R., Huo X., et al. Incidence of surgical site infection after spine surgery: a systematic review and meta-analysis // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020. Vol. 45, № 3. P. 208–216. doi: 10.1097/BRS.0000000000003218
10. Asadi K., Tehrani P.M., Salari A., et al. Prevalence of surgical wound infection and related factors in patients after long bone surgery: A systematic review and meta-analysis // *Int Wound J*. 2023. Vol. 20, № 10. P. 4349–4363. doi: 10.1111/iwj.14300
11. Cheng J., Zhang L., Zhang J., et al. Prevalence of surgical site infection and risk factors in patients after foot and ankle surgery: A systematic review and meta-analysis // *Int Wound J*. 2024. Vol. 21, № 1. P. e14350. doi: 10.1111/iwj.14350
12. Zaboli Mahdiabadi M., Farhadi B., Shahrudi P., et al. Prevalence of surgical site infection and risk factors in patients after knee surgery: A systematic review and meta-analysis // *Int Wound J*. 2024. Vol. 21, № 2. P. e14765. doi: 10.1111/iwj.14765
13. Zhu J., Si M., Huang Z. Effect of tobacco usage on surgical site wound problems after primary total hip and total knee arthroplasty: A meta-analysis // *Int Wound J*. 2024. Vol. 21, № 1. P. e14375. doi: 10.1111/iwj.14375
14. Wormald J.C., Baldwin A.J., Nadama H., et al. Surgical site infection following surgery for hand trauma: a systematic review and meta-analysis // *J Hand Surg Eur*. 2023. Vol. 48, № 10. P. 998–1005. doi: 10.1177/17531934231193336

15. Negri G.A., Andrade Junior A.C., et al. Preoperative antibiotic prophylaxis and the incidence of surgical site infections in elective clean soft tissue surgery of the hand and upper limb: a systematic review and meta-analysis // *J Orthop Traumatol*. 2024. Vol. 25, № 1. P. 4. doi: 10.1186/s10195-024-00748-4
16. Woelber E., Schrick E.J., Gessner B.D., Evans H.L. Proportion of surgical site infections occurring after hospital discharge: a systematic review // *Surg Infect*. 2016. Vol. 17, № 5. P. 510–519. doi: 10.1089/sur.2015.241
17. Korol E., Johnston K., Waser N., et al. A systematic review of risk factors associated with surgical site infections among surgical patients // *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8, № 12. P. e83743. doi: 10.1371/journal.pone.0083743
18. Skender K., Machowska A., Singh V., et al. Antibiotic use, incidence and risk factors for orthopedic surgical site infections in a teaching hospital in Madhya Pradesh, India // *Antibiotics (Basel)*. 2022. Vol. 11, № 6. P. 748. doi: 10.3390/antibiotics11060748
19. Fisman D.N., Reilly D.T., Karchmer A.W., Goldie S.J. Clinical effectiveness and cost effectiveness of two management strategies for infected total hip arthroplasty in the elderly // *Clin Infect Dis*. 2001. Vol. 32, № 3. P. 419–30. doi: 10.1086/318502
20. Gutowski C.J., Chen A.F., Parvizi J. The incidence and socioeconomic impact of periprosthetic joint infection: United States perspective. In: Kendoff D. et al., editors. *Periprosthetic joint infections: changing paradigms*. Springer Int. Publ., 2016. P. 19–26.
21. Reynolds P.M., Al-Mouzzen L., Alexiadis A., et al. Regional economic burden of revision total knee replacement: A cost-complexity analysis // *The Knee*. 2022. Vol. 38. P. 148–152. doi: 10.1016/j.knee.2022.08.012
22. Seidelman J.L., Mantyh C.R., Anderson D.J. Surgical site infection prevention: a review // *JAMA*. 2023. Vol. 329, № 3. P. 244–252. doi: 10.1001/jama.2022.24075
23. Ching P.R. Care bundles in surgical site infection prevention: a narrative review // *Curr Infect Dis Rep*. 2024. Vol. 26. P. 163–172.
24. Lohsiriwat V., Chinswangwatanakul V., Lohsiriwat D., et al. Guidelines for the prevention of surgical site infection: the Surgical Infection Society of Thailand recommendations (executive summary) // *J Med Assoc Thai*. 2020. Vol. 103. P. 99–105.
25. Lohsiriwat V. High compliance with surgical site infection (SSI) prevention bundle reduces incisional SSI after colorectal surgery // *Ann Coloproctol*. 2021. Vol. 37, № 3. P. 146–152. doi: 10.3393/ac.2020.04.10.2
26. Vicentini C., Bordino V., Cornio A.R., et al. Surgical site infection prevention through bundled interventions in hip replacement surgery: A systematic review // *Int J Surg*. 2021. Vol. 95. P. 106149. doi: 10.1016/j.ijsu.2021.106149
27. Национальная ассоциация специалистов по контролю инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. Профилактика инфекций области хирургического вмешательства. Методические рекомендации. Москва, 2022. 74 с.
28. Klarenbeek S.E., Weekenstroo H.H.A., Sedelaar J.P.M., et al. The effect of higher level computerized clinical decision support systems on oncology care: a systematic review // *Cancers (Basel)*. 2020. Vol. 12, № 4. P. 1032. doi: 10.3390/cancers12041032
29. Tan A., Durbin M., Chung F.R., et al.; Group Authorship: Corita R. Grudzen on behalf of the PRIM-ER Clinical Informatics Advisory Board. Design and implementation of a clinical decision support tool for primary palliative care for emergency medicine (PRIM-ER) // *BMC Med Inform Decis Mak*. 2020. Vol. 20, № 1. P. 13. doi: 10.1186/s12911-020-1021-7
30. Назаренко Г.И., Клейменова Е.Б., Яшина Л.П., Паушик С.А. Проблема трансляции знаний в здравоохранении: инструменты для её решения в области безопасности пациентов // *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2018. Т. 73, № 2. С. 105–114. doi: 10.15690/vramn887
31. Назаренко Г.И., Клейменова Е.Б., Жуйков М.Ю., и др. Система автоматизации клинических руководств и аудита лечения // *Врач и информационные технологии*. 2014. № 2. С. 23–32. EDN: SCXKAL
32. Кучеров С.А. Метод конфигурирования динамических баз данных // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2014. № 6. С. 116–123. EDN: SFLDZH
33. Onyekwelu I., Yakkanti R., Protzer L., et al. Surgical wound classification and surgical site infections in the orthopaedic patient // *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2017. Vol. 1, № 3. P. e022
34. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Appropriate use criteria for the management of surgical site infections. AAOS, 2019. Режим доступа: <http://www.orthoguidelines.org/topic?id=1022> Дата доступа: 10.07.2024.
35. Mansilla H.R., Solano G.A., Lapitan M.C.M. deSSIde: A clinical decision-support tool for surgical site infection prediction. In: 2020 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC). Fukuoka, Japan, 2020. P. 367–372.
36. Spruit M., van der Rijst S. Clinical decision support for infection control in surgical care // *Innovation in Health Informatics*. 2020. P. 101–121.

REFERENCES

1. Ierano C, Hall L, James R. Surgical site infection prophylaxis: what have we learned and are we making progress? *Curr Opin Infect Dis*. 2023;36(6):450–461. doi: 10.1097/QCO.0000000000000970
2. Rose J, Weiser TG, Hider P, et al. Estimated need for surgery worldwide based on prevalence of diseases: a modelling strategy for the WHO Global Health Estimate. *Lancet Glob. Health*. 2015;3(Suppl 2):S13–20. doi: 10.1016/S2214-109X(15)70087-2
3. Mengistu DA, Alemu A, Abdukadir AA, et al. Global incidence of surgical site infection among patients: systematic review and meta-analysis. *Inquiry*. 2023;60:469580231162549. doi: 10.1177/00469580231162549
4. Monahan M, Jowett S, Pinkney T, et al. Surgical site infection and costs in low- and middle-income countries: A systematic review of the economic burden. *PLoS One*. 2020;15(6):e0232960. doi: 10.1371/journal.pone.0232960
5. O'Hara LM, Thom KA, Preas MA. Update to the Centers for Disease Control and Prevention and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee Guideline for the prevention of surgical site infection (2017): a summary, review, and strategies for implementation. *Am J Infect Control*. 2018;46(6):602–609. doi: 10.1016/j.ajic.2018.01.018
6. Maraş G, Sürme Y. Surgical site infections: prevalence, economic burden, and new preventive recommendations. *Explor Res Hypothesis Med*. 2023;8(4):366–371.
7. Hommel A, Magnéli M, Samuelsson B, et al. Exploring the incidence and nature of nursing-sensitive orthopaedic adverse

- events: A multicenter cohort study using Global Trigger Tool. *Int J Nurs Stud.* 2020;102:103473. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2019.103473
8. Rutberg H, Borgstedt-Risberg M, Gustafson P, Unbeck M. Adverse events in orthopedic care identified via the Global Trigger Tool in Sweden — implications on preventable prolonged hospitalizations. *Patient Saf Surg.* 2016;10:23. doi: 10.1186/s13037-016-0112-y
9. Zhou J, Wang R, Huo X, et al. Incidence of surgical site infection after spine surgery: a systematic review and meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2020;45(3):208–216. doi: 10.1097/BRS.0000000000003218
10. Asadi K, Tehrany PM, Salari A, et al. Prevalence of surgical wound infection and related factors in patients after long bone surgery: A systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* 2023;20(10):4349–4363. doi: 10.1111/iwj.14300
11. Cheng J, Zhang L, Zhang J, et al. Prevalence of surgical site infection and risk factors in patients after foot and ankle surgery: A systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* 2024;21(1):e14350. doi: 10.1111/iwj.14350
12. Zaboli Mahdiabadi M, Farhadi B, Shahroudi P, et al. Prevalence of surgical site infection and risk factors in patients after knee surgery: A systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* 2024;21(2):e14765. doi: 10.1111/iwj.14765
13. Zhu J, Si M, Huang Z. Effect of tobacco usage on surgical site wound problems after primary total hip and total knee arthroplasty: A meta-analysis. *Int Wound J.* 2024;21(1):e14375. doi: 10.1111/iwj.14375
14. Wormald JC, Baldwin AJ, Nadama H, et al. Surgical site infection following surgery for hand trauma: a systematic review and meta-analysis. *J Hand Surg Eur Vol.* 2023;48(10):998–1005. doi: 10.1177/17531934231193336
15. Negri GA, Andrade Junior AC, et al. Preoperative antibiotic prophylaxis and the incidence of surgical site infections in elective clean soft tissue surgery of the hand and upper limb: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Traumatol.* 2024;25(1):4. doi: 10.1186/s10195-024-00748-4
16. Woelber E, Schrick EJ, Gessner BD, Evans HL. Proportion of surgical site infections occurring after hospital discharge: a systematic review. *Surg Infect.* 2016;17(5):510–519. doi: 10.1089/sur.2015.241
17. Korol E, Johnston K, Waser N, et al. A systematic review of risk factors associated with surgical site infections among surgical patients. *PLoS ONE.* 2013;8(12):e83743. doi: 10.1371/journal.pone.0083743
18. Skender K, Machowska A, Singh V, et al. Antibiotic use, incidence and risk factors for orthopedic surgical site infections in a teaching hospital in Madhya Pradesh, India. *Antibiotics (Basel).* 2022;11(6):748. doi: 10.3390/antibiotics11060748
19. Fisman DN, Reilly DT, Karchmer AW, Goldie SJ. Clinical effectiveness and cost effectiveness of two management strategies for infected total hip arthroplasty in the elderly. *Clin Infect Dis.* 2001;32(3):419–30. doi: 10.1086/318502
20. Gutowski CJ, Chen AF, Parvizi J. The incidence and socioeconomic impact of periprosthetic joint infection: United States perspective. In: Kendoff D et al., editors. *Periprosthetic joint infections: changing paradigms.* Springer Int. Publ.; 2016. P. 19–26.
21. Reynolds PM, Al-Mouzen L, Alexiadis A, et al. Regional economic burden of revision total knee replacement: A cost-complexity analysis. *The Knee.* 2022;38:148–152. doi: 10.1016/j.knee.2022.08.012
22. Seidelman JL, Mantyh CR, Anderson DJ. Surgical Site Infection Prevention. A Review. *JAMA.* 2023;329(3):244–252. doi: 10.1001/jama.2022.24075
23. Ching PR. Care bundles in surgical site infection prevention: a narrative review. *Curr Infect Dis Rep.* 2024;26:163–172.
24. Lohsiriwat V, Chinswangwatanakul V, Lohsiriwat D, et al. Guidelines for the prevention of surgical site infection: the Surgical Infection Society of Thailand recommendations (executive summary). *J Med Assoc Thai.* 2020;103:99–105.
25. Lohsiriwat V. High compliance with surgical site infection (SSI) prevention bundle reduces incisional ssi after colorectal surgery. *Ann Coloproctol.* 2021;37(3):146–152. doi: 10.3393/ac.2020.04.10.2
26. Vicentini C, Bordino V, Cornio AR, et al. Surgical site infection prevention through bundled interventions in hip replacement surgery: A systematic review. *Int J Surg.* 2021;95:106149. doi: 10.1016/j.ijsu.2021.106149
27. National Association of Healthcare Associated Infection Control Professionals. *Prevention of surgical site infections. Guidelines.* Moscow; 2022. 74 p.
28. Klarenbeek SE, Weekenstroo HHA, Sedelaar JPM, et al. The effect of higher level computerized clinical decision support systems on oncology care: a systematic review. *Cancers (Basel).* 2020;12(4):1032. doi: 10.3390/cancers12041032
29. Tan A, Durbin M, Chung FR, et al.; Group Authorship: Corita R. Grudzen on behalf of the PRIM-ER Clinical Informatics Advisory Board. Design and implementation of a clinical decision support tool for primary palliative care for emergency medicine (PRIM-ER). *BMC Med Inform Decis Mak.* 2020;20(1):13. doi: 10.1186/s12911-020-1021-7
30. Nazarenko GI, Kleymenova EB, Yashina LP, Payushik SA. The problem of knowledge transfer in healthcare: tools for its solution in the field of patient safety. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk.* 2018;73(2):105–114. (In Russ). doi: 10.15690/vramn887
31. Nazarenko GI, Kleymenova EB, Zhuykov MYu, et al. System for automation of clinical guidelines and treatment audit. *Vrach i informatsionnye tekhnologii.* 2014;(2):23–32. (In Russ). EDN: SCXKAL
32. Kucherov SA. Method of configuring dynamic databases. *Izvestiya YUFU. Tekhnicheskiye nauki.* 2014;(6):116–123. (In Russ). EDN: SFLDHZ
33. Onyekwelu I, Yakkanti R, Protzer L, et al. Surgical wound classification and surgical site infections in the orthopaedic patient. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2017;1(3):e022. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-17-00022
34. American Academy of Orthopaedic Surgeons. *Appropriate use criteria for the management of surgical site infections.* AAOS; 2019. Available from: <http://www.orthoguidelines.org/topic?id=1022> Accessed: 10.07.2024.
35. Mansilla HR, Solano GA, Lapitan MCM. deSSide: A clinical decision-support tool for surgical site infection prediction. In: *2020 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC).* Fukuoka, Japan; 2020. P. 367–372.
36. Spruit M, van der Rijst S. Clinical decision support for infection control in surgical care. *Innovation in Health Informatics.* 2020: 101–121.

ОБ АВТОРАХ

Назаренко Антон Герасимович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-1314-2887;
eLibrary SPIN: 1402-5186;
e-mail: NazarenkoAG@cito.priorov.ru

Клейменова Елена Борисовна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-8745-6195;
eLibrary SPIN: 2037-7164;
e-mail: KleymenovaEB@cito-priorov.ru

Дронов Михаил Александрович;
ORCID: 0000-0002-4090-2928;
eLibrary SPIN: 8710-6504;
e-mail: mikhail.dronov@gmail.com

Горбатьюк Дмитрий Сергеевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-8938-2321;
eLibrary SPIN: 7686-2123;
e-mail: GorbatyukDS@cito-priorov.ru

Какабадзе Нодари Малхазович;
ORCID: 0000-0002-2380-2394;
eLibrary SPIN: 6321-6733;
e-mail: KakabadzeNM@cito-priorov.ru

Цискарашвили Арчил Важаевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-1721-282X;
eLibrary SPIN: 2312-1002;
e-mail: TsiskarashviliAV@cito-priorov.ru

Герасимова Наталия Павловна;
ORCID: 0000-0002-3330-3193;
e-mail: GerasimovaNP@cito-priorov.ru

Юрченкова Екатерина Сергеевна;
ORCID: 0009-0006-2350-7201;
e-mail: YurchenkovaES@cito-priorov.ru

*** Яшина Любовь Петровна**, канд. биол. наук;
адрес: Россия, 115172, Москва, Новоспасский пер., д. 9;
ORCID: 0000-0003-1357-0056;
eLibrary SPIN: 1910-0484;
e-mail: YashinaLP@cito-priorov.ru

AUTHORS' INFO

Anton G. Nazarenko, MD, Dr. Sci. (Medicine), professor;
ORCID: 0000-0003-1314-2887;
eLibrary SPIN: 1402-5186;
e-mail: NazarenkoAG@cito.priorov.ru

Elena B. Kleimenova, MD, Dr. Sci. (Medicine), professor;
ORCID: 0000-0002-8745-6195;
eLibrary SPIN: 2037-7164;
e-mail: KleymenovaEB@cito-priorov.ru

Mikhail A. Dronov;
ORCID: 0000-0002-4090-2928;
eLibrary SPIN: 8710-6504;
e-mail: mikhail.dronov@gmail.com

Dmitry S. Gorbatyuk, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-8938-2321;
eLibrary SPIN: 7686-2123;
e-mail: GorbatyukDS@cito-priorov.ru

Nodari M. Kakabadze, MD;
ORCID: 0000-0002-2380-2394;
eLibrary SPIN: 6321-6733;
e-mail: KakabadzeNM@cito-priorov.ru

Archil V. Tsiskarashvili, MD, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-1721-282X;
eLibrary SPIN: 2312-1002;
e-mail: TsiskarashviliAV@cito-priorov.ru

Natalia P. Gerasimova;
ORCID: 0000-0002-3330-3193;
e-mail: GerasimovaNP@cito-priorov.ru

Ekaterina S. Yurchenkova;
ORCID: 0009-0006-2350-7201;
e-mail: YurchenkovaES@cito-priorov.ru

*** Liubov P. Yashina**, Cand. Sci. (Biol.);
address: 9 Novospassky per., 115172 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-1357-0056;
eLibrary SPIN: 1910-0484;
e-mail: YashinaLP@cito-priorov.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author