

Эпидемиологический надзор за инфекциями области хирургического вмешательства при эндопротезировании крупных суставов

И.А. Булычёва^{1,2*}, К.А. Кондратьева¹, Г.Р. Якупова¹, А.И. Локоткова¹,
Э.Х. Мамкеев³, М.Р. Мазитов^{1,2}

¹Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия;

²Городская поликлиника №21, г. Казань, Россия;

³Казанская государственная медицинская академия —
филиал Российской медицинской академии последипломного
образования, г. Казань, Россия

Реферат

Эндопротезирование — надёжная и эффективная операция, позволяющая купировать болевой синдром и восстановить функцию суставов у пациентов. Несмотря на достигнутый прогресс и накопленный опыт в области эндопротезирования суставов, одним из ведущих осложнений послеоперационного периода являются инфекции области хирургического вмешательства. Они могут протекать как перипротезная инфекция, остеомиелит, сепсис и приводить к инвалидизации пациента или летальному исходу. Немаловажную роль играет систематизация факторов риска развития инфекционных осложнений как элемент оптимизации системы эпидемиологического надзора. Наиболее значимые факторы риска развития перипротезной инфекции — возраст, наличие сопутствующих заболеваний (например, сахарный диабет, онкологические заболевания, артриты и системные коллагенозы), носительство резистентных к антимикробным препаратам микроорганизмов, наличие инфекционно-воспалительного процесса как вне, так и в области оперативного вмешательства, а также внешние факторы (длительность оперативного вмешательства, проведение корректной антибиотикопрофилактики и опыт хирурга, выполняющего оперативное вмешательство). В мировой практике используют расчёт индекса риска инфекционных осложнений в области операции NNIS (от англ. National Nosocomial Infection Surveillance System). Данный критерий не учитывает всех потенциальных факторов риска. При организации системы эпидемиологического надзора в медицинской организации важно провести анализ и ранжирование выявленных факторов риска по степени влияния на развитие инфекционных осложнений. Это позволит выявить наиболее значимые модифицируемые факторы для разработки, внедрения и проведения организационных, профилактических и противоэпидемических мероприятий. Создание и внедрение стандартизированного предоперационного протокола, основанного на оценке факторов риска, позволит прогнозировать результат оперативного вмешательства и аргументировать стратегию и тактику профилактических мероприятий.

Ключевые слова: факторы риска, эндопротезирование, перипротезная инфекция, инфекция области хирургического вмешательства.

Для цитирования: Булычёва И.А., Кондратьева К.А., Якупова Г.Р., Локоткова А.И., Мамкеев Э.Х., Мазитов М.Р. Эпидемиологический надзор за инфекциями области хирургического вмешательства при эндопротезировании крупных суставов. *Казанский мед. ж.* 2022;103(2):221–229. DOI: 10.17816/KMJ2022-221.

*Для переписки: irina.a.bulycheva@mail.ru
Поступила 29.01.2021; принята в печать 21.09.2021;
опубликована: 12.04.2022.
© Эко-Вектор, 2022. Все права защищены.

*For correspondence: irina.a.bulycheva@mail.ru
Submitted 29.01.2021; accepted 21.09.2021;
published: 12.04.2022.
© Eco-Vector, 2022. All rights reserved.

REVIEW | DOI: 10.17816/KMJ2022-221

Epidemiological surveillance of surgical site infections in large joint replacement

I.A. Bulycheva^{1,2*}, K.A. Kondratieva¹, G.R. Yakupova¹, A.L. Lokotkova¹, E.Kh. Mamkeev³, M.R. Mazitov^{1,2}¹Kazan State Medical University, Kazan, Russia;²City Polyclinic No. 21, Kazan, Russia;³Kazan State Medical Academy — Branch Campus of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Kazan, Russia

Abstract

Joint replacement is a reliable and effective surgery that allows profound pain relief and restores joint function in patients. Despite the progress made and the experience gained in joint replacement, surgical site infection is one of the leading postoperative complications. It can proceed as a periprosthetic joint infection, osteomyelitis, sepsis and lead to disabled or dead outcomes. Systematization of risk factors for infectious complications plays an important role as an element of epidemiological surveillance system optimization. Age, the presence of concomitant diseases (for example, diabetes mellitus, cancer, arthritis and systemic collagenosis), carriage of antimicrobial-resistant microorganisms, infectious and inflammation both outside and in the area of surgery, and external factors (surgery duration, correct antibiotic prophylaxis and surgeon's experience) are the most significant risk factors for periprosthetic joint infection. In world practice, the National Nosocomial Infections Surveillance System surgical site infection risk index is used. This criterion does not consider all potential risk factors. It is important to analyze and rank the identified risk factors according to the impact on the development of infectious complications in organizing an epidemiological surveillance system process in a medical organization. Risk factors analysis will identify the most significant modifiable factors for the development, implementation and execution of organizational, preventive measures and epidemic control. The creation and implementation of a standardized preoperative protocol based on a risk factors assessment will allow predicting the surgery outcome and arguing the strategy and tactic of preventive measures.

Keywords: risk factors, joint replacement, prosthetic joint infection, surgical site infection.

For citation: Bulycheva IA, Kondratieva KA, Yakupova GR, Lokotkova AL, Mamkeev EKh, Mazitov MR. Epidemiological surveillance of surgical site infections in large joint replacement. *Kazan Medical Journal*. 2022;103(2): 221–229. DOI: 10.17816/KMJ2022-221.

Введение

Практика эндопротезирования крупных суставов значительно улучшает физические функции и качество жизни пациентов с патологией опорно-двигательной системы. В течение последних десятилетий во всём мире отмечена тенденция к значительному увеличению количества выполнения эндопротезирования крупных суставов [1]. В Российской Федерации с 1994 по 2017 г. произошёл значительный рост количества таких оперативных вмешательств с 3000 до 113 220 соответственно [2].

Согласно прогнозу Steven Kurtz и соавт., к 2030 г. в США потребность в первичном эндопротезировании коленного сустава вырастет на 673%, тазобедренного сустава — на 174% [1]. При увеличении количества оперативных вмешательств в ортопедической хирургии неизбежно повысится и частота инфекционных осложнений в связи с увеличением продолжительности жизни, изменением состояния макроорганизма и ростом резистентности микроорганизмов к антимикробным средствам [3].

Инфекция области хирургического вмешательства (ИОХВ) при эндопротезировании

крупных суставов остаётся до настоящего времени одним из ведущих осложнений послеоперационного периода. На Международной согласительной конференции по перипротезной инфекции в Филадельфии (2013) один из её председателей, профессор Дж. Парвизи сказал, что «... перипротезная инфекция с её ужасающими последствиями остаётся вызовом ортопедическому сообществу» [4]. По данным литературы, частота инфекции протезированного сустава после первичного эндопротезирования составляет 0,2–3,0%, после ревизионного эндопротезирования — 3,2–5,6% [5–9].

Развитие ИОХВ у пациентов травматологического профиля сопряжено с увеличением койко-дня в среднем на 14 дней, вдвое большей частотой повторных госпитализаций и повышением прямых медицинских затрат более чем на 300%. Пациенты травматологического профиля имеют большие нарушения двигательной активности в сравнении с пациентами других профилей, что влечёт значимое снижение качества жизни этих пациентов [10].

По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического

благополучия населения в Российской Федерации (РФ) в 2019 году», в нашей стране в среднем ежегодно регистрируют 0,7–0,8 случая инфекции, связанной с оказанием медицинской помощи, на 1000 госпитализированных пациентов (25 463 случая) [11]. В структуре инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, с 2016 г. ИОХВ занимают 2-е место. В среднем на их долю приходится 23,2% [12].

Понятие ИОХВ как ведущей формы инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, развивающихся в послеоперационном периоде, было введено в практику в 1992 г. и означало инфекции области хирургического разреза, органа или полости, возникающие в течение первых 30 дней послеоперационного периода, а при наличии имплантатов — в течение года с момента операции [13]. В данном определении для специалистов, осуществляющих эпидемиологический надзор, важен срок наблюдения за оперированными пациентами в течение 1 года после оказания высокотехнологичной медицинской помощи. По рекомендациям Национальной системы безопасности здравоохранения США при эндопротезировании крупных суставов срок наблюдения в отношении возникновения инфекционного осложнения составляет 90 дней [14].

В современных условиях профилактика ИОХВ представляет собой одну из глобальных мировых проблем в силу широкого распространения и снижения качества жизни пациентов, а выявление факторов риска развития ИОХВ — важную задачу эпидемиологического надзора. Для организации эпидемиологического надзора должны быть разработаны и адаптированы для каждой медицинской организации стандартные определения случаев ИОХВ. Они складываются из комбинации клинических проявлений и возможностей диагностической службы для решения вопроса о наличии или отсутствии у пациента инфекционного осложнения.

Актуальны вопросы прогнозирования развития перипротезной инфекции на основе факторов риска. По определению Б.Л. Черкасского, под воздействием факторов риска эпидемиологические опасности перерастают в эпидемиологический риск — возможность (вероятность) осложнения эпидемиологической ситуации в определённое время (время риска), на определённой территории (территория риска), а также в определённой группе населения (группа риска) [15]. Систематизация факторов риска и выявление специфических факторов для конкретного травматологического стационара позволит прогнозировать результат влияния фак-

Таблица 1. Расчёт индекса NNIS

Критерии оценки	Оценка	
	0	1
Класс раны: чистые или условно чистые контаминированные или грязные	X	X
Оценка по ASA: 1–2 3–5	X	X
Продолжительность операции: <T ≥T	X	X

Примечание: NNIS (от англ. National Nosocomial Infection Surveillance System) — индекс риска инфекционных осложнений в области операции; ASA (от англ. American Society of Anesthesiology) — Американское общество анестезиологов.

торов риска, разработать персонализированные меры профилактики эндопротезной инфекции.

Удачной оказалась идея стратификации показателей частоты ИОХВ по степени микробной контаминации раны [16]. Определение контаминации по классификации Altemeier отвечает требованиям общей хирургии, но нуждается в уточнении для ортопедической практики. Даже при незначительно контаминированной ране в условиях имплантации эндопротеза риск развития ИОХВ резко возрастает. Разделение чистоты раны на III и IV классы становится условным, а раны II класса — потенциально опасными в плане развития ИОХВ. Однако этот метод не учитывает в достаточной степени риск возникновения инфекций, связанных с действием эндогенных факторов риска [17].

В мировой практике используют расчёт индекса риска развития инфекционных осложнений в области операции — индекса NNIS (от англ. National Nosocomial Infection Surveillance System). Последний учитывает три критерия:

- 1) критерий Американского общества анестезиологов (ASA — от англ. American Society of Anesthesiology) — определение класса физического состояния больного;
- 2) длительность операции (T-75%);
- 3) класс раны по Altemeier.

Оценку осуществляют путём сложения полученных баллов (табл. 1). Индекс риска NNIS может принимать значения от 0 до 3 баллов, он предсказывает вероятность развития ИОХВ. Предполагаемая частота инфекционных осложнений: 0 баллов — менее 1%, 1 балл — 1–5%, 2 балла — около 15%, 3 балла — до 25% [18–20].

В Российской Федерации расчёт индекса NNIS регламентирован Федеральными клиническими рекомендациями «Принципы

организации периоперационной антибиотикопрофилактики в учреждениях здравоохранения» (2014) и используется для выбора тактики предоперационной антибиотикопрофилактики (АБП) [21].

Прогностически значимые факторы риска развития ИОХВ при эндопротезировании крупных суставов можно разделить на две группы: модифицируемые и немодифицируемые.

Модифицируемые факторы риска

Индекс массы тела (ИМТ). Выявлена чёткая зависимость между ИМТ и частотой развития перипротезной инфекции [отношение шансов (ОШ) 1,12; $p=0,009$] [22]. Согласно данным Е. Jämsen и соавт., частота инфицирования увеличилась с 0,37% (95% доверительный интервал (ДИ) 0,15–0,96) у пациентов с нормальным ИМТ до 4,66% (95% ДИ 2,47–8,62) в группе с морбидным ожирением (скорректированное ОШ 6,4; 95% ДИ 1,7–24,6) [23]. ИМТ >25 — статистически значимый фактор риска [5, 6, 20].

При ожирении II степени частота инфекционных осложнений составляла 2,3% ($p \leq 0,01$). Пациенты с ожирением III степени чаще имели глубокую инфекцию, чем пациенты с нормальным ИМТ (ОШ 2,00, 95% ДИ 0,01–4,44) [24, 25]. При ожирении III степени частота инфекционных осложнений достигала 64,9% ($p \leq 0,01$). Так, ИМТ более 40 кг/м² может быть противопоказанием к оперативному вмешательству [4]. Корректировка ИМТ имеет решающее значение для предоперационной подготовки пациентов при проведении плановых оперативных вмешательств на крупных суставах.

Значительный риск инфекционных осложнений после эндопротезирования отмечен также и у пациентов с недостаточной массой тела (ИМТ $<18,5$ кг/м²; ОШ 6,0; 95% ДИ 1,2–30,9; $p=0,033$) [26].

Ревматоидный артрит, системные коллагенозы и др. Категории пациентов с воспалительным характером артропатий относятся к группе высокого риска развития инфекционных осложнений [27], их частота при протезировании тазобедренного и коленного суставов у больных ревматическими заболеваниями, по данным отделения ревмоортопедии Научно-исследовательского института ревматологии им. В.А. Насоновой, составляет 2,95 и 3,63% соответственно [28]. Частота перипротезной инфекции связана с активностью заболевания: инфекционные осложнения при нулевой активности ревматоидного процесса диагностировали у 0,7% пациентов, при II степени — у 16% ($p \leq 0,01$) [4]. Повышает вероятность развития

инфекционных осложнений также и терапия глюкокортикоидами, цитотоксическими иммунодепрессантами, ингибиторами фактора некроза опухоли α [5, 29].

Носительство золотистого стафилококка и эпидермального резистентного стафилококка повышает риск развития перипротезной инфекции тазобедренного сустава на 29,4% [30, 31]. При сочетании носительства золотистого стафилококка с одним или несколькими эндогенными факторами риск возникновения инфекционных осложнений увеличивается до 85% [32]. На поверхности эндопротеза возможно формирование многоуровневой микробной биоплёнки за счёт адгезии стафилококка и отложения белков внеклеточного матрикса (фибронектина и фибриногена). Существование возбудителей в составе биоплёнок значительно затрудняет диагностику перипротезной инфекции, а также существенно снижает эффективность антибактериальной терапии [33].

В научной литературе существует классификация перипротезной инфекции по степени зрелости биоплёнки [9]. При возникновении перипротезной инфекции в срок от 7 до 90 дней её рассматривают как инфекцию, ассоциированную с «незрелой» биоплёнкой, когда возможно сохранение протеза при санирующих вмешательствах. Инфекции, которые выходят за рамки вышеуказанного периода, связаны со «зрелой» биоплёнкой, в этом случае сохранение имплантатов становится спорным [34]. Возможными последствиями образования биоплёнки могут быть септическое расшатывание протеза, остеолит, псевдоартрозы, остеоиты или остеомиелит. В случае образования биоплёнки при ИОХВ диагностика и лечение ограничены, так как в большинстве случаев при микробиологическом исследовании возможно получение отрицательного результата [9, 34].

У пациентов с носительством золотистого стафилококка в сочетании с одним или несколькими эндогенными факторами риска увеличивается риск инфекционных осложнений на 85% [25].

Сахарный диабет. Пациенты с сахарным диабетом имеют повышенный риск развития перипротезной инфекции (скорректированное ОШ 5,47; 95% ДИ 1,77–16,97; $p=0,003$) [5, 6, 20]. Избыточное количество глюкозы становится субстратом для формирования бактериальной биоплёнки. Тип сахарного диабета и тяжесть заболевания имеют значение: при диабете 2-го типа осложнения развивались у 7,4% пациентов, при диабете 1-го типа — у 42,8% ($p \leq 0,01$). III степень заболевания ассоциирована с высо-

кой частотой инфекционных осложнений после эндопротезирования — 66,7% ($p \leq 0,01$) [4]. Сахарный диабет более чем удваивает риск развития инфекции протезированного сустава, независимо от наличия ожирения (скорректированное ОШ 2,3; 95% ДИ 1,1–4,7) [23]. Сахарный диабет 1-го типа и тяжёлое течение сахарного диабета 2-го типа следует рассматривать как противопоказание к эндопротезированию суставов, для подготовки пациента необходимо проведение коррекции углеводного обмена с помощью соответствующей диеты и антидиабетических средств [4].

Злоупотребление алкоголем. Исследование Chuanlong Wu и соавт. (Китайская Народная Республика) представляет доказательства того, что злоупотребление алкоголем также ассоциируется с повышенным риском развития перипротезной инфекции (ОШ 2,95; 95% ДИ 1,06–8,23; $p=0,039$) [6].

Неадекватная АБП. АБП показана при всех ортопедических операциях. В.К. Гостищевым установлено, что рациональная АБП снижает частоту послеоперационных осложнений с 20–40 до 5–15% [35]. Следует также учитывать время введения антибиотика: введение ранее чем за час до операции неэффективно в плане снижения частоты осложнений, и чем позднее после начала операции проводят АБП, тем выше вероятность развития инфекции [36]. Оптимальный вариант при планировании АБП — выбор препарата или их комбинации, которая перекрывает весь спектр возможных возбудителей [21]. Определение этиологически значимых возбудителей перипротезной инфекции возможно благодаря проведению микробиологического мониторинга.

Длительность оперативного вмешательства. Развитие инфицирования в большой степени зависит от продолжительности операции замещения сустава: чем больше продолжительность операции, тем выше риск развития послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений. Продолжительность оперативного вмешательства 90 мин и более увеличивает риск развития инфекционных осложнений в 3 раза ($p \leq 0,01$) [4]. Риск развития перипротезной инфекции ($p < 0,0001$) значительно увеличивается при длительности операции ≥ 210 мин по сравнению с операциями длительностью менее 120 мин (скорректированный коэффициент риска 1,59) [22, 28–30, 37–40].

Состав костного цемента. Применение костного цемента с антибиотиком снижает риск развития глубокой ИОХВ (относительный риск 0,41; 95% ДИ, 0,17–0,97; $p=0,04$) и не влияет на

частоту развития поверхностной инфекции (относительный риск 1,47; 95% ДИ, 1,13–1,91; $p=0,004$) [40].

Опыт хирурга, выполняющего эндопротезирование. Не вызывает никакого сомнения, что хирургическая тактика эндопротезирования требует тщательной отработки, а технология вмешательства в обязательном порядке должна включать все возможные меры профилактики инфекционных осложнений. Так, у хирургов, проводящих до 10 операций в год, гнойно-воспалительные осложнения развивались в 20,8% случаев ($p \leq 0,01$) [4].

Немодифицируемые факторы риска

Возраст. Средний возраст пациентов, нуждающихся в эндопротезировании суставов нижних конечностей, составляет 70 лет [41]. У пожилых риск развития послеоперационных инфекционных осложнений увеличивается в силу замедления репаративно-восстановительных процессов, снижения резистентности организма к инфекциям и наличия сопутствующих заболеваний. Согласно данным исследования А.Б. Слободского и соавт., гнойно-воспалительные осложнения после эндопротезирования крупных суставов у пациентов старше 70 лет развивались в 2,4% случаев ($p \leq 0,01$). Данные Chuanlong Wu и соавт. также свидетельствуют о том, что возраст 65–75 лет ассоциируется с повышенным риском развития перипротезной инфекции у пациентов (ОШ 3,36; 95% ДИ 1,30–8,69; $p=0,013$) [6].

Гнойно-септические процессы вне зоны оперативного вмешательства в анамнезе (гнойные заболевания лёгких, абсцессы, плевриты, перитониты, тяжёлые гнойные поражения мягких тканей, обширные и глубокие ожоги и др.) повышают частоту развития перипротезной инфекции до 13,7% ($p \leq 0,01$) [4].

Инфекционно-воспалительные заболевания в области операции в анамнезе (гнойные артриты, остеомиелиты, перипротезная инфекция после эндопротезирования) [25] были причиной развития инфекционных осложнений у большинства пациентов — 87,1% ($p \leq 0,01$) [4].

Онкологические заболевания. Сопутствующее злокачественное новообразование (ОШ 3,1; 95% ДИ 1,3–7,2; $p < 0,01$) — фактор риска, прогнозирующий развитие перипротезной инфекции [6, 19, 38]. У пациентов с онкологией частота развития глубокой инфекции после эндопротезирования составляет от 3,6 до 44,6% [42].

Неоднократные оперативные вмешательства на суставе, ревизионный характер эндопротезирования — значимые факторы риска,

предрасполагающие к перипротезной инфекции [5, 19]. В исследовании Л.В. Борисовой в 11,8% (4 случая) общего количества перипротезной инфекции тазобедренного сустава в анамнезе фигурировали проведенные ранее оперативные вмешательства с использованием металлоконструкций в области планируемого протезирования [31]. Если эндопротезирование на суставе проводили впервые, гнойно-воспалительные осложнения развивались в 0,6–0,9% случаев, достигая 33,4% при проведении 5 и более оперативных вмешательств на данном суставе ($p \leq 0,01$) [4].

Заключение

1. Анализ литературных данных показывает, что ИОХВ после эндопротезирования крупных суставов — предмет изучения многих авторов ввиду значительного риска возникновения послеоперационных осложнений.

2. Основные факторы риска развития послеоперационной перипротезной инфекции — возраст, наличие сопутствующих заболеваний (например, сахарный диабет, онкологические заболевания, артриты и системные коллагенозы), носительство резистентных к антимикробным препаратам микроорганизмов, наличие инфекционно-воспалительного процесса как вне, так и в области оперативного вмешательства, а также внешние факторы (длительность оперативного вмешательства, проведение корректной антибиотикопрофилактики и опыт хирурга, выполняющего оперативное вмешательство).

3. Необходимы разработка и внедрение комплексного стандартизированного предоперационного протокола, основанного на оценке факторов риска. Возможность прогнозирования результата влияния факторов риска позволяет аргументировать стратегию и тактику профилактических мероприятий.

Участие авторов. А.И.Л. — руководитель работы; И.А.Б., К.А.К., Г.Р.Я. и М.Р.М. — сбор и анализ литературы; А.И.Л., И.А.Б. и Э.Х.М. — редактирование и переработка рукописи.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg.* 2007;89(4):780–785. DOI: 10.2106/JBJS.F.00222.

2. Вороков А.А., Бортюлев П.И., Хайдаров В.М., Линник С.А., Ткаченко А.Н. Эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов: показания к операции. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2020;8(3):355–364. [Vorokov AA, Bortulev PI, Khaydarov VM, Linnik SA, Tkachenko AN. Total hip and knee arthroplasty: on the issue of indications for surgery. *Pediatric Orthopedics, Traumatology and Reconstructive Surgery.* 2020;8(3):355–364. (In Russ.)] DOI: 10.17816/PTORS34164.

3. Anyaehie UE, Muoghalu ON, Onuminya JE. Periprosthetic joint infection: The unending journey. *Niger J Orthop Trauma.* 2020;19:10–18. DOI: 10.4103/njot.njot_6_20.

4. Слободской А.Б., Осинцев Е.Ю., Лежнев А.Г., Воронин И.В., Бадак И.С., Дунаев А.Г. Факторы риска развития перипротезной инфекции после эндопротезирования крупных суставов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2015;22(2):13–18. [Slobodskoy AB, Osintsev EYu, Lezhnev AG, Voronin IV, Badak IS, Dunaev AG. Risk factors for periprosthetic infection after large joint arthroplasty. *NN Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2015;22(2):13–18. (In Russ.)] DOI: 10.17816/vto201522213-18.

5. Barrett L, Atkins B. The clinical presentation of prosthetic joint infection. *J Antimicrob Chemother.* 2014;69(1):i25–i27. DOI: 10.1093/jac/dku250.

6. Wu C, Qu X, Liu F, Li H, Mao Y, Zhu Z. Risk factors for periprosthetic joint infection after total hip arthroplasty and total knee arthroplasty in Chinese patients. *PLoS One.* 2014;9(4):e95300. DOI: 10.1371/journal.pone.0095300.

7. Lentino JR. Prosthetic joint infections: Bane of orthopedists, challenge for infectious disease specialists. *Clin Infect Dis.* 2003;36(9):1157–1161. DOI: 10.1086/374554.

8. Прохоренко В.М., Слободской А.Б., Мамедов А.А., Дунаев А.Г., Воронин И.В., Бадак И.С., Лежнев А.Г. Сравнительный анализ среднесрочных и отдаленных результатов первичного эндопротезирования тазобедренного сустава серийными эндопротезами бесцементной и цементной фиксации. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2014;21(3):21–26. [Prokhorenko VM, Slobodskoy AB, Mamedov AA, Dunaev AG, Voronin IV, Badak IS, Lezhnev AG. Comparative analysis of short and mid-term results of primary total hip replacement by serial cemented and uncemented fixation implants. *NN Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2014;21(3):21–26. (In Russ.)] DOI: 10.17816/vto20140321-26.

9. Mühlhofer HML, Feihl S, Suren C, Banke IJ, Pohlig F. Implantatassoziierte Gelenkinfektionen. *Der Orthopäde.* 2020;49(3):277–286. [Mühlhofer HML, Feihl S, Suren C, Banke IGJ, Pohlig F. Implant-associated joint infections. *Orthopäde.* 2020;49(3):277–286. (In Germ.)] DOI: 10.1007/s00132-020-03877-w.

10. Whitehouse JD, Friedman ND, Kirkland KB, Richardson WJ, Sexton DJ. The impact of surgical-site infections following orthopedic surgery at a community hospital and a university hospital: adverse quality of life, excess length of stay, and extra cost. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2002;23(4):183–189. DOI: 10.1086/502033.

11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2020. 300 с. [O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya nasele-niya v Rossiyskoy Federatsii v 2019 godu. Gosudarstvennyy doklad. (The state of sanitary and epidemiological

well-being of the population in the Russian Federation in 2019. State report.) Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'nykh i blagopoluchiya cheloveka; 2020. 300 p. (In Russ.)]

12. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году. Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2017. 220 с. [O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleeniya v Rossiyskoy Federatsii v 2016 godu. Gosudarstvennyy doklad. (The state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2016. State report.) Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'nykh i blagopoluchiya cheloveka; 2017. 220 p. (In Russ.)]

13. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1992;13(10):606–608. DOI: 10.1016/s0196-6553(05)80201-9.

14. Patient Safety Component Manual 2021: U.S. National Healthcare Safety Network (NHSN). Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/pscmanual/pcsmanual_current.pdf (access date: 28.03.2021).

15. Черкасский Б.Л. Понятие «риск» в эпидемиологии. *Эпидемиология и инфекционные болезни.* 2006;4:5–10. [Cherkassky BL. The concept “risk” in epidemiology. *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni.* 2006;4:5–10. (In Russ.)]

16. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control.* 1999;27(2):97–132. DOI: 10.1016/S0196-6553(99)70088-X.

17. Брусина Е.Б., Ковалишена О.В., Цигельник А.М. Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи в хирургии: тенденции и перспективы профилактики. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2017;16(4):73–80. [Brusina EB, Kovalishena OV, Tsigelnik AM. Healthcare-associated infections: Trends and prevention perspectives. *Epidemiology and Vaccinal Prevention.* 2017;16(4):73–80. (In Russ.)] DOI: 10.31631/2073-3046-2017-16-4-73-80.

18. Эпидемиологическое наблюдение за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи. Федеральные клинические рекомендации. М.: Национальная ассоциация специалистов по контролю инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи; 2014. 58 с. [Epidemiologicheskoe nablyudenie za infektsiyami, svyazannymi s okazaniem meditsinskoj pomoshchi. Federal'nye klinicheskie rekomendatsii. (Epidemiological surveillance of healthcare associated infections. Federal clinical guidelines.) Moscow: Natsional'naya assotsiatsiya spetsialistov po kontrolyu infektsiy, svyazannykh s okazaniem meditsinskoj pomoshchi; 2014. 58 p. (In Russ.)]

19. Berbari EF, Hanssen AD, Duffy MC, Steckelberg JM, Ilstrup DM, Harmsen WS, Osmon DR. Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study. *Clin Infect Dis.* 1998;27(5):1247–1254. DOI: 10.1086/514991.

20. Namba RS, Inacio MCS, Paxton EW. Risk factors associated with deep surgical site infections after primary total knee arthroplasty: an analysis of 56,216 knees. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(9):775–782. DOI: 10.2106/JBJS.L.00211.

21. Программа SKAT (Стратегия Контроля Анти-микробной Терапии) при оказании стационарной медицинской помощи. Российские клинические рекомендации. М.: Перо; 2018. 79 с. [Programma SKAT (Strategiya Kontrolja Antimikrobnoj Terapii) pri okazanii stacionarnoj medicinskoj pomoshchi. Rossijskie klinicheskie rekomendacii. (Antimicrobial Therapy Control Strategy for inpatient care. Russian clinical guidelines.) Moscow: Pero; 2018. 79 p. (In Russ.)]

22. Janz V, Löchel J, Trampuz A, Schaser KD, Hofer A, Wassilew GI. Risk factors and management strategies for early and late infections following reconstruction with special tumour endoprostheses. *Orthopade.* 2020;49(2):142–148. DOI: 10.1007/s00132-020-03872-1.

23. Jämsen E, Nevalainen P, Eskelinen A, Huotari K, Kalliovalkama J, Moilanen T. Obesity, diabetes, and preoperative hyperglycemia as predictors of periprosthetic joint infection: A single-center analysis of 7181 primary hip and knee replacements for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg.* 2012;94(14):e101. DOI: 10.2106/JBJS.J.01935.

24. Abdulla I, Mahdavi S, Khong H, Gill R, Powell J, Johnston DK, Sharma R. Does body mass index affect the rate of adverse outcomes in total hip and knee arthroplasty? A retrospective review of a total joint replacement database. *Can J Surg.* 2020;63(2):E142–E149. DOI: 10.1503/cjs.006719.

25. Alvi HM, Mednick RE, Krishnan V, Kwasny MJ, Beal MD, Manning DW. The effect of BMI on 30 day outcomes following total joint arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2015;30:1113–1117. DOI: 10.1016/j.arth.2015.01.049.

26. Somayaji R, Barnabe C, Martin L. Risk factors for infection following total joint arthroplasty in rheumatoid arthritis. *Open Rheumatol J.* 2013;7(1):119–124. DOI: 10.2174/1874312920131210005.

27. Зубрицкий В.Ф., Козлов Ю.А. Инфекционные осложнения в эндопротезировании крупных суставов. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова.* 2012;7(1):98–103. [Zubritsky VF, Kozlov YuA. Infectious complications during large joint replacement. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra imeni NI Pirogova.* 2012;7(1):98–103. (In Russ.)]

28. Храмов А.Э., Макаров М.А., Бялик Е.И., Макаров С.А., Белов Б.С., Павлов В.П., Рыбников А.В., Амirdжанова В.Н. Проблемы диагностики, профилактики и лечения перипротезной инфекции у больных ревматическими заболеваниями. *Научно-практическая ревматология.* 2015;53(5):558–563. [Khramov AE, Makarov MA, Byalik EI, Makarov SA, Belov BS, Pavlov VP, Rybnikov AV, Amirdzhanova VN. Periprosthetic joint infection in patients with rheumatic diseases: the problems of diagnosis, prevention, and treatment. *Rheumatology Science and Practice.* 2015;53(5):558–563. (In Russ.)] DOI: 10.14412/1995-4484-2015-558-563.

29. Белов Б.С., Макаров С.А., Бялик Е.И. Бактериальный (септический) артрит и инфекция протезированного сустава. *Научно-практическая ревматология.* 2017;55(2):192–200. [Belov BS, Makarov SA, Byalik EI. Bacterial (septic) arthritis and prosthetic joint infection. *Rheumatology Science and Practice.* 2017;55(2):192–200. (In Russ.)] DOI: 10.14412/1995-4484-2017-192-200.

30. Antonelli B, Chen AF. Reducing the risk of infection after total joint arthroplasty: preoperative optimization. *Arthroplasty.* 2019;1(1):4. DOI: 10.1186/s42836-019-0003-7.

31. Борисова Л.В., Николаев Н.С., Преображенская Е.В., Пчелова Н.Н., Дидиченко С.Н. Причины возникновения инфекционных осложнений после артро-

пластики тазобедренных суставов и мероприятия по их снижению. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2018;(2):9–13. [Borisova LV, Nikolaev NS, Preobrazhenskaya EV, Pchelova NN, Didichenko SN. Causes of infectious complications after hip arthroplasty and measures to reduce them. *Kafedra travmatologii i ortopedii*. 2018;(2):9–13. (In Russ.)] DOI: 10.17238/issn2226-2016.2018.2.9-13.

32. Николаев Н.С., Борисова Л.В., Пчелова Н.Н., Орлова А.В., Каралин А.Н. Практические рекомендации по диагностике имплант-ассоциированной инфекции при эндопротезировании крупных суставов в современных условиях. *Медицинский альманах*. 2016;(3):40–45. [Nikolaev NS, Borisova LV, Pchelova NN, Orlova AV, Karalin AN. Practical recommendations concerning diagnostics of implant-associated infection in the course of endoprosthetics of large joints under modern conditions. *Medical Almanac*. 2016;(3):40–45. (In Russ.)]

33. Stewart PS, Costerton JW. Antibiotic resistance of bacteria in biofilms. *Lancet*. 2001;358(9276):135–138. DOI: 10.1016/S0140-6736(01)05321-1.

34. Scheuermann-Poley C, Wagner C, Hoffmann J, Moter A, Willy C. Bedeutung des Biofilms für die Infektbehandlung in der Unfallchirurgie. *Der Unfallchirurg*. 2017;120:461–471. [Scheuermann-Poley C, Wagner C, Hoffmann J, Moter A, Willy C. The significance of biofilm for the treatment of infections in orthopedic surgery. *Unfallchirurg*. 2017;120:461–471. (In Germ.)] DOI: 10.1007/s00113-017-0361-y.

35. Гостищев В.К., Омеляновский В.В. Пути и возможности профилактики инфекционных осложнений в хирургии. *Хирургия*. 1997;(8):11–15. [Gostishchev VK, Omel'yanovskiy VV. Ways and possibilities of prevention of infectious complications in surgery. *Khirurgiya*. 1997;(8):11–15. (In Russ.)]

36. Принципы организации периоперационной антибиотикопрофилактики в учреждениях здравоохранения. Федеральные клинические рекомендации. М.: Национальная ассоциация специалистов по контролю инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи; 2014. 42 с. [Printsiipy organizatsii perioperatsionnoy antibiotikoprofilaktiki v uchrezhdeniyakh zdravookhraneniya. Federal'nye klinicheskie rekomendatsii. (Organization perioperative antibiotic prophylaxis principles in healthcare facilities. Federal clinical guidelines.) Moscow: Natsional'naya assotsiatsiya spetsialistov po kontrolyu infektsiy, svyazannykh s okazaniem meditsinskoy pomoshchi; 2014. 42 p. (In Russ.)]

37. Kurtz SM, Ong KL, Lau E, Bozic KJ, Berry D, Parvizi J. Prosthetic joint infection risk after TKA in the medicare population. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(1):52–56. DOI: 10.1007/s11999-009-1013-5.

38. Fujiwara T, Ebihara T, Kitade K, Setsu N, Endo M, Iida K, Matsumoto Y, Matsunobu T, Oda Y, Iwamoto Y, Nakashima Y. Risk factors of periprosthetic infection in patients with tumor prostheses following resection for musculoskeletal tumor of the lower limb. *J Clin Med*. 2020;9(10):3133. DOI: 10.3390/jcm9103133.

39. Фадеев Е.М., Бубнова Н.А., Синенченко Г.И., Ткаченко А.Н. Возможности прогноза местных гнойно-воспалительных осложнений при эндопротезировании коленного сустава (обзор литературы). *Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке*. 2016;18(8):34–41. [Fadeev EM, Bubnova NA, Sinenchenko GI, Tkachenko AN. Possibility of infectious complications prognosing after surgical interventions for a knee arthroplasty (publications overview). *Health & education millennium*. 2016;18(8):34–41. (In Russ.)]

40. Wang J, Zhu C, Cheng T, Peng X, Zhang W, Qin H, Zhang X. A systematic review and meta-analysis of antibiotic impregnated bone cement use in primary total hip or knee arthroplasty. *PLoS One*. 2013;8(12):e82745. DOI: 10.1371/journal.pone.0082745.

41. Борисов Д.Б., Киров М.Ю. Эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов: эпидемиологические аспекты и влияние на качество жизни. *Экология человека*. 2013;(8):52–57. [Borisov DB, Kirov MY. Endoprosthesis replacement of hip and knee joints: epidemiological aspects and effect on quality of life. *Ekologiya cheloveka*. 2013;(8):52–57. (In Russ.)] DOI: 10.33396/1728-0869-2013-8-52-57.

42. Morii T, Morioka H, Ueda T, Araki N, Hashimoto N, Kawai A, Mochizuki K, Ichimura S. Deep infection in tumor endoprosthesis around the knee: a multi-institutional study by the Japanese musculoskeletal oncology group. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14:51. DOI: 10.1186/1471-2474-14-51.

Сведения об авторах

Булычёва Ирина Алексеевна, асс., каф. эпидемиологии и доказательной медицины, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; врач-эпидемиолог ГАУЗ «Городская поликлиника №21» г. Казани; irina.a.bulycheva@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7289-3037>

Кондратьева Ксения Алексеевна, орд., каф. госпитальной педиатрии, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; ksenia97@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3004-0412>

Якупова Гульнара Расимовна, орд., каф. профилактической медицины, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; gulnarochka_97@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2217-7352>

Локоткова Алла Ильинична, канд. мед. наук., доц., каф. эпидемиологии и доказательной медицины, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; Allalok12@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4482-6050>

Мамкеев Эльдар Хамзиевич, канд. мед. наук., доц., каф. эпидемиологии и дезинфектологии, ФГБОУ ДПО Казанская ГМА Минздрава России; mamkeevv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3781-8629>

Мазитов Марат Рафаэлевич, асс., каф. общей гигиены, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; зам. главного врача по медицинской части, ГАУЗ «Городская поликлиника №21» г. Казани; marat.mazitov@tatar.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2462-3005>

Author details

Irina A. Bulycheva, Assistant, Depart. of Epidemiology and Evidence-based Medicine, Kazan State Medical University, Russia; Epidemiologist, Kazan Outpatient Clinic No. 21, Russia; irina.a.bulycheva@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7289-3037

Ksenija A. Kondratieva, Resident, Depart. of Hospital Pediatrics, Kazan State Medical University, Russia; kseenia97@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3004-0412>

Gulnara R. Yakupova, Resident, Depart. of Preventive Medicine, Kazan State Medical University, Russia; gulnarochka_97@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2217-7352>

Alla I. Lokotkova, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Depart. of Epidemiology and Evidence-based Medicine, Kazan State Medical University, Russia; Allalok12@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4482-6050>

Eldar Kh. Mamkeev, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Depart. of Epidemiology and Disinfectology, Kazan State Medical Academy, Russia; mamkeevv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3781-8629>

Marat R. Mazitov, Assistant, Depart. of General Hygiene, Kazan State Medical University, Russia; Deputy Chief Physician for Medical Affairs, Kazan Outpatient Clinic No. 21, Russia; marat.mazitov@tatar.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2462-3005>