



Научная статья
УДК (616.728.3+616.728.2)-089.844-022-08
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-15526>



Перипротезная инфекция коленного и тазобедренного суставов — можно ли сравнивать результаты лечения?

С.А. Божкова¹, П.М. Преображенский¹, А.А. Кочиш¹, Р.М. Тихилов¹,
В.А. Артюх¹, О.А. Клиценко²

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Актуальность. Известно, что на исходы лечения пациентов с перипротезной инфекцией (ППИ) значимое влияние оказывают состояние организма пациента и тканей в области инфекционного очага, характер возбудителя, тактика проведенного лечения. Однако топографо-анатомические особенности кровоснабжения коленного и тазобедренного суставов, а также объема мягких тканей также могут влиять на спектр возбудителей, проявления инфекционного процесса и, как следствие, на эффективность лечения.

Цель исследования — провести сравнительный анализ соматического статуса пациентов, этиологии инфекционного процесса и эффективности лечения перипротезной инфекции в зависимости от ее локализации.

Материал и методы. Проведено когортное ретроспективное исследование. Изучены истории болезни 337 пациентов: 119 с ППИ после эндопротезирования коленного сустава (КС) и 218 — после эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС), прошедших лечение с применением двухэтапной методики с 2007 по 2017 г. Проведен сравнительный анализ структуры возбудителей ППИ и сопутствующей патологии между пациентами с ППИ КС и ТБС, определена частота купирования инфекции в обеих группах после первого этапа лечения.

Результаты. Рецидив диагностировали в 4 раза чаще у пациентов с ППИ ТБС относительно ППИ КС. Факторами риска рецидива были граммотрицательные возбудители, микробные ассоциации и свищевые формы инфекционного процесса. Локализация инфекционного процесса в области ТБС ассоциирована со статистически значимо большим объемом кровопотери на фоне более длительной операции санлирующего этапа.

Заключение. Рецидивы перипротезной инфекции чаще происходят в области тазобедренного сустава по сравнению с коленным суставом. Необходим дальнейший анализ критически важных факторов развития рецидива с целью возможного воздействия на них.

Ключевые слова: перипротезная инфекция, эндопротезирование тазобедренного сустава, эндопротезирование коленного сустава, коморбидность, этиология.

Для цитирования: Божкова С.А., Преображенский П.М., Кочиш А.А., Тихилов Р.М., Артюх В.А., Клиценко О.А. Перипротезная инфекция коленного и тазобедренного суставов — можно ли сравнивать результаты лечения? *Травматология и ортопедия России.* 2023;29(4):5-13. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-15526>.

Кочиш Андрей Александрович; e-mail: kochishman@gmail.com

Рукопись получена: 13.08.2023. Рукопись одобрена: 31.10.2023. Статья опубликована онлайн: 20.11.2023.

© Божкова С.А., Преображенский П.М., Кочиш А.А., Тихилов Р.М., Артюх В.А., Клиценко О.А., 2023



Periprosthetic Knee and Hip Infection – Is It Possible to Compare Treatment Outcomes?

Svetlana A. Bozhkova¹, Petr M. Preobrazhensky¹, Andrey A. Kochish¹,
Rashid M. Tikhilov^{1,2}, Vasily A. Artyukh¹, Olga A. Klitsenko²

¹ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. It is known that the outcomes of patients treatment with periprosthetic joint infection (PJI) are significantly influenced by the state of the patient's body, the nature of the pathogen, the state of tissues in the area of the infectious focus and the treatment tactics. However, topographic and anatomical features of the blood supply to the knee and hip joints, as well as the volume of soft tissues, can affect the spectrum of pathogens, manifestations of the infectious process and, as a consequence, the effectiveness of treatment.

The aim of the study was to conduct a comparative analysis of the somatic status of patients, the etiology of the infectious process and the effectiveness of treatment of PJI depending on its localization.

Methods. A single-center retrospective study was conducted. The cases of 337 patients were studied – 119 patients with knee and 218 patients with hip PJI who underwent treatment with a two-stage technique during the period from 2007 to 2017. A comparative analysis of the PJI pathogens structure and concomitant pathology between patients with hip and knee PJI was carried out. The frequency of infection relief in the groups following the first stage was counted.

Results. Recurrence was diagnosed four times more frequently in patients with hip PJI compared to knee PJI. Risk factors for recurrence were gram-negative pathogens, microbial associations, and fistulous forms of the infectious process. Localization of the infectious process in the hip area was associated with a statistically significant greater volume of blood loss during the prolonged debridement surgery.

Conclusion. Recurrences of PJI occur more frequently in the hip area compared to the knee joint. Further analysis of critical factors in recurrence development is necessary for potential intervention.

Keywords: periprosthetic joint infection, hip arthroplasty, knee arthroplasty, comorbidity, etiology.

Cite as: Bozhkova S.A., Preobrazhensky P.M., Kochish A.A., Tikhilov R.M., Artyukh V.A., Klitsenko O.A. Periprosthetic Knee and Hip Infection – Is It Possible to Compare Treatment Outcomes? *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(4):5-13. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-15526>.

✉ Andrey A. Kochish; e-mail: kochishman@gmail.com

Submitted: 13.08.2023. Accepted: 31.10.2023. Published Online: 20.11.2023.

© Bozhkova S.A., Preobrazhensky P.M., Kochish A.A., Tikhilov R.M., Artyukh V.A., Klitsenko O.A., 2023

ВВЕДЕНИЕ

Перипротезная инфекция (ППИ) после эндопротезирования крупных суставов является наиболее опасным его осложнением. Она неизменно входит в тройку наиболее распространенных причин реэндопротезирования наряду с вывихами и асептической нестабильностью [1, 2]. ППИ занимает первое место по частоте встречаемости, неизменно растут ее абсолютные значения, что приводит к колоссальным финансовым затратам на ее лечение [3, 4]. Высокий риск рецидивов, наряду с увеличением частоты выделения трудных для эрадикации (ТДЭ) возбудителей, вынуждает хирургов по-прежнему обращаться к двухэтапной методике лечения, включающей санацию с установкой антимикробного спейсера и последующим реэндопротезированием [5, 6]. Несмотря на то, что данный метод является общепризнанным для лечения хронической ППИ, частота рецидивов остается высокой и варьирует в диапазоне от 10 до 30% [7, 8].

В настоящее время активно изучаются факторы риска манифестации и рецидива ППИ, связанные с пациентом: ожирение, хроническая патология печени и почек, системные заболевания, наличие зависимостей [9, 10, 11]. Однако влияние локализации инфекционного процесса, т.е. анатомического фактора, изучено недостаточно. Коленный сустав (КС) и тазобедренный сустав (ТБС) имеют свои топографо-анатомические особенности кровоснабжения с различным массивом мягких тканей в проекции хирургического доступа. Близость к органам малого таза для ТБС или малый слой клетчатки в области КС потенциально могут влиять на спектр возбудителей ППИ и частоту развития свищевого хода.

Анализ литературы по теме исследования выявил малое количество публикаций, посвященных сравнительному анализу факторов риска развития рецидива ППИ в зависимости от ее локализации. Новые данные об особенностях инфекционного процесса различных локализаций и их влиянии на исход позволят повысить эффективность лечения данной категории пациентов.

Цель исследования — провести сравнительный анализ соматического статуса пациентов, этиологии инфекционного процесса и эффективности лечения хронической перипротезной инфекции в зависимости от ее локализации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Ретроспективное когортное исследование проведено на основании анализа медицинской документации и телефонных опросов 337 пациентов

с ППИ после первичного эндопротезирования: 119 пациентов с ППИ КС и 218 пациентов с ППИ ТБС. Пациенты прошли лечение в клинике НМИЦ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена с 2007 по 2017 г.

Критерий включения в исследование: впервые выявленная ППИ с последующим выполнением пациенту санирующей операции с установкой антимикробного спейсера.

Критериями невключения в исследование были ревизии сустава в анамнезе, наличие системной воспалительной реакции при поступлении и использование жгута при санации коленного сустава.

Диагностика ППИ выполнялась на основе критериев Согласительной международной конференции по перипротезной инфекции [12]. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от локализации инфекционного процесса: группа 1 — в области КС, группа 2 — в области ТБС. В обеих группах были изучены сроки госпитализации, длительность санирующей операции, объем кровопотери, спектр возбудителей ППИ, индекс коморбидности [13], тип инфекции по W. Zimmerli, доля пациентов со свищевой формой инфекции, эффективность купирования ППИ.

Для анализа спектра возбудителей учитывали результаты микробиологического исследования тканевых биоптатов и соникационной жидкости после ультразвуковой обработки удаленных конструкций. Тип инфекции определяли согласно классификации W. Zimmerli, основанной на сроках манифестации инфекционного процесса после первичного эндопротезирования [14]. В ней выделены три типа инфекции: ранняя (срок манифестации менее 3 мес.), отсроченная (срок манифестации от 3 до 12 мес.) и поздняя (более 12 мес.).

Для получения суммарного балла коморбидности была проанализирована частота встречаемости патологий, которые могут оказывать влияние на исход лечения. Итоговый балл коморбидности получали путем суммирования баллов по всем нозологиям в соответствии со степенью их выраженности [13].

Эффективность купирования хронической инфекции оценивали при поступлении пациентов на второй этап хирургического лечения. Средний срок наблюдения за пациентами после выполнения первого этапа составил 180 дней (МКИ 150–195). Критериями эрадикации инфекции считали отсутствие клинических и лабораторных признаков инфекционного процесса, а также отсутствие данных о рецидиве между этапами лечения. Одиннадцать пациентов с ППИ КС были исключены из анализа эффективности лечения по причине отсутствия связи с ними на момент проведения исследования.

Статистический анализ

Полученные данные анализировали при помощи программы StatSoft STATISTICA 10. Сравнение частот качественных характеристик (пол, тип ППИ, эффективность лечения) проводили при помощи методов χ^2 и Пирсона. Для характеристики величин использовали медиану (Me) и межквартильный интервал (МКИ) (Q1–Q3; 25–75%). При анализе различий количественных данных (возраст, длительность госпитализации и операции, суммарный балл коморбидности) в изучаемых группах использовали критерий Манна–Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Для оценки риска развития рецидива по правилам доказательной медицины рассчитывали относительный риск (ОР) с 95% доверительным интервалом (ДИ).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено преобладание женщин над мужчинами в общей когорте пациентов, включенных в исследование (табл. 1). Доля женщин среди пациентов с ППИ КС была значимо выше ($p = 0,03$), чем соответствующий показатель в группе пациентов с ППИ ТБС. Возраст пациентов составил от 22 лет до 87, Me — 62 года, МКИ 53–69 лет. Пациенты с локализацией инфекции в области КС были значимо старше пациентов с ППИ ТБС ($p = 0,004$).

Вне зависимости от локализации инфекционного процесса преобладающим типом инфекции (51,6%) была поздняя инфекция с манифестацией симптомов через год и более после эндопротезирования. Свищевая форма (СФ) ППИ встречалась в половине всех наблюдений (50,7%), однако сравнительный анализ установил ее статистически значимое преобладание среди пациентов с локализацией очага инфекции в области ТБС ($p < 0,05$).

Индекс коморбидности варьировал в диапазоне от 5 до 12 баллов (табл. 2). При этом пациенты с ППИ КС в среднем имели более высокий уровень этого показателя, чем в группе с ППИ ТБС ($p = 0,01$).

Продолжительность операции ($p = 0,00$), объем интраоперационной кровопотери ($p = 0,00$) и длительность госпитализации ($p = 0,02$), напротив, были существенно выше у пациентов с локализацией инфекции в области ТБС.

Эффективность купирования ППИ после санитизирующего этапа в общей когорте пациентов составила 83,8% (табл. 3). Обращает на себя внимание статистически значимое преобладание частоты неблагоприятных исходов лечения среди пациентов с инфекцией в области ТБС относительно КС ($p = 0,002$).

Таблица 1

Характеристика пациентов, % (n)

Показатель	Всего, n = 337	Группа КС, n = 119	Группа ТБС, n = 218	p
Мужчины	39,8 (134)	32,0 (38)	44,0 (96)	0,03
Женщины	60,2 (203)	68,0 (81)	56,0 (122)	
Возраст, лет	62 (53–69)	64 (58–69)	61 (50–70)	0,004
Тип ППИ:				
ранняя	24,6 (83)	26,7 (32)	23,4 (51)	>0,05
отсроченная	23,7 (80)	26,0 (31)	22,5 (49)	>0,05
поздняя	51,6 (174)	47,0 (56)	54,1 (118)	>0,05
Форма ППИ:				
свищевая	50,7 (171)	27,7 (33)	63,3 (138)	0,00
несвищевая	49,3 (166)	72,3 (86)	36,7 (80)	0,00

Статистически значимые показатели выделены жирным шрифтом.

Таблица 2

Изучаемые показатели в группах сравнения

Показатель	Группа КС	Группа ТБС	p
Индекс коморбидности	9 (7–12)	8 (5–11)	0,01
Сроки госпитализации, дни	23 (19–27)	25 (21–31)	0,02
Время операции, мин	165 (135–190)	190 (160–220)	0,000
Кровопотеря, мл	650 (400–900)	800 (500–1100)	0,001

Статистически значимые показатели выделены жирным шрифтом.

Таблица 3

Исходы перед вторым этапом лечения, % (n)

Исход	Всего	Группа КС	Группа ТБС	p
Рецидив	16,2 (49)	5,0 (5)	21,8 (44)	0,002
Ремиссия	83,8 (254)	95,0 (96)	78,2 (158)	>0,05
Всего	100 (303)	100 (101)	100 (202)	н/о

Статистически значимые показатели выделены жирным шрифтом; н/о — не определялся.

В спектре ведущих возбудителей ППИ в обеих группах пациентов преобладали стафилококки (54,2%) (табл. 4). При этом у пациентов с локализацией инфекции в области КС незначительно превалировал *Staphylococcus epidermidis*, а в области ТБС — *Staphylococcus aureus*. Значимых расхождений в частоте встречаемости микробов между группами не выявлено за исключением *Propionibacterium* sp. Данного возбудителя значительно чаще изолировали из биоматериала пациентов с ППИ КС ($p = 0,04$).

Дальнейший анализ структуры возбудителей был сфокусирован на изучении частоты рецидивов ППИ у пациентов с инфекцией различной локали-

зации (табл. 5). Установлено, что монобактериальная инфекция, вызванная грамположительными (Гр(+)) бактериями, значимо чаще ($p < 0,05$) рецидивировала при локализации инфекционного процесса в области ТБС. У пациентов с ППИ КС выделение грамотрицательных (Гр(-)) патогенов в 7 раз увеличивало риск развития рецидива (ОР — 7,3; 95% ДИ 1,2 — 45,9) в сравнении с Гр(+) возбудителями инфекции.

Микробные ассоциации встречались преимущественно у пациентов с ППИ ТБС, при этом участие в них Гр(-) бактерий увеличивало риск развития рецидивов более чем в 2 раза (ОР — 2,3; 95% ДИ 0,7–7,3).

Таблица 4

Структура возбудителей ППИ в группах, % (n)

Возбудитель	Группа КС	Группа ТБС	p
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	29,2 (40)	28,1 (74)	>0,05
<i>Staphylococcus aureus</i>	27,0 (37)	33,4 (88)	>0,05
<i>Enterococcus</i> sp.	8,8 (12)	7,2 (19)	>0,05
<i>Propionibacterium</i> sp.	7,3 (10)	1,9 (5)	0,04
Сем. <i>Enterobacteriaceae</i>	6,6 (9)	4,2 (11)	>0,05
КНС	5,1 (7)	4,6 (12)	>0,05
<i>Streptococcus</i> sp.	4,4 (6)	6,1 (16)	>0,05
НГОБ	4,4 (6)	6,5 (17)	>0,05
Прочие	4,4 (6)	4,9 (12)	>0,05
<i>Corynebacterium</i> sp.	2,9 (4)	1,9 (5)	>0,05
<i>Candida</i> sp.	0,0 (0)	1,5 (4)	>0,05
Всего м/о	100 (137)	100 (263)	>0,05

Статистически значимые показатели выделены жирным шрифтом. КНС — коагулазонегативные стафилококки (кроме *S. epidermidis*); сем. *Enterobacteriaceae* — включая *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*; НГОБ — неферментирующие грамотрицательные бактерии: *Ps. Aeruginosa*, *Acinetobacter* sp.

**Частота рецидивов у пациентов с моно-/полимикробной формой ППИ
в группах, % (n / N)**

Случаи ППИ	Рецидив		p
	Группа КС	Группа ТБС	
ММФ (Гр+)	3,0 (2/66)	22,2 (30/135)	0,002
ММФ (Гр-)	22,2 (2/9)	23,1 (3/13)	>0,05
ПМФ (Гр+)	6,7 (1/15)	15,4 (4/26)	>0,05
ПМФ (Гр+ и Гр-)	0,0 (0/3)	35,7 (5/14)	н/о
Нет роста	0,0 (0/6)	10,0 (1/10)	н/о
Грибы	0,0 (0/2)	25,0 (1/4)	н/о
Всего	5,0* (5/101)	21,8* (44/202)	0,002

ММФ — мономикробная форма; ПМФ — полимикробная форма; н/о — не определялся; n — количество пациентов с рецидивом ППИ; N — число пациентов с конкретной формой ППИ; * — средняя частота рецидивов в группе.

Статистически значимые показатели выделены жирным шрифтом.

ОБСУЖДЕНИЕ

Этапное резэндопротезирование остается конкурентоспособной методикой лечения пациентов с ППИ, несмотря на обнадеживающие результаты одноэтапной хирургической стратегии в последнее десятилетие. Описывая преимущества одноэтапного резэндопротезирования и постепенно расширяя показания к нему на основе полученных данных о сопоставимой эффективности эрадикации инфекции, авторы ряда статей тем не менее говорят и о значимой роли двухэтапного алгоритма. Так, для пациентов с отягощенным соматическим статусом, ожирением, наличием свищевого хода, выявленными полирезистентными возбудителями этапное резэндопротезирование является предпочтительным. Учитывая, что доля вышеупомянутых категорий пациентов остается значительной, такая стратегия по-прежнему сохраняет актуальность [15, 16, 17].

Распространенность остеоартроза тазобедренного и коленного суставов выше у женщин, чем у мужчин, и заболеваемость увеличивается в период менопаузы (уменьшение объема хряща, потеря костной массы). Этот факт находит отражение в структуре пациентов, которым выполняется первичное эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов [18, 19].

Похожее соотношение сохраняется и у пациентов с ППИ ТБС и КС, что подтверждают данные нашего исследования. Однако доля мужчин в структуре пациентов с инфекционными осложнениями становится выше, что может быть связано с тем, что принадлежность к мужскому полу, по данным научных публикаций, является независимым фактором риска ППИ [20, 21].

С. Ху с соавторами показали, что одним из предрасполагающих факторов развития свищевой формы ППИ является локализация инфекционного процесса. По их данным, развитие ППИ после эндопротезирования ТБС значимо чаще сопровождалось формированием свищевого хода (25,4%) по сравнению с локализацией инфекционного процесса в области КС (18,5%) [22]. Согласно данным нашего исследования, у подавляющей доли пациентов с ППИ ТБС течение заболевания сопровождалось присутствием свищевого хода (63,5%), что статистически значимо выше, чем в схожих исследованиях иностранных коллег. Аналогичный показатель среди пациентов с ППИ КС был сопоставим с международной статистикой — 27,7%. По данным А. Gabrielli с соавторами, частота встречаемости свищевых форм ППИ ТБС и КС сопоставима — 24,2% и 20,5% соответственно [23].

Суммарный балл индекса коморбидности в обеих группах в нашем исследовании соответствовал среднему риску развития рецидива [13]. Несмотря на более высокий балл коморбидности, эффективность санлирующего этапа была выше у пациентов с ППИ КС, что может быть связано с большей частотой свищевых форм у пациентов с ППИ ТБС, которые сопровождаются в значительной части случаев выраженным воспалением мягких тканей или, возможно, наличием других факторов риска [24, 25]. Например, выявленная в нашем исследовании значимо большая продолжительность санлирующей операции с имплантацией спейсера и связанная с этим большая интраоперационная кровопотеря также являются предрасполагающими факторами риска рецидива ППИ.

Анализ исходов лечения пациентов с ППИ ТБС выявил существенное негативное влияние микробных ассоциаций с Гр(-) бактериями на эффективность первого этапа хирургического лечения. Наличие подобных ТДЭ возбудителей более чем в два раза увеличивало риск неудачи, что подтверждает результаты более ранних исследований [26, 27, 28].

Стафилококки были лидирующими патогенами ППИ в обеих группах исследования, что определяется их свойством формирования микробных биопленок [29]. Несмотря на то, что видовая структура патогенов, за исключением более частого выделения *Propionibacterium* sp. из материала пациентов с инфекцией в области коленного сустава ($p = 0,04$), была схожей, микробные ассоциации чаще были причиной ППИ ТБС.

Также установлено негативное влияние Гр(-) возбудителей на эффективность этапа санации монобактериальной ППИ КС: риск рецидива был выше в 7 раз в сравнении с Гр(+) возбудителями (ОР — 7,3; 95% ДИ 1,2–45,9). При локализации монобактериальной инфекции в области ТБС такой зависимости выявлено не было. Аналогичную негативную тенденцию участия Гр(-) патогенов в этиологии ППИ выявили также В. Zmistowski с соавторами, по данным которых, частота рецидивов инфекции, вызванной Гр(-) и Гр(+) возбудителями, составила соответственно 48% и 31% [30].

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Божкова С.А. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста статьи, интерпретация полученных данных.

Преображенский П.М. — анализ и интерпретация полученных данных, написание текста статьи.

Кочиш А.А. — сбор, статистическая обработка данных, написание текста статьи.

Тихилов Р.М. — концепция исследования, редактирование текста статьи.

Артюх В.А. — анализ и интерпретация полученных данных, редактирование текста статьи.

Клиценко О.А. — статистическая обработка данных, редактирование текста статьи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Источник финансирования. Работа проведена в рамках выполнения Государственного задания Минздрава России № 056-00055-23-00.

Возможный конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Не применима.

Ограничения исследования

Данное исследование имеет ограничения в силу ретроспективного характера и неравного количества пациентов в группах сравнения. Однако этот недостаток был нивелирован строгими критериями включения в исследование и адекватными статистическими методами обработки данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало наличие существенных различий в эффективности санирующего этапа двухэтапного лечения пациентов с впервые выявленной перипротезной инфекцией в зависимости от локализации инфекционного очага. Инфекционный процесс в области тазобедренного сустава характеризовался большей частотой рецидивирования по сравнению с коленным суставом. К прогностически неблагоприятным факторам можно отнести участие Гр(-) возбудителей и микробных ассоциаций в этиологии инфекции, наличие свищевого хода и, как следствие, большую длительность операции и объем кровопотери.

Необходимы дальнейшие исследования для выявления полного спектра наиболее значимых факторов риска развития рецидива инфекционного процесса и разработки мер по их возможной модификации или нивелированию их негативно-го воздействия в зависимости от локализации перипротезной инфекции.

DISCLAIMERS

Author contribution

Bozhkova S.A. — research concept and design, manuscript writing and editing, data analysis and interpretation.

Preobrazhensky P.M. — data analysis and interpretation, manuscript writing.

Kochish A.A. — data collection and analysis, data statistical processing, manuscript writing.

Tikhilov R.M. — research concept, drafting the article.

Artyukh V.A. — data analysis and interpretation, manuscript editing.

Klitsenko O.A. — data statistical processing, drafting the article.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

Funding source. State budget financing.

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

Ethics approval. Not applicable.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на участие в исследовании.

Consent for publication. The authors obtained written consent from patients to participate in the study.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES):

- Postler A., Lützner C., Beyer F., Tille E., Lützner J. Analysis of Total Knee Arthroplasty revision causes. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):55. doi: 10.1186/s12891-018-1977-y.
- Boelch S.P., Jakuscheit A., Doerries S., Fraissler L., Hoberg M., Arnholdt J. et al. Periprosthetic infection is the major indication for TKA revision – experiences from a university referral arthroplasty center. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):395. doi: 10.1186/s12891-018-2314-1.
- Premkumar A., Kolin D.A., Farley K.X., Wilson J.M., McLawhorn A.S., Cross M.B. et al. Projected Economic Burden of Periprosthetic Joint Infection of the Hip and Knee in the United States. *J Arthroplasty.* 2021;36(5): 1484-1489.e3. doi: 10.1016/j.arth.2020.12.005.
- Kurtz S.M., Higgs G.B., Lau E., Iorio R.R., Courtney P.M., Parvizi J. Hospital Costs for Unsuccessful Two-Stage Revisions for Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty.* 2022;37(2):205-212. doi: 10.1016/j.arth.2021.10.018.
- Rava A., Bruzzone M., Cottino U., Enrietti E., Rossi R. Hip Spacers in Two-Stage Revision for Periprosthetic Joint Infection: A Review of Literature. *Joints.* 2019;7(2):56-63. doi: 10.1055/s-0039-1697608.
- Kini S.G., Gabr A., Das R., Sukeik M., Haddad F.S. Two-stage Revision for Periprosthetic Hip and Knee Joint Infections. *Open Orthop J.* 2016;10:579-588. doi: 10.2174/1874325001610010579.
- Ермаков А.М., Ключин Н.М., Абабков Ю.В., Тряпичников А.С., Коюшков А.Н. Оценка эффективности двухэтапного хирургического лечения больных с перипротезной инфекцией коленного и тазобедренного суставов. *Гений ортопедии.* 2018;24(3):321-326. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-3-321-326. Ermakov A.M., Kliushin N.M., Ababkov Yu.V., Triapichnikov A.S., Koiushkov A.N. Efficiency of two-stage revision arthroplasty in management of periprosthetic knee and hip joint infection. *Genij Ortopedii.* 2018;24(3): 321-326. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-3-321-326. (In Russian).
- Craig A., King S.W., van Duren B.H., Veysi V.T., Jain S., Palan J. Articular spacers in two-stage revision arthroplasty for prosthetic joint infection of the hip and the knee. *EFORT Open Rev.* 2022;7(2):137-152. doi: 10.1530/EOR-21-0037.
- Ren X., Ling L., Qi L., Liu Z., Zhang W., Yang Z. et al. Patients' risk factors for periprosthetic joint infection in primary total hip arthroplasty: a meta-analysis of 40 studies. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22(1):776. doi: 10.1186/s12891-021-04647-1.
- Kong L., Cao J., Zhang Y., Ding W., Shen Y. Risk factors for periprosthetic joint infection following primary total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis. *Int Wound J.* 2017;14(3):529-536. doi: 10.1111/iwj.12640.
- Kunutsor S.K., Whitehouse M.R., Blom A.W., Beswick A.D. INFORM Team. Patient-Related Risk Factors for Periprosthetic Joint Infection after Total Joint Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One.* 2016;11(3):e0150866. doi: 10.1371/journal.pone.0150866.
- Parvizi J., Tan T.L., Goswami K., Higuera C., Della Valle C., Chen A.F. et al. The 2018 Definition of Periprosthetic Hip and Knee Infection: An Evidence-Based and Validated Criteria. *J Arthroplasty.* 2018;33(5):1309-1314.e2. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.078.
- Преображенский П.М., Божкова С.А., Каземирский А.В. Расчет индекса коморбидности как фактора риска рецидива перипротезной инфекции после установки спейсера коленного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2022;28(1):7-18. doi: 10.17816/2311-2905-1718. Preobrazhensky P.M., Bozhkova S.A., Kazemirsky A.V. Comorbidity Index as a Risk Factor of Knee PJI Recurrence After Spacer Implantation. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2022;28(1):7-18. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-1718.
- Zimmerli W., Trampuz A., Ochsner P.E. Prosthetic joint infections. *N Engl J Med.* 2004;351(16):1645-1654. doi: 10.1056/NEJMra040181.
- Charette R.S., Melnic C.M. Two-Stage Revision Arthroplasty for the Treatment of Prosthetic Joint Infection. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018;11(3):332-340. doi: 10.1007/s12178-018-9495-y.
- Lazic I., Scheele C., Pohligh F., von Eisenhart-Rothe R., Suren C. Treatment options in PJI – is two-stage still gold standard? *J Orthop.* 2021;23:180-184. doi: 10.1016/j.jor.2020.12.021.
- Pangaud C., Ollivier M., Argenson J.N. Outcome of single-stage versus two-stage exchange for revision knee arthroplasty for chronic periprosthetic infection. *EFORT Open Rev.* 2019;4(8):495-502. doi: 10.1302/2058-5241.4.190003.
- Palazzo C., Nguyen C., Lefevre-Colau M.M., Rannou F., Poiraudou S. Risk factors and burden of osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59(3):134-138. doi: 10.1016/j.rehab.2016.01.006.
- Vina E.R., Kwok C.K. Epidemiology of osteoarthritis: literature update. *Curr Opin Rheumatol.* 2018;30(2): 160-167. doi: 10.1097/BOR.0000000000000479.
- Bae K.J., Chae Y.J., Jung S.J., Gong H.S. Incidence and risk factors for periprosthetic joint infection: A common data model analysis. *Jt Dis Relat Surg.* 2022;33(2):303-313. doi: 10.52512/jdrs.2022.671.
- Rodriguez-Merchan E.C., Delgado-Martinez A.D. Risk Factors for Periprosthetic Joint Infection after Primary Total Knee Arthroplasty. *J Clin Med.* 2022;11(20):6128. doi: 10.3390/jcm11206128.
- Xu C., Wang Q., Kuo F.C., Goswami K., Tan T.L., Parvizi J. The Presence of Sinus Tract Adversely Affects the Outcome of Treatment of Periprosthetic Joint Infections. *J Arthroplasty.* 2019;34(6):1227-1232.e2. doi: 10.1016/j.arth.2019.02.040.
- Gabrielli A.S., Wilson A.E., Wawrose R.A., Dombrowski M., O'Malley M.J., Klatt B.A. The presence of a draining sinus is associated with failure of re-implantation during two-stage exchange arthroplasty. *J Bone Jt Infect.* 2022;7(2):55-60. doi: 10.5194/jbji-7-55-2022.
- Bredeche F., Gounot I., Belgaid V., Macabeo C., Rouhana K., Aubrun F. et al. Anemia before reimplantation surgery - An overlooked modifiable risk factor of septic revision knee arthroplasty failure. *SICOT J.* 2020;6:47. doi: 10.1051/sicotj/2020046.

25. Артюх В.А., Божкова С.А., Бояров А.А., Муравьева Ю.В., Кочиш А.А. Эффективность одноэтапного ревизионного эндопротезирования при свищевой форме хронической перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(2):9-22. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-2-9-22.
- Artyukh V.A., Bozhkova S.A., Boyarov A.A., Muravyova J.V., Kochish A.A. Efficiency of the One-Stage Revision Hip Arthroplasty in Chronic Periprosthetic Joint Infection with Sinus Tract. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(2):9-22. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-2-9-22.
26. Preobrazhensky P., Bozhkova S., Kochish A., Tikhilov R., Kazemirsky A. Comparative analysis of pathogen structure in patients with PJI after primary total hip and knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021;141(11):1963-1969. doi: 10.1007/s00402-021-04139-w.
27. Li H., Fu J., Niu E., Chai W., Xu C., Hao L.B. et al. The risk factors of polymicrobial periprosthetic joint infection: a single-center retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):780. doi: 10.1186/s12891-021-04664-0.
28. Efremov K., Benedetti Valentini M., De Maio F., Potenza V., Caterini R. et al. Periprosthetic hip and knee infections: comparison of etiology, perioperative management and costs. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2019;23(2 Suppl):217-223. doi: 10.26355/eurev_201904_17496.
29. Paharik A.E., Horswill A.R. The Staphylococcal Biofilm: Adhesins, Regulation, and Host Response. *Microbiol Spectr*. 2016;4(2):10.1128/microbiolspec.VMBF-0022-2015. doi: 10.1128/microbiolspec.VMBF-0022-2015.
30. Zmistowski B., Fedorka C.J., Sheehan E., Deirmengian G., Austin M.S., Parvizi J. Prosthetic joint infection caused by gram-negative organisms. *J Arthroplasty*. 2011;26(6 Suppl):104-108. doi: 10.1016/j.arth.2011.03.044.

Сведения об авторах

✉ Кочиш Андрей Александрович — канд. мед. наук

Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,

ул. Академика Байкова, д. 8

e-mail: kochishman@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8573-1096>

Божкова Светлана Анатольевна — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

e-mail: clinpharm-rniito@yandex.ru

Преображенский Петр Михайлович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-9569-1566>

e-mail: pedrro@yandex.ru

Тихилов Рашид Муртузалиевич — чл.-корр. РАН,

д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>

e-mail: rtikhilov@gmail.com

Артюх Василий Алексеевич — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-5087-6081>

e-mail: artyukhva@mail.ru

Клиценко Ольга Анатольевна — канд. биол. наук

<https://orcid.org/0000-0002-2686-8786>

e-mail: olkl@yandex.ru

Authors' information

✉ Andrey A. Kochish — Cand. Sci. (Med.)

Address: 8, Akademika Baykova str., St. Petersburg,

195427, Russia

e-mail: kochishman@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8573-1096>

Svetlana A. Bozhkova — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

e-mail: clinpharm-rniito@yandex.ru

Petr M. Preobrazhensky — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-9569-1566>

e-mail: pedrro@yandex.ru

Rashid M. Tikhilov — Dr. Sci. (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>

e-mail: rtikhilov@gmail.com

Vasily A. Artyukh — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-5087-6081>

e-mail: artyukhva@mail.ru

Olga A. Klitsenko — Cand. Sci. (Biol.)

<https://orcid.org/0000-0002-2686-8786>

e-mail: olkl@yandex.ru