

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПЕРИПРОТЕЗНУЮ ИНФЕКЦИЮ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА: ФАКТОРЫ РИСКА, ДИАГНОСТИКА И АЛГОРИТМЫ ЛЕЧЕНИЯ

Глазков И. Р.

Государственное бюджетное учреждение Донецкой Народной Республики «Республиканский центр травматологии, ортопедии и нейрохирургии», Донецк, Донецкая Народная Республика, Российская Федерация, e-mail: glazkovi95@gmail.com

Перипротезная инфекция остается одним из наиболее тяжелых осложнений после эндопротезирования тазобедренного сустава, ассоциированным с повторными оперативными вмешательствами, значительными экономическими затратами. Несмотря на совершенствование профилактических мер, частота перипротезной инфекции не демонстрирует тенденции к снижению. Цель статьи – на основе анализа современных литературных данных, включая последние рекомендации профильных обществ и данные мировых регистров, представить всесторонний взгляд на эпидемиологию, факторы риска, диагностику и современные алгоритмы лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. Поиск актуальной литературы проводился в базах данных Scopus, PubMed, Web of Science. На начальном этапе было проанализировано 167 источников литературы. В окончательный вариант вошло 49 работ, наиболее точно отвечавших на поставленные вопросы. Анализ данных мировых регистров показывает, что частота перипротезной инфекции остается стабильной на протяжении последних десятилетий, при этом абсолютное число случаев растет пропорционально увеличению объема артропластик. Современная диагностика базируется на интеграции клинических, лабораторных, микробиологических и гистологических данных. Выбор хирургической тактики определяется временными критериями, стабильностью имплантата, состоянием мягких тканей и характеристиками возбудителя. Дебридмент с сохранением имплантата показан при острой инфекции со стабильным имплантатом и интактными мягкими тканями. Одноэтапное ревизионное эндопротезирование является эффективной альтернативой двухэтапному при идентифицированном возбудителе и отсутствии резистентности к антибиотикам, обеспечивая сопоставимые показатели эрадикации инфекции с более быстрым функциональным восстановлением и меньшими экономическими затратами. Двухэтапное ревизионное эндопротезирование, традиционно считавшееся «золотым стандартом», в реальной клинической практике его успех во многом зависит от того, как именно оценивать исходы. Ключевым условием успешного лечения является стандартизированная диагностика и выбор оптимальной хирургической стратегии на основе современных клинических рекомендаций.

Ключевые слова: тазобедренный сустав, эндопротезирование, осложнения, перипротезная инфекция.

A MODERN VIEW OF PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION AFTER HIP ARTHROPLASTY: RISK FACTORS, DIAGNOSIS, AND TREATMENT ALGORITHMS

Glazkov I. R.

State Budgetary Institution of the Donetsk People's Republic "Republican Center of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery", Donetsk, Donetsk People's Republic, Russian Federation, e-mail: glazkovi95@gmail.com

Periprosthetic joint infection remains one of the most severe complications after hip replacement, associated with repeated surgical interventions and significant economic costs. Despite the improvement of preventive measures, the frequency of periprosthetic joint s does not show a downward trend. The purpose of the article is to present a comprehensive view of epidemiology, risk factors, diagnosis and modern treatment algorithms for hip periprosthetic infection based on the analysis of modern literature data, including the latest recommendations of relevant societies and data from world registries. The search for relevant literature was conducted in the Scopus, PubMed, and Web of Science databases. At the initial stage, 167 literature sources were analyzed. The final version included 49 papers that answered the questions most accurately. Analysis of data from global registries shows that the frequency of periprosthetic joint infection has remained stable over the past decades, while the absolute number of cases is increasing in proportion to the increase in the volume of arthroplasty. Modern diagnosis is based on the integration of clinical, laboratory, microbiological and histological data. The choice of surgical tactics is determined by time criteria, implant stability, soft tissue condition, and pathogen characteristics. Debridement, antimicrobial therapy, and implant retention is indicated for acute

infection with a stable implant and intact soft tissues. One-stage revision arthroplasty is an effective alternative to two-stage arthroplasty when the pathogen is identified and there is no resistance to antibiotics, providing comparable infection eradication rates with faster functional recovery and lower economic costs. Two-stage revision hip arthroplasty, traditionally considered the “gold standard,” in real clinical practice its success largely depends on how exactly the outcomes are assessed. The key condition for successful treatment is a standardized diagnosis and the choice of an optimal surgical strategy based on modern clinical recommendations.

Keywords: hip joint, arthroplasty, complications, periprosthetic infection.

Введение

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТС) по праву считается одним из величайших достижений травматологии и ортопедии XX в. – операцией, которая значительно улучшает качество жизни пациентов [1, 2]. Ежегодно выполняется более миллиона таких вмешательств, и прогнозы указывают на неуклонный рост: только в Соединенных Штатах Америки ожидается увеличение числа первичных артропластик на 176 % к 2040 г. и на 659 % к 2060 г. [3, 4]. Параллельно с этим закономерно возрастает и количество ревизионных вмешательств: согласно данным Национального регистра Великобритании, общий уровень ревизий после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава через 13 лет составит 6,8 % [5].

Одной из причин увеличения количества ревизионных вмешательств считается перипротезная инфекция (ППИ), которая представляет собой серьезное осложнение после артропластики тазобедренного сустава, частота которой, несмотря на совершенствование профилактических мер, остается стабильной на протяжении последних десятилетий. ППИ входит в тройку основных причин отрицательных результатов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и главной причиной ранних ревизий (в течение первых двух лет после операции) [6, 7]. При ревизионном эндопротезировании инфекция уже выходит на первое место, составляя 30,2 % всех повторных вмешательств, и прогнозируется, что в ближайшие 15 лет эта доля может достигнуть 60 % [8, 9].

В целом распространенность ППИ колеблется в пределах 0,5–2,3 % [8]. По данным программы VINCat (Каталония, Испания), включающей анализ 189 063 операций за 15 лет (2008–2022), частота ППИ после первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ТЭТС) составляет 0,9–1,2 % и не демонстрирует значимой тенденции к снижению [10]. Даже при стабильно низкой частоте абсолютное число пациентов с ППИ растет пропорционально увеличению количества выполняемых артропластик [11].

Масштаб экономического бремени впечатляет: лечение ППИ обходится в 3–5,6 раза дороже первичной артропластики [12]. По оценкам европейских исследователей, только за 2019 г. в 30 странах Европы было зарегистрировано 20 416 случаев ППИ после первичного эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов, что обошлось системам здравоохранения в сумму более 346 млн евро. При этом львиная доля затрат (142 млн евро)

пришлась на двухэтапные ревизионные вмешательства по поводу ППИ [13]. Стоимость одного страхового случая лечения ППИ в США может достигать 40 000–160 000 долл. [14].

Современная диагностика ППИ, несмотря на появление новых классификаций (MSIS, ICG, EBJIS, WAIOT), демонстрирующих высокую согласованность между собой (до 90 %), все еще оставляет «серую зону» – примерно 5 % пациентов с вялотекущими инфекциями, которые трудно верифицировать [15].

Лечение же требует не просто грамотно подобранной хирургической тактики, а глубокого понимания процессов формирования биопленки и дифференцированного подхода: от дебридмента с сохранением имплантата до одно- и двухэтапных ревизионных вмешательств [16]. Таким образом, ППИ представляет собой мультидисциплинарную проблему, требующую консолидации ортопедов, клинических фармакологов и организаторов здравоохранения.

Цель исследования – на основе анализа современных литературных данных, включая последние рекомендации профильных обществ и данные мировых регистров, представить всесторонний взгляд на эпидемиологию, факторы риска, диагностику и современные алгоритмы лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава.

Материал и методы исследования

Поиск актуальной литературы проводился в базах данных Scopus, PubMed, Web of Science. Применялись следующие ключевые слова и их комбинации: hip, hip joint, arthroplasty, Periprosthetic joint infection (PJI), epidemiology PJI, risk factors PJI, diagnostic PJI, Infection management, Treatment periprosthetic joint infection, DAIR, Revision hip arthroplasty, Single-stage revision hip arthroplasty, Two-stage revision hip arthroplasty.

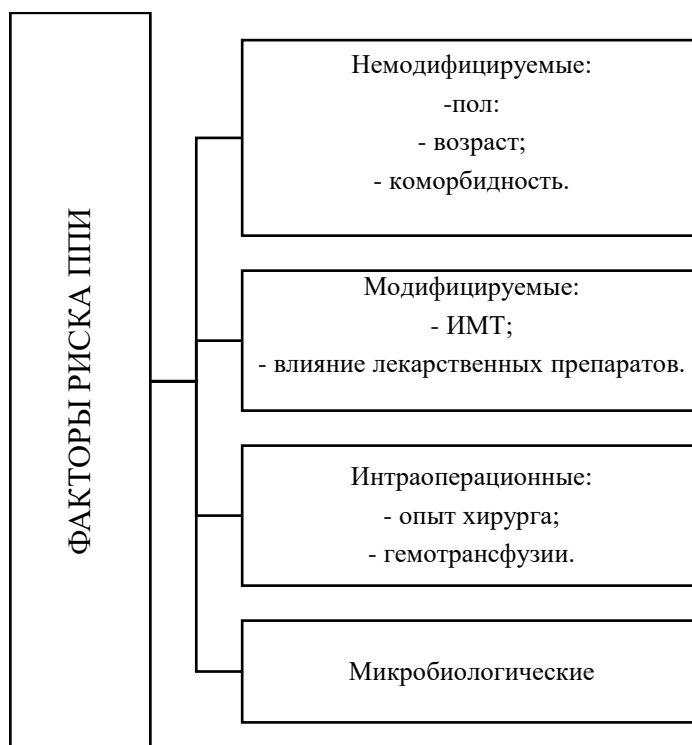
На начальном этапе было проанализировано 167 источников литературы. По результатам анализа полнотекстовых статей, проверки их релевантности задачам данного обзора, в окончательный вариант вошло 49 работ, наиболее точно отвечавших на вопросы эпидемиологии, факторов риска, а также лечения перипротезной инфекции. Временной диапазон поиска литературы – 2007–2025 гг. Публикации старше пяти лет включались в обзор при условии сохранения методологической, клинической значимости и использовались для сопоставления с современными результатами.

Результаты исследования и их обсуждение

Факторы риска развития перипротезной инфекции

Понимание факторов риска ППИ имеет критическое значение для стратификации пациентов, оптимизации предоперационной подготовки и разработки эффективных профилактических стратегий. За последние годы опубликован ряд крупных исследований и метаанализов, позволивших систематизировать знания о предикторах этого осложнения. В

обзоре представлен анализ модифицируемых (ИМТ, влияние лекарственных препаратов), немодифицируемых (пол, возраст, коморбидность), а также ряд интраоперационных и микробиологических факторов.



Факторы риска перипротезной инфекции.

*Примечание: составлена авторами на основе
приведенных источников литературы*

Пол и возраст. Мужской пол ожидаемо ассоциируется с повышенным риском развития ППИ. Анализ данных Германского регистра эндопротезирования, включивший 300 998 случаев артропластики коленного сустава, продемонстрировал, что мужской пол является независимым фактором риска септических осложнений (отношение рисков [HR] 1,84) [17]. Аналогичная тенденция прослеживается и при эндопротезировании тазобедренного сустава: в исследовании Sumi и соавт. (2024), включавшем 1619 пациентов после гемиартропластики по поводу перелома шейки бедра, доля мужчин в группе ППИ была закономерно выше [18]. Несмотря на вполне очевидный риск развития ППИ у пациентов старшей возрастной группы, в упомянутом исследовании средний возраст пациентов с ППИ был даже несколько ниже (80,4 года), чем в группе сравнения (82,1 года), что может отражать роль других, более значимых факторов, таких как ИМТ, коморбидность, сопутствующие заболевания.

Ожирение. Индекс массы тела (ИМТ) > 35 кг/м² является доказанным фактором риска развития ППИ. Предикторами развития инфекции при ожирении считаются технические

сложности операции, большая травматизация тканей, увеличение продолжительности операции и нарушение микроциркуляции в подкожно-жировой клетчатке [19]. В исследование Rubin и соавт. были включены 10 работ, охватывающих 46 080 операций по эндопротезированию тазобедренного сустава. Было установлено, что у пациентов с патологическим ожирением значительно выше частота перипротезных инфекций по сравнению с пациентами без такового (отношение шансов = 4,332, 95 % доверительный интервал [ДИ], 2,943–6,375) [20].

Коморбидный статус. Значение коморбидности в целом подтверждается данными Германского регистра: повышенный индекс коморбидности по Эликсхаузеру (Elixhauser score) ассоциировался с увеличением риска ППИ (HR от 1,18 до 1,56 в зависимости от степени тяжести), тогда как низкие значения этого индекса выступали протективным фактором (HR 0,80) [17].

Системные заболевания и сопутствующие состояния играют ключевую роль в предрасположенности к ППИ. Анализ научной литературы, проведенный Сиваконь и соавт., выделяет целый ряд факторов риска, включая хроническую сердечную недостаточность, хронические заболевания легких, предоперационную анемию, депрессию, заболевания почек, нарушения легочного кровообращения, психотические расстройства, метастатические опухоли, а также заболевания периферических сосудов и клапанов сердца [21].

Исследование Chang и соавт. подтверждает увеличение частоты развития ППИ у пациентов с сахарным диабетом и заболеваниями периферических сосудов. Данный риск ассоциирован с атеросклеротическим поражением сосудов, что, в свою очередь, ухудшает перфузию тканей в области операционной раны и замедляет заживление [22].

Ревматоидный артрит (РА) является классическим фактором риска инфекционных осложнений. Метаанализ Li и соавт., посвященный риску ППИ, продемонстрировал, что наличие РА увеличивает шансы развития инфекции (ОШ) 2,38 (95 % ДИ 1,06–5,38; $p = 0,04$). Это связано как с самой иммуновоспалительной природой заболевания, так и с применяемой иммуносупрессивной терапией [23].

Влияние лекарственных препаратов. Применение системных глюкокортикостероидов закономерно повышает риск развития инфекционных осложнений [24]. Исследования George с соавт. показали, что у пациентов, принимавших глюкокортикоиды в дозе более 10 мг в день, риск инфекции после артропластики почти вдвое выше, чем у тех, кто не принимал стероиды [25].

Неожиданным, но клинически важным наблюдением Sumi и соавт. стала пролонгация введения антикоагулянтов в группе ППИ [18]. Авторы связывают это с более высокой частотой послеоперационных гематом (40 % в группе ППИ), которые создают благоприятную

среду для бактериальной колонизации. Гематома, по-видимому, выступает промежуточным звеном между приемом антикоагулянтов и развитием инфекции.

Уникальные данные получены при анализе реестра Michigan Arthroplasty Registry Collaborative Quality Initiative (MARCQI), включившего 82 110 эндопротезирований тазобедренного сустава. Впервые в литературе предоперационное использование опиоидов было идентифицировано как предиктор инфекции после первичного эндопротезирования [26]. Авторы подчеркивают модифицируемый характер этого фактора и возможность его коррекции на этапе предоперационной подготовки.

Интраоперационные факторы. Данные уже озвученного ранее Германского регистра убедительно демонстрируют зависимость исходов оперативного лечения от опыта хирургической бригады. Низкий годовой объем выполняемых операций (менее 25 артропластик в год) ассоциировался с двукратным повышением риска септических осложнений (HR 2,15) [17]. Анализ MARCQI также подтверждает, что годовой объем операций менее 100 случаев является фактором риска развития последующей ППИ [26].

Периоперационная гемотрансфузия. Частота гемотрансфузий в группе пациентов с ППИ после артропластики составила 50 % против 23,8 % в группе без инфекции. Трансфузия может как выступать маркером интраоперационной кровопотери и сложности вмешательства, так и оказывать самостоятельное иммуномодулирующее действие, повышая восприимчивость к инфекции [18].

Микробиологические факторы. За последние два десятилетия произошли существенные изменения в структуре возбудителей ППИ. По данным ретроспективного анализа, стафилококки остаются доминирующими возбудителями (60,6 %), однако отмечается неуклонный рост ряда других микроорганизмов: полимикробные инфекции – увеличение доли до 40 %, энтерококки – до 7,8 %, грамотрицательная флора – 4,7 %, культурально-негативные инфекции – 10,6 % [27].

Наиболее тревожным трендом является рост инфекций, вызванный микроорганизмами, трудно поддающимися лечению (difficult-to-treat microorganisms). В структуре резистентных форм преобладает метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus* (MRSA) Наличие MRSA как возбудителя ППИ является мощнейшим предиктором неблагоприятных исходов [28].

Важно также различать микробный пейзаж ППИ после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава и после гемиартропластики. В последней группе достоверно чаще выявляются полимикробные ассоциации (53 %) и микроорганизмы с множественной лекарственной устойчивостью (41 %), что ставит под сомнение эффективность стандартной антибиотикопрофилактики для данной категории пациентов [29].

Значимость факторов риска развития перипротезной инфекции

Фактор риска	Авторы (год)	Показатель	Комментарий
Мужской пол	Szymiski et al. (Германский регистр, 2024)	HR 1,84	Независимый фактор риска септических ревизий при артропластике
Ожирение (ИМТ > 35 кг/м ²)	Rubin et al. (2025)	OR 4,332 (2,943–6,375)	Метаанализ 10 исследований (46 080 операций ТБС)
Высокий индекс коморбидности Elixhauser	Szymiski et al. (2024)	HR 1,18–1,56 (в зависимости от тяжести)	По сравнению с нулевым индексом (протективный HR 0,80)
Ревматоидный артрит	Li et al. (2025)	OR 2,38 (1,06–5,38); p = 0,04	Метаанализ риска метакронной ППИ
Прием системных глюкокортикостероидов (> 10 мг/день)	George et al. (2019)	Риск почти вдвое выше	Цитируется по Mahase (2019) и George et al.
Предоперационное использование опиоидов	Gerow et al. (MARCQI, 2024)	Впервые идентифицировано как предиктор	Анализ 82 110 эндопротезирований ТБС
Прием антикоагулянтов	Sumi et al. (2024)	Частота гематом 40 % в группе ППИ против низкой в контроле	Косвенный фактор образования гематом
Периоперационная гемотрансфузия	Sumi et al. (2024)	Качественная оценка 50 % в группе ППИ против 23,8 % в контроле	Может быть маркером кровопотери или иммуномодулятором
Низкий годовой объем операций (< 25 артропластик/год)	Szymiski et al. (2024)	HR 2,15	По данным Германского регистра
Годовой объем операций < 100	Gerow et al. (MARCQI, 2024)	Фактор риска	Подтверждение из американского регистра
Микробиологические: полимикробные инфекции	Hu et al. (2021)	Доля выросла до 40 %	Ретроспективный анализ 2392 случаев (2001–2022)
Микробиологические: MRSA	Egerci et al. (2024)	Мощный предиктор неблагоприятных исходов	Преобладает в структуре резистентных форм

Гемиартропластика (по сравнению с ТЭТС)	Lewis et al. (2025)	Чаще полимикробные (53 %) и с множественной устойчивостью (41 %)	Особая категория пациентов с переломами шейки бедра
---	---------------------	--	---

Примечание: составлена авторами на основе приведенных источников литературы

Диагностика перипротезной инфекции: современные стандарты

Диагностика перипротезной инфекции остается одной из наиболее сложных задач в ортопедии. Отсутствие единого стандарта заставляет клиницистов опираться на комбинацию клинических, лабораторных, микробиологических и гистологических признаков [30]. За последние годы произошел значительный прогресс в этой области: от уточнения диагностических критериев ведущими профессиональными обществами до внедрения новых биомаркеров и технологий молекулярной диагностики.

Важной особенностью современного этапа является сосуществование нескольких систем диагностических критериев, что создает определенные сложности как в клинической практике, так и при интерпретации научных данных. Исследование Streck и соавт. наглядно продемонстрировало, что частота диагностируемой ППИ при ревизионном эндопротезировании значимо варьирует в зависимости от применяемой методики [31].

В клинической практике наиболее широко используются критерии следующих организаций:

- Musculoskeletal Infection Society (MSIS) – классические критерии, пересмотренные в 2018 г. с включением альфа-дефенсина и лейкоцитарной эстеразы в качестве минорных критериев [32].
- European Bone and Joint Infection Society (EBJIS) – отличаются более высокой чувствительностью при сохранении специфичности, что особенно важно для диагностики вялотекущих инфекций [33].

Предоперационная диагностика. Важнейшим этапом диагностики является пункция сустава, которая должна выполняться в строго асептических условиях [34]. В рекомендациях CRIOGO, представленные во Франции в 2025 г., подробно описано, как обращаться с полученным материалом: пунктат разделяют на две части – одну помещают во флакон для анаэробных гемокультур, другую – в стерильную пробирку для посева на плотные среды. Такое разделение связано с разной чувствительностью методов: флаконы с гемокультурами позволяют выявить патогены чаще, чем агаровые среды, однако для *Cutibacterium acnes* лучше подходят тиогликолевая среда и агар Шедлера. Образцы необходимо доставить в лабораторию не позже чем через 2 ч; если это невозможно, допустимо хранить их при 4 °С, но не дольше 24

ч. Если при пункции получить жидкость не удастся («сухая» пункция), не стоит вводить в сустав физиологический раствор для разведения, так как это исказит подсчет клеток и снизит концентрацию биомаркеров. В таких случаях прибегают к чрескожной биопсии (tru-cut); ее выполняют, когда пункция неинформативна или выпот отсутствует [35].

Цитологическое исследование синовиальной жидкости. Цитологический анализ синовиальной жидкости остается важным методом диагностики. В современных рекомендациях предложены следующие пороговые значения (табл. 2).

Таблица 2

Диагностические пороги цитологического исследования синовиальной жидкости

Параметр	ЕВJIS	MSIS	Острая инфекция
Лейкоциты (клеток/мкл)	> 1500	> 3000/мм ³	> 10 000/мм ³
Нейтрофилы (%)	> 65 %	> 80 %	> 90 %

Примечание: составлена авторами на основе источников [32, 33, 36]

Сывороточные маркеры. СРБ и СОЭ – это стандартные скрининговые тесты, однако их специфичность невысока, поэтому исследователи ищут более точные сочетания маркеров [37]. В ретроспективном исследовании, включившем 177 пациентов с ППИ и 60 пациентов контрольной группы, сравнили диагностическую ценность нескольких серологических и синовиальных маркеров [36]:

- сывороточный СРБ показал наивысшую площадь под ROC-кривой (AUC 0,912) при пороге 16,15 мг/дл (чувствительность 79,6 %, специфичность 97,8 %);
- для лейкоцитов синовиальной жидкости пороговое значение составило 5,75 клеток/мкл (AUC 0,803), для соотношения нейтрофилов к лимфоцитам (NLR) – 3,659 (AUC 0,803);
- комбинация трех показателей – сывороточного СРБ, количества лейкоцитов в синовиальной жидкости и NLR – дала наилучшие результаты: AUC 0,946, чувствительность 93 %, специфичность 90,9 %.

Такая комбинация удобна для клинического применения, так как не требует дополнительных расходов или специального оснащения.

Интраоперационная диагностика. Культуральное исследование остается краеугольным камнем диагностики ППИ, поскольку позволяет не только идентифицировать возбудителя, но и определить его чувствительность к антибиотикам [33]. Ключевые принципы, согласно рекомендациям CRIOGO, звучат следующим образом:

1. Забор 4–6 глубоких образцов тканей (предпочтительно из области контакта с имплантатом и синовиальной жидкости) с последующим микробиологическим и гистологическим исследованием.

2. Забор материала до начала антибиотикотерапии (за исключением пациентов с сепсисом).

3. Отказ от поверхностных мазков из ран и свищей – их корреляция с истинной микрофлорой недостоверна.

4. Использование транспортных сред – флаконы с гемокультурами предпочтительнее, чем сухие пробирки.

5. Пролонгированная инкубация – не менее 14 дней для выявления медленно растущих микроорганизмов [35].

Ограничениями культуральной диагностики считаются ложноотрицательные результаты при возможной предшествующей антибиотикотерапии, низкая чувствительность при низкой бактериальной нагрузке, трудности выявления микроорганизмов, интегрированных в биопленку, а также длительное время ожидания результатов [33].

Молекулярные методы диагностики. Обзорная статья по молекулярной диагностике Indelli и соавт. 2025 г. подтверждает, что эти методы становятся чрезвычайно ценными инструментами в процессе принятия решений при лечении ППИ [38].

Различные форматы ПЦР-анализа используются для выявления бактериальной ДНК непосредственно из клинических образцов. Исследование Vémez и соавт. продемонстрировало чувствительность и специфичность ПЦР гена 16S рРНК при диагностике ППИ: Количественная ПЦР (qPCR) определяет бактериальную нагрузку, а мультиплексная ПЦР позволяет одновременное выявление множества патогенов (панели включают наиболее частые возбудители и гены резистентности) [35].

Обзор Sandu и соавт. подчеркивает, что точность современных биомаркеров может быть дополнительно повышена за счет разработки новых технологий детекции, таких как метагеномное секвенирование нового поколения (mNGS). Данный метод позволяет идентифицировать все микроорганизмы в образце без предварительного знания конкретного патогена, выявлять труднокультивируемые и медленно растущие бактерии, определять профили генов резистентности [30].

Критически важно понимать, что ни один тест не обладает 100 % точностью, и диагноз ППИ всегда должен основываться на совокупности клинических, лабораторных, микробиологических и гистологических данных. Диагностический алгоритм должен быть гибким и адаптироваться к конкретной клинической ситуации, доступным ресурсам и характеристикам пациента [39].

Лечение: стратегии и показания

Лечение ППИ преследует три основные цели: эрадикацию инфекции, сохранение функции конечности и минимизацию риска рецидива. Достижение этих целей требует мультидисциплинарного подхода с участием травматолога-ортопеда, клинического фармаколога, микробиолога. Выбор тактики лечения определяется временными критериями, стабильностью имплантата, состоянием мягких тканей, характеристиками возбудителя и соматическим статусом пациента [40].

Дебридмент с сохранением имплантата (DAIR). DAIR представляет собой органосохраняющую операцию, включающую открытый дебридмент, замену модульных компонентов (головки и вкладыша), обильное промывание и целенаправленную антибактериальную терапию [41]. В 2025 г. Европейское общество костно-суставных инфекций (EJIS) опубликовало протокол, который систематизирует показания, противопоказания и факторы риска DAIR. Согласно рекомендациям EJIS, DAIR следует рассматривать у пациентов, отвечающих следующим критериям:

1. Стабильный, правильно позиционированный и функционирующий имплантат – отсутствие рентгенологических признаков нестабильности компонентов.

2. Острая инфекция:

ранняя острая (≤ 4 недель после первичной артропластики);

поздняя острая (длительность симптомов < 3 недель при изначально благополучном послеоперационном периоде (> 4 недель после операции)).

3. Удовлетворительное состояние мягких тканей (отсутствие свища, возможность первичного закрытия раны) [40].

Противопоказания к проведению DAIR: нестабильность имплантата, срок после операции более 12 недель, длительность симптомов свыше 3 недель, наличие свища или невозможность первичного закрытия раны [42].

Хирургическая техника включает открытый дебридмент, обязательную замену модульных компонентов с целью профилактики образования биопленки, забор 4–6 образцов тканей и обильное промывание антисептиками [43].

После операции антибактериальная терапия продолжается 12 недель, из них первая неделя – внутривенное введение (индукционный период). При отсутствии сепсиса или септического шока антибиотики назначают после того, как взяты интраоперационные пробы. Режим подбирают по результатам антибиотикограммы: при стафилококковой инфекции применяют комбинацию фторхинолонов с рифампицином, при грамотрицательной – фторхинолоны [40].

При строгом соблюдении критериев отбора частота благоприятного исхода DAIR достигает 70–80 %. Попытка применить этот метод у пациентов, не отвечающих рекомендованным критериям, резко снижает его эффективность [44].

Ревизионное эндопротезирование. Если DAIR противопоказан или предшествующее лечение оказалось неэффективным, показано удаление компонентов эндопротеза. Вопрос о том, выполнять ревизию в один или два этапа, остается предметом дискуссий [45].

Двухэтапное ревизионное эндопротезирование. Традиционно двухэтапное ревизионное эндопротезирование считается методом выбора при лечении хронической ППИ. Частота успеха данного метода составляет более 80 % [46].

Однако в исследовании Tubin и соавт., проведенном в специализированном ортопедическом центре, реальные результаты оказались скромнее. При использовании критериев Musculoskeletal Infection Society Outcome Reporting Tool (MSIS ORT) успешное лечение с реимплантацией достигнуто у 58,2 % пациентов. При применении Delphi-критериев этот показатель составил 86,6 %. Авторы обращают внимание, что отсутствие единого стандартизированного подхода к оценке исходов затрудняет сравнение данных. Кроме того, сохранение спейсера и отказ от второго этапа (реимплантации) «размывают» картину и снижают долю действительно благоприятных исходов [47].

Вопрос о роли антибиотиков после реимплантации изучали Ryan и соавт. Согласно их данным, короткий курс пероральных антибиотиков (до 2 недель) снижает риск повторной инфекции на 62 % (HR 0,38; $p = 0,01$). Это свидетельствует о потенциальной пользе короткого курса после второго этапа двухэтапного ревизионного эндопротезирования [48].

Одноэтапное ревизионное эндопротезирование. Одноэтапное ревизионное эндопротезирование включает удаление импланта, радикальную хирургическую обработку и имплантацию нового эндопротеза. В последние годы этот вариант набирает обороты, поскольку позволяет сократить количество операций, сроки госпитализации и экономические затраты [49].

Kushwaha и соавт. провели ретроспективное сравнение двух методов у 60 пациентов (по 30 в каждой группе). Через 24 месяца частота реинфекции в обеих группах составила 0 %. Функциональные исходы по шкале Harris Hip Score (HHS) были сопоставимы. При этом в группе одноэтапных ревизий болевой синдром (по ВАШ) оказался менее выражен через 3, 6 и 12 месяцев. Как и ожидалось, двухэтапные ревизии сопровождались более длительной госпитализацией и большими экономическими затратами.

Авторы делают вывод, что оба метода обеспечивают сопоставимые результаты при лечении хронической ППИ. Вместе с тем одноэтапное вмешательство может способствовать более быстрому купированию боли и снижению финансовой нагрузки [45].

Заключение

Перипротезная инфекция после эндопротезирования тазобедренного сустава по-прежнему остается серьезным осложнением, требующим участия специалистов разного профиля. Современные эпидемиологические данные подтверждают, что доля ППИ остается стабильной, но при этом настораживает рост резистентных и полимикробных форм инфекции.

В диагностике важно опираться на строго стандартизированные подходы, которые объединяют клинические, лабораторные, микробиологические и гистологические методы. На предоперационном этапе центральное место занимает пункция сустава: ее выполняют в асептических условиях, а полученный материал разделяют для цитологии и микробиологии. Во время операции обязательно берут 4–6 глубоких образцов тканей. Новые технологии постепенно ускоряют идентификацию возбудителей и определение их резистентности, что помогает быстрее подобрать эффективную терапию.

Лечение ППИ строится с учетом ряда факторов: сроков развития инфекции, стабильности имплантата, состояния мягких тканей и характеристиках возбудителя. При острой инфекции (длительность симптомов до 3 недель) со стабильным, правильно позиционированным имплантатом и интактными мягкими тканями методом выбора является дебридмент с сохранением имплантата. При четком соблюдении показателей эффективность такого метода достигает 70–80 %.

При хронической перипротезной инфекции показано ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава. Результаты одноэтапных ревизий представляют сопоставимые результаты с двухэтапными, при этом уменьшают количество операций, сокращают сроки восстановления и снижают экономические затраты. Двухэтапное ревизионное эндопротезирование долгое время считалось «золотым стандартом», однако в реальной клинической практике его успех во многом зависит от того, как именно оценивать исходы.

Ключевым условием успешного лечения остается тесная работа междисциплинарной команды: травматолога-ортопеда, клинического фармаколога, микробиолога. Только совместное взаимодействие специалистов позволяет правильно интерпретировать результаты диагностики, выбрать оптимальную тактику с учетом индивидуальных особенностей пациента и назначить адекватную антибактериальную терапию. Индивидуальный подход, который опирается на оценку факторов риска, микробиологический профиль и функциональный статус пациента, во многом определяет, насколько успешным будет лечение перипротезной инфекции.

Список литературы

1. Learmonth I. D., Young C., Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement // *Lancet*. 2007. Vol. 370. Is. 9597. P. 1508–1519. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)60457-7.
2. Blom A. W., Donovan R. L., Beswick A. D., et al. Common elective orthopaedic procedures and their clinical effectiveness: umbrella review of level 1 evidence // *BMJ*. 2021. Vol. 374. P. n1511. DOI: 10.1136/bmj.n1511.
3. Singh J. A., Yu S., Chen L., Cleveland J. D. Rates of Total Joint Replacement in the United States: Future Projections to 2020–2040 Using the National Inpatient Sample // *J Rheumatol*. 2019. Vol. 46. Is. 9. P. 1134–1140. DOI: 10.3899/jrheum.170990.
4. Shichman I., Roof M., Askew N., et al. Projections and Epidemiology of Primary Hip and Knee Arthroplasty in Medicare Patients to 2040–2060 // *JB JS Open Access*. 2023. Vol. 8. Is. 1. P. e22.00112. DOI: 10.2106/JBJS.OA.22.00112.
5. Karachalios T., Komnos G., Koutalos A. Total hip arthroplasty: Survival and modes of failure // *EFORT Open Rev*. 2018. Vol. 3. Is. 5. P. 232–239. DOI: 10.1302/2058-5241.3.170068.
6. Методические руководства. Профилактика инфекций области хирургического вмешательства / Ассоциация «Национальная ассоциация специалистов по контролю инфекционных и неинфекционных болезней» (НАСКИ). Год утверждения: 2023 (пересмотр каждые 3 года). [Электронный ресурс]. URL: https://nasci.confreg.org/libs/files/2._mr_profilaktika_infekciy_oblasti_hirurgicheskogo_vmeshateljstva__2023.pdf (дата обращения: 16.04.2026).
7. Kelmer G., Stone A. H., Turcotte J., King P. J. Reasons for Revision: Primary Total Hip Arthroplasty Mechanisms of Failure // *J Am Acad Orthop Surg*. 2021. Vol. 29. Is. 2. P. 78–87. DOI: 10.5435/JAAOS-D-19-00860.
8. Springer B. D., Cahue S., Etkin C. D., et al. Infection burden in total hip and knee arthroplasties: an international registry-based perspective // *Arthroplast Today*. 2017. Vol. 3. Is. 2. P. 137–140. DOI: 10.1016/j.artd.2017.05.003.
9. Jafari S. M., Coyle C., Mortazavi S. M., et al. Revision hip arthroplasty: infection is the most common cause of failure // *Clin Orthop Relat Res*. 2010. Vol. 468. Is. 8. P. 2046–2051. DOI: 10.1007/s11999-010-1251-6.
10. López-Contreras J., Duch Llorach P., Roch Villaverde N., et al. Secular trends in periprosthetic joint infections following primary hip and knee arthroplasties: A 15-year cohort study from the VINCat Program (2008–2022) // *Enferm Infecc Microbiol Clin (Engl Ed)*. 2025. Vol. 43. Suppl 1. P. S44–S51. DOI: 10.1016/j.eimce.2025.02.015.

11. Perni S., Bojan B., Prokopovich P. A retrospective study of risk factors, causative microorganisms and healthcare resources consumption associated with prosthetic joint infections (PJI) using the Clinical Practice Research Datalink (CPRD) Aurum database // *PLoS One*. 2023. Vol. 18. Is. 3. P. e0282709. DOI: 10.1371/journal.pone.0282709.
12. Всемирная организация здравоохранения. Глобальное руководство по профилактике инфекций в области хирургического вмешательства. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2023. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
13. Alt V., Szymiski D., Rupp M., et al. The health-economic burden of hip and knee periprosthetic joint infections in Europe: a comprehensive analysis following primary arthroplasty // *Bone Jt Open*. 2025. Vol. 6. Is. 3. P. 298–311. DOI: 10.1302/2633-1462.63.BJO-2024-0225.R1.
14. Kanapathy M., Faderani R., Arumugam V., et al. Management of periprosthetic breast infection: a systematic review and meta-analysis // *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021. Vol. 74. Is. 11. P. 2831–2845. DOI: 10.1016/j.bjps.2021.05.070.
15. Rocchi C., Di Maio M., Bulgarelli A., et al. Agreement Analysis Among Hip and Knee Periprosthetic Joint Infections Classifications // *Diagnostics (Basel)*. 2025. Vol. 15. Is. 9. P. 1172. DOI: 10.3390/diagnostics15091172.
16. Goswami K., Clarkson S., Phillips C. D., et al. An Enhanced Understanding of Culture-Negative Periprosthetic Joint Infection with Next-Generation Sequencing: A Multicenter Study // *J Bone Joint Surg Am*. 2022. Vol. 104. Is. 17. P. 1523–1529. DOI: 10.2106/JBJS.21.01061.
17. Szymiski D., Walter N., Straub J., et al. Geringes UKA-Implantationsvolumen, Komorbiditäten, männliches Geschlecht und die Implantation einer gekoppelten TKA sind Risikofaktoren für septische Revisionen nach Knieprothesenimplantation : Eine registerbasierte Studie aus dem Deutschen Endoprothesenregister (EPRD) [Low UKA implantation volume, comorbidities, male sex, and implantation of constrained TKA are risk factors for septic revision after knee arthroplasty implantation: A register-based study from the German Arthroplasty Register] // *Orthopädie (Heidelb)*. 2024. Vol. 53. Is. 11. P. 883–892. DOI: 10.1007/s00132-024-04562-y.
18. Sumi S., Takegami Y., Tokutake K., et al. Risk factors of periprosthetic joint infection after hemiarthroplasty for displaced femoral neck fracture in the elderly: Analysis of 1619 cases in the multicenter database // *Injury*. 2024. Vol. 55. Is. 7. P. 111603. DOI: 10.1016/j.injury.2024.111603.
19. DeMik D. E., Kohler J. G., Carender C. N., et al. What Is the Impact of Body Mass Index Cutoffs on Total Hip Arthroplasty Complications? // *J Arthroplasty*. 2022. Vol. 37. Is. 7. P. 1320–1325.e1. DOI: 10.1016/j.arth.2022.03.004.
20. Rubin J., Potluri A. S., Jan K., et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of Periprosthetic Joint Infection Rates in Morbidly Obese Patients Undergoing Total Hip Arthroplasty // *J Am Acad*

Orthop Surg Glob Res Rev. 2025. Vol. 9. Is. 4. P. e24.00306. DOI: 10.5435/JAAOSGlobal-D-24-00306.

21. Сиваконь С. В., Сретенский С. В., Митрофанова Н. Н. и др. Основные возбудители и значение перипротезной инфекции в современной ортопедии // Хирургическая практика. 2024. № 2. С. 55–68. DOI: 10.5922/2223-2427-2024-9-2-4.

22. Chang W. P., Peng Y. X. Differences Between Patients With Diabetes Mellitus and Obese Patients in Occurrence of Peri-Prosthetic Joint Infection: A Systemic Review and Meta-Analysis // Surg Infect (Larchmt). 2023. Vol. 24. Is. 8. P. 671–683. DOI: 10.1089/sur.2023.139.

23. Li Y., Quan X., Zhou C., et al. Risk factors for metachronous periprosthetic joint infection in patients with multiple prosthetic joints: a systematic review and meta-analysis // J. Orthop Surg Res. 2025. Vol. 20. Is. 1. P. 293. DOI: 10.1186/s13018-025-05694-3.

24. Mahase E. Rheumatoid arthritis: glucocorticoids are associated with nearly double infection risk post-surgery // BMJ. 2019. Vol. 365. P. 12271. DOI: 10.1136/bmj.12271.

25. George M. D., Baker J. F., Winthrop K., et al. Risk of Biologics and Glucocorticoids in Patients With Rheumatoid Arthritis Undergoing Arthroplasty: A Cohort Study // Ann Intern Med. 2019. Vol. 170. Is. 12. P. 825–836. DOI: 10.7326/M18-2217.

26. Gerow D., Zheng H., Hughes R., Johnson K., Hallstrom B. A novel preoperative calculator for periprosthetic joint infection following total joint arthroplasty based off the marcqi database // SMRJ. 2024. Vol. 9. Is. 2. P. 29. DOI:10.51894/001c.122804.

27. Hu Lifeng, Fu Jun, Zhou Yonggang, et al. Trends in Microbiological Profiles and Antibiotic Resistance in Periprosthetic Joint Infections // Journal of International Medical Research. 2021. Vol. 49. Is. 3. DOI: 10.1177/03000605211002784.

28. Egerci O. F., Yapar A., Dogruoz F., et al. Preventive strategies to reduce the rate of periprosthetic infections in total joint arthroplasty; a comprehensive review // Arch Orthop Trauma Surg. 2024. Vol. 144. Is. 12. P. 5131–5146. DOI: 10.1007/s00402-024-05301-w.

29. Lewis D. P., Tarrant S. M., Dewar D., Balogh Z. J. Periprosthetic joint infection after hemiarthroplasty for hip fracture is a distinct clinical entity associated with high mortality // Bone Jt Open. 2025. Vol. 6. Is. 11. P. 1409–1415. DOI: 10.1302/2633-1462.611.BJO-2025-0120.R1.

30. Sandu E. C., Cirstoiu C., Iordache S., et al. The Ongoing Struggle to Find a Gold Standard for PJI Diagnosis // Reports (MDPI). 2025. Vol. 8. Is. 3. P. 155. DOI: 10.3390/reports8030155.

31. Streck L. E., Sterneder C. M., Haralambiev L., et al. Correction: Significant differences in the rate of periprosthetic joint infections in revision hip and knee arthroplasty depending on the applied definition // Arch Orthop Trauma Surg. 2025. Vol. 145. Is. 1. P. 516. DOI: 10.1007/s00402-025-06076-4.

32. Pascal A., Lambrey P. J., Valentin B., et al. Comparative performance analysis of Synovasure™ and Leukocyte Esterase assays for the diagnosis of periprosthetic infections in complex microbiological situations // *Orthop Traumatol Surg Res.* 2025. Vol. 111. Is. 6. P. 104046. DOI: 10.1016/j.otsr.2024.104046.
33. Maritati M., De Rito G., Zanolli G. A., et al. Beyond Cultures: The Evolving Role of Molecular Diagnostics, Synovial Biomarkers and Artificial Intelligence in the Diagnosis of Prosthetic Joint Infections // *J. Clin Med.* 2025. Vol. 14. Is. 19. P. 6886. DOI: 10.3390/jcm14196886.
34. Matsen Ko L., Parvizi J. Diagnosis of Periprosthetic Infection: Novel Developments // *Orthop Clin North Am.* 2016. Vol. 47. Is. 1. P. 1–9. DOI: 10.1016/j.ocl.2015.08.003.
35. Bémer P., Plouzeau-Jayle C., Lemarié C., et al. Best microbiological practice recommendations for the diagnosis of peri-prosthetic joint infections: the CRIOGO bacteriology reference center network // *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 2025. Vol. 24. Is. 1. P. 61. DOI: 10.1186/s12941-025-00831-6.
36. Zhao M. Y., Girgis S., Goldade T., et al. Comparative Diagnostic Value of Serological and Synovial Tests for Periprosthetic Joint Infections: A Comprehensive Analysis // *JB JS Open Access.* 2025. Vol. 10. Is. 2. P. e24.00206. DOI: 10.2106/JBJS.OA.24.00206.
37. Denyer S., Eikani C., Sheth M., et al. Utility of Blood Cell Ratio Combinations for Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection // *Arthroplast Today.* 2023. Vol. 23. P. 101195. DOI: 10.1016/j.artd.2023.101195.
38. Indelli P. F., Totlis T., Lovreković B., et al. Molecular diagnostics for perioperative microbial identification in periprosthetic joint infection: A scoping review and proposal of a diagnostic flow chart // *J Exp Orthop.* 2025. Vol. 12. Is. 2. P. e70263. DOI: 10.1002/jeo2.70263.
39. Hewlett A. L., Kildow B. J., Cortés-Penfield N. W. Periprosthetic Joint Infections // *Infect Dis Clin North Am.* 2025. Vol. 39. Is. 3. P. 399–417. DOI: 10.1016/j.idc.2025.02.010.
40. Sigmund I. K., Ferry T., Sousa R., et al. Debridement, antimicrobial therapy, and implant retention (DAIR) as curative strategy for acute periprosthetic hip and knee infections: a position paper of the European Bone & Joint Infection Society (EBJIS) // *J Bone Jt Infect.* 2025. Vol. 10. Is. 2. P. 101–138. DOI: 10.5194/jbji-10-101-2025.
41. Bryan A. J., Abdel M. P., Sanders T. L., et al. Irrigation and Debridement with Component Retention for Acute Infection After Hip Arthroplasty: Improved Results with Contemporary Management // *J Bone Joint Surg Am.* 2017. Vol. 99. № 23. P. 2011–2018. DOI: 10.2106/JBJS.16.01103.
42. Xu Y., Wang L., Xu W. Risk factors affect success rate of debridement, antibiotics and implant retention (DAIR) in periprosthetic joint infection // *Arthroplasty.* 2020. Vol. 2. Is. 1. P. 37. DOI: 10.1186/s42836-020-00056-2.

43. Clauss M., Hunkeler C., Manzoni I., Sendi P. Debridement, Antibiotics and Implant Retention for Hip Periprosthetic Joint Infection: Analysis of Implant Survival after Cure of Infection // *J Bone Jt Infect.* 2020. Vol. 5. Is. 1. P. 35–42. DOI: 10.7150/jbji.40924.
44. Salman L. A., Altahtamouni S. B., Khatkar H., et al. Success rate of single versus multiple debridement, antibiotics, and implant retention (DAIR) in hip and knee periprosthetic joint infection: a systematic review and meta-analysis // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2024. Vol. 34. Is. 8. P. 3859–3872. DOI: 10.1007/s00590-024-04091-6.
45. Kushwaha N. S., Pushprajan, Ojha A., et al. Infection management in hip arthroplasty: Comparative insights on revision strategies // *J Clin Orthop Trauma.* 2025. Vol. 68. P. 103079. DOI: 10.1016/j.jcot.2025.103079.
46. Tan T. L., Goswami K., Fillingham Y. A., et al. Defining Treatment Success After 2-Stage Exchange Arthroplasty for Periprosthetic Joint Infection // *J Arthroplasty.* 2018. Vol. 33. Is. 11. P. 3541–3546. DOI: 10.1016/j.arth.2018.06.015.
47. Tubin N., Bonello J. P., Abdelbary H., et al. Lower Reported Success Rates of Two-Stage Revisions for Periprosthetic Joint Infections Using Musculoskeletal Infection Society Outcome Reporting Tool at a Specialty Referral Center // *J. Arthroplasty* 2025 Oct. Vol. 15. S0883-5403(25)01307-5. DOI: 10.1016/j.arth.2025.10.031.
48. Ryan S. P., Warne C. N., Osmon D. R., et al. Short Course of Oral Antibiotic Treatment After Two-Stage Exchange Arthroplasty Appears to Decrease Early Reinfection // *J. Arthroplasty.* 2023. Vol. 38. Is. 5. P. 909–913. DOI: 10.1016/j.arth.2022.12.006.
49. Humphries H., Wignadasan W., Fontalis A., et al. Single-Stage Revision for Treatment of Prosthetic Joint Infection in Total Hip Arthroplasty // *Indian J Orthop.* 2025. Vol. 59. Is. 7. P. 901–909. DOI: 10.1007/s43465-025-01405-6.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.