

## ХИРУРГИЯ

УДК 616-001; 616-71

### Лечение пациентов с парапротезной инфекцией

*А. К. Дулаев<sup>1</sup>, А. Н. Цед<sup>1</sup>, Д. В. Дулаев<sup>1</sup>,  
А. Г. Овденко<sup>1,2</sup>, Н. Е. Муштин<sup>1</sup>, С. А. Варзин<sup>3,4</sup>*

<sup>1</sup> Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И. П. Павлова, Российская Федерация, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6–8

<sup>2</sup> Госпиталь для ветеранов войн, Российская Федерация, 193079, Санкт-Петербург, ул. Народная, 21

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

<sup>4</sup> Санкт-Петербургский медико-социальный институт, Российская Федерация, 195271, Санкт-Петербург, Кондратьевский пр., 72а

**Для цитирования:** Дулаев А. К., Цед А. Н., Дулаев Д. В., Овденко А. Г., Муштин Н. Е., Варзин С. А. Лечение пациентов с парапротезной инфекцией // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2023. Т. 18. Вып. 4. С. 372–384. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2023.403>

В обзорной статье представлены основные вопросы патогенеза, ранней диагностики и хирургического лечения пациентов с парапротезной инфекцией, развившейся после операций при переломах костей конечностей и деформирующем артрозе. Указаны основные факторы, повлиявшие на возникновение гнойных осложнений и пути их профилактики, а также принципы лечения с учетом современных представлений о раневой инфекции. Патогенетические механизмы развития парапротезной инфекции напрямую связаны с наличием гематомы в области оперированного сустава. Факторы риска при выполнении эндопротезирования крупных суставов можно разделить на три условных типа: общий и местный статус пациента, условия выполнения операции, особенности хирургического вмешательства. Для детализации факторов риска, связанных с общим или местным статусом пациента, выделены два подтипа — основной и дополнительный. К основному подтипу относятся: очаг инфекции, находящийся в оперируемом суставе; очаг инфекции, находящийся в параартикулярных тканях оперируемого сустава; генерализация инфекционного процесса — сепсис. К дополнительному подтипу относятся: 1) предшествующие операции на суставе в анамнезе; 2) критические изменения индекса массы тела; 3) неконтролируемый сахарный диабет; 4) системные заболевания, связанные с длительным приемом глюкокортикостероидов и цитостатиков и др. Двухэтапное ревизионное эндопротезирование у пациентов с наличием хронической перипротезной инфекции является золотым стандартом на сегодняшний день. Во многом успех лечения

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2023

зависит от правильности выполнения всех этапов, адекватности диагностических мероприятий, скрупулезности соблюдения хирургической техники и определяется опытом хирурга, а также оснащенностью стационара.

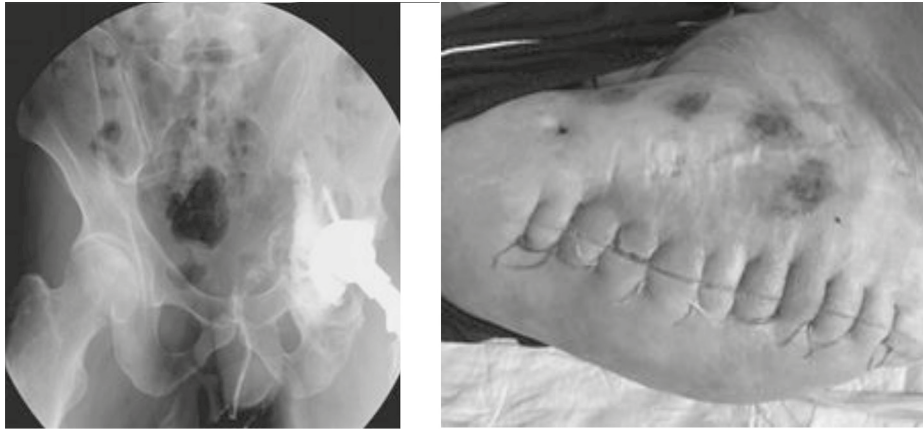
*Ключевые слова:* парапротезная инфекция, перипротезная инфекция, перелом, кости конечностей, деформирующий артроз, трансплантат, гнойные осложнения, раневая инфекция, диагностика, лечение, прогноз.

## **Актуальность**

Инфекционные осложнения после эндопротезирования крупных суставов являются наиболее тяжелыми ортопедическими осложнениями. По данным ряда авторов, на сегодняшний день парапротезная, или перипротезная, инфекция является второй по значимости после асептического расшатывания имплантатов причиной выполнения ревизионного эндопротезирования [1–3]. При этом наибольшее число инфекционных осложнений после первичного эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов выявляется в течение первого года после имплантации (до 54,8 %), постепенно снижаясь до 10,3 % к 10-летнему сроку наблюдения [4–6]. Кроме того, по данным J. T. Kempthorne и соавт., в последнее время появилось огромное количество исследований, посвященных случаям так называемой нераспознанной парапротезной инфекции, которая встречается с частотой от 7 до 20 %, что делает диагностику данного осложнения весьма затруднительной [7]. При этом необходимо отметить, что в отношении диагностики парапротезной инфекции за последнее десятилетие была проведена огромная научная и клиническая работа, результатом которой послужили два международных консенсуса по парапротезной инфекции (2013 и 2018 гг.), на которых не только установили различные диагностические критерии (такие как Д-диммер, С-реактивный белок, лейкоцитарная эстераза, альфа-дефензин и пр.), но и разделили их по степени значимости на большие и малые [4, 8]. К сожалению, при всех доступных диагностических возможностях на сегодняшний день отсутствуют общепринятые алгоритмы хирургического лечения инфекционных осложнений, проявляющихся на разных сроках послеоперационного периода. Для того чтобы определять план лечения конкретного больного с подозрением на глубокую парапротезную инфекцию, прежде всего необходимо иметь представление о факторах риска и патогенезе развития инфекции, а также четко классифицировать данное осложнение [8, 9].

## **Факторы риска развития парапротезной инфекции**

Патогенетические механизмы развития парапротезной инфекции напрямую связаны с наличием гематомы в области оперированного сустава. По данным ряда авторов, частота гематом после первичной артропластики колеблется от 0,8 до 4,1 %. При этом более 20 % гематом инфицируются. Кроме того, в патогенезе развития инфекционного процесса в области хирургического вмешательства, связанного с имплантацией металлических компонентов эндопротеза, ведущую роль играют колонии микроорганизмов, способных формировать многоуровневые биопленки на поверхности имплантатов, препятствующих проникновению



*а*

*б*

*Рис. 1.* Очаг инфекции в оперируемом суставе и в параартикулярных тканях:

*а* — результат фистулографии на электронно-оптическом преобразователе после введения контраста (определяется затек контрастного вещества вдоль вертлужного компонента); *б* — вид послеоперационной раны, осложненной гнойным кокситом (гиперемия, отек, патологические выделения из раны)

антибиотиков [10, 11]. Однако для полноценного формирования гнойно-септического осложнения необходимо также наличие депрессии иммунной системы макроорганизма, которая развивается в ответ на интраоперационную травматизацию мягких тканей, кровопотерю, объем и продолжительность интраоперационной инвазии. Таким образом, факторы риска при выполнении эндопротезирования крупных суставов можно разделить на три условных типа: общий и местный статус пациента, условия выполнения операции, особенности хирургического вмешательства [10–12].

Для детализации факторов риска, связанных с общим или местным статусом пациента, выделяют два подтипа — *основные* и *дополнительные* факторы. К основным относятся:

- 1) очаг инфекции, находящийся в оперируемом суставе (рис. 1а);
- 2) очаг инфекции, находящийся в параартикулярных тканях оперируемого сустава (рис. 1б);

3) генерализация инфекционного процесса — сепсис.

К дополнительным факторам риска, по мнению специалистов [13], относятся:

- 1) наличие предшествующих операций на суставе в анамнезе;
- 2) критические изменения индекса массы тела: более  $40 \text{ кг/м}^2$  либо менее  $18,5 \text{ кг/м}^2$ ;
- 3) неконтролируемый сахарный диабет (сывороточный уровень глюкозы крови более  $10 \text{ ммоль/л}$  или гликированный гемоглобин более 7%);
- 4) системные заболевания, связанные с длительным приемом глюкокортикостероидов и цитостатиков (системная красная волчанка, ревматоидный артрит, васкулиты, группа гематологических заболеваний и пр.);

5) иммунодефицит на фоне ВИЧ-инфекции, а также хронические вирусные гепатиты В и С;

6) терминальная стадия ХБП, требующая выполнения пациентом пожизненного гемодиализа;

7) возраст более 80 лет и мужской пол (о значении возрастной категории также свидетельствуют исследования [14–16]).

Следующей группой факторов риска является корректное выполнение оперативного вмешательства с соблюдением основных правил асептики и антисептики, нарушение которых приводит к обсеменению операционной раны. К профилактике инфекционных осложнений интраоперационно относятся: использование инцизных пленок, смена лезвия скальпеля после разреза кожи, смена перчаток хирурга и ассистентов каждые 60–80 минут оперативного времени, применение ламинарных потоков в операционной [16–18]. К факторам риска также относятся и особенности самого хирургического вмешательства: продолжительность, травматичность, объем кровопотери [10, 12].

Таким образом, необходимо строгое соблюдение всех основных принципов выполнения первичного эндопротезирования крупных суставов для снижения риска развития инфекционных осложнений. Кроме того, следует помнить о проведении адекватной антибиотикопрофилактики в периоперационном периоде [19]. Так, согласно данным 2-й Международной согласительной конференции по перипротезной инфекции антибиотикопрофилактика не должна проводиться более 24 часов после хирургического вмешательства. В противном случае увеличивается риск развития токсических эффектов со стороны организма больного, псевдомембранозного колита, формирования резистентности определенных штаммов микроорганизмов. Необходимо помнить о разной фармакокинетике препаратов в зависимости от массы тела пациента [4, 19].

### **Классификация инфекционных осложнений у пациентов с парапротезной инфекцией**

М. Schafroth с соавт. [20] выделили пять основных критериев, описывающих парапротезную инфекцию:

1. Локализация инфекции в ране. Согласно представлениям центра по контролю и профилактике заболеваний в США выделяют две группы инфекций — инфекцию хирургического разреза (поверхностную инфекцию) и инфекцию органа или полости (глубокую перипротезную инфекцию).

2. Путь инфицирования: экзогенный и эндогенный.

3. Срок манифестации инфекции.

4. Характер возбудителя инфекции.

5. Состояние мягких тканей, окружающих сустав.

Для адекватной интерпретации результатов и правильной классификации перипротезной инфекции с последующим этапным планированием лечения необходимо иметь информацию минимум о трех критериях.

До недавнего времени наиболее распространенной и применяемой в клинической практике была классификация перипротезной инфекции (1996 г.), предложен-

ная группой японских ученых во главе с D. T. Tsukayama: I тип — острая послеоперационная инфекция (до 4 недель после операции); II тип — поздняя хроническая инфекция (от 4 недель до 12 месяцев); III тип — острая гематогенная/отсроченная инфекция (больше 1 года после операции); IV тип — положительный результат интраоперационного бактериологического посева (несколько положительных биоптатов, результаты которых приходят после операции без клинических проявлений инфекции в послеоперационном периоде) [21]. Основным недостатком этой классификации является отсутствие учета патогенеза формирования биопленки микроорганизмами и описание только сроков клинических проявлений и путей инфицирования послеоперационной раны.

Наиболее современной и применимой в клинической практике является классификация W. Zimmerli с соавт. [22] в модификации C. Li с соавт. [19]. В основе данной классификации лежит четкое разделение парапротезной инфекции на острую и хроническую с учетом срока формирования устойчивой к антибиотикам биопленки, который составляет не более четырех недель с момента операции. Данная классификация также позволяет определять объем ревизионного оперативного вмешательства и прогнозировать исход лечения (табл. 1).

Завершая обсуждение современных классификаций, посвященных парапротезным инфекциям, необходимо сказать о существующих на сегодняшний день критериях определения острой и хронической инфекции. Данная проблема является ключевой не только для классифицирования типа инфекции, но и для формирования показаний к тактике хирургического вмешательства. Как правило, с вариантами острой парапротезной инфекции сталкиваются обычные хирурги, работающие в первичном звене здравоохранения. Хроническую инфекцию, напротив, диагностируют в специализированных центрах узкие специалисты [10]. Именно поэтому знание основных и малых критериев как острой, так и хронической парапротезной инфекции является ключевым моментом для успешного лечения каждого конкретного больного. Данные критерии были предложены по результатам 2-й Международной согласительной конференции (2018 г.) по скелетно-мышечной инфекции (табл. 2) [4, 10].

Таблица 1. Классификация парапротезной инфекции по W. Zimmerli с соавт. [22] в модификации C. Li с соавт. [19]

Характеристика	Тип перипротезной инфекции	
	Острая	Хроническая
Патогенез послеоперационной инфекции (<90 суток после операции)	<4 недель после операции (ранняя)	>4 недель после операции (отсроченная низковирulentная)
Патогенез гематогенной инфекции (>90 суток после операции)	<3 недель с момента манифестации симптомов	>3 недель с момента манифестации симптомов
Зрелость биопленки	Незрелая	Зрелая
Хирургическое лечение	Санация инфекционного очага с заменой всех мобильных и сохранением хорошо фиксированных компонентов эндопротеза	Полное удаление эндопротеза (одно-, двух- или многоэтапное хирургическое вмешательство)

Таблица 2. Критерии 2-й Международной согласительной конференции для определения парапротезной инфекции

Основные критерии (один из предложенных)	Решение			
Два положительных посева с одним и тем же микроорганизмом при использовании стандартных методов культивирования	Пациент инфицирован			
Свищевой ход, сообщающийся с суставом или с визуализацией эндопротеза				
Малые критерии	Тип инфекции		Сумма баллов	Решение
	Острая	Хроническая		
СРБ в сыворотке крови (мг/л) или Д-диммер (мкг/л)	100 Неизвестно	10 860	2	Дооперационная и послеоперационная сумма баллов $\geq 6$ — пациент инфицирован; 3–5 — неубедительные данные; <3 — пациент не инфицирован
Повышение СОЭ (мм/ч)	Не имеет значения	30	1	
Повышение в синовиальной жидкости лейкоцитов (клеток/мкл) или лейкоцитарной эстеразы или положительный альфа-дефензин (сигнал/отсечка)	10 000	3000	3	
	++	++		
	1,0	1,0		
Повышение в синовиальной жидкости полиморфоядерных лейкоцитов (%)	90	70	2	
Один положительный посев			2	
Положительная гистология			3	
Положительный интраоперационный посев			3	

### Особенности лечения пациентов с парапротезной инфекцией

Основными задачами лечения пациентов с парапротезной инфекцией, согласно W. Zimmerli с соавт. [22] и P. E. Ochsner и S. Yailemariam [23], являются: снижение болевого синдрома, восстановление функции конечности и купирование инфекционного процесса. В подавляющем большинстве случаев лечение парапротезной инфекции хирургическое. К консервативным способам лечения парапротезной инфекции относятся: иммобилизация конечности, нутриционная поддержка, повязки с отрицательным давлением и при возможности отмена всех антикоагулянтов. Однако данные методы применимы только в случаях, если перипротезная инфекция развивается в первые 7 дней после первичной операции. Начиная с 7-го дня все перечисленные мероприятия не принесут желаемого эффекта и необходимо рассматривать повторное хирургическое вмешательство [10].

Согласно материалам 2-й Международной согласительной конференции по перипротезной инфекции [4], в случаях, когда ревизионное вмешательство по по-



воду перипротезной инфекции проводится в первые 4 недели с момента первичной артропластики, его минимальный объем должен включать:

1. Обильное промывание раны растворами антисептиков (не менее 5 л). Наиболее оптимальным считается применение 20-процентного раствора полигексанида (лавасепт).

2. Радикальную хирургическую обработку раны, включающую иссечение краев кожи с патологически измененными тканями подкожной жировой клетчатки, фасции, капсулы сустава и окружающих сустав мышц.

3. Определение стабильности фиксации имплантатов эндопротеза, замену сочленяющихся компонентов на новые [4, 24].

Необходимо отметить, что хирургическое вмешательство по поводу перипротезной инфекции следует выполнять в отдельно оборудованной операционной для исключения контаминации других пациентов. На сегодняшний день выделяют три группы оперативного лечения парапротезной инфекции в зависимости от факторов риска и необходимости сохранения или переустановки компонентов эндопротеза:

— I группа — ревизионное эндопротезирование с сохранением эндопротеза (в зарубежных публикациях данный вид оперативного вмешательства носит название Debridement and Implant Retaining, DAIR);

— II группа — одноэтапное или двухэтапное ревизионное эндопротезирование;

— III группа — хирургические методы лечения, не подразумевающие имплантации эндопротеза (артродезирование, резекционная артропластика и в некоторых особо тяжелых случаях — ампутация) [2].

Алгоритм выбора тактики лечения парапротезной инфекции был предложен С. Li с соавт. [19], W. Zimmerli с соавт. [22] (рис. 2).

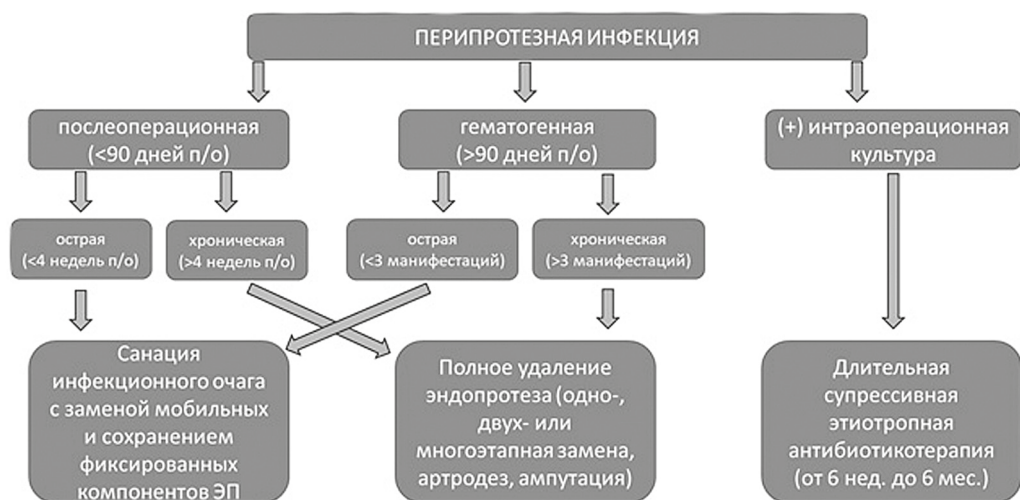


Рис. 2. Схема лечебной тактики пациента с диагностированной парапротезной инфекцией в зависимости от сроков и количества манифестаций, а также патогенетических механизмов развития осложнения: п/о — после операции, ЭП — эндопротез. Составлено по: [19, 22]

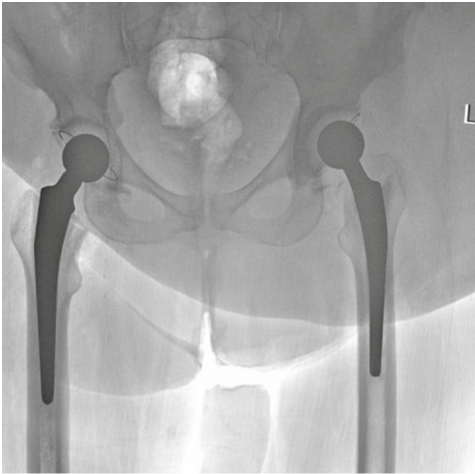
Метод ревизионного эндопротезирования крупных суставов с радикальной обработкой патологически измененных тканей и сохранением стабильно фиксированных компонентов эндопротеза (DAIR) применим лишь в случаях острой парапротезной инфекции, манифестировавшей в сроки не более 4 недель с момента первичной операции, то есть в случаях «незрелой биопленки». Вероятность благополучного исхода в случае применения DAIR по показаниям, по данным ряда авторов, достигает 81 %. Однако необходимо отметить, что на исход данной хирургической методики влияет вид возбудителя — наиболее неблагоприятным оказался *Staphylococcus aureus* [2].

Одноэтапное эндопротезирование инфицированного сустава подразумевает иссечение патологически измененных тканей, обильное промывание, удаление хорошо фиксированных компонентов эндопротеза и установку новых с использованием цементной техники. Ограничениями к применению данной методики являются: массивные костные дефекты, требующие выполнения костной пластики или применения металлических фиксаторов, наличие свищевого хода к полости сустава, тяжелая сопутствующая патология, септические состояния, полирезистентность микроорганизмов по результатам двух посевов. Вероятность благоприятного исхода при правильном использовании методики одноэтапного эндопротезирования колеблется от 50 до 80 % [10].

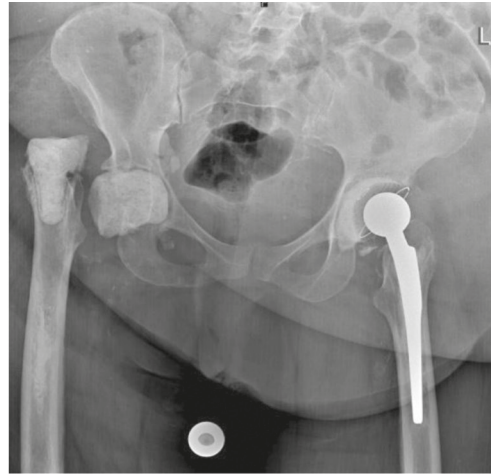
Двух- или многоэтапное ревизионное эндопротезирование является наиболее часто применяемым методом. Данный вид оперативного лечения возможно выполнять практически в любых клинических ситуациях, в том числе и при генерализации инфекционного процесса, наличии свищевых ходов, дефектов кожи, мягких тканей, костей и высокой устойчивости микроорганизмов к применяемым антибиотикам. Особенности применения двухэтапного ревизионного эндопротезирования является разделение двух этапов — радикальной обработки инфицированного сустава с удалением всех компонентов ранее установленного эндопротеза и имплантацией ипрегнированного антибиотиками спейсера в сформированную полость за время первого этапа. Во время второго этапа предполагается установка новых компонентов эндопротеза, замещение костных дефектов, выполнение мышечной и кожной пластики. Оба этапа разделяются временным периодом от 1,5 месяцев до нескольких лет в зависимости от установленного спейсера, особенностей пациента и тяжести инфекционного процесса. В промежутке между этапами пациенту назначается длительная антибиотикотерапия (от 4 до 8 недель). Клинический пример успешного выполнения двухэтапного ревизионного эндопротезирования представлен на рис. 3.

Двухэтапное ревизионное эндопротезирование у пациентов с наличием хронической перипротезной инфекции является золотым стандартом на сегодняшний день. Безусловно, успех лечения определяется четкой реализацией всех пунктов лечебно-диагностического алгоритма. При этом огромное значение имеет опыт хирурга и степень оснащенности стационара. Благоприятный исход двухэтапного лечения перипротезной инфекции достигает 93 % и позволяет добиваться стойкой ремиссии инфекционного процесса [10, 25]. Однако до сих пор отсутствуют четкие критерии выбора методов одно- или двухэтапного ревизионного эндопротезирования, методик цементного или бесцементного эндопротезирования при лечении перипротезной инфекции, а также сроков антибиотикотерапии.

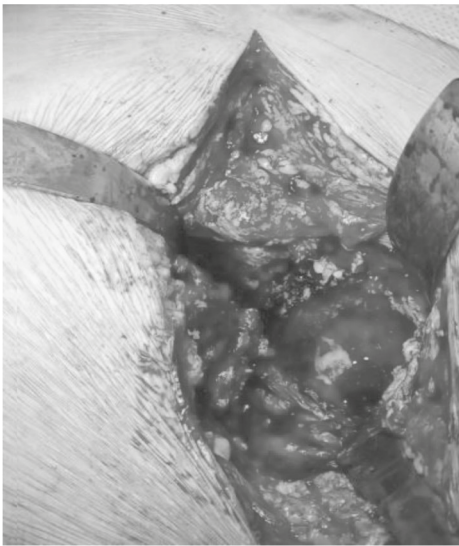




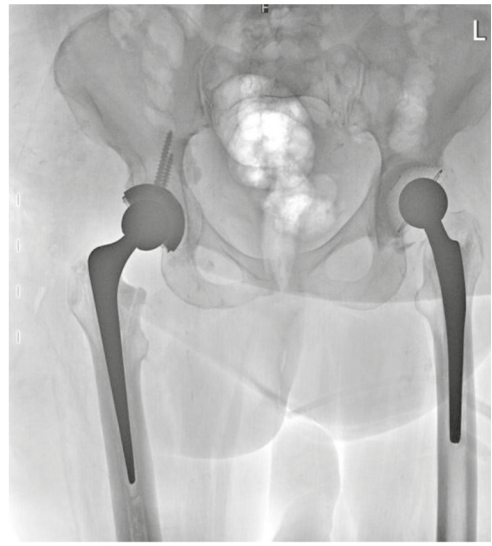
*a*



*б*



*в*



*г*

*Рис. 3.* Клинический пример двухэтапного ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациента с перипротезной инфекцией справа, диагностированной через 3 месяца после первичного хирургического вмешательства:

*a* — обзорная рентгенограмма таза после операции; *б* — рентгенограмма после первого этапа реэндопротезирования, в ходе которого установлен блокирующий спейсер с антибиотиком в полость сустава; *в* — фотография тазобедренного сустава во время выполнения второго этапа ревизионного эндопротезирования с целью коррекции костного дефекта дна вертлужной впадины; *г* — обзорная рентгенограмма таза с установленным ревизионным эндопротезом справа и костной аутопластикой дна вертлужной впадины

## Литература

1. *Arens S., Hansis M., Schlegel U., Eijer H., Printzen G., Ziegler W.J., Perren S.M.* Infection after open reduction and internal fixation with dynamic compression plates — clinical and experimental // *Injury*. 1996. Vol. 27, no. 3. P. 27–33. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(96\)89029-2](https://doi.org/10.1016/0020-1383(96)89029-2)
2. *Шаповалов В. М., Овденко А. Г.* Огнестрельный остеомиелит. СПб.: Морсар АВ, 2000. 143 с.
3. Военная травматология и ортопедия / под ред. В. М. Шаповалова. СПб.: ВМедА, 2013. 547 с.
4. Материалы Второй международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции / под ред. Р. М. Тихилова, С. А. Божковой, И. И. Шубнякова. СПб.: РНИИТО им. Р. Р. Вредена, 2019. 314 с.
5. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Т. 2 / под ред. Р. М. Тихилова, И. И. Шубнякова. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2015. 356 с.
6. Травматология и ортопедия / под ред. Н. В. Корнилова, А. К. Дулаева. М.: ГЭОТАР-медиа, 2020. 655 с.
7. *Kemphthorne J. T., Ailabouni R., Raniga S., Hammer D., Hooper G.* Occult infection in aseptic joint loosening and the diagnostic role of implant sonication // *BioMed Research Internation*. 2015. Vol. 217. P. 213–218.
8. *Цед А. Н., Дулаев А. К.* Первичное эндопротезирование тазобедренного сустава у больных с терминальной стадией хронической болезни почек (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России*. 2018. Т. 24, № 2. С. 146–153.
9. *Цед А. Н., Дулаев А. К., Муштин Н. Е., Тишков А. В.* Особенности диагностики костно-суставной патологии при эндопротезировании тазобедренного и коленного суставов у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе // *Ученые записки Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова*. 2019. Т. 26, № 2. С. 28–36.
10. *Дулаев А. К., Овденко А. Г., Цед А. Н., Муштин Н. Е.* Периимплантатные инфекционные осложнения в травматологии и ортопедии. СПб.: РНЦПСБГМУ, 2023. 52 с.
11. *Darouiche R. O.* Treatment of infections associated with surgical implants // *N. Engl. J. Med*. 2004. Vol. 350, no. 14. P. 1422–1429. <https://doi.org/10.1056/NEJMra035415>
12. *Stephen K. L., Borens O.* Principles of Orthopedic infection Management. New York, 2016. 482 p.
13. *Morrissy R. T., Haynes D. W.* Acute hematogenous osteomyelitis: A model with trauma as an etiology // *J. Pediatr. Orthop*. 1989. Vol. 9, no. 4. P. 447–456.
14. *Овденко А. Г.* Огнестрельные ранения и огнестрельный остеомиелит конечностей СПб.: Искусство России, 2010. 239 с.
15. *Шаповалов В. М., Овденко А. Г., Хоминец В. В.* Внешний остеосинтез при лечении раненых. СПб.: Проффессионал, 2013. 283 с.
16. *Canale S. T., Beaty J. H.* Campbell's Operative Orthopaedics. Vol. 1. [S.l.]: Mosby, Elsevier, 2008. 1060 p.
17. *Куропаткин Г. В.* Костный цемент в травматологии и ортопедии. М.: Авторский тираж, 2018. 200 с.
18. *Illingworth K. D., Mihalko W. M., Parvizi J., Sculco Th., McArthur B., el Bitar Y., Saleh K. J.* How to minimize infection and there by maximize patient outcomes in total joint arthroplasty: A multicenter approach: AAOS exhibit selection // *J. Bone Jt. Surg*. 2013. Vol. 95, no. 8. P. 50.
19. *Li C., Renz N., Trampuz A.* Management of Periprosthetic Joint Infection // *Hip Pelvis*. 2018. Vol. 30, no. 3. P. 138–146.
20. *Schafroth M., Zimmerli W., Brunazzi M., Ochsner P.E.* Infection // *Total hip replacement*. Berlin: Springer-Verlag, 2003. P. 65–90.
21. *Tsukayama D. T., Goldberg V. M., Kyle R.* Diagnosis and management of infection after total knee arthroplasty // *J. Bone Jt. Surg. Am*. 2003. Vol. 85-A, no. 4. P. 75–80.
22. *Zimmerli W., Widmer A. F., Blatter M., Frei R., Ochsner P.E.* Role of rifampin for treatment of orthopedic implant-related staphylococcal infections: a randomized controlled trial. Foreign-Body Infection (FBI) Study Group // *JAMA*. 1998. Vol. 279, no. 19. P. 1537–1541.
23. *Ochsner P.E., Yallemariam S.* Histology of osteosynthesis related bone infection // *Injury*. 2006. Vol. 37, no. 2. P. 49–58.
24. *Willenegger H., Roth B., Ochsner P.E.* The return of local antiseptics in surgery // *Injury*. 1995. Vol. 26, suppl. 1. P. 28–33.

25. Шубняков И. И., Тихилов Р. М., Денисов А. О., Ахмедиллов М. А., Черный А. Ж., Тотоев З. А., Джавадов А. А., Карпунин А. С., Муравьёва Ю. В. Что изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? // Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25, № 4. С. 9–27.

Статья поступила в редакцию 4 ноября 2023 г.;  
рекомендована к печати 11 декабря 2023 г.

#### Контактная информация:

Дулаев Александр Кайсинович — д-р мед. наук, проф.; akdulaev@gmail.com

Овденко Андрей Григорьевич — д-р мед. наук, проф.; ovdandrej@yandex.ru

Цед Александр Николаевич — д-р мед. наук; tsed@mail.ru

Муштин Никита Евгеньевич — канд. мед. наук, доц.; mushtin.nikita@yandex.ru

Дулаев Дмитрий Владимирович — врач; dulaev87@mail.ru

Варзин Сергей Александрович — д-р мед. наук, доц.; drvarzin@mail.ru

### Treatment of patients with periprosthetic infection

E. K. Dulaev<sup>1</sup>, A. N. Tsed<sup>1</sup>, D. V. Dulaev<sup>1</sup>,

A. G. Ovdenko<sup>1,2</sup>, N. E. Mushtin<sup>1</sup>, S. A. Varzin<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Pavlov First Saint Petersburg State Medical University,  
6–8, ul. L'va Tolstogo, St. Petersburg, 197022, Russian Federation

<sup>2</sup> Hospital for War Veterans,  
21, ul. Narodnaya, St. Petersburg, 193079, Russian Federation

<sup>3</sup> St. Petersburg State University,  
7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

<sup>4</sup> St. Petersburg Medico-Social Institute,  
72a, Kondratevsky pr., St. Petersburg, 195271, Russian Federation

**For citation:** Dulaev E. K., Tsed A. N., Dulaev D. V., Ovdenko A. G., Mushtin N. E., Varzin S. A. Treatment of patients with periprosthetic infection. *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*, 2023, vol. 18, issue 4, pp. 372–384. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2023.403> (In Russian)

The review article presents the main questions of pathogenesis, early diagnosis, and surgical management of patients with paraprosthesis infection that developed after surgery for fractured limb bones and deforming arthrosis. The main factors that influenced the occurrence of purulent complications and the ways of their prevention, treatment, taking into account the current ideas about wound infection, are indicated. Pathogenetic mechanisms of paraprosthesis infection development are directly related to the presence of hematoma in the operated joint. Risk factors for large joint arthroplasty can be divided into three conditional types: general and local patient status; conditions for the operation; features of surgery. To detail the risk factors associated with the general or local status of the patient, two subtypes are highlighted — primary and secondary. The main subtype includes: 1) focus infection, located in the operated joint; 2) focus infection, located in the paraarticular tissues of the operated joint; 3) generalization of the infectious process — sepsis. The additional subtype includes: 1) history of previous joint surgery; 2) critical changes in body mass index; 3) uncontrolled diabetes mellitus; 4) presence of systemic diseases associated with prolonged administration of glucocorticosteroids and cytostatics and others. Two-stage revision endoprosthesis in patients with chronic periprosthetic infection is the gold standard to date. In many ways, the success of treatment depends on the correctness of all stages, on the adequacy of diagnostic measures, the scrupulousness of compliance with surgical technique and is determined by the surgeon's experience, as well as the equipment of the hospital.

**Keywords:** paraprosthesis infection, periprosthetic infection, fracture, limb bones, deforming arthrosis, transplant, purulent complications, wound infection, diagnosis, treatment, prognosis.

## References

1. Arens S., Hansis M., Schlegel U., Eijer H., Printzen G., Ziegler W.J., Perren S.M. Infection after open reduction and internal fixation with dynamic compression plates — clinical and experimental. *Injury*, 1996, vol. 27, no. 3, pp. 27–33. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(96\)89029-2](https://doi.org/10.1016/0020-1383(96)89029-2)
2. Shapovalov V.M., Ovdenko A. G. *Gunshot osteomyelitis*. St. Petersburg, Morsar AV Publ., 2000, 143 p. (In Russian)
3. *Military traumatology and orthopedics*, ed. V. M. Shapovalov St. Petersburg, VMedA Publ., 2013, 547 p. (In Russian)
4. *Proceedings of the Second International Conciliation Meeting on Musculoskeletal Infection*, eds R. M. Tikhilov, S. A. Bozhkova, I. I. Shubnyakov. Rus. ed. St. Petersburg, RNIITO named after R. R. Vredn Publ., 2019, 314 p. (In Russian)
5. *Guide to hip joint surgery*, vol. 2, eds R. M. Tikhilov, I. I. Shubnyakov. St. Petersburg, ELBI-Spb Publ., 2015, 356 p. (In Russian)
6. *Traumatology and orthopedics*, eds N. V. Kornilov, A. K. Dulaev. Moscow, GEOTAR-media Publ., 2020, 655 p. (In Russian)
7. Kempthorne J. T., Ailabouni R., Raniga S., Hammer D., Hooper G. Occult infection in aseptic joint loosening and the diagnostic role of implant sonication. *BioMed Research Internation*, 2015, vol. 217, pp. 213–218.
8. Tsed A. N., Dulaev A. K. Primary hip replacement in patients with end-stage chronic kidney disease (literature review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*, 2018, vol. 24, no. 2, pp. 146–153. (In Russian)
9. Tsed A. N., Dulaev A. K., Mushtin N. E., Tishkov A. V. Features of diagnostics of bone-joint pathology in hip and knee arthroplasty in patients undergoing chronic hemodialysis. *Scientific notes of the 1<sup>st</sup> St. Petersburg State Medical University named after I. P. Pavlov the catch*, 2019, vol. 26, no. 2, pp. 28–36. (In Russian)
10. Dulaev A. K., Ovdenko A. G., Tsed A. N., Mushtin N. E. *Periimplantate infectious complications in traumatology and orthopedics*. St. Petersburg, RNTSPSbGMU Press, 2023, 52 p. (In Russian)
11. Darouiche R. O. Treatment of infections associated with surgical implants. *N. Engl. J. Med.*, 2004, vol. 350, no. 14, pp. 1422–1429. <https://doi.org/10.1056/NEJMra035415>
12. Stephen K. L., Borens O. *Principles of Orthopedic infection Management*. [S.l.], Thieme, 2016, 496 p.
13. Morrissy R. T., Haynes D. W. Acute hematogenous osteomyelitis: A model with trauma as an etiology. *J. Pediatr. Orthop.*, 1989, vol. 9, no. 4, pp. 447–456.
14. Ovdenko A. G. *Gunshot wounds and gunshot osteomyelitis of the extremities*. St. Petersburg, Iskuststvo Rossii Publ., 2010, 39 p. (In Russian)
15. Shapovalov V.M., Ovdenko A. G., Khominets V.V. *External osteosynthesis in the treatment of the wounded*. St. Petersburg, Professional Publ., 2013, 283 p. (In Russian)
16. Canale S. T., Beaty J. H. *Campbell's Operative Orthopaedics*, vol. 1. [S.l.], Mosby, Elsevier, 2008, 1060 p.
17. Kuropatkin G. V. *Bone cement in traumatology and orthopedics*. Moscow, Avtorskii tirazh Publ., 2018, 200 p. (In Russian)
18. Illingworth K. D., Mihalko W.M., Parvizi J., Sculco Th., McArthur B., el Bitar Y., Saleh K. J. How to minimize infection and there by maximize patient outcomes in total joint arthroplasty: A multicenter approach: AAOS exhibit selection. *J. Bone Jt. Surg.*, 2013, vol. 95, no. 8, p. 50.
19. Li C., Renz N., Trampuz A. Management of Periprosthetic Joint Infection. *Hip Pelvis*, 2018, vol. 30, no. 3, pp. 138–146.
20. Schafroth M., Zimmerli W., Brunazzi M., Ochsner P.E. Infection. *Total hip replacement*. Berlin, Springer-Verlag, 2003, pp. 65–90.
21. Tsukayama D. T., Goldberg V.M., Kyle R. Diagnosis and management of infection after total knee arthroplasty. *J. Bone Jt. Surg. Am.*, 2003, vol. 85-A, no. 4, pp. 75–80.
22. Zimmerli W., Widmer A. F., Blatter M., Frei R., Ochsner P.E. Role of rifampin for treatment of orthopedic implant-related staphylococcal infections: a randomized controlled trial. Foreign-Body Infection (FBI) Study Group. *JAMA*, 1998, vol. 279, no. 19, pp. 1537–1541.
23. Ochsner P.E., Yailemariam S. Histology of osteosynthesis related bone infection. *Injury*, 2006, vol. 37, no. 2, pp. 49–58.
24. Willenegger H., Roth B., Ochsner P.E. The return of local antiseptics in surgery. *Injury*, 1995, vol. 26, suppl. 1, pp. 28–33.

25. Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Denisov A.O., Akhmedilov M.A., Cherny A.Z., Totoev Z.A., Javadov A.A., Karpukhin A.S., Muravyova Yu. V. What has changed in the structure of revision hip replacement in recent years? *Traumatology and orthopedics of Russia*, 2019, vol. 25, no. 4, pp. 9–27. (In Russian)

Received: November 4, 2023  
Accepted: December 11, 2023

Authors' information:

*Alexander K. Dulaev* — MD, Professor; akdulaev@gmail.com

*Andrey G. Ovdenko* — MD, Professor; ovdandrej@yandex.ru

*Alexander N. Tsed* — MD; tsed@mail.ru

*Nikita E. Mushtin* — PhD in Medicine, Associate Professor; mushtin.nikita@yandex.ru

*Dmitry V. Dulaev* — Doctor; dulaev87@mail.ru

*Sergey A. Varzin* — MD, Associate Professor; drvarzin@mail.ru