

Использование шарнирного эндопротеза коленного сустава

Н.Л. Логвинов¹ ✉, С.Н. Хорошков², Н.В. Ярыгин², С.Н. Голев³, Т.Т. Давидян³

Отделение травматологии и ортопедии

¹ ООО «Клиника научной медицины»

109559, Российская Федерация, Москва, ул. Краснодарская д. 52, корп. 2

² ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ

127006, Москва, ул. Долгоруковская, д. 4

³ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. В.П. Демикова ДЗМ»

109263, Москва, ул. Шкулёва, д. 4, стр. 13

✉ Контактная информация: Логвинов Николай Леонидович, кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, заведующий отделением травматологии ООО «Клиника научной медицины». Email: nickolay.logvinov@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются некоторые особенности в планировании ревизии тотального эндопротезирования коленного сустава. Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) включает замену всех отделов коленного сустава для восстановления работоспособности и функции. ТЭКС — один из самых распространённых и надёжных хирургических методов лечения заболеваний коленного сустава. Однако некоторым пациентам требуется ревизионное эндопротезирование коленного сустава (РТЭКС) после ТЭКС по разным причинам, включая механический износ, расшатывание имплантата, проседание, инфекцию, нестабильность, перипротезный перелом, тугоподвижность. К сожалению, общий результат РТЭКС не столь удовлетворительный, как для первичного ТЭКС из-за многих факторов достигнутого успеха и факторов риска. Для улучшения результатов РТЭКС мы используем, в том числе применение связанных ревизионных эндопротезов с вращающимся шарниром, включая лечение пациентов с потерей костной ткани в метафизарном отделе коленного сустава. При предоперационном планировании РТЭКС мы используем классификацию костных дефектов, варианты восстановления суставной линии, что позволяет сделать индивидуальный подбор типа (вида) и компонентов модульного ревизионного эндопротеза. Клинический пример также позволяет обосновать выбор типа (вида) эндопротеза, а именно ревизионного эндопротеза с вращающимся шарниром.

Ключевые слова:

костные дефекты, метафизарная потеря костной массы, ревизионное эндопротезирование коленного сустава, костный цемент

Ссылка для цитирования

Логвинов Н.Л., Хорошков С.Н., Ярыгин Н.В., Голев С.Н., Давидян Т.Т. Использование шарнирного эндопротеза коленного сустава. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2025;14(1):231–239. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-1-231-239>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

РТЭКС — ревизионное тотальное эндопротезирование коленного сустава

ТЭКС — тотальное эндопротезирование коленного сустава

AORI — (Anderson Orthopaedic Research Institute) — классификация костных дефектов

WOMAC — (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) — шкала функциональной оценки коленного сустава

Инфекционные осложнения в области коленного сустава, а также после эндопротезирования коленного сустава являются большой проблемой для здравоохранения. Их частота составляет 0,5–5% от всех вмешательств в коленном суставе [1]. Факторами риска являются возраст и состояние здоровья пациента, его вес, сохранность анатомических структур сустава, характеристика инфекционного процесса, используемая модель эндопротеза, особенности проведения хирургической техники реэндопротезирования, комплаентность пациента и многое другое [2].

Ревизионное тотальное эндопротезирование коленного сустава (РТЭКС) бывает одно- и двухэтапным [3]. Каждый из видов методики имеет свои показания и противопоказания [4]. Одноэтапное РТЭКС показано, когда высока вероятность успеха: нет высеваемых микроорганизмов или получена микрофлора, чувствительная к большинству антибиотиков [5].

Двухэтапное РТЭКС включает использование на первом этапе проводимого лечения спейсера, импрегнированного антимикробными химиопрепаратами, который ставится больному на срок от 2 до 6 месяцев.

На сегодняшний день применяются как готовые спейсеры фабричного производства, так и цементные метилметакрилатные интраоперационного изготовления [6]. После этапного применения спейсера, проводимого консервативного лечения и купирования воспалительного процесса, но не ранее чем через 3–6 месяцев, проводится второй этап лечения — имплантация ревизионного эндопротеза коленного сустава [7].

Основные сложности РТЭКС после использования различных спейсеров заключаются в развитии артрофиброза коленного сустава, с большим или меньшим разрастанием соединительной ткани, потере костной ткани, утрате анатомических ориентиров, потере связочного аппарата, сложности с восстановлением исходной суставной линии, мягкотканым балансом [8]. При этом, к сожалению, отмечается недостаточная врачебная преемственность, так как первичный эндопротез коленного сустава устанавливается в одном учреждении, лечение инфекционных осложнений и установка спейсера происходят в другом учреждении, а последующее ревизионное протезирование — в третьем [9].

При планировании ревизионного вмешательства, тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС), мы использовали классификацию костных дефектов AORI (*Anderson Orthopaedic Research Institute*, 2006) и варианты восстановления суставной линии для правильного подбора компонентов ревизионного эндопротеза [10–12].

КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ АОР/ (2006)

Современная классификация костных дефектов AORI (табл. 1) была предложена Ортопедическим Научно-исследовательским институтом Андерсона в 2006 году. В данной классификации учитываются костные дефекты бедренной и большеберцовой костей после проведённого первичного эндопротезирования коленного сустава, которые разделены в зависимости от типа, глубины и локализации дефекта.

Следует отметить, что в классификации *AORI* учитываются только те дефекты, которые возникли после удаления компонентов протеза. Дефекты оцениваются по предоперационным рентгенограммам и, в последующем, классификация может быть изменена интраоперационно. Бедренные надмышечки, задние бедренные мыщелки и положение надколенника относительно суставной линии могут использоваться в качестве ориентиров, чтобы дифференцировать сложные бедренные дефекты. Головка малоберцовой кости и большеберцовая бугристость также должны использоваться в качестве ориентиров для тех большеберцовых дефектов, которые трудно оценить. Основами этой классификации являются следующие определения типа дефектов:

Тип 1. Дефект (интактная метафизарная кость): лёгкие костные дефекты, не ставящие под угрозу стабильность компонента.

Тип 2. Дефект (повреждённая метафизарная кость): потеря губчатой кости, требующая заполнения цементом, аументом или костным трансплантатом, чтобы восстановить обоснованный уровень суставной линии. Костные дефекты типа 2 могут появиться в одном бедренном мыщелке или большеберцовом плато (2 A), или в обоих мыщелках или плато (2 B).

Тип 3. Дефект (недостаточный метафизарный сегмент): потеря костной массы, ставящая под угрозу

большую часть мыщелка или плато. Эти дефекты обычно связаны с недостаточностью коллатеральных или пателлярных связок и обычно требуют костных трансплантатов или кастомных имплантатов.

Как всегда, в любой классификации некоторые случаи являются пограничными. Для их классификации необходимо оценивать как послеоперационные рентгенограммы, так и проведенное хирургическое лечение.

Костные дефекты также возможны и в надколеннике, но эти случаи были исключены из классификации костных дефектов *AORI*, потому что они не влияют на выбор методов в ревизионной хирургии, не используется костная пластика и специальные ревизионные компоненты для их лечения — за редкими исключениями.

Бедренный костный дефект F1

Предоперационные рентгенограммы бедренной кости Типа 1 демонстрируют правильно выровненный компонент без доказательств бедренного остеолита.

Они также не показывают значительной составляющей миграции, должен был хороший уровень суставной линии. Незначительные поверхностные дефекты от остатков цементных пробок излечены частичным костным трансплантатом или цементом. Табл. 1 суммирует особенности и методики лечения дефекта F1.

Послеоперационные рентгенограммы бедренной кости Типа 1 показывают относительно нормальный уровень суставной линии с надколенником на 1 см проксимальнее относительно большеберцового плато. Бедренные мышечки кажутся целыми на передне-

Таблица 1

Руководство для классификации дефектов AORI

Table 1

Management For classifications AORI defects

Тип дефекта	Идентификация особенностей	Лечение
F1/T1	Отсутствие проседания компонентов или остеолиза; отсутствие губчатых дефектов в периферических областях; губчатая кость, которая будет поддерживать имплантат; дефекты могут быть заполнены небольшим количеством гранул костного трансплантата или цемента; присутствует нормальная линия сустава Бедренная кость — полный мыщелковый профиль Большеберцовая кость — компонент выше головки малоберцовой кости и целый метафизарный сегмент	Без аугментов (более 4 мм), структурных трансплантатов или цементного наполнителя (более 1 см). Не используются стержневые компоненты
F2/T2	Губчатая кость не может поддерживать имплантат; губчатые дефекты могут потребовать костных трансплантатов; используемый компонент требует аугментации для восстановления линии сустава; остеолиз может быть более обширным, чем показано на рентгенограммах Бедренная кость — уменьшенный мыщелковый профиль Большеберцовая кость — компонент находится на уровне или ниже вершины головки малоберцовой кости и большеберцовая выпуклость уменьшена	Линия сустава восстановлена аугментированным компонентом (более 4 мм), частицами аутоотрансплантата или аллотрансплантата, либо цементным наполнителем (более 1 см). Могут быть использованы стержневые компоненты
F3/T3	Отмеченная миграция компонентов; нестабильность колена; недостаточность метафизарного сегмента Бедренная кость — потеря места прикрепления коллатеральных связок к одному или обоим мыщелкам; тяжелая потеря кости мыщелка из-за остеолиза или многоосколчатого надмыщелкового перелома	Структурный трансплантат, аугмент или цемент, или шарнирный компонент, используемый для реконструкции мыщелка или плато. Должны использоваться стержневые компоненты

задней рентгенограмме; задний мышечковый офсет сохранён на боковой рентгенограмме. Проксимальный кончик заднего мышелка компонента должен соответствовать проксимальному концу заднего мышелка бедра пациента. Дальнейшая потеря костной массы может также произойти после удаления импланта.

Бедренный костный дефект F2

Бедренный костный дефект F2 характеризуется остеолитом или значительной проксимальной миграцией бедренного компонента. Рентгенограммы могут показать проседание имплантата с круговой рентгенопрозрачностью. Кроме того, потеря расстояния от надмышелков до края имплантата будет очевидна на переднезадней рентгенограмме. Бедренный остеолит не должен распространяться дальше надмышелков.

В некоторых дефектах F2 могут быть изменены нормальные соотношения бедренного компонента и диафиза бедренной кости (6-градусное вальгусное отклонение). Имплантат проседает с угловой миграцией в неправильную варусную или вальгусную позицию относительно анатомической оси бедра.

Дефекты F2A: один мышелок

Дефект бедра Типа 2A может вовлекать любой мышелок. Губчатая кость вовлечённого мышелка, возможно, была повреждена остеолитом или ятрогенно, если была сделана неправильная дистальная угловая резекция кости бедра во время первичной артропластики. Кость противоположного бедренного мышелка относительно интактна при нормальном уровне суставной линии.

Рентгенографический критерий бедренной кости Типа 2A определяется наличием одностороннего возвышения суставной линии на фоне сохранения для фиксации имплантата кости в противоположном мышелке. Наличие небольших костных дефектов в противоположном мышелке не изменяет классификацию дефекта Типа 2A, пока противоположный мышелок поддерживает относительно нормальный уровень суставной линии.

Реконструкция дефекта F2A с использованием первичного имплантата производится редко. В большинстве случаев используется модульный аугмент, чтобы восстановить нормальную суставную линию. При некоторых обстоятельствах методика лечения дефекта F2A должна включать частичное восстановление суставной линии. Это может быть необходимо, чтобы исправить большую дооперационную сгибательную контрактуру. Дефект F2A преобразовывается в дефект F2B, когда противоположный мышелок резецирован на более проксимальном уровне. Когда суставная линия повышена, необходим меньший размер бедренного компонента, чтобы восстановить сгибательно-разгибательный баланс. Послеоперационные рентгенограммы правильно восстановленного дефекта F2A должны показывать мышелок с аугментом или восстановленный мышелок. Переднезадняя рентгенограмма может продемонстрировать более проксимальный уровень резекции мышелка. Однако аугментирование не всегда видно на боковой рентгенограмме, если имеется картер-бокс заднестабилизованного или связанного импланта.

Дефект F2B: оба мышелка

Дефект в бедренной кости Типа 2B идентичен дефекту 2A, но включает оба бедренных мышелка. Повреждённая метафизарная кость требует восстановления при помощи цемента, аугментов, костных граф-

тов для достижения приемлемого уровня суставной линии. На переднезадней рентгенограмме просевшего бедренного компонента типа 2B расстояние от дистального края компонента относительно надмышелков уменьшается.

Если надмышелки уплощены за счёт миграции компонентов, то дефект приобретает уровень типа F3. Остеолит может быть отмечен на переднезадней рентгенограмме между компонентом и метафизарным краем. Кроме того, на боковой рентгенограмме может присутствовать пателла *baja*. В связи с проксимальной миграцией суставной линии задний мышелок компонента протеза, возможно, переместился выше оставшегося заднего мышелка бедра пациента. Использование большого количества цемента проксимальнее бедренного компонента обычно приводит к классификации F2B. Часто необходима аугментация обеих бедренных мышелков дистально и сзади с помощью модульных аугментов для восстановления нормального уровня линии сустава. Цементная мантия иногда усиливается губчатыми костными винтами. Дефект F2B всегда следует восстанавливать ревизионным компонентом со стержнем. Для некоторых дефектов F2B требуется поднятие суставной линии для восстановления адекватного движения в коленном суставе. Это справедливо для тугого колена при сгибательной контрактуре более 20 градусов.

Послеоперационные рентгенограммы дефекта F2B демонстрируют как подъём суставной линии без устранимости больших дефектов кости, так и нормальную линию сустава, которая была восстановлена аугментами, костным трансплантатом или толстой цементной мантией под компонентом. Метафизарный сегмент бедра будет казаться укороченным или заменённым на бедренный компонент увеличенной толщины. Костные трансплантаты будет трудно различить, если трансплантат плотно примыкает к кости пациента. Надколенник может находиться на уровне или ниже верхней части большеберцового компонента, тем самым указывая на подъём суставной линии.

Дефект F3

Бедренные дефекты Типа 3 имеют обширную структурную потерю костной ткани, включая большую часть одного или обоих бедренных мышелков. См. табл. 1 для идентификации особенностей дефектов F3.

Предоперационные рентгенограммы дефектов F3 демонстрируют остеолит и выраженную миграцию к уровню надмышелков. Когда бедренная кость мигрирует, надмышелки находятся вблизи компонента. Хотя тяжесть остеолита не всегда очевидна на рентгенограммах, хирург должен предполагать, что остеолит может быть намного более тяжёлым, чем ожидается. Остеолит обычно проявляется как дефект в губчатой кости, прилегающей к имплантату. Остеолит часто проявляется на краях бедренного компонента и сопровождается склеротической или зубчатой границей. Часто литические повреждения остеолита видны в областях, где бедренный компонент не скреплён с костью пациента. Самые агрессивные литические повреждения остеолита могут не иметь рентгенографической склеротической границы. Расшатывание шарнирного, кастомного, ревизионного компонента часто приводит к дефекту F3. Эти конструкции компонентов часто имеют стержень, мигрирующий в канале бедра. Существенное количество кости было удалено

при установке таких компонентов. В этих случаях укорачивается метафизарный сегмент бедренной кости.

Хирургическая реконструкция дефекта типа *F3* является процедурой «спасения», требующей восстановления метафизарной кости массивным структурным аллотрансплантатом или кастомным бедренным компонентом. Обширная потеря костной массы может включать один или оба мыщелка. Может потребоваться варусно-вальгусный связанный имплантат, или сохранение и повторное присоединение одной или обеих коллатеральных связок. В этом случае требуется ножка, заполняющая канал бедра. Достижение ротационной стабильности бедренного компонента может потребовать полного цементирования бедренного канала или использования аллотрансплантата.

Послеоперационные рентгенограммы дефекта бедра типа 3 демонстрируют восстановление дистального метафиза бедра и, в некоторых случаях, диафиза. Все конструкции с хинчами или шарнирами относятся по умолчанию к типу *F3*, потому что они заменяют метафизарный сегмент и связывают соседние компоненты и компартменты. Из-за отличающейся плотности кости установление границ аллотрансплантата от прилегающей кости пациента очевидно несложно. Идеальная реконструкция дефекта *F3* включает восстановление нормальной суставной линии на фоне полиэтиленового вкладыша минимальной толщины.

Большеберцовый костный дефект T1

Те же принципы, используемые в классификации бедренных дефектов, относятся к большеберцовым дефицитам кости. В большеберцовых отделах расшатывание имплантата более распространено. Часто большеберцовый компонент проседает в варусном положении, создавая костный дефект в медиальном отделе плато. Большеберцовая кость Типа 1 имеет те же особенности идентификации, что и бедренный дефект *F1* (см. табл. 1). Предоперационные рентгенограммы показывают правильно выровненный большеберцовый компонент без значительного проседания имплантата или большеберцового остеолита. Проксимальный отдел большеберцовой кости находится выше головки малоберцовой кости. Для дефектов *T1* рекомендуется стандартный большеберцовый компонент, потому что сохранена соответствующая губчатая кость пациента.

Послеоперационные рентгенограммы тоже подтверждают, что кости и контуры большеберцового метафиза были сохранены выше головки малоберцовой кости. Обычно используются стандартные компоненты с толщиной всего компонента (металл+полиэтилен) менее чем 20 мм.

Большеберцовый костный дефект T2

Дефект *T2* часто бывает вызван расшатыванием большеберцового компонента и вторичным проседанием большеберцовой кости, обычно в варусном положении. Круговая рентгенопрозрачная линия формируется между цементом и костью, когда компонент проседает. Уменьшается расстояние между головкой малоберцовой кости и компонентом. Для измерения этого расстояния будет полезна боковая рентгенограмма. Рентгенологическая картина остеолита проявляется просветлениями различной формы ниже компонента (см. табл. 1 для большеберцовых дефектов).

Дефект T2A: одно плато

Дефект типа 2A обычно является результатом расшатывания большеберцового компонента и его про-

седания в варусной позиции. Тиббиальный компонент редко проседает в вальгусное положение, даже в вальгусных коленях. На предоперационных рентгенограммах часто отмечаются просветления различной формы ниже большеберцового компонента. В противоположном большеберцовом плато костная ткань присутствует на относительно нормальном уровне суставной линии. Дефекты типа *T2A* могут также присутствовать при асептическом расшатывании одномыщелкового большеберцового компонента.

Хирургическое лечение дефекта *T2A* включает использование модульного компонента со стержнем одновременно с небольшим аутоотрансплантатом, аллотрансплантатом или аугментом. Важно избегать превращения дефекта *T2A* в дефект *T2B* путём большей резекции кости большеберцового плато на более дистальном уровне. В этом случае, когда создаётся ятрогенный дефект *T2B*, будет требоваться более толстый большеберцовый компонент.

Дефект T2B: оба плато

Дефект Типа 2B включает всё тиббиальное плато. Рентгенологическая картина дефектов *T2B* демонстрирует повреждение метафизарного сегмента большеберцовой кости путём проседания компонента, остеолита или обеими способами. Повреждение может распространиться на уровень головки малоберцовой кости, но не должно включать обширную деструкцию кости ниже этого уровня.

Проксимальный метафиз большеберцовой кости должен быть уменьшен, но всё ещё присутствовать. Остеолитические поражения должны иметь чёткие границы с некоторым количеством губчатой кости для возможности связывания цемента во время реконструкции. Хирургическое лечение дефектов *T2B* обычно включает использование модульного большеберцового компонента с длинным стержнем и реконструкцию тиббиального плато костным трансплантатом, аугментами или утолщённым большеберцовым компонентом. Аугмент, имеющий форму клина, будет адекватен для лечения дефекта *T2B*, если потеря костной массы преимущественно с одной стороны плато. Если использовался структурный костный трансплантат, то необходимы заполняющие канал стержни.

Для реконструкций дефекта *T2B* часто используется заполнение дефекта цементом. Укрепление губчатыми винтами может обеспечить более прочную конструкцию, чем один только цемент. Самый сложный метод реконструкции дефектов большеберцовой кости типа 2 и типа 3 достигается правильным использованием цемента и аллотрансплантата. Преимущество использования аллотрансплантата заключается в воссоздании ложа губчатой кости для цементного соединения с костью пациента. Фактически структурные аллотрансплантаты в ревизионных операциях на коленном суставе показали долговременную эффективность.

Рентгенологическая картина после восстановления дефектов типа *T2B* показывает восстановленный уровень суставной линии путём использования тиббиальных аугментов, цемента или аллотрансплантата. Аугмент может быть в виде утолщённого ревизионного компонента, ступенчатого или углового аугмента под модульным компонентом. В дополнение к аугменту может использоваться костный трансплантат. Если уровень суставной линии не был восстановлен, то плато большеберцового компонента будет находится

на одном уровне или ниже уровня головки малоберцовой кости.

Большеберцовый костный дефект T3

Большеберцовый дефект Типа 3 обычно является следствием тяжёлой большеберцовой нестабильности, вызванной асептическим расшатыванием и миграцией импланта. Развитию дефекта типа T3 может способствовать остеолит или перипротезный перелом. При дефекте типа T3 имеется расширенное повреждение губчатой кости проксимальной тibiaи. Головка малоберцовой кости может быть сохранена и находиться выше, чем проксимальная большеберцовая кость. Для стабильности модульного компонента необходимо использовать заполняющие канал ножки. В тяжёлых случаях метафизарный отдел большеберцовой кости полностью отсутствует. Поэтому для восстановления проксимальной тibiaи, фиксации компонентов и нормальной суставной линии необходимо использование больших структурных аллотрансплантатов.

Рентгенологическая предоперационная картина дефекта T3 показывает тяжёлую миграцию, нестабильность и деструкцию проксимального метафиза тibiaи. Часто поражаются как места прикрепления собственной связки надколенника, так и точки прикрепления коллатеральных связок вследствие большой потери костной массы. Могут присутствовать *patella alta* и поражение разгибательного механизма.

Для восстановления проксимального тibiaльного дефекта типа T3 показаны массивные структурные аллотрансплантаты или индивидуальные кастомные большеберцовые компоненты. Ротационной стабильности будут способствовать цементные заполняющие канал ножки. При восстановлении проксимального тibiaльного дефекта типа T3 могут использоваться варусно-вальгусно ограниченные имплантаты, реплантация коллатеральных связок и реконструкция разгибательного механизма.

Рентгенологическая послеоперационная картина дефекта типа T3 демонстрирует восстановленный метафизарный сегмент проксимальной большеберцовой кости.

Если классификация костных дефектов применяется правильно, то метод используемой реконструкции должен быть адекватен каждой категории дефекта.

При планировании РТЭКС мы также использовали классификацию вариантов восстановления суставной линии по M. Innocenti (2013) для правильного подбора и установки компонентов ревизионного эндопротеза [13, 14] (табл. 2).

При РТЭКС поднятие суставной линии — частое явление, связанное с более низким клиническим и функциональным результатом [15–17]. Основа этого доказательства кроется в сложности проведения баланса сгибательно-разгибательного промежутка, что в большинстве случаев приводит к проксимизации дистального отдела бедренной кости, для компенсации увеличенного пространства сгибания. Одно из решений, чтобы избежать подъёма линии сустава — это использование бедренного компонента большего размера; однако более крупный компонент имеет более широкий медиолатеральный диаметр, что может приводить к образованию эффекта соударения мягких тканей о протез [18].

Для РТЭКС мы использовали связанную систему эндопротезов с вращающимся шарниром (RH-TKA) [19].

Таблица 2

Варианты восстановления суставной линии (M. Innocenti et al., 2013)

Table 2

Variants of joint line restoration (M. Innocenti et al., 2013)

1-й вариант	Использование феморального компонента большого размера
2-й вариант	Использование феморального компонента стандартного размера. Смещение феморального компонента кзади
3-й вариант	Использование феморального компонента стандартного размера. Смещение феморального компонента кзади с использованием цементной ножки
4-й вариант	Использование феморального компонента стандартного размера. Смещение феморального компонента кзади с использованием бесцементной ножки и офсетной втулки

Система RH-TKA с вращающимся шарниром была разработана, чтобы предоставить хирургу-ортопеду дополнительные возможности, связанные с ревизионным эндопротезированием коленного сустава. RH-TKA — это коленный протез с ограниченным вращением. Протез спроектирован таким образом, чтобы обеспечить внутреннюю/внешнюю ротацию приблизительно на уровне в 10° в каждом направлении. Ротация блокируется большеберцовым вкладышем при полном разгибании. Благодаря штифтовой конструкции протез имеет способность к удлинению, то есть к дистракции между бедренным и большеберцовым компонентами до 30 мм. В крайне согнутом положении бедренный компонент может отодвигаться от большеберцового вкладыша, что компенсирует сагиттальные рычажные усилия, воздействующие на ножку протеза в этих ситуациях.

Имплантаты доступны в пяти размерах (2, 4, 6, 8 и 10). Помимо размера 2, размеры можно комбинировать со следующим размером, на один размер больше или меньше. Система RH-TKA позволяет использовать металлические аугменты, цементные и бесцементные, прямые или офсетные стержни, метафизарные конусы. Совместимость модульного RH-TKA с монолитным RH-TKA позволяет (при необходимости) во время операции комбинировать компоненты протезов.

Клинический пример

Пациентка Ю., 56 лет, находилась на лечении в ортопедическом отделении с диагнозом «Контрактура левого коленного сустава. Гнойный гонит левого коленного сустава. Состояние после установки спейсера левого коленного сустава».

При поступлении предъявляла жалобы на боль, отечность, гиперемию в области левого коленного сустава, субфебрильное повышение температуры до 37,5°C, деформацию и нарушение опороспособности левой нижней конечности.

Из анамнеза пациентки известно, что была неоднократно госпитализирована в районную клиническую больницу, где была проведена, со слов больной, 5-кратная артроскопия левой нижней конечности в период с 2016 по 2018 год. При артроскопии от 06.2018 был поставлен дренаж, проводилась антибиотикотерапия. После последней госпитализации вышеуказанные жалобы продолжали проявляться с периодической интенсивностью.

В 2019 году был поставлен диагноз «Гонит левого коленного сустава» и выполнена резекция коленного сустава с установкой антибактериального спейсера.

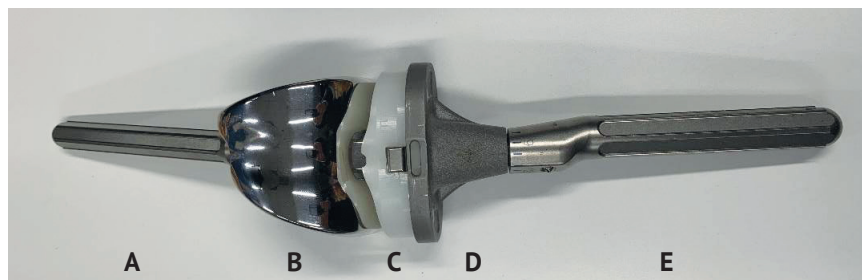


Рис. 1. Модульная система RH-TKA с вращающимся шарниром: A, E — удлиняющие стержни; B — бедренный компонент; C — вкладыш; D — тиббиальный компонент

Fig. 1. Modular RH-TKA system with a rotating hinge: A, E - extension rods; B - femoral component; C - liner; D - tibial component

При осмотре: функция ходьбы нарушена. Передвигается, разгружая нижнюю конечность. Контуры левого коленного сустава деформированы. Пальпация области коленного сустава безболезненная. Отмечается ограничение активных и пассивных движений в суставе, за счёт излишнего натяжения коллатеральных связок.

Объём движений: разгибание — 5°, сгибание — 85°. Функциональная оценка левого коленного сустава по шкале WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) — 47/56. Отмечается гипотрофия мышц левой нижней конечности. Признаков сосудистой и неврологической патологии не выявлено.

Инфекция была исключена по данным лабораторных биохимических, иммунологических и микробиологических исследований. После многократных отрицательных посевов из коленного сустава, отрицательных биохимических и иммунологических анализов крови на С-реактивный белок и интерлейкин-6 было рекомендовано ревизионное протезирование коленного сустава.

При предоперационном планировании измеряли угол вальгусного отклонения, проводили проверку состояния связочного аппарата. Костный дефект по классификации AORI был оценен как F3/T3 по результатам рентгенографического и, в последующем, интраоперационных исследований (рис. 2).

Восстановление суставной линии планировалось как вариант 1 по M. Innocenti — использование феморального компонента большего размера.

Показаниями к назначению эндопротеза RH-TKA с вращающимся шарниром являлось наличие костных дефектов F3/T3, связочной нестабильности, выраженного дисбаланса сгибательного и разгибательного промежутков.

26.02.2020 было проведено ревизионное эндопротезирование с извлечением спейсера и установкой ревизионного модульного эндопротеза коленного сустава типа RH-TKA (рис. 3). Модульная система RH-TKA с вращающимся шарниром. Использовались модульные компоненты, бедренные аугменты и заполняющие канал ножки. Операция была произведена с использованием стандартного костного цемента с антибиотиком. Выбор модели эндопротеза осуществлялся также с учётом выраженной метафизарной потери костной ткани F3/T3 (двусторонняя потеря костной ткани, включая большую часть одного или обоих бедренных мыщелков и повреждение метафиза тibia ниже головки малоберцовой кости) по классификации AORI.

Рентгенологическая послеоперационная картина демонстрирует восстановление дистального метафиза бедра и метафизарного сегмента проксимальной большеберцовой кости и суставной линии.

Послеоперационное наблюдение через 3 года. Опороспособность конечности была восстановлена.



Рис. 2. Предоперационная рентгенограмма

Fig. 2. Preoperative radiograph

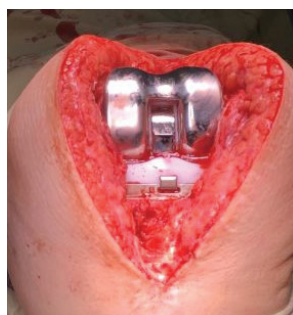


Рис. 3. Результаты установки модульной системы RH-TKA с вращающимся шарниром

Fig. 3. Results of installation of the RH-TKA modular system with a rotating hinge

Функциональная оценка коленного сустава по шкале WOMAC — 81. При контрольном осмотре: пациентка передвигается самостоятельно без дополнительной опоры. Рецидива воспаления за весь период наблюдения с

момента ревизионной операции до настоящего времени не было отмечено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы считаем, что с увеличением числа пациентов с тяжёлыми деформациями и дефектами костей, вращающиеся шарнирные протезы коленного сустава будут играть всё более важную роль. Однако для этого типа коленного имплантата имеются недостаточные и разнородные данные относительно показаний к использованию и последующему клиническому результату. Некоторые авторы рассматривают их исключительно как ревизионные протезы и, в меньшей степени, как протезы для первичной имплантации, из-за повышенного риска расшатывания по сравнению с несвязанными протезами. Тем не менее существует согласие относительно показаний для вращающихся шарнирных протезов коленного сустава для решения таких проблем, как крупная потеря костной ткани, дисбаланс сгибательно-разгибательного промежутка, грубой связочной нестабильности коленного сустава, а также больших варусных и вальгусных деформаций. При предоперационном планировании ревизионного эндопротезирования коленного сустава возможно использование классификации костных дефектов AORI (2006) или вариантов восстановления суставной линии Innocenti (2013).

Хоммель и соавт. сообщают о многообещающих клинических результатах применения шарнирных

протезов коленного сустава. Исследование проводилось у 62 пациентов (62 колена), со средним периодом наблюдения 6,8±2,2 года (диапазон, 2,8–11,7 лет), 15 мужчин и 47 женщин. Средний возраст на момент наблюдения составил 74,1±9,9 лет, средний индекс массы тела составил 30,2±5,2 кг/м². Совокупный коэффициент выживаемости для системы шарнирных протезов коленного сустава с ревизией по любой причине составил 99,2% (95% доверительный интервал (ДИ), 94,5–99,9) через 5 лет и 89,4% (95% ДИ, 68,8–96,7) через 10 лет. Все обследованные пациенты заявили, что они удовлетворены имплантированным коленным протезом, со средним баллом боли 1,7±2,0 по визуальной аналоговой шкале для боли. Никаких рентгенологических признаков расшатывания или миграции имплантата не было обнаружено [20].

Таким образом, если стабильность колена не может быть достигнута с помощью стандартного первичного эндопротеза, то оправданно использование вращающегося шарнирного коленного протеза. Тщательный отбор пациентов и щадящая техника имплантации являются предпосылками для достижения хорошего послеоперационного результата и высокой степени удовлетворённости пациентов. Для уточнения долгосрочных клинических результатов необходимы дальнейшие перспективные исследования, сравнивающие используемые конструкции вращающихся шарнирных протезов коленного сустава различной степени связанности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Загородний Н.В., Степанян Р.В., Захарян Н.Г., Ауде Ф.С., Алиев Р.Н., Безверхий С.В. и др. Эндопротезирование коленного сустава при нестабильности капсульно-связочного аппарата. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки*. 2018;(4): 135–141.
- Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Артропластика коленного сустава. РНИИТО, 2012.
- Загородний Н.В., Джалилов Ш.О., Скипенко Т.О., Ворошилов А.С. Проблема осложнений после эндопротезирования коленного сустава. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки*. 2019;(1):88–91.
- Иржанский А.А., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Валидация и культурная адаптация шкал оценки исходов заболеваний, повреждений и результатов лечения коленного сустава womac, kss и fjs-12. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):70–79. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-70-79>
- Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Новоселов К.А. *Эндопротезирование коленного сустава*. Санкт-Петербург: Гиппократ; 2006.
- Баитов В.С., Ганчуков Е.Б. Инфекционные осложнения при тотальном эндопротезировании коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования*. 2017;(5). URL: <http://science-education.ru/tu/article/view?id=27110>
- Кавалерский Г., Сметанин С., Лычагин А. Классификация дефектов костной ткани при эндопротезировании коленного сустава. *Врач*. 2017;(4):70–71.
- Тихилов Р.М., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С., Дроздова П.В. Принципы создания и функционирования регистров артропластики коленного сустава. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2014;1(45):220–226.
- Шпиняк С.П., Барабаш А.П., Гиркало М.В. Двухэтапное ревизионное эндопротезирование при перипротезной инфекции коленного сустава. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2016;(3):58–61.
- Engh GA. Classification of Bone Defects Femur and Tibia. In: Scuderi GR, Tria AJ. (eds) *Knee Arthroplasty Handbook*. New York, NY: Springer; 2006. p. 116–132. https://doi.org/10.1007/0-387-33531-5_9
- Engh G, Parks N. The management of bone defects in revision total knee Arthroplasty. *Instr Course Lect*. 1997;46:227–236. PMID: 9143967
- Engh G, Ammeen D. Bone loss with revision total knee arthroplasty: defect classification and alternatives for reconstruction. *Instr Course Lect*. 1999;48:167–175. PMID: 10098042
- Innocenti M, Matassi F, Carulli C, Soderi S, Villano M, Civinini R. Joint line position in revision total knee arthroplasty: the role of posterior femoral off-set stems. *Knee*. 2013;20(6):447–450. PMID: 23790671 <https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.05.012>
- Partington PF, Sawhney J, Rorabeck CH, Barrack RL, Moore J. Joint line restoration after revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1999; (367):165–171. PMID: 10546611
- Hofmann AA, Kurtin SM, Lyons S, Tanner AM, Bolognesi MP. Clinical and radiographic analysis of accurate restoration of the joint line in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2006; 21(8):1154–1162. PMID: 17162175 <https://doi.org/10.1016/j.arth.2005.10.026>
- Porteous AJ, Hassaballa MA, Newman JH. Does the joint line matter in revision total knee replacement? *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(7):879–884. PMID: 18591596 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B7.20566>
- Laskin RS. Joint line position restoration during revision total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(404):169–171. PMID: 12439257 <https://doi.org/10.1097/00003086-200211000-00029>
- Bellemans J. Restoring the joint line in revision TKA: does it matter? *Knee*. 2004;11(1):3–5. PMID: 14967319 [https://doi.org/10.1016/S0968-0160\(03\)00099-1](https://doi.org/10.1016/S0968-0160(03)00099-1)
- Lee J, Wang S, Kim K. Is there a difference in joint line restoration in revision Total knee arthroplasty according to prosthesis type? *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):382. PMID: 30342515 <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2295-0>
- Wilke K, Peggy D, Hommel P, Hommel H. Rotating Hinge Total Knee Arthroplasty RT-PLUS Solution: A Clinical and Radiographic Follow-Up. *J Orthopedics Rheumatol*. 2016;3(1):4.

REFERENCES

1. Zagorodnii NV, Stepanyan RV, Zaharyan NG, Aude FS, Aliev RN, Bezverhij SV. Knee Arthroplasty Joint With Capsular-Ligamentous Apparatus Instability. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i Tekhnicheskie Nauki*. 2018;(4):135–141. (In Russ.)
2. Kornilov NN, Kulyaba TA. *Artroplastika kolennogo sustava*. Saint Petersburg: RNIITO Publ., 2012. (In Russ.)
3. Zagorodnii NV, Dzhililov ShO, Skipenko TO, Voroshilov AS. The Problem of Complications After Knee Replacement. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i Tekhnicheskie Nauki*. 2019;(1):88–91. (In Russ.)
4. Irzhanski AA, Kulyaba TA, Kornilov NN. Validation and Cross-Cultural Adaptation of Rating Systems WOMAC, KSS and FJS-12 in Patients with Knee Disorders and Injuries. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018;24(2):70–79. (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-70-79>.
5. Kornilov NN, Kulyaba TA, Novoselov KA. *Endoprotezirovanie kolennogo sustava*. Saint Petersburg: Gippokrat Publ.; 2006. (In Russ.)
6. Baitov VS, Ganchukov EB. Infectious Complications in Total Knee Replacement. *Modern Problems of Science and Education*. 2017;(5):209. (In Russ.)
7. Kavalersky G, Smetanin S, Lychagin A. Bone Defect Classification in Knee Arthroplasty. *Vrach*. 2017;(4):70–71. (In Russ.)
8. Tikhilov RM, Kornilov NN, Kulyaba TA, Fil AS, Drozdova PV. Principles of Creation and Functioning of Knee Arthroplasty Register. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2014;1(45):220–226. (In Russ.)
9. Shpinyak SP, Barabash AP, Girkalo MV. Two-Stage Revisionary Endoprosthesis in Periprosthetic Infection of a Knee Joint. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2016;(5):58–61. (In Russ.)
10. Engh GA. Classification of Bone Defects Femur and Tibia. In: Scuderi GR, Tria AJ. (eds) *Knee Arthroplasty Handbook*. New York, NY: Springer; 2006. p. 116–132. https://doi.org/10.1007/0-387-33531-5_9
11. Engh G, Parks N. The management of bone defects in revision total knee Arthroplasty. *Instr Course Lect*. 1997;46:227–236. PMID: 9143967
12. Engh G, Ammeen D. Bone loss with revision total knee arthroplasty: defect classification and alternatives for reconstruction. *Instr Course Lect*. 1999;48:167–175. PMID: 10098042
13. Innocenti M, Matassi F, Carulli C, Soderi S, Villano M, Civinini R. Joint line position in revision total knee arthroplasty: the role of posterior femoral off-set stems. *Knee*. 2013;20(6):447–450. PMID: 23790671 <https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.05.012>
14. Partington PF, Sawhney J, Rorabeck CH, Barrack RL, Moore J. Joint line restoration after revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1999; (367):165–171. PMID: 10546611
15. Hofmann AA, Kurtin SM, Lyons S, Tanner AM, Bolognesi MP. Clinical and radiographic analysis of accurate restoration of the joint line in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2006; 21(8):1154–1162. PMID: 17162175 <https://doi.org/10.1016/j.arth.2005.10.026>
16. Porteous AJ, Hassaballa MA, Newman JH. Does the joint line matter in revision total knee replacement? *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(7):879–884. PMID: 18591596 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B7.20566>
17. Laskin RS. Joint line position restoration during revision total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(404):169–171. PMID: 12439257 <https://doi.org/10.1097/00003086-200211000-00029>
18. Bellemans J. Restoring the joint line in revision TKA: does it matter? *Knee*. 2004;11(1):3–5. PMID: 14967319 [https://doi.org/10.1016/S0968-0160\(03\)00099-1](https://doi.org/10.1016/S0968-0160(03)00099-1)
19. Lee J, Wang S, Kim K. Is there a difference in joint line restoration in revision Total knee arthroplasty according to prosthesis type? *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):382. PMID: 30342515 <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2295-0>
20. Wilke K, Peggy D, Hommel P, Hommel H. Rotating Hinge Total Knee Arthroplasty RT-PLUS Solution: A Clinical and Radiographic Follow-Up. *J Orthopedics Rheumatol*. 2016;3(1):4.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Логвинов Николай Леонидович

кандидат медицинских наук, заведующий отделением травматологии ООО «Клиника научной медицины»;
<https://orcid.org/0009-0005-1634-3512>, nickolay.logvinov@gmail.com;
 23%: подготовка текста, ресурсы

Хорошков Сергей Николаевич

доцент, доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ;
<https://orcid.org/0000-0003-2417-1122>, khoroshkov@yandex.ru;
 21%: разработка концепции, подготовка текста, консультации

Ярыгин Николай Владимирович

член-корреспондент РАН, профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ;
<http://orcid.org/0000-0003-4322-6985>, dom1971@yandex.ru;
 20%: разработка концепции, подготовка текста, консультации

Голев Станислав Николаевич

врач травматолог-ортопед отделения травматологии и ортопедии №1 ГБУЗ «ГКБ им. В.П. Демикова ДЗМ»;
<https://orcid.org/0009-0009-5856-8022>, golev7676@mail.ru;
 19%: подготовка текста, ресурсы

Давидян Тигран Тевосович

врач травматолог-ортопед отделения травматологии и ортопедии №1 ГБУЗ «ГКБ им. В.П. Демикова ДЗМ»;
<https://orcid.org/0009-0003-5379-9119>, davidyantigran1@yandex.ru;
 17%: подготовка текста, ресурсы

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Total Knee Arthroplasty Using Hinge Joints

N.L. Logvinov¹ ✉, S.N. Khoroshkov², N.V. Yarygin², S.N. Golev³, T.T. Davidyan³

Department of Traumatology and Orthopedics No. 1

¹ Clinic of Scientific Medicine

Krasnodarskaya Str. 52, bldg. 2, Moscow, Russian Federation 109559

² Russian University of Medicine

Dolgoprudskaya Str. 4, Moscow, Russian Federation 127006

³ V.P. Demikhov City Clinical Hospital

Shkuleva Str. 4, bldg. 13, Moscow, Russian Federation 109263

✉ **Contacts:** Nikolay L. Logvinov, Candidate of Medical Sciences, Candidate of Medical Sciences, Traumatologist-Orthopedist, Head of the Traumatology Department, Clinic of Scientific Medicine. Email: nickolay.logvinov@gmail.com

ABSTRACT This article discusses some of the considerations in planning a revision total knee arthroplasty (RTKA). Total knee arthroplasty (TKA) involves replacing all parts of the knee joint to restore functionality and function. TKA is one of the most common and reliable surgical treatments for knee disorders. However, some patients require revision total knee arthroplasty (RTKA) after TKA for a variety of reasons, including mechanical wear, implant loosening, subsidence, infection, instability, periprosthetic fracture, and stiffness. Unfortunately, the overall outcome of RTKA is not as satisfactory as that of primary TKA due to many factors, including success rates and risk factors. Our approach to improving RTKA outcomes includes the use of linked, rotating-hinge revision prostheses, as well as the treatment of patients with metaphyseal bone loss. In preoperative planning of RTKA, we use the classification of bone defects, options for restoring the joint line, which allows for individual selection of the type (kind) and components of a modular revision endoprosthesis. A clinical example also allows for substantiation of the choice of the type (kind) of endoprosthesis, namely a revision endoprosthesis with a rotating hinge.

Keywords: bone defects, metaphyseal bone loss, revision knee arthroplasty, bone cement

For citation Logvinov NL, Khoroshkov SN, Yarygin NV, Golev SN, Davidyan TT. Total Knee Arthroplasty Using Hinge Joints. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2025;14(1):231–239. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-1-231-239> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study has no sponsorship

Affiliations

Nikolay L. Logvinov	Candidate of Medical Sciences, Traumatologist-Orthopedist, Head of the Traumatology Department, Clinic of Scientific Medicine; https://orcid.org/0009-0005-1634-3512 , nickolay.logvinov@gmail.com ; 23%, text preparation, resources
Sergey N. Khoroshkov	Docent, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Medicine, Russian University of Medicine; https://orcid.org/0000-0003-2417-1122 , khoroshkov@yandex.ru ; 21%, concept development, text preparation, consulting
Nikolay V. Yarygin	Corresponding Member of the RAS, Full Professor, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Medicine, Russian University of Medicine; http://orcid.org/0000-0003-4322-6985 , dom1971@yandex.ru ; 20%, concept development, text preparation, consultations
Stanislav N. Golev	Traumatologist-Orthopedist, Department of Traumatology and Orthopedics No. 1, V.P. Demikhov City Clinical Hospital; https://orcid.org/0009-0009-5856-8022 , golev7676@mail.ru ; 19%, text preparation, resources
Tigran T. Davidyan	Traumatologist-Orthopedist, Department of Traumatology and Orthopedics No. 1, V.P. Demikhov City Clinical Hospital; https://orcid.org/0009-0003-5379-9119 , davidyantigran1@yandex.ru ; 17%, preparation text, resources

Received on 13.03.2024

Review completed on 23.04.2024

Accepted on 24.12.2024

Поступила в редакцию 13.03.2024

Рецензирование завершено 23.04.2024

Принята к печати 24.12.2024