

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-4-39-49>

УДК 617.3

© Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов, М.Ш. Расулов, А.И. Петухов, 2024

Клинический случай / Clinical case

ПЕРВИЧНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТКИ С ЛОЖНЫМ СУСТАВОМ МЕТАДИАФИЗА БЕДРЕННОЙ КОСТИ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

Т.А. КУЛЯБА, Н.Н. КОРНИЛОВ, М.Ш. РАСУЛОВ, А.И. ПЕТУХОВ

ФГБУ национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена, Минздрава России, 195427, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Введение: для компенсации обширных костных дефектов бедренной и большеберцовой костей третьего типа по классификации AORI в ходе первичного или ревизионного эндопротезирования коленного сустава используют металлические конусы/втулки или костные аллотрансплантаты, а при отсутствующих метаэпифизах – структурные аллотрансплантаты, онкологические эндопротезы, применяемые при опухолевых поражениях костей и индивидуальные титановые конструкции, изготавливаемые с помощью аддитивных технологий с 3-D моделированием.

Материалы и методы: нами представлен опыт замещения удаленного дистального метаэпифиза бедренной кости структурным аллотрансплантатом при первичном тотальном эндопротезировании коленного сустава (ТЭКС) у пациентки с повторными безуспешными попытками остеосинтеза перелома бедренной кости, возникшего на фоне терминального артроза коленного сустава. При контрольном обследовании через 36 месяцев изучали жалобы пациентки, клиническое и функциональное состояние коленного сустава с помощью опросников KSS и WOMAC, а также оценивали рентгенограммы.

Результаты: через три года при ходьбе пациентка использовала трость, незначительная боль в коленном суставе возникала после преодоления 5-10 кварталов, амплитуда движений составляла 0°/0°/100°. Функциональная оценка сустава по шкале KSS - 80 баллов (хорошая), WOMAC - 27 баллов (хорошая). На контрольных рентгенограммах положение компонентов эндопротеза правильное, стабильное, наступило сращение структурного аллотрансплантата с бедренной костью.

Заключение: применение структурного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости при обширных дефектах третьего типа или отсутствии метаэпифиза, позволяет компенсировать имеющийся дефицит костной массы и достичь стабильной фиксации компонентов эндопротеза.

Ключевые слова: эндопротезирование коленного сустава, компенсация костных дефектов, структурный аллотрансплантат

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Расулов М.Ш., Петухов А.И., ПЕРВИЧНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТКИ С ЛОЖНЫМ СУСТАВОМ МЕТАДИАФИЗА БЕДРЕННОЙ КОСТИ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ). *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2024. № 4(58). С. 39–49 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-4-39-49>

Этическая экспертиза. Пациент подписал добровольное информированное согласие на участие в исследовании и дал согласие на обработку и публикацию клинического материала. Исследование одобрено этическим комитетом.

PRIMARY TOTAL KNEE ARTHROPLASTY IN PATIENT WITH NON-UNION OF FEMORAL METADIAPHYSIS (CLINICAL CASE)

TARAS A. KULYABA, NIKOLAI N. KORNILOV, MAGOMED SH. RASULOV, ALEXEI I. PETUKHOV

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, 195427, Sankt-Petersburg, Russia

Abstract

Introduction: there are several biological and mechanical approaches for compensation of extensile bone deficiency during primary and revision total knee arthroplasty (TKA) including metal augments, cones, sleeves, structural allografts, impaction bone auto/allografting and mega-prosthesis. If bone defect extends to metadiaphysal area of femur or tibia the number of surgical options becomes more limited.

Materials and methods: here are discussed the technical issues and mid-term outcome of replacing the distal femoral metaepiphysis by structural allograft during primary TKA due to non-union after several unsuccessful attempts of internal and external fixation in patient with end-staged osteoarthritis. At a follow-up examination after 36 month, the patients complaints, clinical and functional state of the knee joint were studied using the KSS and WOMAC questionnaires, and radiographs were also assessed.

Result: three years later, the patient used a cane when walking, minor pain in the knee joint occurred after covering 5-10 blocks, the range of motion was 0°/0°/100°. Functional assesment of the joint on the KSS scale - 80 points (good), WOMAC -27 points (good). On control radiographs, the position of the endoprosthesis components is correct, stable, and fusion of the structural allograft with the femur has occurred.

Conclusion: the use of a structural allograft of the distal metaepiphysis of the femur in case of extensive defects of the third type or the absence of a metaepiphysis makes it possible to compensate for the existing deficiency of bone mass and achieve stable fixation of the components of the endoprosthesis.

Keywords: total knee arthroplasty, bone defect, structural allograft

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Funding: the study had no sponsorship

For citation: Kulyba T.A., Kornilov N.N., Rasulov M.S., Petukhov A.I., PRIMARY TOTAL KNEE ARTHROPLASTY IN PATIENT WITH NON-UNION OF FEMORAL METADIAPHYSIS (CLINICAL CASE). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2024. № 4, pp. 39–49 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-4-39-49>

Введение

ТЭКС является широко применяемым в клинической практике высокоэффективным методом лечения заболеваний и последствий травм коленного сустава терминальной стадии [1]. В Российской Федерации количество артропластик ежегодно увеличивается, что отражает общемировые тенденции [2, 3, 4].

Одной из сложнейших задач первичного и ревизионного эндопротезирования коленного сустава является компенсация костных дефектов мыщелков бедренной и большеберцовой костей, возникающих по различным причинам [1, 5].

Для компенсации дефектов 3 типа используют металлические конусы/втулки, костные аллотрансплантаты, индивидуальные титановые аугменты, изготавливаемые с помощью аддитивных технологий с 3-D моделированием [6, 7, 8, 9, 10, 11]. При распространении дефекта на метadiaфизарную зону бедренной или большеберцовой костей в арсенале хирурга имеется три методики – структурные аллотрансплантаты, онкологические эндопротезы и индивидуально изготавливаемые титановые конструкции, имплантируемые с ревизионными компонентами эндопротеза [6, 8, 11].

Цель данной статьи – представить технические особенности выполнения операции первичного ТЭКС с имплантацией массивного структурного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости у пациентки с повторными безуспешными попытками остеосинтеза перелома бедренной кости, возникшего на фоне терминального артроза коленного сустава и трехлетний результат данного крайне редко выполняемого хирургического вмешательства.

Представляемое клиническое наблюдение**Результаты клинического и рентгенологического обследования.**

Пациентка М., 69 лет, в 2020 году госпитализирована в отделение патологии коленного сустава № 10 НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, после клинико-рентгенологического обследования был установлен диагноз: ложный сустав, состояние после внеочагового остеосинтеза и на костного реостеосинтеза оскольчатого перелома метафизарной области левой бедренной кости, удаления металлоконструкций. Сгибательно-разгибательная контрактура, посттравматический артроз 3 стадии левого коленного сустава. Из анамнеза заболевания установлено, что в 2016 году в результате дорожно-транспортного происшествия произошел перелом мыщелков левой бедренной кости. В больнице по месту травмы наложено скелетное вытяжение на 2 недели с последующим внеочаговым компрессионно-дистракционным остеосинтезом перелома. Спустя 8 месяцев аппарат внешней фиксации демонтирован, сформировался ложный сустав бедренной кости, комбинированная контрактура коленного сустава. Проведено консервативное лечение, направленное на увеличение амплитуды движений голени и улучшение состояния мягких тканей конечности. Через полгода выполнен реостеосинтез ложного сустава мыщелков левой бедренной кости пластиной и винтами с костной аутопластикой. Через год ложный сустав не сросся, пластина и винты удалены. В 2018 году в результате падения произошел перелом проксимальной трети правой бедренной кости, выполнен остеосинтез интрамедуллярным стержнем с блокированием, перелом консолидировался. У пациентки сохранялась боль в

левом коленном суставе, ограничение движений и отек. Спустя 2 года госпитализирована в клинику НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена для планового эндопротезирования коленного сустава.

При объективном осмотре множественные послеоперационные рубцы в области наружной поверхности левого бедра и передней поверхности левой голени, следы в местах проведения спиц АВФ без признаков воспаления, амплитуда движения в коленном суставе $10^{\circ}/20^{\circ}/100^{\circ}$ (рис. 1). Определяется пато-

логическая подвижность в нижней трети левого бедра. При рентгенологическом обследовании - ложный сустав метафизарной области левой бедренной кости, посттравматический гонартроз 3 стадии (рис. 2 а, б). Для уточнения особенностей прохождения сосудов бедренной и подколенной областей и исключения возможной их связи с ложным суставом выполнена компьютерная томография с VRT-реконструкцией и контрастированием сосудов (рис. 2 в).



Рисунок 1 - Предоперационные фотографии: послеоперационные рубцы по передней поверхности левой голени и наружной поверхности левого бедра без признаков воспаления, пассивное разгибание голени 10° , сгибание 100° .



Рисунок 2 - Данные лучевого обследования пациентки М.: а - рентгенограммы левого коленного сустава в двух проекциях - ложный сустав метафизарной области левой бедренной кости, посттравматический гонартроз 3 ст.; б - телерентгенограммы обеих конечностей в двух проекциях - ложный сустав метафизарной области левой бедренной кости, посттравматический гонартроз 3 ст., сросшийся перелом, состояние после интрамедуллярного остеосинтеза правой бедренной кости; в - компьютерные томограммы, VRT-реконструкции с контрастированием сосудов.

На основании данных клинического, лучевого и лабораторного обследований принято решение о выполнении первичного тотального эндопротезирования коленного сустава шарнирным эндопротезом RHK производства «Zimmer Biomet» с компенсацией несросшегося метаэпифиза бедренной кости структурным аллотрансплантатом.

Техника хирургического вмешательства. Из переднемедиального доступа выполнена артротомия. Интраоперационно выявлено: ложный сустав бедренной кости на границе диафизарной и метафизарной зон, метаэпифиз располагается позади дистального отдела диафиза бедренной кости. Удален дистальный метаэпифизарный отломок на уровне перехода в диафиз бедренной кости (рис. 3).



Рисунок 3 - Интраоперационные фотографии: а, б - удаленный дистальный отломок бедренной кости, в - полость сустава после удаления дистального метаэпифиза бедра - дистальный конец бедренной кости склерозирован, костномозговой канал обтурирован замыкательной пластинкой ложного сустава.

Первым этапом выполнено рассверливание костномозгового канала большеберцовой кости, с использованием интрамедуллярной техники произведены опил и обработка плато большеберцовой кости, имплантирован примерочный большеберцовый компонент эндопротеза. Далее с дистального конца бедренной кости удалена склерозированная кость и замыкательная пластинка ложного сустава, костномозговой канал рассверлен увеличивающимися в диаметре развертками до достижения плотного эндостального контакта на необходимую глубину для имплантации ножки максимальной длины, выполнена Z-образная остеотомия диафиза бедренной кости для максимальной адаптации со структурным аллотрансплантатом (рис. 4).

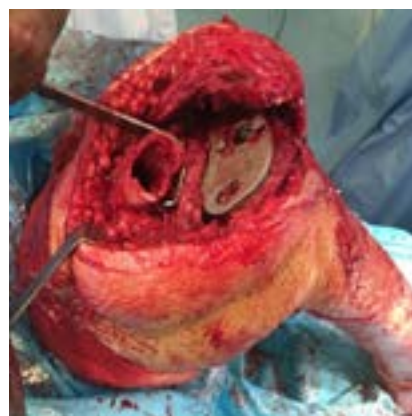


Рисунок 4 - Интраоперационная фотография: имплантирован большеберцовый компонент эндопротеза, рассверлен костномозговой канал и выполнена Z-образная остеотомия диафиза бедренной кости.

Для компенсации отсутствовавшего дистального метаэпифиза бедренной кости подготовили структурный аллотрансплантат бедренной кости. На структурном аллотрансплантате выполняли следующие манипуляции:

1. Вскрыли и рассверлили костномозговой канал до диаметра выбранной интрамедуллярной ножки (можно ретроградно) (рис. 5).



Рисунок 5 - Вскрытие и рассверливание костномозгового канала аллотрансплантата.

2. На интрамедуллярной развертке смонтировали направлятель для соответствующей стороны и дистальный резекторный блок, выполнили дистальный опил аллотрансплантата (рис. 6).

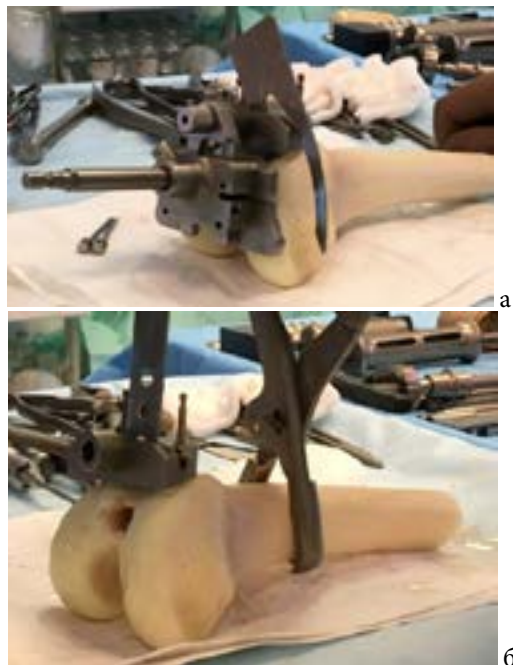


Рисунок 6 - Монтаж направлятеля соответствующей стороны и дистального резекторного блока, проверка лекалом высоты дистальной резекции (а); выполнение дистального опиления бедренной кости (б).

3. Определив с помощью примерочного бедренного компонента и бокового контурного лекала размер бедренного компонента, оптимально подходящий к аллотрансплантату и совместимый с большеберцовым компонентом, к интрамедуллярной развертке и дистальному опилю трансплантата через соответствующие адаптеры фиксировали контурный резекторный блок «четыре в одном». Удалив адаптеры и интрамедуллярную развертку, рассверлили дистальный отдел аллотрансплантата для соответствия с диаметром ножки ревизионного бедренного компонента (рис. 7).

Через соответствующие прорези резекторного блока выполнили все необходимые опиления (передний, задний, косые, под бокс) (рис. 8).



а



б

Рисунок 7 - Контурный резекторный блок «четыре в одном» через соответствующий адаптер фиксирован к интрамедуллярной развертке и дистальному опилю трансплантата (а); рассверливание дистального отдела аллотрансплантата для соответствия с диаметром ножки ревизионного бедренного компонента.



а



б



в



г

Рисунок 8 - Опили аллотрансплантата бедренной кости:
а - передний; б - задний; в - косой; г - под бокс.

5. Примерочный бедренный компонент имплантировали на подготовленный аллотрансплантат (рис. 9).



Рисунок 9 - Примерочный бедренный компонент имплантирован на подготовленный аллотрансплантат.

6. С учётом сохранившейся материнской бедренной кости и формы ее дистального конца, уровня суставной линии и длины конечности подготовили проксимальный конец аллотрансплантата, выполнив Зобразную остеотомию в сагиттальной плоскости для максимальной адаптации с бедренной костью (рис. 10).



а



б



в

Рисунок 10 - Моделирование соответствия кости реципиента и аллотрансплантата: а - Зобразная остеотомия проксимального конца аллотрансплантата; б - подготовленный структурный аллотрансплантат; в - примерочный бедренный компонент имплантирован на аллотрансплантат.

7. Имплантировали примерочные компоненты эндопротеза, подбирая оптимальный вкладыш, позволяющий добиться полного разгибания в суставе, максимально восстановить суставную линию и длину конечности

8. Имплантировали окончательный бедренный компонент на подготовленный аллотрансплантат, используя цемент с антибиотиком (рис. 11).



Рисунок 11 - Имплантация окончательного бедренного компонента на подготовленный аллотрансплантат.

9. Выполнили окончательную имплантацию большеберцового компонента на цемент и бедренного компонента с аллотрансплантатом, заклинив бесцементную ножку в бедренной кости, имплантировали полиэтиленовый вкладыш (рис. 12).



Рисунок 12 - Окончательная имплантация компонентов эндопротеза и структурного аллотрансплантата.

Непосредственный исход и среднесрочный результат операции.

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. На контрольных рентгенограммах положение компонентов эндопротеза и структурного аллотрансплантата правильное,

стабильное, ось конечности нормальная. Длительно существовавший задний вывих метаэпифиза бедренной кости привел к контрагированию и рубцеванию параартикулярных мягких тканей, что не позволило восстановить длину конечности и нормальный уровень суставной линии (рис. 13). Пациентка выписана для продолжения реабилитационного лечения в поликлинику по месту жительства. Рекомендована ходьба с опорой на костыли и дозированной осевой нагрузкой конечности в течение трех месяцев, далее с опорой на трость до 6 месяцев.

При контрольном осмотре через три года ходит с опорой на трость, боль в коленном суставе незначительная при ходьбе

5-10 кварталов, амплитуда движений $0^{\circ}/0^{\circ}/100^{\circ}$. Укорочение конечности 3 см компенсирует обувью. Функциональная оценка сустава по шкале KSS 80 баллов (хорошая), WOMAC 27 баллов (хорошая). На контрольных рентгенограммах положение компонентов эндопротеза правильное, стабильное, наступило сращение структурного аллотрансплантата с бедренной костью. Низкое положение надколенника, обусловленное упомянутым ранее контрагированием параартикулярных мягких тканей, на функцию сустава существенно не влияет, болевого синдрома не провоцирует (рис. 14).



Рисунок 13 - Послеоперационные рентгенограммы пациентки М.



Рисунок 14 - Контрольные рентгенограммы пациентки М. через 3 года (а) и амплитуда движений в коленном суставе (б); в - уникальный анатомический препарат, хранящийся в архиве патолого-анатомической лаборатории НМИЦ ТО им. Р.Р.Вредена с 1960 года - сросшийся массивный аллотрансплантат верхней и средней третей бедренной кости через два года после имплантации, выполненной для замещения дефекта бедренной кости при ее опухолевом поражении (бедренная кость была изъята у пациента, умершего через два года после имплантации по другой причине).

Обсуждение

Для компенсации обширных дефектов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей 3-го типа по классификации AORI, возникающих в ходе первичной или ревизионной артропластики коленного сустава длительное время в клинической практике применялись массивные структурные аллотрансплантаты, металлические конусы/втулки или онкологические эндопротезы [5, 12, 13, 14, 15, 16]. В последние годы появились обнадеживающие публикации, свидетельствующие об успешном применении аддитивных технологий с 3-D реконструкцией, позволяющих изготовить индивидуальный пористый аугмент из титанового порошка, оптимально соответствующий форме дефекта [17, 18]. Указанные методики обладают определенными преимуществами и недостатками, детально изучаемыми научным сообществом и активно обсуждаемыми в специализированной литературе последних десятилетий.

Имплантация онкологических эндопротезов за счет модульности конструкций позволяет компенсировать любые по протяженности дефекты бедренной и большеберцовой костей, добиться первичной стабильности имплантата и приступить к ранней осевой нагрузке конечности и функциональной реабилитации сустава [14, 16]. Тем не менее, данная методика характеризуется большим количеством послеоперационных осложнений, а долгосрочная выживаемость имплантированных конструкций оставляет желать лучшего [19, 20]. Кроме того, в условиях нынешней системы здравоохранения Российской Федерации имплантация онкологических эндопротезов за счет средств бюджетного финансирования возможна только пациентам с онкологической патологией, а стоимость указанных конструкций крайне высокая, что делает их малодоступными в травматолого-ортопедической практике.

Аддитивные технологии с 3-D реконструкцией позволяют изготовить индивидуальный пористый аугмент из титанового порошка, оптимально соответствующий форме дефекта кости или заместить отсутствующий сегмент кости и, как и при использовании онкологических эндопротезов, добиться первичной стабильности имплантата и приступить к ранней реабилитации пациента [17]. Данную методику начали применять в клинической практике относительно недавно, первые публикации свидетельствуют о хорошей среднесрочной выживаемости имплантатов и незначительном количестве послеоперационных осложнений [21, 22, 23]. На сегодняшний день главным недостатком, ограничивающим широкое клиническое применение аддитивных технологий с 3-D реконструкцией, является необходимость слаженной совместной работы специалиста, обладающего навыками 3D-моделирования, с оперирующим хирургом для определения показаний, моделирования, изготовления имплантата и корректной имплантации эндопротеза [18, 22, 23, 24].

Использование металлических конусов или танталовых втулок является высоко эффективным методом компенсации

дефектов третьего типа, позволяющим добиться первичной стабильной фиксации имплантатов в условиях дефицита костной массы и обеспечить их долгосрочную выживаемость [6]. Но для их применения требуется сохранный метафиз кости, в котором фиксируется модульный компонент эндопротеза, а в представленном нами клиническом примере метафизарная область бедренной кости требовала удаления, что не позволяло применить бедренную метафизарную втулку или конус.

Ряд авторов обосновали возможность применения методики двойных танталовых конусов при обширных дефектах третьего типа, распространяющихся на метафизарную и диафизарную зоны [25, 26]. Методика предусматривает достижение основной фиксации бедренного или большеберцового компонента за счет тугой посадки диафизарного конуса, в то время как дополнительная фиксация обеспечивается цементированием метафизарного конуса к диафизарному с расчетом на дальнейшую остеоинтеграцию обоих конусов с оставшейся костью метадиафизарной зоны. Фиксация компонента к конусам и кости осуществляется с помощью костного цемента [27]. Использовать методику двойных танталовых конусов в приведенном наблюдении не представлялось возможным из-за отсутствия метафизарного отдела бедренной кости.

Костная пластика головками бедренной кости, губчато-кортикальными и структурными аллотрансплантатами позволяет компенсировать и частично восстановить утраченную кость. Существенным недостатком костной аллопластики является необходимость длительной разгрузки конечности для сращения и перестройки трансплантата, а также дополнительных материальных затрат на содержание костного банка [28, 29, 30].

Опубликованные в литературе результаты, в основном, освещают процессы реорганизации и перестройки измельченных костных аллотрансплантатов, имплантированных в область дефекта. Так L.A. Whiteside и P.S. Bicalho [31] указывают, что на рентгенограммах, выполненных через год после ревизионной операции у всех больных отмечены признаки сращения кости, созревания и формирования трабекул в области аллотрансплантации. При гистологическом изучении биопсийного материала через 12-18 месяцев установлено активное формирование кости в фрагментах трансплантата и вокруг них, в более поздние сроки отмечены признаки прогрессирующего созревания кости. C.J.M. van Loon с соавторами [32] пришли к заключению, что измельченные костные аллотрансплантаты, импактированные в зону дефекта, через четыре года могут трансформироваться в новую полноценную кость.

G.A. Engh с соавторами [28] представили данные гистологического исследования массивных структурных аллотрансплантатов через 41 месяц после имплантации – васкуляризации трансплантата не происходило, он оставался интактным, по периферии формировалась новая костная ткань, коллапса донорской ткани не наступало. Нами были опубликованы результаты детального морфологического исследования массивного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости

через 54 месяца после его имплантации – тканевые реакции на границе с аллокостью происходили в форме поверхностного вставания соединительной ткани и сосудов в костную ткань трансплантата с частичной его перестройкой в костную ткань на границе с костью реципиента, где происходило их сращение. Основная масса губчатого аллотрансплантата оставалась неизменной даже спустя 54 месяца после операции [30].

В представленном клиническом наблюдении организационные сложности не позволили использовать онкологический эндопротез или индивидуально изготовленную титановую конструкцию для выполнения первичного ТЭКС, а анатомические особенности дистального метаэпифиза бедренной кости после повторных безуспешных попыток остеосинтеза перелома и формирования ложного сустава исключали возможность имплантации металлической втулки/конуса для достижения стабильной фиксации бедренного компонента. Применение массивного структурного аллотрансплантата дистального отдела бедренной кости совместно с ревизионным шарнирным эндопротезом позволило успешно выполнить первичное ТЭКС и добиться хорошего функционального результата при трехлетнем сроке наблюдения за пациенткой.

Заключение

Представленное клиническое наблюдение наглядно демонстрирует возможность успешного применения структурных аллотрансплантатов дистального метаэпифиза бедренной кости при обширных дефектах третьего типа или отсутствии метаэпифиза, что позволяет компенсировать имеющийся дефицит костной массы и достичь стабильной фиксации компонентов эндопротеза в среднесрочной перспективе.

Список литературы / References:

1. Куляба Т.А. Руководство по первичному эндопротезированию коленного сустава (второе издание) // Куляба Т.А., Корнилов, Н.Н., Тихилов Р.М. - Санкт-Петербург, 2022; 635 с. [Kulyaba T.A., Kornilov N.N., Tikhilov R.M. Guide to primary arthroplasty knee joint (second edition). St-petersburg 2022. P. 635].
2. Преображенский П.М., Филь А.С., Корнилов Н.Н., Пантелеев А.Н., Гуцаев М.С., Каземирский А.В., Мазуренко А.В., Середина А.П. Эндопротезирование коленного сустава в клинической практике: анализ 36 350 наблюдений из регистра НМИЦ ТО имени Р.Р. Вредена // Травматология и ортопедия России. 2023; 29(3):73-85. doi: 10.17816/2311-2905-9349 [Preobrazhensky P.M., Fil A.S., Kornilov N.N., Panteleev A.N., Guatsaev M.S., Kazemirsky A.V., Mazurenko A.V., Sereda A. Current State of Knee Arthroplasty in Russia: Analysis of 36,350 Cases from the Register of the Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics // Traumatology and Orthopedics of Russia. 2023; 29(3): 73-85. doi: 10.17816/2311-2905-9349].
3. Филь А.С., Тараканов В.Н., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Тренды в первичной артропластике коленного сустава в Национальном

медицинском исследовательском центре травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена и их сравнительный анализ с данными международных национальных регистров: схож ли наш путь? // Гений ортопедии. 2020;26(4):476-483. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-4-476-483> [Fil A., Tarakanov V., Kulyaba T., Kornilov N. Primary knee joint arthroplasty trends at the Vreden National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics compared with other national joint replacement registries. Is our way similar? Genii Irtopedii. 2020; 26(4): 476-483. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-4-476-483>].

4. Андреева Т.М. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, состояние травматолого-ортопедической помощи населению России в 2017 году // Т.М. Андреева, Е.В. Огрызко, М.М. Попова. – Москва : НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, 2018. – 131 с. [Andreeva T.M. Injuries, orthopedic morbidity, state of traumatological and orthopedic care for the population of Russia in 2017/ Andreeva T.M.M, Ogryzko E.V., Popova M.M. Moscow 2018. P. 131].

5. Куляба Т.А. Руководство по ревизионному эндопротезированию коленного сустава // Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов, Р.М. Тихилов. – Санкт-Петербург, 2021 [Kulyaba T.A., Kornilov N.N., Tikhilov R.M. Guide to revision arthroplasty knee joint (second edition). St-petersburg 2021].

6. Beckmann N.A. Treatment of severe bone defects during revision total knee arthroplasty with structural allografts and porous metal cones – a systematic review // N.A. Beckmann, S. Mueller, M. Gondan [et al.] // J. Arthroplasty. – 2015. doi: 10.1016/j.arth.2014.09.016. Epub 2014 Oct 20. PMID: 25445853.

7. Черный А.А. Эффективность применения аддитивных технологий для замещения костных дефектов при ревизионном эндопротезировании коленного сустава. // диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук // Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Санкт-Петербург, 2022. [Cherny A.A. Efficiency of using additive technologies for replacing bone defects during revision knee arthroplasty. // dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences / National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vredena of the Ministry of Health of the Russian Federation. St. Petersburg, 2022].

8. Mancuso F, Beltrame A, Colombo E, Miani E, Bassini F. Management of metaphyseal bone loss in revision knee arthroplasty // Acta Biomed. 2017 Jun 7;88(2S):98-111. doi: 10.23750/abm.v88i2-S.6520. PMID: 28657571; PMCID: PMC6178990.

9. Bieganowski T, Buchalter DB, Singh V, Mercuri JJ, Aggarwal V.K., Rozell J.C., Schwarzkopf R. Bone loss in aseptic revision total knee arthroplasty: management and outcomes // Knee Surg Relat Res. 2022 Jun 20;34(1):30. doi: 10.1186/s43019-022-00158-y. PMID: 35725586; PMCID: PMC9208118.

10. Wang X., Li X., Wang C., Geng X., Chen B., Dong Z., Li Y., Zhao M., Li Z., Li F., Wang C., Tian H. Stability of Three-Dimensional Printed Custom-Made Metaphyseal Cone for Tibial Bone Defects Reconstruction: A Finite Element Analysis and Biomechanical Study // Orthop Surg. 2023 Nov;15(11):2937-2946. doi: 10.1111/os.13885. Epub 2023 Sep 15. PMID: 37712186; PMCID: PMC10622292.

11. Savov P, Tuecking L.R., Windhagen H., Ettinger M. Individual Revision Knee Arthroplasty Is a Safe Limb Salvage Procedure // *J Pers Med*. 2021 Jun 18;11(6):572. doi: 10.3390/jpm11060572. PMID: 34207165; PMCID: PMC8234866.
12. Бовкис Г.Ю., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Компенсация дефектов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей при ревизионном эндопротезировании коленного сустава – способы и результаты их применения (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России*. 2016; 22(2): 101-113. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-2-101-113 [Bovkis G.Y., Kulyaba T.A., Kornilov N.N. Management of femur and tibia metaphyseal bone defects during revision total knee arthroplasty – methods and outcomes (review) // *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016; 22(2):101-113. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-2-101-113].
13. Radnay C.S., Scuderi G.R. Management of bone loss: augments, cones, offset stems // *Clin Orthop Relat Res*. 2006; 446:83-92. doi: 10.1097/01.blo.0000214437.57151.41. PMID: 16672876.
14. Мурылев В.Ю., Холодаев М., Елизаров П., Рубин Г., Музыченков А. Опыт применения в травматологии онкопротезов коленного сустава при обширных околосуставных костных дефектах // *Врач*. 2015;1:64-68. [Murylev V.YU., Kholodaev M., Elizarov P., Rukin Ya., Rubin G., Muzychenkov A. Eperience in using knee joint oncological prostheses in traumatology for extensive juxtra-articular bone defects. *J Doctor*. 2015; 64-68].
15. Schmitz H.C., Klauser W., Citak M., Al-Khateeb H., Gehrke T., Kendoff D. Three-year follow up utilizing tantal cones in revision total knee arthroplasty // *J Arthroplasty*. 2013;28(9): 1556-1560. doi: 10.1016/j.arth.2013.01.028. Epub 2013 May 8. PMID: 23664075.
16. Pala E., Trovarelli G., Angelini A., Maraldi M., Berizzi A., Ruggieri P. Megaprosthesis of the knee in tumor and revision surgery // *Acta Biomed*. 2017;88 (Suppl 2):129-138. doi: 10.23750/abm.v88i2-S.6523. PMID: 28657574; PMCID: PMC6179001.
17. Cavagnaro L. A new custom-made porous titanium device in knee revision surgery: early results and technical notes // L. Cavagnaro, G. Burastero, F. Chiarlone, L. Felli // *Orthop.Proc.*2019;101:Suppl4. <https://online.boneandjoint.org.uk/doi/abs/10.1302/1358-992x.2019.4.009>.
18. Черный А.А., Коваленко А.Н., Билык С.С., Денисов А.О., Каземирский А.В., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Ранние результаты применения индивидуально изготовленных модульных конусов для замещения метафизарно-диафизарных костных дефектов при ревизионной артропластике коленного сустава // *Травматология и ортопедия России*. 2019. 25(2):9-18. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-9-18 [Cherny A.A., Kovalenko A.N., Bilyk S.S., Denisov A.O., Kazemirskiy A.V., Kulyaba T.A., Kornilov N.N. Early Outcomes of Patient-Specific Modular Cones for Substitution of Methaphysial and Diaphysial Bone Defects in Revision Knee Arthroplasty // *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019; 25(2): 9-18. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-9-18].
19. Gosheger G., Gebert C., Ahrens H., Streibuerger A., Winkelmdnn W., Hdrdes J. Endoprosthetic reconstruction in 250 pdtients with sdrcomd // *Clin. Orthop*. 2006;450:164-171. doi: 10.1097/01.blo.0000223978.36831.39. PMID: 16691142.
20. Засульский Ф.Ю., Куляба Т.А., Пташников Д.А., Григорьев П.В., Микайлов И.М., Сабельников В.В., Злобин О.В. Ближайшие и среднесрочные результаты эндопротезирования коленного сустава модульными эндопротезами при злокачественных новообразованиях // *Травматология и ортопедия России*. 2013; 19(2):13-22. doi: 10.21823/2311-2905-2013-0-2-55-64 [Zasul'skiy P.Y., Kulyaba T.A., Ptashnikov D.A., Grigor'yev P.V., Mikaylov I.M., Sabel'nikov V.V., Zlobin O.V. Shortand medium-term results of knee replacement with modular eddoprothesis in maligant tumors of knee // *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2013; 19(2):13-22. doi: 10.21823/2311-2905-2013-0-2-55-64].
21. Tetreault M.W. Excellent two-year survivorship of 3D-printed metaphyseal cones in revision total knee arthroplasty / M.W. Tetreault, K.I. Perry, M.W. Pagnano [et al.] // *Bone Joint J*. 2020; 102-b, 6 Supple A:107-115. doi: 10.1302/0301-620X.102B6.BJJ-2019-1544.R1. PMID: 32475272.
22. Marinescu R. “3D Prints are not a Panacea, but Definitely Support Orthopedic Surgery” / R. Marinescu, D. Popescu // *International Conference on eHealth and Bioengineering*. – 2020.; 1-4. doi: 10.3390/jcm9092908. PMID: 32916844; PMCID: PMC7565448.
23. Denehy K.M. Metaphyseal fixation using highly porous cones in revision total knee arthroplasty: minimum two year follow up study // K.M. Denehy, S. Abhari, V.E. Krebs [et al.] // *J. Arthroplasty*. 2019. doi: 10.1016/j.arth.2019.03.045. Epub 2019 Mar 28. PMID: 31000405.
24. Remily E.A. Short-term outcomes of 3D-printed titanium metaphyseal cones in revision total knee arthroplasty // E.A. Remily, I. MD Castrodad, N.S. Mohamed, [et al.] // *Orthopedics*. 2021. doi: 10.3928/01477447-20201202-04. Epub 2020 Dec 7. PMID: 33284980.
25. De Martino I., De Santis V., Sculco P.K., D'Apolito R., Assini J.B., Gasparini G. Tantalum cones provide durable mid-term fixation in revision TKA // *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(10):3176-3182. doi: 10.1007/s11999-015-4338-2. doi: 10.1007/s11999-015-4338-2. Epub 2015 May 13. PMID: 25968895; PMCID: PMC4562943.
26. Zanirato A., Formica M., Cavagnaro L., Divano S., Burastero G., Felli L. Metaphyseal cones and sleeves in revision total knee arthroplasty: Two sides of the same coin? complications, clinical and radiological results-a systematic review of the literature // *Musculoskelet Surg*.2020;104(1):25-35. doi: 10.1007/s12306-019-00598-y. Epub 2019 Mar 16. PMID: 30879231.
27. Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Каземирский А.В., Бовкис Г.Ю., Стафеев Д.В., Черный А.А., Кроитору И.И., Петухов А.И. Методика двойных трабекулярных танталовых конусов как альтернатива аддитивным технологиям при ревизионном эндопротезировании коленного сустава (серия клинических наблюдений) // *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(2):148-159. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-148-159 [Kulyaba T.A., Kornilov N.N., Kazemirskiy A.V., Bovkis G.Y., Stafeev D.V., Cherny A.A., Croitoru I.I., Petukhov A.I. Double Trabecular Tantalum Cones as an Alternative to Additive Technologies for Revision Knee Arthroplasty (A Case Series) // *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(2):148-159. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-148-159].
28. Engh G.A., Herzworm P.J., Parks N.L. Treatment of major defects of bone with bulk allografts and stemmed components during total knee arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79(7):1030-1039. doi: 10.2106/00004623-199707000-00009. PMID: 9234879.
29. Pour A.E., Parvizi J., Slenker N. Rotation hinge total knee replacement: use with caution // *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(8):1735-1741. doi: 10.2106/JBJS.F00893. PMID: 17671012.

30. Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Бовкис Г.Ю., Кройтору И.И., Румакин В.П. Костная аллопластика при ревизионном эндопротезировании коленного сустава: гистологическая характеристика структурного трансплантата через 54 месяца после имплантации (клиническое наблюдение) // Травматология и ортопедия России. 2016;22(4):122-130. doi: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-122-130 [Kuliaba T.A., Kornilov N.N., Bovkis G.Y., Croitoru I.I., Rumakin V.P. Bone allografting in revision knee arthroplasty: histological characteristics of structural allograft 54 months follow up // Traumatology and Orthopedics of Russia. 2016;22(4):122-130. doi: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-122-130].

31. Whiteside L.A., Bicalho P.S. Radiologic and histologic analysis of morthellized allograft in revision total knee replacement // Clin Orthop Relat Res. 1998;357:149-156. doi: 10.1097/00003086-199812000-00020. PMID: 9917712.

32. van Loon C.J., Buma P., de Waal Malefijt M.C., van Kampen A., Veth R.P. Morselized bone allografting in revision total knee replacement – a case report with a 4-year histological follow-up // Acta Orthop Scand. 2000; 71(1):98-10. doi: 10.1080/00016470052943991. PMID: 10744003.

Авторы

Куляба Тарас Андреевич – д.м.н., заведующий научным отделением патологии коленного сустава НМИЦ ТО «им Р.Р. Вредена», ул. Академика байкова 8, г. Санкт – петербург, 195427, Россия, e-mail taraskuliaba@mail.ru

Расулов Магомед Шамилович – к.м.н., врач травматолог-ортопед НМИЦ ТО «им Р.Р. Вредена», ул. Академика байкова 8, г. Санкт – петербург, 195427, Россия, e-mail magomed93r@yandex.ru

Корнилов Николай Николаевич – профессор, д.м.н., заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 17 НМИЦ ТО «им Р.Р. Вредена», ул. Академика байкова 8, г. Санкт – петербург, 195427, Россия, e-mail drkornilov@hotmail.com

Петухов Алексей Иванович – к.м.н., заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 10 НМИЦ ТО «им Р.Р. Вредена», ул. Академика байкова 8, г. Санкт – петербург, 195427, Россия, e-mail drpetukhov@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку:

Расулов Магомед Шамилович – e-mail magomed93r@yandex.ru

Authors

Taras A. Kulyaba — Dr. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, str. Academician Baykova house 8, St. Petersburg, , 195247, Russia, e-mail taraskuliaba@mail.ru

Magomed Sh. Rasulov — Cand. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, str. Academician Baykova house 8, St. Petersburg, 195247, Russia, e-mail magomed93r@yandex.ru

Nikolai N. Kornilov — Dr. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, str. Academician Baykova house 8, St. Petersburg, 195247, Russia, e-mail drkornilov@hotmail.com

Aleksey I. Petukhov — Cand. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, str. Academician Baykova house 8, St. Petersburg, 195247, Russia, e-mail drpetukhov@yandex.ru

Corresponding author:

Magomed Sh. Rasulov — e-mail magomed93r@yandex.ru