

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 2. С. 261-267.  
Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 2. P. 261-267.

### Научная статья

УДК 616.718.51-006.327-089.87:616.728.3-089.843

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-2-261-267>

## Субтотальная проксимальная резекция и замещение дефекта большеберцовой кости эндопротезом с индивидуальным коротким дистальным компонентом (клиническое наблюдение)

В.Ю. Карпенко, А.Л. Карасев✉, А.Ф. Колондаев, К.А. Антонов, Н.А. Любезнов

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

**Автор, ответственный за переписку:** Анатолий Леонидович Карасев, karaseva81@mail.ru

### Аннотация

**Введение.** Резекции длинных костей с замещением дефектов модульными эндопротезами являются стандартом при оперативном лечении больных со злокачественными опухолями скелета. Однако применение стандартных модульных конструкций при обширных опухолевых поражениях или близком расположении к суставу невозможно. Создание индивидуальных компонентов эндопротезов на основе компьютерного 3D-моделирования позволяет расширить возможности эндопротезирования в этих случаях. **Материалы и методы.** Представлен случай лечения пациентки с обширным поражением большеберцовой кости фибросаркомой низкой степени злокачественности. Проведена субтотальная проксимальная резекция большеберцовой кости вместе с опухолью. Для замещения дефекта использован модульный эндопротез коленного сустава с индивидуально изготовленным на базе 3D-компьютерного моделирования коротким большеберцовым компонентом гибридной фиксации. **Результаты.** Через 1 год после операции признаков прогрессирования опухоли нет, показаны отличные функциональные и рентгенологические результаты. На рентгенограммах компоненты эндопротеза стабильны, их целостность не нарушена. Пациентка передвигается без дополнительной опоры, походка правильная. Функциональный результат по шкале MSTS – 83 %. **Обсуждение.** В последние годы проводятся работы по разработке индивидуальных коротких компонентов онкологических эндопротезов с помощью компьютерного 3D-моделирования. Используемый нами в сообщении укороченный индивидуальный большеберцовый компонент представляет собой комбинацию короткой ножки цементной фиксации, заблокированной с двумя наkostными пластинами с шероховатой поверхностью, что обеспечивает одновременно прочность конструкции и ее повышенный контакт с дистальным отделом большеберцовой кости. Отличные рентгенологические и функциональные результаты, полученные через год после операции, позволяют надеяться на положительный исход в средние сроки и отсрочить последующую экстирпацию большеберцовой кости. **Заключение.** Применение современных индивидуальных компонентов эндопротезов при радикальном лечении пациентов с протяженным опухолевым поражением длинных костей и/или близким расположением новообразования к суставу является перспективным методом, позволяющим отсрочить проведение более обширных органосохраняющих или калечащих операций и добиться положительного результата.

**Ключевые слова:** опухоли костей, резекция кости, эндопротезирование суставов, индивидуальные эндопротезы

**Для цитирования:** Субтотальная проксимальная резекция и замещение дефекта большеберцовой кости эндопротезом с индивидуальным коротким дистальным компонентом (клиническое наблюдение) / В.Ю. Карпенко, А.Л. Карасев, А.Ф. Колондаев, К.А. Антонов, Н.А. Любезнов // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 2. С. 261-267. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-2-261-267>

### Original article

## Subtotal proximal resection and tibial reconstruction with a modular endoprosthesis complemented with custom-made short distal stem (a case report)

V.Yu. Karpenko, A.L. Karasev✉, A.F. Kolondaev, K.A. Antonov, N.A. Lyubeznov

National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation

**Corresponding author:** Anatoly L. Karasev, karaseva81@mail.ru

### Abstract

**Introduction** Malignant tumors are frequently localized in the long bones. Radical resection and reconstruction with megaprotheses is the gold standard of surgery in this group of patients. Unfortunately, the use of standard modular components is not possible in subtotal resection or is associated with a high risk of instability. Development of personalized shortened components of endoprotheses based on 3D computer modeling expands the possibilities of limb salvage surgical treatment. **Materials and methods** We describe a case of surgical treatment of a patient with extensive tibial fibrosarcoma. Pre-operative diagnosis based on CT, MRI, PET-CT and biopsy was low-grade fibrosarcoma, post-operative diagnosis was the same. Radical subtotal proximal resection of the tibia was performed, and modular knee megaprosthesis based on 3D-modelling custom-made distal short tibial component of hybrid fixation was used for reconstruction. Rehabilitation after surgery included wearing knee and ankle orthoses. **Results** No tumor recurrence or metastases were revealed one year after surgery, functional and radiological results were excellent. Patient walked without support, her gate was correct, and MSTS score was 83 %. **Discussion** In recent years, custom-made short components of oncological endoprotheses using 3D computer modeling have been developed. The short custom-made tibial component used by us in the report is a combination of a short cemented stem locked with two extraosseous plates with a rough surface. It simultaneously ensures the strength of the implant and increases the contact with the distal tibia. Excellent radiological and functional results obtained one year after the operation allow us to hope for a positive outcome in the medium term and to delay extirpation of the tibia. **Conclusion** Radical bone resections and megaprosthesis reconstruction in malignant tumors provide the best functional results. Implementation of based on 3D-modelling custom-made prosthetic components in extensive resections is a perspective trend in limb-salvage surgery.

**Keywords:** bone tumor, tibial resection, arthroplasty, megaprosthesis, custom-made prosthesis

**For citation:** Karpenko V.Yu., Karasev A.L., Kolondaev A.F., Antonov K.A., Lyubeznov N.A. Subtotal proximal resection and tibial reconstruction with a modular endoprosthesis complemented with custom-made short distal stem (a case report). *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no 2, pp. 261-267. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-2-261-267>

### ВВЕДЕНИЕ

Наиболее распространенными первичными формами злокачественных опухолей скелета являются остеосаркома, хондросаркома и саркома Юинга (85–95 %

всех случаев), реже встречаются фибросаркома, недифференцированная высокозлокачественная плеоморфная саркома, плазмоцитомы, ангиосаркома и другие [1].

Во вторую и третью декады жизни кости чаще поражаются остеогенной саркомой, с возрастом нарастает частота хондросарком и фибросарком, а преобладающим становится метастатическое поражение, распространенность которого в популяции, по результатам анализа базы данных SEER, составляет 18,8 случаев на 100000, при этом число новых случаев только в США может достигать ста тысяч в год [2].

Длинные кости – одна из наиболее частых локализаций злокачественных опухолей скелета. Их опухолевое поражение приводит к нарушению функции конечности, а в случае патологического перелома – выраженному болевому синдрому, обездвиженности больного, развитию тяжелых угрожающих жизни соматических осложнений.

Своевременное проведение оперативного вмешательства, направленного на удаление опухоли, позволяет сохранить или продлить жизнь пациенту, улучшить качество его жизни.

Если в прошлом ведущим хирургическим методом лечения пациентов со злокачественными опухолями длинных костей являлись калечащие операции – ампутации и экзартикуляции, то с развитием медицинских технологий появилась возможность проведения органосохраняющего лечения.

Для замещения обширных дефектов длинных костей после проведенных резекций могут применяться костнопластические методы с использованием массивных аллогенных трансплантатов, аутогенных трансплантатов, чрескостный внеочаговый остеосинтез, методика Masquelet [3, 4, 5, 6, 7].

Тем не менее, у больных со злокачественными опухолями при большинстве локализаций использование онкологических эндопротезов обеспечивает наиболее быстрое и полное восстановление функции конечности, в связи с чем в настоящее время такой подход считается ведущим методом хирургического лечения.

Существенное увеличение в последние десятилетия продолжительности жизни пациентов с опухолями костей за счет совершенствования схем комбинирован-

ного лечения и техники оперативных вмешательств предъявляет новые требования к «выживаемости» имплантатов и их функциональным возможностям [8].

Обширное, субтотальное поражение длинной кости создает значительные трудности при фиксации эндопротеза, зачастую лишая возможности сохранить смежные суставы, что может воспрепятствовать проведению органосохраняющей операции либо резко ухудшить функциональный результат, увеличить риск осложнений в послеоперационном периоде и ограничить «выживаемость» эндопротеза.

Использование стандартных ножек в таких случаях невозможно, в связи с чем различными авторами предлагались короткие компоненты интра- и экстрамедуллярной фиксации, позволяющие осуществить фиксацию эндопротеза, сохраняя смежный сустав и, в значительной мере, его функциональные возможности.

С развитием 3D-компьютерных технологий создание индивидуальных укороченных компонентов эндопротезов, позволяющих проводить указанные оперативные вмешательства, получило более активное развитие.

В настоящем сообщении мы представляем случай хирургического лечения пациентки с обширным поражением большеберцовой кости фибросаркомой. Для замещения пострезекционного дефекта в ходе операции был использован модульный эндопротез коленного сустава, комбинированный с индивидуально изготовленным на основе компьютерного 3D-моделирования дистальным большеберцовым компонентом гибридной фиксации.

**Цель исследования.** Оценить перспективность применения индивидуального, изготовленного с помощью компьютерного 3D-моделирования, дистального большеберцового компонента гибридной фиксации при субтотальной проксимальной резекции большеберцовой кости с замещением дефекта модульным эндопротезом коленного сустава, на клиническом примере радикального хирургического лечения пациентки с обширным опухолевым поражением кости фибросаркомой.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пациентка в возрасте 45 лет обратилась в 2019 г. с жалобами на болезненное опухолевидное образование правой голени. Из анамнеза известно, что с 2004 г. она предъявляла жалобы на иррадиирующие боли в области правой голени. Получала с эффектом лечение у невролога по поводу дорсопатии с протрузиями межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника, люмбоишиалгиями. В декабре 2018 года отметила появление болезненного опухолевидного образования по передней поверхности правой голени в средней трети, которое медленно увеличивалось. При обследовании по месту жительства рентгенологически выявлено новообразование правой большеберцовой кости.

При осмотре: по передней поверхности правой голени в средней трети визуально определяется бугристое, резко болезненное, выступающее под кожу опухолевидное образование размером 3 см.

По данным КТ значительная часть диафиза и частично проксимальный метадиафиз правой больше-

берцовой кости на протяжении 250 мм обтурированы патологической тканью, с участками деструкции кортикального слоя, его неравномерного утолщения и ячеистой перестройки со стороны эндоста. В средней трети большеберцовой кости кортикальный слой несколько вздут, наблюдаются зоны литической деструкции с выходом патологических масс в окружающие мягкие ткани и периоститом (рис. 1).

По данным МРТ в диафизе правой большеберцовой кости с распространением на проксимальный метадиафиз выявляется неоднородно гиперинтенсивное (гипоинтенсивное в T1ВИ) образование, занимающее весь поперечник кости с неравномерным вовлечением кортикального слоя. В средней трети отмечена деструкция кортикального слоя с перифокальным отеком и периоститом, патологический субстрат выходит за пределы кости с формированием мягкотканного компонента (рис. 2).



Рис. 1. КТ-картина опухоли, поражающей значительную часть диафиза и проксимального метадиафиза большеберцовой кости (фронтальный срез)

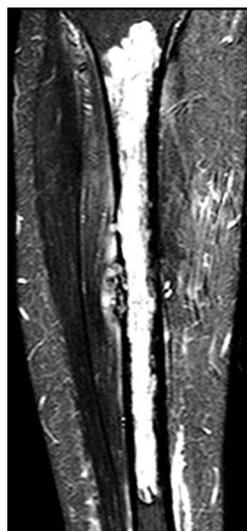


Рис. 2. МРТ-картина протяженного опухолевого поражения большеберцовой кости (STIR, фронтальный срез)

По результатам ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в костномозговом канале диафиза и проксимальном метадиафизе определяется неопластическое образование с высоким патологическим метаболизмом,  $SUV_{max} = 11,9$ ; в средней трети диафиза отмечается прерывание коркового слоя с выходом новообразования за пределы кости. Признаков регионарного и отдаленного метастатического поражения не обнаружено.

Выполнена трепан-биопсия новообразования правой большеберцовой кости, получено гистологическое заключение: фибросаркома G1, установлен диагноз: фибросаркома правой большеберцовой кости cT2N0M0 G1 IB ст.

Клинический случай обсужден на консилиуме, принято решение о хирургическом лечении. Исходя из распространенности опухолевого процесса, при выполнении операции в радикальном объеме от большеберцовой кости должен был остаться дистальный фрагмент протяженностью около 6 см. Учитывая сравнительно молодой возраст пациентки, решено сохранить голеностопный сустав, в связи с чем к серийно производимому модульному эндопротезу коленного сустава дополнительно, с использованием 3D-компьютерного моделирования, изготовлены индивидуальный короткий дистальный компонент гибридной фиксации (включающий интрамедуллярную блокируемую цементируемую ножку длиной 4,5 см и две наконечные пластины), а также комплект инструментов для его имплантации (рис. 3).

Выполнено хирургическое вмешательство в объеме субтотальной резекции правой большеберцовой кости с эндопротезированием правого коленного сустава.

Произведен разрез кожи и подкожной жировой клетчатки, окаймляя место проведения биопсии, от передне-медиальной поверхности н/3 бедра, обходя надколенник с медиальной стороны, далее по передней поверхности голени на всем ее протяжении. Большеберцовая кость

вместе с опухолью абластично выделена, препарат удален единым блоком, отправлен на плановое морфологическое исследование. Далее риммерами и при помощи ложки Фолькмана разработан дистальный отдел большеберцовой кости. Произведена фиксация индивидуально изготовленного дистального компонента с помощью костного цемента и блокирующих винтов.

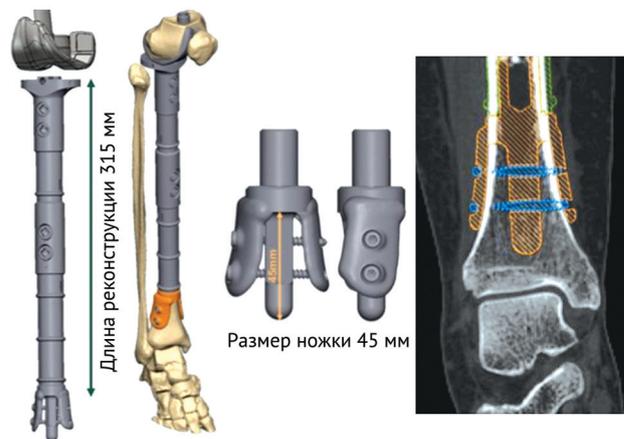


Рис. 3. Схема модульного эндопротеза коленного сустава с индивидуальным дистальным компонентом гибридной фиксации

С использованием стандартного инструментария разработан дистальный отдел бедренной кости под проксимальный компонент эндопротеза. Выделено медиальное брюшко икроножной мышцы, необходимое для укрытия эндопротеза. Собран и установлен эндопротез (рис. 4).



Рис. 4. Внешний вид модульного эндопротеза с примерочными компонентами в ране после удаления опухоли

При помощи лавсановых лигатур реконструктивный лавсановый чехол фиксирован к проксимальной части эндопротеза, а также затянута посередине, к чехлу фиксирована собственная связка надколенника. Сформирован мышечный футляр для эндопротеза (рис. 5). Рана ушита с установкой дренажей к эндопротезу и икроножной мышце. Время операции составило 205 мин., кровопотеря 300 мл.



Рис. 5. Вид раны после укрытия эндопротеза медиальной головкой икроножной мышцы и формирования мышечного ложа

Послеоперационное патоморфологическое исследование подтвердило первоначальный диагноз.

В послеоперационном периоде проводились перевязки, антибиотикопрофилактика, профилактика тром-

боэмболических осложнений. Рана зажила первичным натяжением, швы сняты на 14-е сутки после оперативного вмешательства.

На вторые сутки после операции началась программа реабилитации, больная приступила к занятиям лечебной физкультурой. На 10-е сутки паци-

ентка вертикализована в ортезах для коленного и голеностопного суставов, с фиксацией голени под углом 180°, стопы – 90°. В последующие дни проводилась дозированная ходьба с помощью костылей, с частичной нагрузкой на оперированную конечность.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Через 1 месяц после операции пациентка не нуждалась в ортезе голеностопного сустава, объем движений в коленном суставе дозированно увеличивался за счет блокируемых шарниров каждые 10 дней на 20°, постепенно увеличивалась нагрузка на оперированную ногу. Через 3 месяца после операции больной разрешено передвигаться без дополнительной опоры и ортеза.

При контрольном клиническом обследовании и УЗИ через 3 месяца после операции признаков нагноения, продолженного роста опухоли не выявлено. Пациентка передвигается самостоятельно, немного прихрамывая на правую ногу. Объем активных движений в голеностопном суставе: подошвенное сгибание 30°, тыльное разгибание 5°; в коленном суставе сгибание

100°, дефицит активного разгибания голени в положении сидя 8°.

Функциональный результат по MusculoSkeletal Tumor System (MSTS) составил 74 %.

При контрольном обследовании через год прогрессирования опухоли не обнаружено. Пациентка передвигается самостоятельно, без хромоты. Движения в голеностопном суставе: подошвенное сгибание в объеме 40°, тыльное разгибание 20°. Сгибание голени 120°, активное разгибание 5°. Функциональный результат по MSTS – 83 %.

По результатам рентгенологического исследования эндопротез стабилен, миграции компонентов или нарушения их целостности не отмечено (рис. 6, 7).



Рис. 6. Рентгенограммы дистального отдела голени в 2-х проекциях через 1 год после операции



Рис. 7. Рентгенограммы проксимального отдела голени в 2-х проекциях через 1 год после операции

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Фибросаркома — мезенхимальная опухоль, морфологическим субстратом которой являются атипичные веретенообразные клетки, сгруппированные в пучки, и фиброзная строма из тонких коллагеновых волокон, часто образующие муаровые структуры, нередко располагающиеся «елочкой», не формирующие остеоида или хрящевого матрикса. Опухолевая ткань инвазивно распространяется в костных структурах, разрушая их. Степень атипизма клеток и количество коллагеновой стромы могут сильно варьировать.

Рентгенологически опухоль проявляется литическими очагами деструкции, располагающимися чаще в метаэпифизе или метадиафизе длинных костей, реже – в диафизе, в большинстве случаев внутрикостно, хотя изредка имеет место и периостальная локализация [9, 10, 11].

Фибросаркома была выделена из группы сарком Budd and McDonald в 1943 г. [12]. В отличие от остеосаркомы и саркомы Юинга, наиболее часто эта опухоль поражает лиц в возрасте от 20 до 60 лет, несколько чаще страдают мужчины. У наиболее возрастных пациентов нередко развитие вторичной фибросаркомы на фоне доброкачественных заболеваний (болезнь Педжета, фиброзная дисплазия и др.) либо вследствие проведенной ранее лучевой терапии. На поражение длинных костей приходится более половины случаев фибросарком, при этом наиболее часто вовлекается область метафиза. Распространение опухоли на эпифиз или диафиз – систематическое явление, в то время как изолированные диафизарные поражения встречаются реже (примерно 10 %). Большеберцовая кость занимает второе ме-

сто после бедренной среди наиболее частых локализаций фибросаркомы [10, 11, 13].

Несмотря на редкость опухоли, к настоящему времени изучены прогностические факторы течения заболевания. Так, при статистическом анализе базы данных SEER, включающей 2235 пациентов с фибросаркомой, обнаружено, что наиболее значимыми независимыми факторами 3-летней и 5-летней выживаемости оказались степень злокачественности опухоли, ее размер, стадия заболевания и возможность проведения радикального оперативного вмешательства, а также возраст [14].

Хирургический метод является ведущим в лечении фибросарком кости. Каких-либо рекомендаций по их химиотерапевтическому лечению или лучевой терапии не существует. Предложено использование предоперационной и послеоперационной химиотерапии при IIB и III стадиях, но эффект отмечен лишь у небольшой части пациентов [15].

В представленном нами случае клинические и рентгенологические проявления опухоли были нетипичны для высокозлокачественных сарком: опухоль развивалась медленно и поражала диафиз большеберцовой кости на большом протяжении, разрушая его полностью и формируя мягкотканый компонент лишь на ограниченном участке. Морфологическая картина оказалась характерной для фибросаркомы низкой степени злокачественности G1, что соотносится с клиническим течением и данными лучевых методов исследования.

Низкая степень злокачественности, IB стадия заболевания, ограниченное разрушение кортикального слоя с возможностью выполнения радикальной операции – прогностические факторы высокой вероятности 5-летней и более длительной выживаемости. Выбранная нами тактика хирургического вмешательства – субтотальная резекция большеберцовой кости вместе с опухолью и замещением модульным эндопротезом с индивидуальным дистальным компонентом, учитывала благоприятный прогноз течения заболевания и сравнительно молодой возраст пациентки.

Техника резекций большеберцовой кости с замещением дефекта модульными или индивидуальными эндопротезами коленного сустава при злокачественных опухолях тщательно разработана в прошедшие годы, имеется объективная оценка отдаленных результатов, проведенная у значительного числа пациентов.

Использование современных хирургических подходов и эндопротезов позволяет добиться положительных среднесрочных и долгосрочных результатов у большинства больных [16]. Так, по данным G.J.C. Myers с соавт., при выполнении реконструктивно-пластической составляющей в ходе резекции большеберцовой кости и использовании современных частично-связанных эндопротезов, необходимость в проведении повторных операций в сроки 5 и 10 лет составила 12 и 25 % соответственно, причем асептическая нестабильность в 10-летний срок имела место всего в 3 % случаев [17].

С другой стороны, проблема фиксации эндопротезов при протяженных резекциях длинных костей до сих пор не решена. В случае невозможности применения стандартных ножек из-за малой длины остающегося

фрагмента кости, риск нестабильности эндопротеза резко возрастает.

В работе A. Streitburger проанализирован опыт использования имплантатов 8 типов при обширных резекциях бедренной и большеберцовой костей либо локализации опухолей вблизи суставов у пациентов со злокачественными опухолями. Авторы приводят данные о высоком числе послеоперационных осложнений, особенно асептической нестабильности, при фиксации имплантата в метадиафизарном или метаэпифизарном отделе. Прямое перенесение дизайна классических ножек модульных эндопротезов на короткие себя не оправдывает. По мнению исследователей, дальнейшая работа по совершенствованию индивидуальных компонентов эндопротезов даст возможность более активного внедрения их в практику [18].

К настоящему времени в ряде работ проанализированы положительные среднесрочные и отдаленные результаты применения эндопротезов Compress с короткими интрамедуллярными ножками оригинального дизайна при протяженных резекциях длинных костей. Их использование позволяет сохранить в неизменном виде значительную часть остающегося после резекции диафизарного отдела, что расширяет возможности последующих ревизионных операций в случае механических осложнений, позволяет отсрочить существенно более травматичную экстирпацию кости [19, 20]. С другой стороны, их имплантация невозможна в метадиафизарном и метаэпифизарном отделах длинных костей, что значительно сужает сферу применения.

Показано, что дополнительное блокирование укороченных ножек дает возможность существенно повысить надежность фиксации и снизить риск асептической нестабильности эндопротезов при протяженных резекциях.

Так, по результатам R. Dieckmann, среди 15 пациентов с обширными резекциями дистального отдела бедренной кости нестабильность утолщенной блокируемой короткой проксимальной ножки отмечена лишь в 1 случае через 58 мес. после имплантации [21].

В работе D. Zhao для фиксации эндопротеза в дистальном метаэпифизарном отделе большеберцовой кости у 5 пациентов использованы созданные методом 3D-моделирования индивидуальные компоненты, представляющие собой короткие широкие тибиальные ножки с высокопористым покрытием и блокированием, средней длиной 2,6 см. В средний срок наблюдения 27,6 мес. во всех случаях достигнута полная остеоинтеграция и надежная фиксация имплантата [22].

Другим направлением разработки имплантатов для обширных резекций длинных костей является комбинирование короткого интрамедуллярного компонента с достаточно массивными наконечными пластинами, что позволяет увеличить контакт конструкции с остатками резецированной кости и достичь большей первичной стабильности.

В работе S.A. Hanna обширные дефекты бедренной кости замещались имплантами с укороченными ножками цементной фиксации, дополненными одной или двумя наконечными пластинами, фиксируемыми винтами. В средний срок наблюдения 120 мес. среди 18 пациентов отмечен лишь 1 случай асептической неста-

бильности, потребовавший повторной операции через 89 мес. после первоначальной [23].

Результаты использования эндопротезов при обширных резекциях плечевой, бедренной и большеберцовой костей у больных со злокачественными опухолями прослежены J.D. Stevenson. Использование коротких цементируемых ножек в комбинации с на костными пластинами в средний срок наблюдения 8,8 года сопровождалось развитием асептической нестабильности в 3-х случаях из 37. Оценка выживаемости имплантатов по Каплану-Мейеру не показала существенных различий по сравнению с серийными модульными эндопротезами, применяемыми при меньших по объему резекциях плечевых, бедренных и большеберцовых костей [24].

В работе W. Liu рассмотрены результаты резекций бедренной и большеберцовой костей при локализации злокачественных опухолей, близко расположенных к коленному суставу. Использованы индивидуальные, изготовленные с применением 3D-моделирования, компоненты бесцементной фиксации, включающие ультракороткую ножку и на костные юкстаартикулярные пластины. Несмотря на небольшую протяженность сохраненных эпифизов (средняя длина составила 2,6 см), в 10 случаях из 12 достигнут отличный функциональный результат, в средний срок наблюдения 22,5 мес. случаев асептической нестабильности или перипротезных переломов не было [25].

Протяженные резекции с сохранением зоны роста выполнены Y. Tsuda у 18 детей. Эндопротезы комбинировались с индивидуальными компонентами, включающими короткую ножку (не более 5 см длиной) и на костные пластины. Средний срок наблюдения составил 67 мес. Несмотря на существенный рост скелета за этот период, отмечено всего по 1 случаю асептической нестабильности, перипротезного перелома и нарушения целостности конструкции [26].

В использованной нами конструкции сочетаются некоторые из описанных выше приемов. Цементная фиксация ножки обеспечивает высокую первичную стабильность и дает возможность ранней реабили-

тации. Блокируемая вместе с пластинами ножка обеспечивает устойчивость конструкции к ротационным нагрузкам и нарушению целостности первых в проксимальном отделе при длительной эксплуатации. Шероховатое покрытие достаточно массивных ножек и их тесный контакт с кортикальным слоем дает возможность уменьшить нагрузку на костное ложе и цементную мантию интрамедуллярной ножки.

Клинические и рентгенологические результаты через 1 год после операции свидетельствуют об отсутствии ранней асептической нестабильности и позволяют надеяться на положительный среднесрочный результат.

В случае невозможности сохранения дистального отдела большеберцовой кости и голеностопного сустава альтернативой калечащей операции становится экстирпация большеберцовой кости с эндопротезированием смежных суставов.

Экстирпации большеберцовой кости при опухолевом поражении посвящено ограниченное число работ, касающихся преимущественно описания единичных случаев.

Несмотря на приведенные авторами положительные результаты замещения всей большеберцовой кости эндопротезами, остаются многочисленные вопросы, касающиеся хирургической техники, достоверной оценки возможных осложнений и анализа среднесрочных и отдаленных результатов [27, 28, 29].

Кроме того, в случае механических осложнений после экстирпации длинных костей с эндопротезированием, в отличие от их резекции, проведение органосохраняющей ревизионной операции сопряжено с большими трудностями, а в отношении большеберцовой кости – весьма проблематично.

В связи с этим разработка дизайна и создание индивидуальных коротких компонентов эндопротезов для замещения субтотальных дефектов длинных костей, в частности – большеберцовой, с применением компьютерного 3D-моделирования при злокачественных опухолях становится все более актуальной задачей, первые результаты решения которой вселяют оптимизм.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радикальные органосохраняющие операции при первичных злокачественных опухолях костей являются «золотым стандартом» современной онкоортопедии. Ведущее место среди них занимают оперативные вмешательства с применением эндопротезов, обеспечивающие наиболее полное восстановление функции конечности.

Применение индивидуальных компонентов эндопротезов, изготовленных с применением компьютер-

ного 3D-моделирования, у пациентов с протяженным опухолевым поражением длинных костей и / или близким расположением новообразования к суставу является перспективным методом, позволяющим отсрочить либо избежать проведения более обширных радикальных органосохраняющих операций или ампутаций и добиться положительных функциональных результатов.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Palmerini E., Righi A., Staals E.L. Rare Primary Malignant Bone Sarcomas // *Cancers (Basel)*. 2020. Vol. 12, No 11. P. 3092. DOI: 10.3390/cancers12113092.
2. Epidemiology of bone metastases / C. Ryan, K.C. Stoltzfus, S. Horn, H. Chen, A.V. Louie, E.J. Lehrer, D.M. Trifiletti, E.J. Fox, J.A. Abraham, N.G. Zaorsky // *Bone*. 2020. 115783. DOI: 10.1016/j.bone.2020.115783.
3. Three-dimensional virtual bone bank system workflow for structural bone allograft selection: a technical report / L.E. Ritacco, G.L. Farfalli, F.E. Milano, M.A. Ayerza, D.L. Muscolo, L. Aponte-Tinao // *Sarcoma*. 2013. Vol. 2013. 524395. DOI: 10.1155/2013/524395.
4. Allograft Reconstruction for Sarcomas of the Tibia / V.Y. Ng, P. Louie, S. Punt, E.U. Conrad // *Open. Orthop. J.* 2017. Vol. 11. P. 189-194. DOI: 10.2174/1874325001711010189.

5. Vascularized Bone Graft Reconstruction Following Bone Tumor Resection at a Multidisciplinary Sarcoma Center: Outcome Analysis / S.M. Gorski, C. Dong, A.H. Krieg, M. Haug // *Anticancer. Res.* 2021. Vol. 41, No 10. P. 5015-5023. DOI: 10.21873/anticancer.15316.
6. Kumar T.K.J., Pai P.K., Rajasubramanya P. A Rare Case of Ewing's-like Adamantinoma of Tibia Managed by Limb Salvage Surgery Using Long Segment Ilizarov Bone Transport: A Case Report and Review of Literature // *J. Orthop. Case Rep.* 2021. Vol. 11, No 5. P. 61-67. DOI: 10.13107/jocr.2021.v11.i05.2208.
7. Bone Repair Using the Masquelet Technique / A. Masquelet, N.K. Kanakaris, L. Obert, P. Stafford, P.V. Giannoudis // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2019. Vol. 101, No 11. P. 1024-1036. DOI: 10.2106/JBJS.18.00842.
8. Gkavardina A., Tsaqozis P. The use of megaprotheses for reconstruction of large skeletal defects in the extremities: a critical review // *Open Orthop. J.* 2014. Vol. 8. P. 384-389. DOI: 10.2174/1874325001408010384.
9. Dahlin D.C., Ivins J.C. Fibrosarcoma of bone. A study of 114 cases // *Cancer.* 1969. Vol. 23, No 1. P. 35-41. DOI: 10.1002/1097-0142(196901)23:1<35::aid-CNCR2820230104>3.0.CO;2-v.
10. Campanacci M. Fibrosarcoma // M. Campanacci. Bone and Soft Tissue Tumors. 2nd Edition. New-York: Springer-Verlag, 1999. P. 149-159. DOI: 10.1007/978-3-7091-3846-5.
11. Kalil R.K. Fibrosarcoma of the Bone // Tumors and Tumor-Like Lesions of Bone / Ed. by E. Santini-Araujo, R.K. Kalil, F. Bertoni, Y.K. Park. London: Springer, 2020. P. 459-463. DOI: 10.1007/978-1-4471-6578-1.
12. Fibrosarcoma / J. Prein, W. Remagen, B. Spiessl, E. Uehlinger // Atlas of Tumors of the Facial Skeleton. Odontogenic and Nonodontogenic Tumors. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1986. P. 119-122. DOI: 10.1007/978-3-642-70949-4.
13. Folpe A.L. Fibrosarcoma: a review and update // *Histopathology.* 2014. Vol. 64, No 1. P. 12-25. DOI: 10.1111/his.12282.
14. Nomograms Predict Overall Survival and Cancer-Specific Survival in Patients with Fibrosarcoma: A SEER-Based Study / G.H. Xiang, J.J. Zhu, C.R. Ke, Y.M. Weng, M.Q. Fang, S.P. Zhu, Y.A. Li, J. Xiao, L. Xu // *J. Oncol.* 2020. Vol. 2020. 8284931. DOI: 10.1155/2020/8284931.
15. Doxorubicin and cisplatin chemotherapy in high-grade spindle cell sarcomas of the bone, other than osteosarcoma or malignant fibrous histiocytoma: a European Osteosarcoma Intergroup Study / M.A. Nooij, J. Whelan, V.H. Bramwell, A.T. Taminiau, S. Cannon, P.C. Hogendoorn, J. Pringle, B.M. Uscinska, S. Weeden, A. Kirkpatrick, M.V. Glabbeke, A.W. Craft; European Osteosarcoma Intergroup // *Eur. J. Cancer.* 2005. Vol. 41, No 2. P. 225-230. DOI: 10.1016/j.ejca.2004.08.026.
16. Карпенко В.Ю. Реконструктивный и реконструктивно-пластический этапы при радикальных операциях в онкологической ортопедии : дис. ... д-ра мед. наук : спец. 14.01.12 «Онкология». М., 2015. С. 153-198.
17. The long-term results of endoprosthetic replacement of the proximal tibia for bone tumours / G.J. Myers, A.T. Abudu, S.R. Carter, R.M. Tillman, R.J. Grimer // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2007. Vol. 89, No 12. P. 1632-1637. DOI: 10.1302/0301-620X.89B12.19481.
18. Reconstruction survival of segmental megaendoprotheses: a retrospective analysis of 28 patients treated for intercalary bone defects after musculoskeletal tumor resections / A. Streitbürger, J. Harges, M. Nottrott, W.K. Guder // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2022. Vol. 142, No 1. P. 41-56. DOI: 10.1007/s00402-020-03585-4.
19. What are the 5-year survivorship outcomes of compressive endoprosthetic osseointegration fixation of the femur? / M.J. Monument, N.M. Bernthal, A.J. Bowles, K.B. Jones, R.L. Randall // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2015. Vol. 473, No 3. P. 883-890. DOI: 10.1007/s11999-014-3724-5.
20. Compress knee arthroplasty has 80% 10-year survivorship and novel forms of bone failure / J.H. Healey, C.D. Morris, E.A. Athanasian, P.J. Boland // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013. Vol. 471, No 3. P. 774-783. DOI: 10.1007/s11999-012-2635-6.
21. Short-stem reconstruction for megaendoprotheses in case of an ultrashort proximal femur / R. Dieckmann, M.P. Henrichs, G. Gosheger, S. Höll, J. Harges, A. Streitbürger // *BMC. Musculoskelet. Disord.* 2014. Vol. 15. P. 190. doi: 10.1186/1471-2474-15-190.
22. Intercalary Reconstruction of the "Ultra-Critical Sized Bone Defect" by 3D-Printed Porous Prosthesis After Resection of Tibial Malignant Tumor / D. Zhao, F. Tang, L. Min, M. Lu, J. Wang, Y. Zhang, K. Zhao, Y. Zhou, Y. Luo, C. Tu // *Cancer Manag. Res.* 2020. Vol. 12. P. 2503-2512. DOI: 10.2147/CMAR.S245949.
23. Femoral diaphyseal endoprosthetic reconstruction after segmental resection of primary bone tumours / S.A. Hanna, M.D. Sewell, W.J. Aston, R.C. Pollock, J.A. Skinner, S.R. Cannon, T.W. Briggs // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2010. Vol. 92, No 6. P. 867-874. DOI: 10.1302/0301-620X.92B6.23449.
24. Minimising aseptic loosening in extreme bone resections: custom-made tumour endoprotheses with short medullary stems and extra-cortical plates / J.D. Stevenson, C. Wigley, H. Burton, S. Ghezelayagh, G. Morris, S. Evans, M. Parry, L. Jeys // *Bone Joint J.* 2017. Vol. 99-B, No 12. P. 1689-1695. DOI: 10.1302/0301-620X.99B12.BJJ-2017-0213.R1.
25. Three-dimensional-printed intercalary prosthesis for the reconstruction of large bone defect after joint-preserving tumor resection / W. Liu, Z. Shao, S. Rai, B. Hu, Q. Wu, H. Hu, S. Zhang, B. Wang // *J. Surg. Oncol.* 2020. Vol. 121, No 3. P. 570-577. DOI: 10.1002/jso.25826.
26. Physal-preserving endoprosthetic replacement with short segment fixation in children with bone sarcomas / Y. Tsuda, T. Fujiwara, D. Sree, J.D. Stevenson, S. Evans, A. Abudu // *Bone Joint J.* 2019. Vol. 101-B, No 9. P. 1144-1150. DOI: 10.1302/0301-620X.101B9.BJJ-2018-1333.R1.
27. A 17-Year Follow-Up after Total Tibial Replacement in the Course of an Osteosarcoma followed by Total Leg Replacement / R.D. Burghardt, D. Kendoff, W. Klausner, H. Mau, Th. Gehrke // *J. Knee Surg. Rep.* 2015. Vol. 1, No 1. P. 44-50. DOI: 10.1055/s-0035-1551547.
28. Total tibial endoprosthesis including ankle joint and knee joint replacement in a patient with Ewing sarcoma / G. Gosheger, J. Harges, B. Leidinger, C. Gebert, H. Ahrens, W. Winkelmann, C. Goetze // *Acta Orthop.* 2005. Vol. 76, No 6. P. 944-946. DOI: 10.1080/17453670610046163.
29. Endoprotetischer Totalersatz von Femur, Humerus und Tibia / U. Lenze, C. Knebel, F. Lenze, S. Consalvo, I. Lazic, S. Breden, H. Rechl, R. Eisenhart-Rothe // *Orthopade.* 2019. Vol. 48, No 7. P. 555-562. DOI: 10.1007/s00132-019-03762-1.

Статья поступила в редакцию 17.08.2021; одобрена после рецензирования 02.11.2021; принята к публикации 26.01.2022.

The article was submitted 17.08.2021; approved after reviewing 02.11.2021; accepted for publication 26.01.2022.

#### Информация об авторах:

1. Вадим Юрьевич Карпенко – doctor-kv@yandex.ru;
2. Анатолий Леонидович Карасев – karaseva81@mail.ru;
3. Александр Федорович Колондаев – klnfff@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4216-8800>, SPIN-код 5388-2606
4. Кирилл Анатольевич Антонов – osteopatology6@mail.ru;
5. Никита Анатольевич Любезнов – osteopatology6@mail.ru.

#### Information about the authors:

1. Vadim Yu. Karpenko – doctor-kv@yandex.ru;
2. Anatoly L. Karasev – karaseva81@mail.ru;
3. Alexander F. Kolondaev – klnfff@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4216-8800>, SPIN code 5388-2606
4. Kirill A. Antonov – osteopathology6@mail.ru;
5. Nikita A. Lyubeznov – osteopathology6@mail.ru.