

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto623841>

Отдалённые результаты аллопластики и эндопротезирования коленного сустава при опухолевом поражении дистального конца бедренной кости. Клиническое наблюдение (к 100-летию со дня рождения профессора А.С. Имамалиева)

И.Г. Чемянов, М.В. Паршиков, Н.В. Ярыгин, Г.И. Чемянов

Российский университет медицины, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Аллопластика суставных концов костей консервированными трансплантатами при опухолевом поражении имеет длинную историю и стала активно применяться в 60–80-х годах прошлого века. Важную роль в этом сыграли фундаментальные исследования А.С. Имамалиева по заготовке, консервации костных трансплантатов и их применению в клинической практике. Одним из перспективных направлений развития данного метода стало использование трансплантата суставного конца кости в комбинации с эндопротезом. По мере развития и совершенствования эндопротезирования суставов современные конструкции онкологических эндопротезов заменили применение аллотрансплантатов суставных концов костей. Несмотря на постоянное усовершенствование конструкций онкологических эндопротезов и техники хирургического вмешательства, частота развития в послеоперационном периоде инфекционных осложнений, нестабильности и механических повреждений эндопротеза остаётся высокой. Цель работы — проследить на примере клинического наблюдения длительностью 45 лет сложный путь аллопластики суставных костей при опухолевом поражении — от замещения консервированным трансплантатом до применения онкологического эндопротеза и провести анализ встретившихся трудностей и осложнений. На основании изучения истории болезни и рентгенограмм прослежены результаты лечения пациента с гигантоклеточной опухолью дистального конца бедренной кости с 1979 по 2023 год.

Описание клинического случая. Применение массивных трансплантатов суставных концов костей для замещения дефектов кости при опухолевом поражении восстанавливает анатомическую форму и нормальное взаиморасположение окружающих её тканей. Сращение трансплантата с костью наступает через 6–12 месяцев после операции. Однако прочного соединения трансплантата с костью, восстановления стабильности в суставе, возможности раннего начала движений и нагрузки на оперированную конечность добиться трудно. Перестройка трансплантата снижает его механическую прочность и может стать причиной перелома трансплантата, что требует его удаления. Комбинированное применение аллотрансплантата, армированного межмышечковым эндопротезом, позволило сразу после операции начать нагрузку на оперированную конечность и движение в суставе. Функция сустава и опороспособность конечности восстановились, однако отмечались переломы ножек эндопротеза, их расшатывание в костях, потребовавшие нескольких ревизионных вмешательств.

Заключение. Комбинированное применение имплантатов, выполненных из композитных материалов, армированных современными конструкциями высокопрочных износостойких эндопротезов, позволит улучшить результаты лечения пациентов с дефектами суставных концов костей.

Ключевые слова: аллотрансплантат; эндопротезирование; опухоли костей; коленный сустав.

Как цитировать:

Чемянов И.Г., Паршиков М.В., Ярыгин Н.В., Чемянов Г.И. Отдалённые результаты аллопластики и эндопротезирования коленного сустава при опухолевом поражении дистального конца бедренной кости. Клиническое наблюдение (к 100-летию со дня рождения профессора А.С. Имамалиева) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 2. С. 217–227. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto623841>

Рукопись получена: 09.12.2023

Рукопись одобрена: 20.12.2023

Опубликована online: 16.05.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto623841>

Long-term results of alloplasty and endoprosthetics of the knee joint with a tumor lesion of the distal end of the femur. Clinical observation (to the 100th anniversary of the birth of Professor A.S. Imamaliev)

Ivan G. Chemyanov, Mikhail V. Parshikov, Nikolay V. Yarygin, Georgiy I. Chemyanov

Russian University of Medicine, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Alloplasty of the articular ends of bones in cases of tumor lesion with canned grafts was actively used in 1960–1980. A study by A.S. Imamaliev on obtaining and preserving bone grafts and their application in clinical practice played a crucial role. A prospective direction for the development of this method was the use of a graft of the articular end of the bone combined with an endoprosthesis. With the development and improvement of joint replacement, modern designs of oncological endoprostheses have replaced the use of allografts of the articular ends of bones. Despite continuous improvements in the designs of oncological endoprostheses and surgical intervention techniques, the incidence of infectious complications, instability, and mechanical damage of the endoprosthesis in the postoperative period remains high. Aim: to investigate the complex path of alloplasty of articular bones in a tumor lesion from replacement with a preserved transplant to the use of an oncological endoprosthesis and analyze the difficulties and complications encountered using a clinical observation lasting 45 years. Based on the study of medical histories and radiographs, the results of treatment of a patient with a giant cell tumor of the distal end of the femur were traced from 1979 to 2023.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: The use of massive grafts of the articular ends of bones to replace bone defects in cases of tumor lesions restores the anatomical shape and normal interposition of the surrounding tissues. Fusion of the graft with the bone occurs 6–12 months postoperatively. However, achieving a strong connection of the graft with the bone, restoring stability in the joint, and early onset of movements and operated limb loading are challenging. Reconstruction of the graft reduces its mechanical strength and can cause a fracture of the graft, which requires its removal. The combined use of an allograft reinforced and interstitial endoprosthesis enabled operated limb loading and joint movement immediately after the operation. The function of the joint and ability to support the limb were restored; however, fractures in the legs of the endoprosthesis and their loosening in the bones were observed, which required several revision interventions.

CONCLUSION: The use of implants made of composite materials reinforced with modern designs of high-strength wear-resistant endoprostheses will improve the results of treatment of patients with defects in the articular ends of bones.

Keywords: allograft; endoprosthetics; bone tumors; knee joint.

To cite this article:

Chemyanov IG, Parshikov MV, Yarygin NV, Chemyanov GI. Long-term results of alloplasty and endoprosthetics of the knee joint with a tumor lesion of the distal end of the femur. Clinical observation (to the 100th anniversary of the birth of Professor A.S. Imamaliev). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(2):217–227. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto623841>

Received: 09.12.2023

Accepted: 20.12.2023

Published online: 16.05.2024

ВВЕДЕНИЕ

Замещение суставных концов костей консервированными трансплантатами при опухолевом поражении имеет длинную историю и стало активно применяться в 60–80-х годах прошлого века [1–3]. Одним из перспективных направлений развития этого метода считалось комбинированное использование трансплантата, армированного эндопротезом [4, 5]. По мере развития и совершенствования эндопротезирования суставов современные конструкции онкологических эндопротезов почти полностью заменили применение аллотрансплантатов суставных концов костей [6–10]. В то же время их комбинированное использование не утратило своего значения. Несмотря на постоянное усовершенствование конструкций онкологических эндопротезов и техники хирургического вмешательства, частота развития в послеоперационном периоде инфекционных осложнений, нестабильности и механических повреждений эндопротеза остаётся высокой и продолжает увеличиваться в последующие годы после операции [7, 9–12].

Целью нашей работы было проследить на примере клинического наблюдения длительностью 45 лет сложный путь аллопластики суставных костей при опухолевом поражении — от замещения консервированным трансплантатом до применения онкологических эндопротезов. Анализ встретившихся на этом пути трудностей и осложнений поможет хирургам избежать ошибок при лечении пациентов с данной патологией.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

На основании изучения историй болезни и рентгенограмм прослежены результаты лечения пациента с гигантоклеточной опухолью дистального конца бедренной кости с 1979 по 2023 год.

История, о которой пойдет речь, началась в феврале 1979 года, когда молодой человек 27 лет поскользнулся на льду и упал, ударившись коленным суставом. По месту жительства в Липецкой области диагностировали повреждение внутреннего мениска левого коленного сустава. Проводились иммобилизация коленного сустава, физиотерапевтическое лечение, занятия лечебной физкультурой (ЛФК). Однако эффекта от лечения не было, боли в области сустава сохранялись и усиливались. На рентгенограммах коленного сустава, выполненных в ноябре 1979 г., выявлена опухоль, поражающая весь дистальный суставной конец левой бедренной кости. От предложенной ампутации пациент отказался и был направлен на обследование в Москву.

В Центральном институте травматологии и ортопедии (ЦИТО) им. Н.Н. Приорова была диагностирована остеобластокластома дистального отдела левой бедренной кости (по современной классификации — гигантоклеточная опухоль) (рис. 1а), и пациента госпитализировали в городскую клиническую больницу № 59 г. Москвы, в клинику травматологии и ортопедии, которую возглавлял лауреат Государственной премии СССР профессор Айдын Саларович Имамалиев, заведовавший кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Московского медицинского стоматологического института им. Н.А. Семашко и лабораторией консервации органов и тканей ЦИТО им. Н.Н. Приорова.

Одним из основных направлений научной деятельности А.С. Имамалиева были исследования по консервации и трансплантации костной ткани в эксперименте и клинике. Их результаты, опубликованные в монографиях, изданных на нескольких языках, стали классикой ортопедии в этом направлении [1]. Будучи главным ортопедом Минздрава РСФСР, А.С. Имамалиев способствовал активному внедрению в клиническую практику сохраненных операций при опухолевых поражениях костей.

11 декабря 1979 года пациенту была произведена резекция дистального суставного конца левой бедренной

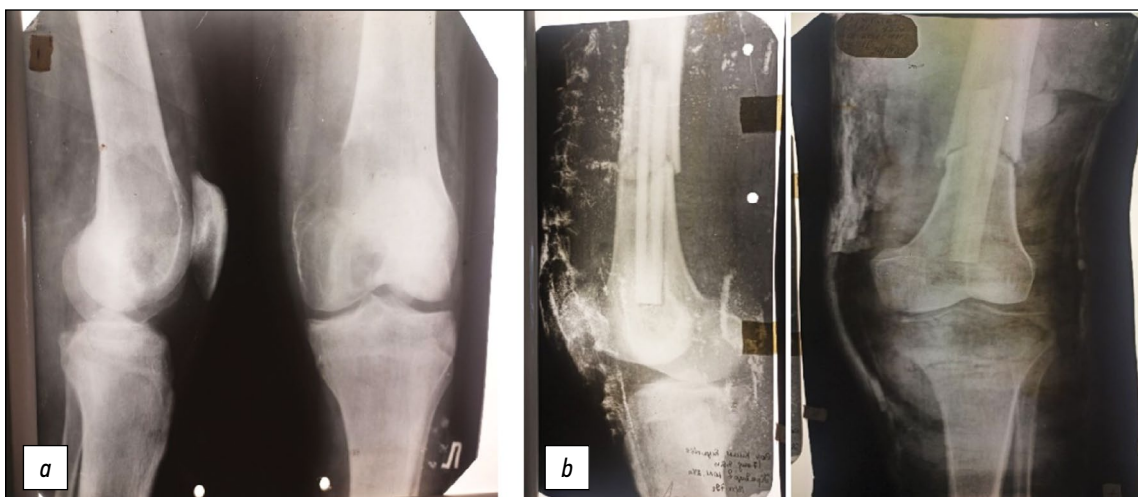


Рис. 1. Рентгенограммы коленного сустава: а — до, б — после аллопластики дистального конца бедренной кости.

Fig. 1. Radiographs of the knee joint: a — before, b — after alloplasty of the distal end of the femur.

кости на протяжении 12 см с замещением дефекта аналогичным аллотрансплантатом, консервированным при температуре минус 70 градусов. Как показали экспериментальные исследования и клинические наблюдения, проведённые А.С. Имамалиевым, этот режим консервации был наиболее благоприятным для сохранения биологических свойств трансплантата, его сращения с материнской костью, предотвращения лизиса и сохранения прочности. Трансплантат зафиксировали к материнской кости внутрикостно кортикальным штифтом (рис. 1*b*). Связочный аппарат сустава восстановили с помощью лавсановой ленты. В послеоперационном периоде 3 дня осуществляли дренирование области операции, а после заживления раны был проведён курс ЛФК на функциональной шине. Через 3 недели после операции пациенту наложили кокситную гипсовую повязку и выписали его на лечение по месту жительства с рекомендацией продолжить иммобилизацию до 6 месяцев.

Согласно имевшимся клиническим наблюдениям, в эти сроки наступало сращение материнской кости с трансплантатом, после чего пациентам разрешали дозированную нагрузку с костылями до года, а затем ещё полгода — ходьбу с тростью. В результате опорность конечности восстанавливалась. Сгибание в суставе достигало 120–90 градусов. Болей в суставе не было. Такой результат сохранялся у больных до нескольких десятилетий. Но, к сожалению, так лечение заканчивалось не всегда.

Через 6 месяцев гипсовая повязка у пациента была снята. На контрольных рентгенограммах отмечались слабые признаки намечавшегося сращения трансплантата с костью, и повязка была наложена вновь. Но сращение не наступило. Образовалась угловая деформация на стыке трансплантата и кости. В 1982 г. в г. Ельце произведена резекция концов трансплантата и бедренной кости. Конечность фиксировали гипсовой повязкой. Сращение не наступило. Пациент передвигался с помощью костылей. Обратился на консультацию к профессору Г.А. Илизарову. Рекомендована повторная аллопластика дистального конца бедренной кости в комбинации с эндопротезированием коленного сустава в клинике, возглавляемой профессором А.С. Имамалиевым.

В этом фрагменте из истории болезни пациента хорошо прослеживаются трудности, которые сопровождали аллопластику суставных костей. Среди них хочется отметить следующие. Нередко после аллопластики отмечалась реакция мягкотканного ложа на трансплантат в виде экссудата и повышения температуры тела на протяжении 5–7 дней, что создавало угрозу нагноения. Эти явления мы перестали отмечать, когда с 1980 года стали применять проточно-промывное дренирование раны после операции. Данная методика позволила контролировать и при необходимости активно вмешиваться в процесс заживления раны. При «чистых» ортопедических операциях проточно-промывное дренирование области вмешательства было применено впервые в нашей стране. Сложной задачей

являлась фиксация аллотрансплантата суставного конца к материнской кости. Применения накостного остеосинтеза избегали, опасаясь нагноения в области пластины, а также возможности лизиса трансплантата и снижения его прочности в местах проведения винтов. Аппараты внешней фиксации грозили инфицированием мягких тканей и трансплантата по ходу спиц. Внутрикостный остеосинтез четырёхгранным штифтом не обеспечивал прочную фиксацию, а ретроградное введение штифта через коленный сустав и его блокирование были предложены позже. Добиться восстановления стабильности в суставе было трудно, так как боковые и крестообразные связки нередко приходилось удалять вместе с опухолью. Наблюдались случаи перелома трансплантата.

Для решения этих проблем в 1978 г. Айдын Саларович предложил разработать имплантат, связывающий бедренную и большеберцовую кость, располагающийся в области межмыщелковой ямки и межмыщелкового возвышения костей, не затрагивая суставные поверхности мыщелков, и обеспечивающий стабильность в суставе. Эта идея стала прообразом предложенной в 1980 г. конструкции межмыщелкового эндопротеза коленного сустава А.С. Имамалиева и И.Г. Чемянова (авторское свидетельство № 990214). Эндопротез состоял из бедренного и большеберцового компонентов, полиэтиленового вкладыша и соединительного пальца (рис. 2). Конструкция эндопротеза обеспечивала возможность движений в суставе от 185 градусов разгибания до 45 градусов сгибания и ротационных движений, амплитуда которых увеличивалась от 0 градусов в положении разгибания до 30 градусов в положении сгибания. Соединение компонентов с помощью соединительного пальца обеспечивало суставу стабильность и полицентрический характер движений. Компоненты эндопротеза устанавливали в области межмыщелковой ямки бедренной и межмыщелкового возвышения большеберцовой кости, не затрагивая суставные

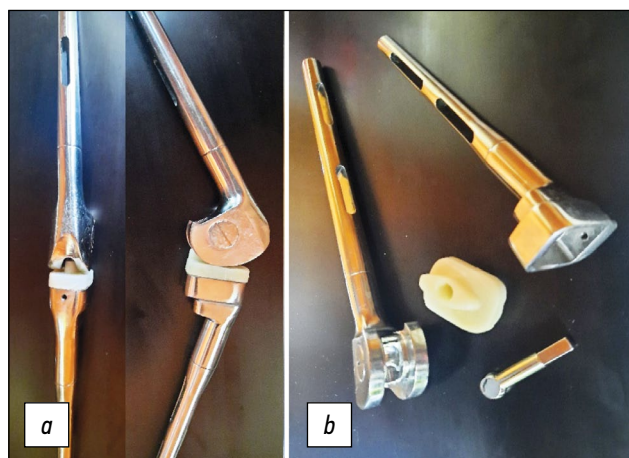


Рис. 2. Межмыщелковый эндопротез коленного сустава: *a* — в сборе, *b* — в разобранном виде.

Fig. 2. Intercondylar knee joint replacement: *a* — assembled, *b* — disassembled.

поверхности мыщелков. Эндопротез фиксировали к костям с помощью конусных ножек с окнами для врастания костной ткани. Расположение ножек обеспечивало физиологический вальгус в суставе. Эндопротез изготавливали из сплава титана BT5-1. В узле трения эндопротеза были использованы боковые вставки и соединительный палец из кобальт-хром-молибденового сплава и вкладыш из полиамида 12, который впоследствии был заменён на высокомолекулярный полиэтилен. Конструкция узла подвижности была разборной, что позволяло легко соединить компоненты эндопротеза после установки в костях, а в случае необходимости замены полимерного вкладыша или соединительного элемента — легко разобрать конструкцию, не извлекая компоненты из кости. На период разработки эндопротеза аналогичных конструкций в мире не существовало. Созданию эндопротеза предшествовали исследования рентгеноанатомии и кинематики коленного сустава [13]. Эти исследования были отражены в диссертационной работе И.Г. Чемянова «Эндопротезирование коленного сустава межмышцелковым эндопротезом (экспериментальное исследование)» в 1985 г.

Межмышцелковый эндопротез коленного сустава, изготовленный с удлинённой ножкой, был впервые применён нами для фиксации трансплантата суставного конца кости при замещении дефекта, образующегося после резекции поражённого опухолью суставного конца бедренной кости, в 1980 г. (авторское свидетельство № 1171017).

Применение аллотрансплантата суставного конца кости, армированного межмышцелковым эндопротезом, позволило решить много накопившихся проблем.

Удлинённая конусная ножка эндопротеза обеспечивала надёжное соединение трансплантата с костью,

не требующее дополнительной внешней фиксации гипсовой повязкой. В то же время трансплантат защищал эндопротез от контакта с окружающими его тканями. Конструкция узла подвижности эндопротеза обеспечивала стабильность в суставе, полицентрический характер сгибания-разгибания и ротационных движений в физиологических пределах. Предполагалось, что эндопротез разгрузит трансплантат и защитит его от разрушения. В то же время суставные поверхности трансплантата, соприкасаясь с суставными поверхностями сочленяющейся с ним кости, уменьшат нагрузку на эндопротез.

В 1984 г. больной вновь был госпитализирован в отделение ортопедии нашей клиники, и ему была выполнена операция замены аллотрансплантата дистального конца бедренной кости в комбинации с межмышцелковым эндопротезированием коленного сустава (рис. 3).

Сразу после операции восстановлена полная стабильность сустава и начата разработка движений, которые достигли 180–70 градусов. Пациент передвигался с помощью костылей, дозированно нагружая оперированную конечность. Через полгода наступило сращение трансплантата с костью и разрешена ходьба без дополнительных средств опоры. Боли в суставе не беспокоили.

В 1988 году пациент в результате аварии получил чрезвертельно-подвертельный перелом левой бедренной кости. Лечился скелетным вытяжением по месту жительства. Смещение отломков устранено не было. Перелом сросся с укорочением бедренной кости на 8 см. При этом нарушения функции сустава пациент не отмечал. Укорочение компенсировал обувью.

В 1990 г. в результате падения у больного наступил перелом мыщелков трансплантата с незначительным

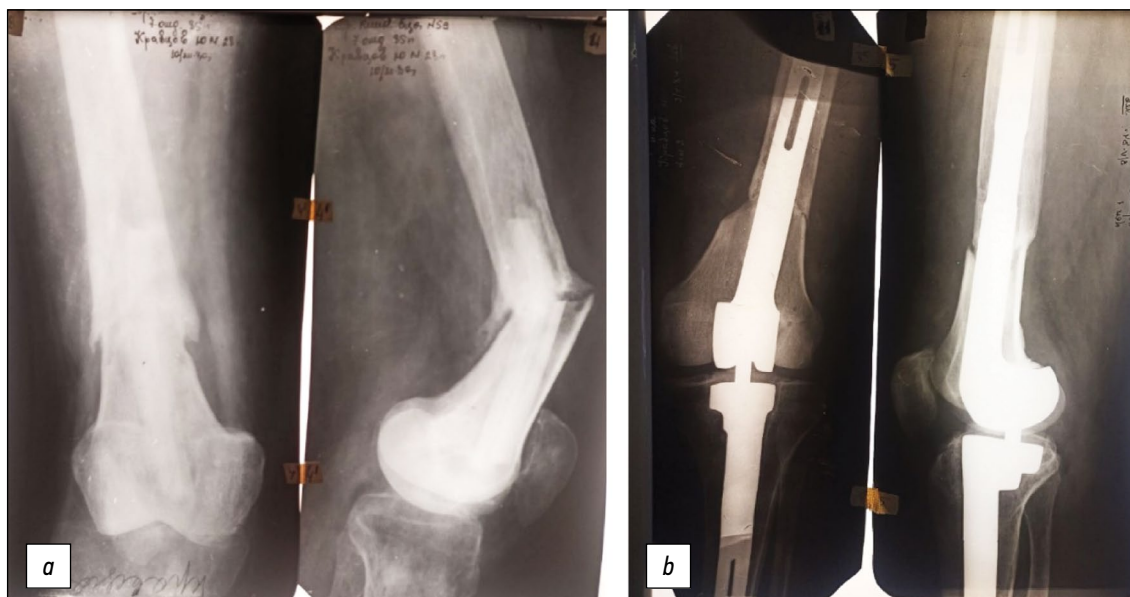


Рис. 3. Рентгенограммы коленного сустава: *a* — до, *b* — после имплантации аллотрансплантата дистального конца бедренной кости и межмышцелкового эндопротезирования коленного сустава.

Fig. 3. Radiographs of the knee joint: *a* — before, *b* — after implantation of an allograft of the distal end of the femur and interstitial knee replacement.

смещением, но боли в суставе не беспокоили, сохранялась стабильность, и пациент не стал обращаться за помощью. Через 6 месяцев при ходьбе отметил нестабильность в суставе. Обратился в клинику. Выявлены перелом мыщелков трансплантата, перелом соединительного элемента эндопротеза и износ полимерного вкладыша. Была выполнена операция — фиксация мыщелков эндопротеза серкляжной проволокой, замена соединительного элемента и вкладыша эндопротеза. Послеоперационный период протекал без осложнений. Стабильность в суставе восстановлена. Амплитуда движений достигла 90 градусов.

В 2003 г., спустя 13 лет после предыдущей операции, пациент упал на льду. На рентгенограммах выявлены смещение мыщелков трансплантата, их лизис, износ полиэтиленового вкладыша эндопротеза (рис. 4а).

Учитывая сложившуюся ситуацию, было принято решение удалить трансплантат и межмыщелковый эндопротез и имплантировать эндопротез коленного сустава Сиваша с удлинённой ножкой бедренного компонента. Данная конструкция относилась к связанным шарнирным эндопротезам.

06.05.2004 г., через 20 лет после имплантации межмыщелкового эндопротеза, пациенту выполнили операцию удаления эндопротеза и разрушенного трансплантата с замещением дефекта эндопротезом коленного сустава Сиваша с удлинённой ножкой бедренного компонента (рис. 4б). Большеберцовый компонент эндопротеза фиксировали в проксимальном отделе большеберцовой кости костным цементом. Послеоперационный период протекал без осложнений. Через 3 месяца после операции больной ходил с полной нагрузкой на оперированную конечность.

Мы уже имели опыт аналогичной операции у пациентки с хорошим отдалённым результатом. Но, как выяснилось позже на примере этого больного, при длительной нагрузке может наступить усталостный перелом ножки эндопротеза в месте крепления к узлу подвижности эндопротеза. Такое повреждение произошло у него при падении через два года после имплантации эндопротеза Сиваша.

На опытно-экспериментальном предприятии ЦИТО был изготовлен онкологический вариант ножки бедренного компонента эндопротеза Сиваша, усиливающий соединение ножки с узлом подвижности эндопротеза и заполняющий дефект дистального суставного конца бедренной кости.

В 2006 г. была выполнена операция по замене повреждённого бедренного компонента эндопротеза на онкологический вариант с цементной фиксацией ножки в бедренной кости (рис. 5). Послеоперационный период протекал без осложнений. Девять лет пациент передвигался без дополнительных средств опоры. Боли не беспокоили.

Следующее обращение больного за помощью произошло в 2015 году, когда он после дорожно-транспортного происшествия отметил умеренную нестабильность в боковых направлениях в коленном суставе. На рентгенограммах выявлен перелом большеберцового компонента эндопротеза внутри окружающей его цементной мантии в месте соединения ножки с узлом подвижности эндопротеза. Но болей в суставе не было. Движения сохранялись в объёме 90 градусов. Нестабильность пациент компенсировал тупором и за помощью обращаться не стал.

В 2017 году вновь упал, резко согнув ногу в коленном суставе. Отметил сильную боль и выраженное ограничение

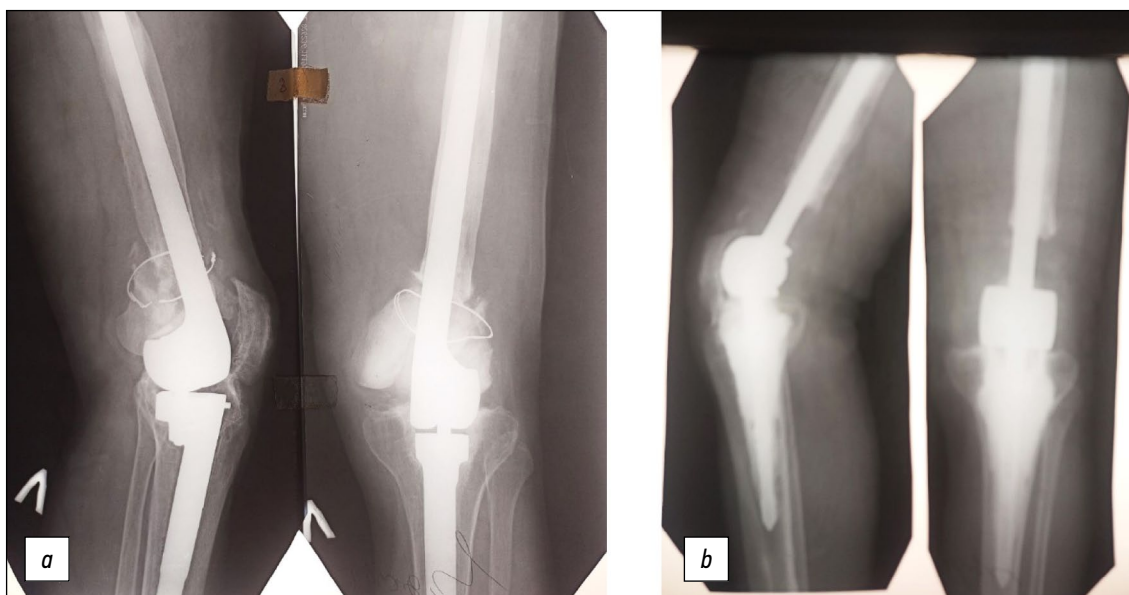


Рис. 4. Рентгенограммы: *a* — до, *b* — после удаления межмыщелкового эндопротеза и имплантации эндопротеза коленного сустава Сиваша с удлинённой ножкой бедренного компонента.

Fig. 4. Radiographs: *a* — before, *b* — after removal of the intercondylar endoprosthesis and implantation of the endoprosthesis of the Sivash knee joint with an elongated leg of the femoral component.

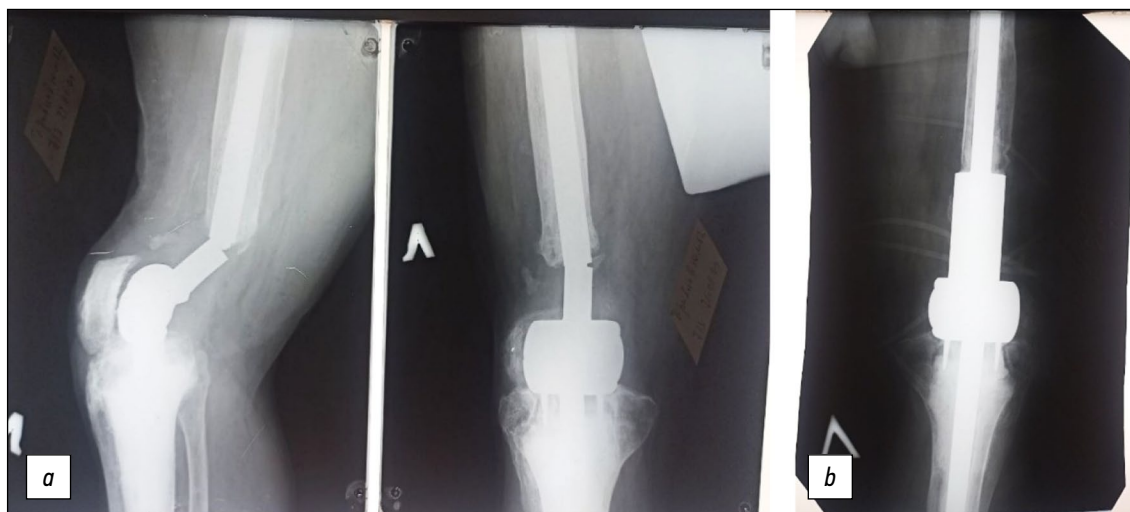


Рис. 5. Рентгенограммы: *a* — до, *b* — после замены удлинённой ножки бедренного компонента эндопротеза Сиваша на её усиленный вариант.

Fig. 5. Radiographs: *a* — before, *b* — after replacing the elongated leg of the femoral component of the Sivash endoprosthesis with its reinforced version.

движений в суставе. На рентгенограммах выявлена миграция большеберцовой части узла подвижности эндопротеза из цементной мантии, окружающей ножку (рис. 6*a*). Больному был изготовлен большеберцовый компонент эндопротеза с дополнительной втулкой, усиливающей место соединения узла подвижности с ножкой.

В июле 2017 г. выполнена замена повреждённого большеберцового компонента эндопротеза Сиваша на усиленную конструкцию с её цементной фиксацией в проксимальном отделе большеберцовой кости (рис. 6*b*).

Пять лет больной был полностью удовлетворён результатом операции, но осенью 2022 года при езде на велосипеде был сбит скутером, после чего появились боли в проксимальном отделе левой голени при нагрузке и движениях. Пациент был вынужден передвигаться с помощью костылей, ограничивая нагрузку на конечность.

На рентгенограммах выявлена резорбция кости вокруг цементной мантии, фиксирующей ножку эндопротеза в проксимальном отделе большеберцовой кости. В связи с нарушением фиксации в кости этот компонент необходимо было заменить (рис. 7*a*).

Был изготовлен большеберцовый компонент эндопротеза Сиваша с удлинённой ножкой и в июне 2023 года осуществлены удаление нестабильного большеберцового компонента эндопротеза вместе с цементной мантией и установка изготовленного компонента с удлинённой ножкой (рис. 7*b*). Компонент фиксирован в кости с помощью костного цемента и дистальных блокирующих винтов. Через две недели после операции пациент был выписан на амбулаторное наблюдение по месту жительства с рекомендацией дозированной нагрузки на конечность сроком до трёх месяцев. Через три месяца

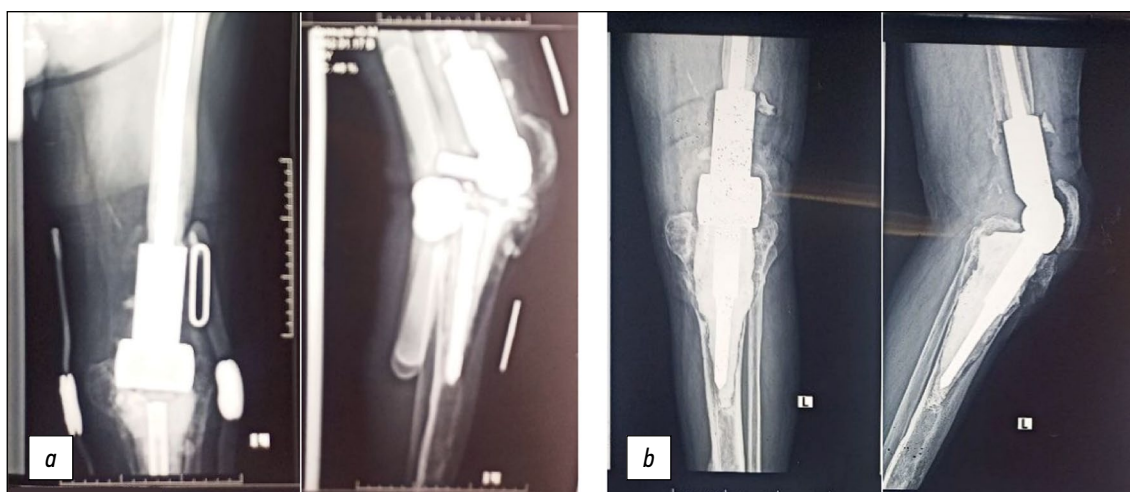


Рис. 6. Рентгенограммы: *a* — до, *b* — после замены большеберцового компонента эндопротеза коленного сустава Сиваша.

Fig. 6. Radiographs: *a* — before, *b* — after replacement of the tibial component of the Sivash knee joint endoprosthesis.



Рис. 7. Рентгенограммы: *a* — до, *b* — после имплантации удлинённой ножки эндопротеза коленного сустава.

Fig. 7. Radiographs: *a* — before, *b* — after implantation of the elongated leg of the knee joint endoprosthesis.

после операции ходит с помощью трости. Боли в суставе не беспокоят. Амплитуда движений в суставе от 180 до 90 градусов. Устроился на работу сторожем на одном из предприятий г. Геленджика. Несмотря на весь трагизм истории нашего пациента и переживаний врачей о планировании и исходе его многочисленных операций, сам пациент результатом лечения во всех случаях был доволен.

7 июля 2023 года исполнилось 97 лет со дня рождения А.С. Имамалиева. В этот день сотрудники кафедры посещают Троекуровское кладбище и возлагают цветы на могилу дорогого Учителя, талантливого учёного, хирурга, организатора и руководителя, много сделавшего для развития ортопедии и травматологии в нашей стране.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя результаты прослеженного клинического наблюдения, хочется отметить следующее.

Применение массивных трансплантатов суставного конца кости позволяет восстановить анатомическую форму кости и нормальное взаиморасположение окружающих её тканей. При надёжном соединении трансплантата с костью их сращение наступает через 6–12 месяцев. Это требует длительной иммобилизации конечности гипсовой повязкой, после снятия которой наступает ограничение движений в суставе.

Удаляя трансплантат во время ревизионных вмешательств, мы в отдельных случаях наблюдали прочное соединение тканей с костью в виде их врастания в кортикальную пластинку, но чаще отмечали плотное прилегание тканей к трансплантату, образующих вокруг него капсулу. В то же время, несмотря на хорошее взаимодействие с окружающими тканями и прочное соединение с костью, массивный трансплантат не перестраивается, оставаясь

«мёртвой» костью. Механические свойства консервированного трансплантата ниже прочности «живой» кости, выдерживающей значительное напряжение и способной адаптироваться к изменяющимся условиям и нагрузке, а также восстанавливаться после случайного повреждения. Трансплантат лишён этих свойств, и в случае перелома требуется его удаление.

При аллопластике суставного конца кости возникают трудности восстановления стабильности в суставе. Хочется подчеркнуть, что наблюдение некоторых пациентов через 30 лет после аллопластики коленного сустава показало следующее: несмотря на развитие признаков выраженного артроза, болей в суставе не отмечалось или они были незначительными.

Несмотря на вышеуказанные проблемы, применение трансплантатов суставных концов кости при опухолевых поражениях позволило сохранить конечность и восстановить её функцию многим десяткам больных.

Эндопротезирование коленного сустава для замещения дефектов суставных концов костей при опухолевом поражении в нашей стране стали применять в середине 70–80-х годов прошлого столетия. Онкологические эндопротезы изготавливали на базе шарнирного эндопротеза коленного сустава Сиваша, узел подвижности которого был выполнен из сплава кобальт-хром-молибдена, а конусные ножки — из сплава титана ВТ5-1. Онкологический вариант эндопротеза выполняли с удлинённой ножкой, в соответствии с размером дефекта кости. Конструкция узла подвижности эндопротеза обеспечивала моноцентрический характер движений в суставе и требовала для его установки резекцию кости на протяжении 3 см. Эндопротез не восстанавливал физиологический вальгус в суставе. Конусные ножки плотно вбивали в костномозговой канал кости без применения костного цемента. Последнее особенно важно в случае возможного ревизионного вмешательства. Установка эндопротеза обеспечивала восстановление стабильности в суставе, возможность раннего начала движений и полной нагрузки на оперированную конечность уже через 3–4 месяца после операции. В то же время замещение дефекта эндопротезом нарушало нормальное взаиморасположение окружающих тканей, а значительное количество металла, вводимого в коленный сустав, плохо защищённый тканями, ухудшало заживление раны и способствовало развитию воспаления. Возникновению осложнений способствовало также значительное различие биомеханики и кинематики эндопротеза и естественного сустава. Применяя эндопротез Сиваша, мы неоднократно отмечали усталостные переломы в месте соединения узла подвижности эндопротеза с ножкой. После предложенного нами усиления места соединения компонентов втулкой эти осложнения больше не наблюдались. Применение сплава титана ВТ5-1 для изготовления ножек в первых конструкциях эндопротеза нередко провоцировало развитие металлоза в окружающих тканях, после замены его на сплав ВТ6 эти явления не отмечались.

Предложенная нами методика замещения дефекта суставного конца кости аллотрансплантатом, армированным межмышечковым эндопротезом, позволила объединить положительные стороны аллопластики суставных концов костей и эндопротезирования коленного сустава. Конструкция межмышечкового эндопротеза с удлиненной ножкой обеспечивала прочную фиксацию трансплантата к кости, разгружала трансплантат и уменьшала опасность его повреждения. Имплантация оригинальной конструкции эндопротеза восстанавливала стабильность в суставе, физиологический объем и характер движений, вальгусную ориентацию оси бедренной и большеберцовой кости. В то же время аналогичный трансплантат защищал эндопротез от контакта с мягкими тканями, восстанавливал анатомическую форму суставного конца кости и правильное взаиморасположение окружающих его тканей, позволял при необходимости фиксировать к нему сухожилия мышц и связки. Комбинированное применение аллотрансплантата и эндопротеза позволяло уже через несколько дней после операции начать разработку движений в суставе и дозированную нагрузку на конечность без дополнительной внешней иммобилизации.

Отдаленные наблюдения показали наряду с очевидными преимуществами предложенной методики комбинированного применения аллотрансплантата и эндопротеза и недостатки, присущие их изолированному использованию для замещения дефекта кости, образующегося после резекции пораженного опухолью суставного конца кости.

Среди осложнений был отмечен износ полиэтиленового вкладыша межмышечкового эндопротеза, наступивший через 6 лет после операции. Это привело к увеличению нагрузки на суставные поверхности трансплантата и соединительный палец эндопротеза, в результате наступил перелом мыщелка трансплантата, а затем — усталостное разрушение соединительного пальца эндопротеза. После замены соединительного пальца и полиэтиленового вкладыша, несмотря на сохранявшийся перелом трансплантата, функция сустава и опорность конечности восстановились полностью. Боли пациента не беспокоили. И только через 6 лет после полного разрушения суставных поверхностей трансплантата и износа вкладыша эндопротеза комплекс аллотрансплантата и эндопротеза был удален и заменен на конструкцию Сиваша.

Небольшие поперечные размеры эндопротеза, располагавшегося в области межмышечковой ямки бедренной кости и межмышечкового возвышения большеберцовой кости, не затрагивая суставные поверхности мыщелков, увеличивали нагрузку на трущиеся поверхности вкладыша и приводили к их повышенному износу.

Современные конструкции связанных эндопротезов, отдаленно напоминающие предложенный нами в 1979 году межмышечковый эндопротез коленного сустава, имеют широкие суставные поверхности, замещающие суставные поверхности мыщелков, а современные технологии и материалы, используемые для их изготовления,

обеспечивают конструкциям высокую износостойкость и прочность.

Некоторые клиники применяют массивные трансплантаты суставного конца кости в комбинации с современными конструкциями онкологических эндопротезов, резецируя суставные поверхности трансплантата и используя его как втулку, улучшающую контакт с окружающими тканями.

Однако нам кажется, что будущее при замещении дефектов суставных концов костей принадлежит использованию эндопротезов в комбинации с имплантатом, выполненным из современных композитных материалов и позволяющим, как и костный трансплантат, восстановить анатомическую форму резецированного суставного конца кости, хороший контакт с окружающими тканями и костью, легко поддающимся обработке во время операции в соответствии с размерами дефекта кости, образовавшегося после удаления опухоли, но обладающим, в отличие от трансплантата, достаточной механической прочностью. Применение современных технологий 3D-моделирования и печати могло бы значительно улучшить и индивидуализировать изготовление таких имплантатов.

И хочется вспомнить А.С. Имамалиева, который ещё в конце 70-х годов прошлого века предлагал использовать как альтернативу трансплантату имплантат суставного конца кости, выполненный из метилметакрилата, смешанного с измельченной костной крошкой, армированный металлическим стержнем для фиксации к кости и изготовленный в пресс-форме суставного конца кости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комбинированное применение имплантатов, выполненных из композитных материалов, армированных современными конструкциями высокопрочных износостойких эндопротезов, позволит улучшить результаты лечения пациентов с дефектами суставных концов костей.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: И.Г. Чемянов — разработка идеи, концепции, дизайна исследования, обзор материала по теме статьи, сбор и обработка материала, написание текста рукописи; М.В. Паршиков — разработка концепции, дизайна исследования, научное редактирование рукописи; Н.В. Ярыгин — научное редактирование текста рукописи; Г.И. Чемянов — обзор материала по теме статьи, сбор и обработка материала.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

Информированное согласие. Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию его медицинских данных.

ADDITIONAL INFO

Автор contribution. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The greatest contribution is distributed as follows:

I.G. Chemyanov — development of the idea, concept, design of the study, review of the material on the topic of the article, collection and processing of the material, writing the text of the manuscript; M.V. Parshikov — development of the concept, design of the study, scientific editing of the manuscript; N.V. Yarygin — scientific editing of the text of the manuscript; G.I. Chemyanov — review of the material on the topic of the article, collection and processing of the material.

Funding source. The authors state that there is no external funding when conducting the research and preparing the publication.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication. The patient gave his written consent for publication of his medical data.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Имамалиев А.С. Гомопластика суставных концов костей. Москва: Медицина, 1964. 175 с.
2. Зацепин С.Т. Сохраняющие операции при опухолях костей. Москва: Медицина, 1984. 287 с.
3. Hwang J.S., Mehta A.D., Yoon R.S., Beebe K.S. From amputation to limb salvage reconstruction: evolution and role of the endoprosthesis in musculoskeletal oncology // *J Orthopaed Traumatol.* 2014. Vol. 15, № 2. P. 81–86. doi: 10.1007/s10195-013-0265-8
4. Имамалиев А.С., Чемянов И. Г., Дадашев Х.Д. Эндопротезирование коленного сустава при сохраненных операциях. В кн.: Опухоли опорно-двигательного аппарата: Сборник научных трудов ВОИЦ АМН СССР. Под ред. Трапезникова Н.Н., Ерёминой Л.А. Москва: Б. И., 1984. С. 54–58.
5. Имамалиев А.С., Чемянов И.Г. Металлополимерный разборный межмышечковый эндопротез коленного сустава и методика его имплантации // *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1984. № 10. С. 48–50.
6. Балберкин А.В., Шавырин Д.А. Органосохраняющие реконструктивные операции замещения дефектов костей, образующих коленный сустав // *Травматология и ортопедия России.* 2011. Т. 17, № 3. С. 13–18. doi: 10.21823/2311-2905-2011-0-3-13-18
7. Засульский Д.Ю., Куляба Т.А., Пташников Д.А., Григорьев П.В., Михайлов И.М. Анализ осложнений после эндопротезирования коленного сустава по поводу опухолевых поражений (20-летний опыт) // *Травматология и ортопедия России.* 2013. Т. 19, № 4. С. 24–32. doi: 10.21823/2311-2905-2013-4-24-32

8. 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. Т. 22, № 2. С. 101–113. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-2-101-113
9. Capanna R., Scoccianti G., Frenos F., et al. What was the survival of megaprotheses in lower limb reconstructions after tumor resections? // *Clin Orthop Relat Res.* 2015. Vol. 473, № 3. P. 820–830. doi: 10.1007/s11999-014-3736-1
10. Pala E., Trovarelli G., Calabrò T., et al. Survival of Modern Knee Tumor Megaprotheses: Failures, Functional Results, and a Comparative Statistical Analysis // *Clin Orthop Relat Res.* 2015. Vol. 473, № 3. P. 891–899. doi: 10.1007/s11999-014-3699-2
11. Державин В.А., Бухаров А.В., Ядрина А.В., Ерин Д.А. Результаты онкологического эндопротезирования коленного сустава у пациентов с первичными и метастатическими опухолями бедренной и большеберцовой костей // *Гений ортопедии.* 2020. Т. 26, № 3. С. 347–352. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-347-352
12. Henderson E.R., O'Connor M.I., Ruggieri P., et al. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours // *Bone Joint J.* 2014. Vol. 96-B, № 11. P. 1436–1440. doi: 10.1302/0301-620X.96B11.34747
13. Имамалиев А.С., Чемянов И.Г. Некоторые биомеханические параметры коленного сустава, необходимые для создания его эндопротеза // *Медицинская биомеханика.* 1986. Т. 4. С. 570–576.

REFERENCES

1. Imamaliev AS. *Homoplasty of articular ends of bones.* Moscow: Medicina; 1964. 175 p. (In Russ).
2. Zatsepin ST. *Preservation operations for bone tumors.* Moscow: Medicina; 1984. 287 p. (In Russ).
3. Hwang JS, Mehta AD, Yoon RS, Beebe KS. From amputation to limb salvage reconstruction: evolution and role of the endoprosthesis in musculoskeletal oncology. *J Orthopaed Traumatol.* 2014;15(2):81–86. doi: 10.1007/s10195-013-0265-8
4. Imamaliev AS, Chemyanov IG, Dadashev HD. Knee arthroplasty during safe operations. In: *Tumors of the musculoskeletal system: Collection of scientific papers WONC of the USSR Academy of Medical*

5. Imamaliev AS, Chemyanov IG. Metal-polymer collapsible intercondylar knee joint endoprosthesis and its implantation technique. *Orthopedics, traumatology and prosthetics.* 1984;(10):48–50. (In Russ).
6. Balberkin AV, Shavyrin DA. Organ-preserving reconstructive operations for the replacement of bone defects forming the knee joint. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2011;7(3):13–18. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2011-0-3-13-18
7. Zaslusky DYU, Kulyaba TA, Ptashnikov DA, Grigoriev PV, Mikhailov IM. Analysis of complications after knee replacement due to tumor

lesions (20-year experience). *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2013;19(4):24–32. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2013-4-24-32

8. Bovkis GYu, Kulyaba TA, Kornilov NN. Compensation of defects of femoral and tibial metaepiphyses during revision knee replacement — methods and results of their application (literature review). *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2016;22(2):101–113. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-2-101-113

9. Capanna R, Scoccianti G, Frenos F, et al. What was the survival of megaprotheses in lower limb reconstructions after tumor resections? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(3):820–830. doi: 10.1007/s11999-014-3736-1

10. Pala E, Trovarelli G, Calabrò T, et al. Survival of Modern Knee Tumor Megaprotheses: Failures, Functional Results,

and a Comparative Statistical Analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(3):891–899. doi: 10.1007/s11999-014-3699-2

11. Derzhavin VA, Bukharov AV, Yadrina AV, Erin DA. Results of oncological knee replacement in patients with primary and metastatic tumors of the femur and tibia. *Genius of orthopedics*. 2020;26(3):347–352. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-347-352

12. Henderson ER, O'Connor MI, Ruggieri P, et al. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours. *Bone Joint J*. 2014;96-B(11):1436–1440. doi: 10.1302/0301-620X.96B11.34747

13. Imamaliev AS, Chemyanov IG. Some biomechanical parameters of the knee joint necessary for the creation of its endoprosthesis. *Medical biomechanics*. 1986;4:570–576. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Чемянов Иван Григорьевич**, канд. мед. наук, доцент;
адрес: Россия, 1127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, дом 4;
ORCID: 0000-0002-2775-9530;
e-mail: ivanchemianov@gmail.com

Паршиков Михаил Викторович, д-р мед. наук,
профессор РАН;
ORCID: 0000-0003-4201-4577;
eLibrary SPIN: 5838-4366;
e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

Ярыгин Николай Владимирович, д-р мед. наук, профессор,
член-корреспондент РАН;
ORCID: 0000-0003-4322-6985;
eLibrary SPIN: 3258-4436;
e-mail: jarigin@msmsu.ru

Чемянов Георгий Иванович, канд. мед. наук;
e-mail: georgic@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Ivan G. Chemyanov**, MD, Cand. Sci. (Med.), assistant professor;
address: 4 Dolgorukovskaya str., 115172 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-2775-9530;
e-mail: ivanchemianov@gmail.com

Mikhail V. Parshikov, MD, Dr. Sci. (Med.), professor
of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-4201-4577
eLibrary SPIN: 5838-4366;
e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

Nikolay V. Yarygin, MD, Dr. Sci. (Med.), professor, corresponding
member of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-4322-6985;
eLibrary SPIN: 3258-4436;
e-mail: jarigin@msmsu.ru

Georgiy I. Chemyanov, MD, Cand. Sci. (Med.);
e-mail: georgic@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author