

Эндопротезирование тазового кольца при опухолевом поражении: опыт Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н. Петрова

Г.И. Гафтон, Ю.В. Гудзь, Г.В. Зиновьев, М.А. Эберт, И.Г. Гафтон, М.С. Синячкин, А.В. Бородулин, А.Б. Гоголев

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России; Россия, 197758 Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68

Контакты: Мария Альбертовна Эберт mary.ebert.spb@gmail.com

Введение. Онкологическое эндопротезирование при опухолевом поражении костей таза проводится довольно редко. Оно сопряжено с определенными трудностями и в настоящий момент остается малоизученным.

Цель исследования – оценить результаты хирургического лечения пациентов с опухолевым поражением костей тазового пояса, проведенного в 2012–2021 гг. в Национальном медицинском исследовательском центре онкологии им. Н.Н. Петрова Минздрава России.

Материалы и методы. В исследование включены 23 пациента с первичными и вторичными опухолями костей таза, которым с 2012 по 2021 г. выполнены сохраняющие конечность операции с замещением пострезекционного дефекта эндопротезом. Средний период наблюдения составил 19 мес.

Результаты. Наиболее частым послеоперационным осложнением было инфицирование послеоперационной раны ($n = 8$; 35 %). Механические осложнения, связанные с установленной металлоконструкцией, возникли у 4 (17 %) пациентов. Функциональные результаты оценивали через 6 мес по шкале Международного общества опухолей опорно-двигательного аппарата (Musculoskeletal Tumor Society Score, MSTS). Средний показатель по этой шкале составил 53 %, что соответствует удовлетворительным результатам.

Заключение. Пациенты со злокачественными новообразованиями костей таза должны проходить лечение только в специализированных учреждениях. Необходимо тщательно отбирать больных для органосохраняющей терапии.

Ключевые слова: саркомы, саркомы костей таза, эндопротезирование тазового кольца

Для цитирования: Гафтон Г.И., Гудзь Ю.В., Зиновьев Г.В. и др. Эндопротезирование тазового кольца при опухолевом поражении: опыт Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н. Петрова. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2022;14(2):36–43. DOI: 10.17650/2782-3687-2022-14-2-36-43.

PELVIC ENDOPROSTHESIS IN TUMOR LESIONS: EXPERIENCE OF N.N. PETROV NATIONAL MEDICAL RESEARCH CENTER OF ONCOLOGY

G.I. Gafton, Y.V. Gudzy, G.V. Zinovev, M.A. Ebert, I.G. Gafton, M.S. Sinyachkin, A.V. Borodulin, A.B. Gogolev

N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 68 Leningradskaya St., Pesochny Settlement, Saint-Petersburg 197758, Russia

Contacts: Maria Albertovna Ebert mary.ebert.spb@gmail.com

Introduction. Oncological endoprosthesis for tumors of the pelvic bones is rare. It is associated with certain difficulties and is insufficiently investigated.

The study objective is to evaluate the results of surgical treatment of patients with tumors of the pelvis performed between 2012 and 2021 at the N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia.

Materials and methods. The study included 23 patients with primary and secondary tumors of the pelvic bones who underwent limb-saving surgeries with substitution of the postresection defect with an endoprosthesis between 2012 and 2021. Mean follow-up duration was 19 months.

Results. The most common postoperative complication was infection of the postoperative wound ($n = 8$; 35 %). Mechanical complications associated with the installed metallic prosthesis were observed in 4 (17 %) patients. Function-

al results were evaluated after 6 months using the Musculoskeletal Tumor Society Score (MSTS). Mean score per this scale was 53 % which corresponds to satisfactory outcome.

Conclusion. Patients with malignant tumors of the pelvic bones should undergo treatment only in specialized medical facilities. Patients for organ-saving therapy should be carefully selected.

Key worlds: sarcoma, pelvic sarcoma, pelvic endoprosthesis

For citation: Gafton G.I., Gudzy Y.V., Zinovev G.V. et al. Pelvic endoprosthesis in tumor lesions: experience of N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. Sarkomy kostej, myagkikh tkanej i opukholi kozhi = Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin 2022;14(2):36–43. (In Russ.). DOI: 10.17650/2782-3687-2022-14-2-36-43.

Введение

Саркомы костей таза составляют 15 % всех первичных опухолей скелета. Таз является 3-й по частоте мишенью метастазирования для других злокачественных образований [1]. Наиболее частым гистологическим подтипом первичных опухолей костей тазового кольца является хордома (35,3 %). Далее следуют саркома Юинга (23,2 %), хондросаркома (16,5 %) и остеогенная саркома (9 %) [2]. Кости таза служат мишенью метастазирования солидных злокачественных новообразований, таких как рак молочной железы, легких, предстательной железы, мочевого пузыря, щитовидной железы и почек.

Сложность операций при поражении тазового кольца обусловлена его анатомо-физиологическими особенностями. Таз выполняет связующую роль между позвоночником и нижними конечностями, поддерживает все тело в целом, а также образует анатомическое пространство, содержащее репродуктивные органы, мочевой пузырь, прямую кишку, сосуды и нервы.

До 70-х годов XX в. основными операциями при опухолевом поражении костей таза были межподвздошно-брюшная ампутация и межподвздошно-брюшная резекция без замещения дефекта. С 70-х годов XX в. начинается поиск наиболее оптимального метода замещения пострезекционных дефектов. Разработка модульных эндопротезов в 80-х годах XX в. ознаменовала начало новой эры ортопедической онкологии. С улучшением методов предоперационной визуализации, неoadьювантного лечения и хирургических техник сохраняющие конечность операции при опухолевом поражении тазового пояса стали выполняться намного чаще. W.F. Enneking разработал и внедрил в практику классификацию типов резекции при операциях на тазовом поясе, которая остается актуальной и по сей день. Он выделил резекцию подвздошной кости (PI), периацетабулярной области (PII), седалищной и лонной костей (PIII) и крестца (PIV) [3].

В настоящее время наиболее часто используемым методом реконструкции при резекциях костей тазового пояса является эндопротезирование [4]. По данным мировой литературы, функциональные результаты таких операций по шкале Международного общества опухолей

опорно-двигательного аппарата (Musculoskeletal Tumor Society Score, MSTS) составляют 40–60 % и являются удовлетворительными [5].

Эндопротезирование тазового кольца является одним из наиболее сложных оперативных пособий в онкоортопедии и сопряжено с высоким риском развития послеоперационных осложнений. К факторам риска развития послеоперационных осложнений при эндопротезировании пострезекционных дефектов в случаях опухолевого поражения костей относят возраст старше 40 лет, расположение опухоли в тазовых костях, наличие патологического перелома, проведенная лучевая или химиотерапия, а также длительность операций более 5 ч [6]. По данным системного анализа, проведенного в 2015 г., лишь в 1 из 3 случаев эндопротезирования тазового кольца не возникают осложнения [5]. В основном встречаются такие нежелательные явления, как инфекционные процессы в послеоперационной ране [5].

Все вышесказанное подчеркивает важность и актуальность совершенствования как локальных, так и системных методов лечения пациентов со злокачественными новообразованиями костей таза.

Материалы и методы

С 2012 по 2021 г. в Национальном медицинском исследовательском центре онкологии им. Н.Н. Петрова 23 пациентам проведены операции, сохраняющие конечность, с эндопротезированием пострезекционного дефекта по поводу злокачественных новообразований костей тазового пояса. В исследование были включены пациенты старше 18 лет: 12 (52 %) мужчин и 11 (48 %) женщин. Средний возраст больных составил 56 лет (от 31 до 73 лет). Наиболее часто встречался такой гистологический подтип опухоли, как хондросаркома (7 (13,5 %) случаев). Также наблюдались недифференцированная плеоморфная саркома (в 4 (17 %) случаях), метастатическое поражение при злокачественных образованиях других локализаций (в 4 (17 %) случаях) и остеогенная саркома (в 2 (9 %) случаях). С учетом расположения опухоли, по классификации W.F. Enneking, резекция PI + II + III проведена у 9 (39 %) пациентов, PI + IV – у 2 (9 %), PII + III – у 10 (43 %), PI + II + III + IV – у 2 (9 %).

Тактику лечения и объем оперативного вмешательства определяли на основании гистологического подтипа опухоли и степени распространенности опухолевого процесса. Для этого в предоперационном периоде проводили полное обследование пациентов, включавшее компьютерную томографию органов грудной, брюшной полостей, костей таза (с шагом 0,6–0,8) с 3D-моделированием зоны поражения, магнитно-резонансную томографию органов малого таза и морфологическую верификацию.

В исследуемой группе неoadъювантную терапию получили 5 пациентов: 1 — курс предоперационной дистанционной лучевой терапии на область малого таза по поводу рака шейки матки, 2 — неoadъювантную химиотерапию, 2 — курс химиолучевой терапии перед оперативным вмешательством.

Хирургическое пособие проводили под эндотрахеальным наркозом в сочетании с эпидуральной анестезией с использованием монополярного электрокоагулятора, биполярного электрокоагулятора Ligasure, ультразвукового диссектора Harmonic и кровосберегающей системы Cell Saver.

В послеоперационном периоде и на этапе наблюдения функциональный статус оценивали по 5-балльной шкале MSTs, предполагающей анализ 6 параметров: боли, функции конечности, необходимости поддержки, дальности передвижения, изменения походки и эмоционального восприятия результатов лечения. Полученная сумма баллов переводится в проценты: 81–99 % — «отлично»; 61–80 % — «хорошо»; 41–60 % — «удовлетворительно»; 0–40 % — «плохо».

Результаты

Межподвздошно-брюшная резекция костей таза с эндопротезированием выполнена 23 пациентам. Десяти (43 %) из них установлена модульная конструкция по типу рожка мороженого системы IC Mutars LUMIC, которая не предполагает замыкание тазового кольца. В 13 случаях использовали индивидуальные 3D-принтинговые эндопротезы, которые в 11 случаях были дополнены модульным бедренным компонентом на цементной основе. Тазовый компонент фиксировался к лонной кости и крылу подвздошной кости при помощи винтов. Типы резекции и виды установленных конструкций представлены в табл. 1.

Хирургическое вмешательство проводили с соблюдением принципов зональности и футлярности. Кости таза пересекали осциллирующей пилой или пилой Джилли. Мобилизованные сосудисто-нервные структуры устанавливали в физиологических положениях, без деформации и натяжения. В 7 случаях удалось сохранить *m. psoas major* в связи с отсутствием опухолевой инвазии. После реконструкции мышечных групп и сухожилий через контрапертуры в углах раны выводили силиконовые дренажи. В условиях стационара

Таблица 1. Установленные конструкции и тип резекции

Table 1. Installed prostheses and type of resection

Тип резекции (по классификации W.F. Enneking) Resection type (per the W.F. Enneking classification)	3D-печатная конструкция 3D printed construction	Конструкция IC Mutars LUMIC IC Mutars LUMIC construction
PI + II + III + IV	1	1
PI + II + III	6	3
PI + IV	2	—
PII + III	4	6

выполняли реабилитационные мероприятия: дыхательную гимнастику и сеансы лечебной физической культуры (с 1-го дня после операции), вертикализацию пациента (на 7–10-е сутки после операции). Дальнейшее расширение двигательного режима осуществлялось индивидуально. С целью профилактики дислокации эндопротеза на период формирования рубцовых тканей у всех пациентов был использован ортез на тазобедренный сустав с регулятором объема движения в 2 плоскостях.

Средняя продолжительность оперативного вмешательства составила 480 мин (от 260 до 560 мин), средний объем кровопотери — 1750 мл (от 550 до 3500 мл). В большинстве случаев ($n = 21$; 91 %) был использован Т-образный доступ, в 1 случае — передний паховый доступ, в 1 случае — комбинированный (передний паховый и задний) доступ. Радикальности операции (край резекции — R0) удалось достичь лишь в 13 (56 %) случаях. У 3 пациентов достоверно установить край резекции не представлялось возможным в связи с фрагментацией макропрепарата из-за его значительного объема.

Всем пациентам перед операцией проводили антибиотикопрофилактику антибактериальными препаратами пенициллинового ряда. Средняя продолжительность дренирования послеоперационной раны составила 18 дней (от 4 до 60 дней), средний срок пребывания в стационаре — 42 дня (от 13 до 66 дней).

У 5 (22 %) пациентов послеоперационный период прошел без осложнений, у 3 возникли небольшие осложнения (серома), потребовавшие проведения пункции раны после удаления дренажа. Наиболее частым нежелательным явлением после хирургического вмешательства было инфицирование раны (в 8 (35 %) случаях). Инфицирование ложа эндопротеза наблюдалось у 5 пациентов, более поверхностных слоев послеоперационной раны — у 3 пациентов. Во всех 8 случаях с целью купирования инфекционного процесса с учетом данных бактериологического посева были применены антибактериальные

препараты, а также система контролируемого отрицательного давления. Данные о возбудителях инфекции и использованных антибактериальных препаратах представлены в табл. 2.

В 3 случаях из 5 инфекционный процесс в ложе эндопротеза не удалось купировать, что привело к удалению металлоконструкции и межподвздошно-брюшной ампутации. Один пациент скончался за период госпитализации от полиорганной недостаточности на фоне генерализации инфекционного процесса. В остальных случаях данный процесс был купирован. У 5 (22 %) больных зафиксирован краевой некроз лоскута, который привел к вторичному заживлению поверхностных слоев послеоперационной раны.

Неврологический дефицит был представлен невротической сепалиицей нерва ($n = 5$; 22 %) и выражался в снижении чувствительности задней поверхности бедра, выраженном болевом синдроме по ходу нерва, а также нарушении моторной функции (отсутствии и/или снижении объема движений в коленном суставе). Тромбоз глубоких вен нижних конечностей (от уровня вен голени до места слияния наружной и внутренней подвздошных вен) зафиксирован у 7 (30 %) пациентов, что потребовало назначения антикоагулянтов в лечебной дозировке.

Механические осложнения, связанные с установленной металлоконструкцией, возникли у 4 (17 %) пациентов (у 3 — с применением конструкции LUMIC, у 1 — 3D-печати). У указанных больных зафиксирован

тип I повреждения по классификации E.R. Henderson (вывих головки бедренного компонента эндопротеза). Были предприняты попытки закрытой репозиции компонентов эндопротеза под рентгенологическим контролем. Лишь в 1 случае (при использовании конструкции LUMIC) закрытая репозиция была успешной. В 3 случаях потребовалось повторное ревизионное вмешательство в текущую госпитализацию. Однако в последующем всем 3 пациентам было выполнено калечащее оперативное пособие в результате некупируемого инфекционного процесса.

Послеоперационные осложнения и сроки их возникновения представлены на рисунке.

После выписки из стационара включенные в исследование пациенты находились под динамическим наблюдением. Сроки наблюдения составили от 3 до 68 мес, средний срок — 19 мес. У 5 (21 %) больных зафиксирован локальный рецидив, возникший в промежуток от 2 до 10 мес после операции. Попыток удаления рецидива в области установленной конструкции не предпринималось. От прогрессирования основного заболевания в течение первых 12 мес после операции скончались 12 пациентов.

У 2 пациентов (у которых применяли конструкцию 3D-принт) на 4-й и 22-й месяцы после операции произошла поломка фиксирующих винтов тазового компонента эндопротеза (тип III по классификации E.R. Henderson), что привело к повторной операции у 1 пациента. Второй пациент (PI + IV, оценка по шкале

Таблица 2. Инфекционные агенты и использованные антибактериальные препараты

Table 2. Infectious agents and used antibacterial drugs

Код пациента Patient code	Возбудитель Infectious agent	Антибактериальный препарат Antibacterial drug
4	<i>Escherichia coli</i>	Линезолид, ванкомицин Linezolid, vancomycin
6	<i>Enterobacter cloacae</i>	Ципрофлоксацин Ciprofloxacin
12	<i>Escherichia coli</i>	Меропенем Meropenem
13	<i>Staphylococcus aureus</i>	Линезолид, ванкомицин Linezolid, vancomycin
16	<i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i>	Линезолид, меропенем Linezolid, meropenem
18	<i>Staphylococcus hyicus</i>	Линезолид, ванкомицин Linezolid, vancomycin
19	<i>Enterobacter cloacae</i>	Ципрофлоксацин Ciprofloxacin
21	<i>Staphylococcus aureus</i>	Ванкомицин, ципрофлоксацин Vancomycin, ciprofloxacin

вниз по латеральной поверхности бедра, а не поворачивается кзади. Т-образный разрез обеспечивает широкое поле зрения и хирургический доступ ко всем костям таза, позволяет избежать основных сосудисто-нервных структур и сохранить сосудистую сеть лоскута. Этот разрез также создает условия для хорошей маневренности удаляемого препарата.

Несмотря на это, только R. D. Lackman и соавт. [7] описали аналогичный подход и его использование для межподвздошно-брюшных резекций. В указанном исследовании у 6 (20 %) из 30 пациентов зафиксирован краевой некроз кожного лоскута, который привел к вторичному заживлению поверхностных слоев послеоперационной раны. В нашей группе больных аналогичные послеоперационные осложнения наблюдались у 22 % пациентов. По данным мировой литературы, при использовании стандартного разреза частота возникновения некроза кожного лоскута составляет от 2,5 до 13,3 % [5]. Увеличение количества послеоперационных осложнений данного типа может быть связано с нарушением кровоснабжения кожного лоскута в месте пересечения продольного и перпендикулярного разрезов (Т). Одним из факторов риска является централизация кровоснабжения на фоне интраоперационной кровопотери. В исследовании W. Guo [8] данный показатель составил 4700 мл (от 1500 до 12000 мл). В нашей работе средний объем кровопотери составил 1750 мл (от 500 до 3500 мл). Большие объем кровопотери и продолжительность операции повышают частоту развития послеоперационных осложнений при эндопротезировании пострезекционных дефектов по поводу опухолевых поражений костей, что подтверждается многофакторным анализом количества послеоперационных осложнений при данных операциях [6].

В нашем исследовании наиболее частым послеоперационным осложнением была инфекция послеоперационной раны, возникавшая в 35 % случаев, что коррелирует с данными мировой литературы. W. Sun и соавт. [9] выявили инфицирование ложа эндопротеза у 31,3 % прооперированных пациентов, а C. Court и соавт. [10] — у 37,5 % больных. По данным I. Barrientos-Ruiz, послеоперационный период осложнился инфекцией у 4 пациентов из 10 (у 2 возникла поверхностная инфекция, у 2 — инфекция ложа эндопротеза), однако ни в одном случае не потребовалось удаления установленной конструкции [11]. По данным исследования Лейденского университета (Нидерланды), инфицирование тазовых эндопротезов после резекции опухоли носит преимущественно полимикробный характер с преобладанием грамотрицательных микроорганизмов и может быть связано с кишечной флорой [12]. Это принципиально отличается от монобактериальных грамположительных перипротезных инфекций суставов [13]. Результаты нашего исследования

аналогичны. Они показывают, что антибиотикопрофилактика и эмпирическое лечение инфекций при эндопротезировании тазового кольца, возможно, нуждаются в переоценке.

Еще один вопрос — осложнения, связанные с установленной конструкцией. Системный анализ, проведенный в 2015 г. и включавший 12 исследований, выполненных с 1990 по 2011 г. с участием 217 пациентов, показал, что частота развития механических осложнений, связанных с установленной конструкцией, может составлять от 4,4 до 25 % [5]. M. Bus и соавт. [14] установили, что большая часть вывихов эндопротеза отмечена при использовании монополярного эндопротеза. В нашем исследовании всем пациентам был установлен биполярный эндопротез с чашкой на цементной основе. Его дислокация зафиксирована в 4 (17 %) случаях, что не превышает мировые показатели. За период наблюдения у 2 (8 %) пациентов зафиксирована поломка компонентов (фиксирующих) эндопротеза. В 1 случае было проведено повторное хирургическое вмешательство, еще в 1 — ревизионное оперативное пособие не выполнялось в связи с хорошими функциональными результатами и отсутствием признаков нестабильности конструкции.

Еще одним вопросом для обсуждения является целесообразность восстановления целостности тазового кольца при резекциях ацетабулярной области. При разработке индивидуального 3D-печатного эндопротеза мы стремимся к восстановлению замкнутости тазового кольца, поскольку фиксация имплантата со стороны как подвздошной кости, так и лобковой приводит к равномерному распределению сил во время нагрузки (прямостояние, ходьба). Кроме того, почти все пациенты со злокачественными новообразованиями, особенно преклонного возраста, подвержены потере костной массы из-за опухолевого процесса и системной терапии. Потеря костной массы может привести к невозможности стабильной фиксации компонентов эндопротеза к костям таза или некорректному распределению нагрузки, а также способствовать дислокации установленной конструкции. Авторы из Китая пришли к схожему выводу: 2 зоны фиксации (подвздошная и лобковая кости) обеспечивают адекватное пространственное соотношение между костями таза, корректное расположение и ориентацию восстановленной вертлужной впадины [15]. Аналогичные результаты были получены в ходе исследования B. Wang и соавт., в котором участвовали 11 пациентов с резекциями PII/PII + III [16]. Однако A. Angelini и соавт. в своих работах не придают особого значения строгой анатомической реконструкции тазового кольца и считают, что хорошее и стабильное соединение кости и эндопротеза можно получить лишь при фиксации в остаточной части подвздошной кости или крестца [17, 18].

В нашем исследовании функциональный статус пациентов после операции оценивался по шкале MSTs и составил 53 %, что сопоставимо с данными других авторов — 33,4–75,4 % [5]. При этом мы отметили, что у пациентов с индивидуальным протезированием таза функциональные результаты были несколько выше, чем у пациентов, которым установили модульный эндопротез (57 % против 45 %). Возможно, это объясняется наличием дополнительной точки фиксации тазового компонента эндопротеза. Также в нашем исследовании функциональные результаты были значительно выше у пациентов, которым удалось сохранить *m. psoas major* (77 % против 41 %) и, следовательно, биомеханику тазобедренного сустава.

Согласно данным большинства исследований частота местных рецидивов составляет от 20 до 30 % [5]. Схожие данные получены и нами: у 5 (22 %) пациентов зафиксирован локальный рецидив, возникший в период от 2 до 10 мес после операции. При этом D. Witte и соавт. [19] сообщают об отсутствии корреляции радикальности выполненной операции с частотой развития рецидива опухоли у 40 прооперированных больных. В нашем

исследовании только у 3 пациентов с резекцией R1 был зафиксирован локальный рецидив на фоне установленной металлоконструкции. Однако 8 пациентов из 10 с резекцией R1 скончались от прогрессирования основного заболевания в течение 12 мес после операции.

Заключение

Таким образом, пациенты со злокачественными новообразованиями костей таза должны проходить лечение только в специализированных учреждениях. Необходимо тщательно отбирать больных для органосохраняющей терапии. Имеющиеся методы реконструкции обеспечивают лучшие функциональные результаты по сравнению с нереконструктивными методами, поскольку позволяют сохранить функции тазобедренного сустава и нижних конечностей. Однако при их использовании увеличивается частота послеоперационных осложнений. Возможности реконструкции пострезекционного дефекта следует рассматривать в каждом конкретном случае, поскольку это сложная проблема, для решения которой нет строгих рекомендаций.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2019. 250 с. [Malignant neoplasms in Russia in 2018 (morbidity and mortality). Ed. by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, G.V. Petrova. Moscow: P.A. Herzen Moscow State Medical Research Institute — branch of the Federal State Budgetary Institution "NMIC of Radiology" of the Ministry of Health of Russia, 2019. 250 p. (In Russ.)].
2. Hu X., Deng K., Ye H. et al. Trends in tumor site-specific survival of bone sarcomas from 1980 to 2018: a surveillance, epidemiology and end results-based study. *Cancers* 2021;13(21):5381. DOI: 10.3390/cancers13215381.
3. Enneking W.F., Dunham W.K. Resection and reconstruction for primary neoplasms involving the innominate bone. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60(6):731–46.
4. Lowe M., Jeys L., Grimer R., Parry M. Pelvic reconstruction using pedestal endoprosthesis — experience from Europe. *Ann Joint* 2019;4:34. DOI: 10.21037/aoj.2019.06.04.
5. Shao Q.D., Yan X., Sun J.Y. et al. Internal hemipelvectomy with reconstruction for primary pelvic neoplasm: a systematic review. *ANZ J Surg* 2015;85(7–8):553–60. DOI: 10.1111/ans.12895.
6. Miwa S., Shirai T., Yamamoto N. et al. Risk factors for surgical site infection after malignant bone tumor resection and reconstruction. *BMC Cancer* 2019;19(1):33. DOI: 10.1186/s12885-019-5270-8.
7. Lackman R.D., Crawford E.A., Hosalkar H.S. et al. Internal hemipelvectomy for pelvic sarcomas using a T-incision surgical approach. *Clin Orthop* 2009;467(10):2677–84. DOI: 10.1007/s11999-009-0843-5.
8. Guo W., Li D., Tang X., Yang Y., Ji T. Reconstruction with modular hemipelvic prostheses for periacetabular tumor. *Clin Orthop Relat Res* 2007;461:180–8. DOI: 10.1097/blo.0b013e31806165d5.
9. Sun W., Li J., Li Q. et al. Clinical effectiveness of hemipelvic reconstruction using computer-aided custom-made prostheses after resection of malignant pelvic tumors. *J Arthroplasty* 2011;26(8):1508–13. DOI: 10.1016/j.arth.2011.02.018.
10. Court C., Bosca L., Le Cesne A. et al. Surgical excision of bone sarcomas involving the sacroiliac joint. *Clin Orthop Relat Res* 2006;451:189–94. DOI: 10.1097/01.blo.0000229279.58947.91.
11. Barrientos-Ruiz I., Ortiz-Cruz E.J. Reconstruction after hemipelvectomy with the ice-cream cone prosthesis: what are the short-term clinical results? *Clin Orthop Relat Res Symposium: 2015 meetings of the musculoskeletal tumor society and the international society of limb salvage* 2017;475(3):735–41. DOI: 10.1007/s11999-016-4747-x.
12. Sanders P.T.J., Bus M.P.A., Scheper H. et al. Multiflora and gram-negative microorganisms predominate in infections affecting pelvic endoprostheses following tumor resection. *J Bone Joint Surg Am* 2019;101(9):797–803. DOI: 10.2106/JBJS.18.00836.
13. Tande A.J., Patel R. Prosthetic joint infection. *Clin Microbiol Rev* 2014;27(2):302–45. DOI: 10.1128/CMR.00111-13.
14. Bus M., Szafranski A., Sellevold S. et al. LUMiC endoprosthetic reconstruction after periacetabular tumor resection: short-term results. *Clin Orthop Relat Res* 2017;475(3):686–95. DOI: 10.1007/s11999-016-4805-4.
15. Dai K.R., Yan M.N., Zhu Z.A., Sun Y.H. Computer-aided custom-made hemipelvic prosthesis used in extensive pelvic lesions. *J Arthroplasty* 2007;22:981–6. DOI: 10.1016/j.arth.2007.05.002.
16. Wang B., Hao Y., Pu F. et al. Computer-aided designed, three-dimensional-printed hemipelvic prosthesis for periacetabular malignant bone tumour. *Int Orthop* 2018;42(3):687–94.
17. Angelini A., Trovarelli G., Berizzi A. et al. Three-dimension-printed custom-made prosthetic reconstructions: from revision surgery to oncologic reconstructions.

- Int Orthop 2019;43(1):123–32.
DOI: 10.1007/s00264-018-4232-0.
18. Angelini A., Kotrych D., Trovarelli G. et al.
Analysis of principles inspiring design
of three-dimensional-printed custom-made
prostheses in two referral centres.
Int Orthop 2020;44(5):829–37.
DOI: 10.1007/s00264-020-04523-y.
19. Witte D., Bernd L., Bruns J. et al.
Limb-salvage reconstruction
with MUTARS hemipelvic
endoprosthesis: a prospective
multicenter study. Eur J Surg Oncol
2009;35(12):1318–25.
DOI: 10.1016/j.ejso.2009.04.011.

Вклад авторов

Г.И. Гафтон, Ю.В. Гудзь: выполнение оперативных вмешательств, проектирование индивидуальных эндопротезов;
Г.В. Зиновьев: участие в оперативных вмешательствах, проектирование индивидуальных эндопротезов;
М.А. Эберт: участие в оперативных вмешательствах, написание текста статьи;
И.Г. Гафтон, М.С. Синячкин: участие в оперативных вмешательствах, в проектировании индивидуальных эндопротезов;
А.В. Бородулин: участие в оперативных вмешательствах;
А.Б. Гоголев: патоморфологическая оценка операционного материала.

Authors' contributions

G.I. Gafton, Yu.V. Gudzy: performing surgical interventions, designing individual endoprotheses;
G.V. Zinoviev: participation in surgical interventions, design of individual endoprotheses;
M.A. Ebert: participation in surgical interventions, article writing;
G.I. Gafton, M.S. Sinyachkin: participation in surgical interventions, in the design of individual endoprotheses;
A.V. Borodulin: participation in surgical interventions;
A.B. Gogolev: pathomorphological assessment of operational material.

ORCID авторов / ORCID of authors

Г.И. Гафтон / G.I. Gafton: <https://orcid.org/0000-0003-3172-2201>
Г.В. Зиновьев / G.V. Zinoviev: <https://orcid.org/0000-0003-1639-2443>
М.А. Эберт / M.A. Ebert: <https://orcid.org/0000-0001-7304-8214>
И.Г. Гафтон / I.G. Gafton: <https://orcid.org/0000-0001-6694-1258>
М.С. Синячкин / M.S. Sinyachkin: <https://orcid.org/0000-0003-0809-7495>
А.В. Бородулин / A.V. Borodulin: <https://orcid.org/0000-0002-6399-2399>
А.Б. Гоголев / A.B. Gogolev: <https://orcid.org/0000-0001-9885-1177>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России.

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 68 Leningradsкая St., Pesochny Settlement, Saint-Petersburg 197758, Russia.

All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 16.03.2022. **Принята к публикации:** 11.04.2022.

Article submitted: 16.03.2022. **Accepted for publication:** 11.04.2022.