

УДК 616-006.04

Замещение дефектов костей таза у онкологических больных индивидуальными имплантами. Опыт лечения 20 пациентов

Е.А. Сушенцов¹, Э.Р. Мусаев¹, Д.И. Софронов¹, Д.К. Агаев², А.В. Федорова¹, М.Д. Алиев³

¹ ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Российская Федерация, 115478, г. Москва, Каширское ш., д. 24

² ФДПО ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; Российская Федерация, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1

³ ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Российская Федерация, 125284, г. Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3

РЕЗЮМЕ. Цель. Целью проводимого исследования является улучшение результатов лечения больных с опухолями костей таза за счет разработки отечественного индивидуального протеза таза на основе компьютерного и виртуального моделирования и аддитивных технологий.

Материалы и методы. В исследование включены 20 пациентов с опухолями костей таза, из них 12 мужчин и 8 женщин, средний возраст составил 47 лет (от 26 до 66 лет). В период с 2018 по 2019 г. больным выполнялись одномоментные и отсроченные реконструктивные операции с применением индивидуальных эндопротезов, созданных посредством компьютерного моделирования и аддитивных технологий. Наиболее часто пациенты оперировались по поводу хондросарком низкой степени злокачественности. Больные были классифицированы по объему резекций костей таза в соответствии с хирургической классификацией MSTS (Enneking). В 18 случаях необходимо было выполнять реконструкцию вертлужной впадины и тазобедренного сустава.

Результаты. Разработка, согласование и создание индивидуального импланта потребовали в среднем 12 дней (от 7 до 21 дня). Среднее время хирургического вмешательства составило 7 ч (от 4,5 до 11,5 ч). Средняя кровопотеря составила 2500 мл (от 200 до 7000 мл). В 2 случаях применялся ректоабдоминальный лоскут для закрытия мягкотканного дефекта при резекциях крестцово-подвздошного сочленения. У 9 пациентов, которым выполнялись одномоментные операции удаления опухоли с реконструкцией тазового кольца, радикальность была R0, в одном случае — R1. Функциональный результат, оцениваемый по системе MSTS, в среднем составил 19 баллов (от 0 до 29). Средний период наблюдения составил 6 мес (от 1 до 16 мес).

Выводы. Технологии компьютерного моделирования, анализа и 3D-печати позволяют создавать анатомичные импланты с достаточным запасом прочности, эргономичным дизайном и надежными способами фиксации. Замещение дефектов костей таза с применением индивидуальных эндопротезов обеспечивает хороший функциональный результат без развития тяжелых осложнений. Данное направление является перспективным в эндопротезировании, но требует проведения дополнительных исследований и более длительных периодов наблюдения.

Ключевые слова: саркомы, опухоли костей таза, хирургическое лечение, персонализированное лечение, органосохраняющее лечение, аддитивные технологии, 3D-принтинг, компьютерное моделирование

Surgical treatment of pelvic bone tumors using personalized implants. Experience in 20 patients

E.A. Sushentsov¹, E.R. Musaev¹, D.I. Sofronov¹, D.K. Agaev², A.V. Fedorova¹, M.D. Aliev³

Для корреспонденции

Сушенцов Евгений Александрович,
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина»
Минздрава России, Москва
E-mail: crcspine@rambler.ru

For correspondence

Sushentsov E.A.,
FSBI «National Medical Research Center of
Oncology named after N.N. Blokhin» of the Ministry
of Health of Russia, Moscow
E-mail: crcspine@rambler.ru

Статья поступила 20.02.2020 г.

Принята к печати 12.03.2020 г.

Рекомендована к публикации
В.В. Тепляковым

¹ FSBI «National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin» of the Ministry of Health of Russia, Moscow; 24, Kashirskoe sh., Moscow, 115478, Russian Federation

² FDPO FGAOU VO «Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov» of the Ministry of Health of Russia, Moscow; 1, Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russian Federation

³ FSBI National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2nd Botkinsky drive, Moscow, 125284, Russian Federation

ABSTRACT. Introduction. Bone tumors of the pelvic ring often have a poor prognosis because of late diagnosis and difficult treatment. The treatment of pelvic sarcoma poses a huge surgical challenge for reconstruction.

Purpose. To assess the surgical technic and early results using patient specific 3D-printed implants for reconstruction of pelvic ring.

Materials and Methods. Twenty patients with primary bone tumors involving pelvic bones were treated with personalized 3D-printed prosthesis after enbloc resection between 2018 and 2019. The study included 12 male and 8 female, age range 26–66, mean age was 47 years. Most frequent indications for surgical treatment were chondrosarcoma and osteosarcoma of pelvic bones. Functional results were estimated by MSTS scoring system. All resections were performed with patient specific instrumentation. In 18 cases acetabulum and hip joint reconstructions were necessary.

Results. The mean surgical time was 7 hours and bloodloss was 2500ml. The mean follow-up was 6 months, from 1 to 16 months. In 9 cases with primary surgery and reconstruction were clear surgical margin and one case was R1. MSTS functional score of patients was mean 19 points and ranged from 0 to 29 points. All patient specific 3D-printed implants were available within mean 12 days (from 7 to 21 days) after the formal order.

Conclusion. Pelvic bone defect reconstruction following tumor resection using 3Dprinted implants can obtain acceptable oncological and functional results. This study has the following limitations: short followup period and small cohort of patients. However, we believe that reconstruction with 3D-printed implants will provide acceptable result.

Keywords: sarcoma, pelvic bone, prosthetic reconstruction, 3D-printing, additive technology, prototyping, computer simulation

Введение

Опухоли костей таза остаются сложной клинической проблемой современной медицины. Встречаемость первичных злокачественных опухолей костей в России составляет 1,03 случая на 100 тыс. населения, ежегодно регистрируется около 1,5 тыс. новых случаев [1]. Около 10–15% всех первичных злокачественных опухолей костей локализируются в костях таза, наиболее часто это хондросаркома, остеосаркома и саркома Юинга [2], что для России ежегодно соответствует 150–200 новым случаям сарком костей таза, кроме того, пациенты с доброкачественными и метастатическими поражениями костей таза часто нуждаются в лечении в соответствии с современными достижениями онкоортопедии. Известно, что у больных с саркомами костей таза онкологический и функциональный прогноз хуже, чем у пациентов с саркомами длинных костей, что зачастую связано с трудной и несвоевременной диагностикой, поздней обращаемостью за специализированной помощью, близким расположением костей таза с прилежащими органами, важными сосудисто-нервными пучками и как следствие — сложностью выполнения радикальных операций. Социальный аспект этой проблемы неразрывно связан с тем, что наиболее часто данной патологией страдают люди молодого и трудоспособного возраста. Ранее основным методом лечения при злокачественных опухолях костей таза являлись калечащие операции в объеме межпод-вздошно-брюшного вычленения, приводящие к

глубокой инвалидизации пациентов и социальной изоляции, что потребовало поиска новых путей решения проблемы [12].

С внедрением новых протоколов химиотерапии, применением современных хирургических техник, развитием анестезиологии и реанимации стало возможным проведение органосохраняющего лечения пациентам с опухолями костей таза и позволило добиться высоких показателей выживаемости [3]. На фоне этих достижений логичным продолжением стал вопрос о реконструкции оперированных сегментов костей таза для улучшения функциональных результатов лечения и адекватной реабилитации данного контингента больных в обществе. В литературе описано большое количество эндопротезов костей таза, различных по дизайну и идеологии, например, индивидуальные, седловидные и модульные протезы костей таза [4–8]. Однако вопрос поиска адекватных способов реконструкции дефектов после резекции костей таза остается актуальным и сегодня. Существующие методы не обеспечивали хорошего функционального результата, при этом процент осложнений по-прежнему оставался высоким: раневые осложнения составляют 15–45%; инфекционные — 12–38%; асептическая нестабильность — 23–35% [3].

Важнейшую роль в успешном проведении операций на костях таза играет предоперационное планирование вмешательства. Применение КТ, МРТ, трехмерного моделирования, а также компьютерной навигации позволяет корректно планировать грани-

цы резекции, повысить радикальность и выполнить реконструктивный этап операции, тем самым снизив количество неудачных исходов лечения больных [14, 15]. Работы в области внедрения компьютерных технологий в онкоортопедию заложили фундамент для создания индивидуальных имплантов, в том числе и с помощью 3D-принтинга [13]. Впервые 3D-технологии в лечении больных с опухолями костей таза в России были применены в Онкологическом научном центре им. Н.Н. Блохина при создании стереолитографической модели прототипа предстоящего хирургического вмешательства на костях таза [9, 10].

Сегодня в клинической практике не существует универсальной модели эндопротеза таза или его сегментов, а существующие аналоги не обеспечивают успешную реабилитацию больных, фактически излеченных от онкологического заболевания, что порой вынуждает хирургов выполнять калечащие операции. Все это указывает на отсутствие решения данной проблемы в современной клинической онкологии. Развитие компьютерных и 3D-технологий в медицине и технике обеспечило прорыв в создании индивидуальных систем протезирования, в том числе на основе 3D-печати сплавов титана, что привело к расширению показаний для выполнения органосохраняющих и функциональных операций больным с опухолевым поражением костей таза [11]. Основными преимуществами применения данной технологии являются персонализированный подход, обеспечивающий анатомическое соответствие импланта, и быстрота и более низкая стоимость

производства по сравнению с традиционными методами изготовления имплантов.

Материалы и методы

В исследование включены 20 пациентов (12 мужчин и 8 женщин), средний возраст составил 47 лет (от 26 до 66 лет), все пациенты были оперированы в одной клинике (НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина) в период с 2018 по 2019 г. Все диагнозы на предоперационном этапе были верифицированы морфологически, наиболее часто пациенты оперировались по поводу хондросарком низкой степени злокачественности. Больные были классифицированы по объему резекций костей таза в соответствии с хирургической классификацией MSTS (Enneking), в большинстве случаев выполнялись расширенные резекции, включающие 2 и более зон в соответствии с хирургической классификацией. Десяти пациентам были выполнены операции в качестве II этапа хирургического лечения, которым ранее была выполнена резекция костей таза с целью удаления опухоли, и в настоящий момент у данной группы больных с благоприятным онкологическим прогнозом был выполнен этап реконструкции костей таза индивидуальными имплантами. Десяти другим пациентам, также с благоприятным онкологическим прогнозом, были выполнены одномоментные операции удаления опухоли костей таза с последующей реконструкцией индивидуальным имплантом. Клинические данные группы представлены в табл. 1.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование

№ наблюдения	Пол/возраст	Диагноз	MSTS	Этапность
1	Муж/48 лет	Хондросаркома G2	P2,3	II этап
2	Жен/ 66 лет	Хондросаркома G2	P1,2	I этап
3	Жен/46 лет	Хондросаркома G2	P1,2	II этап
4	Муж/26 лет	Десмопластическая фиброма	P2	II этап
5	Муж/48 лет	Хондросаркома G2	P2,3	II этап
6	Жен/60 лет	Хондросаркома G2	P2,3	II этап
7	Муж/30 лет	Хондросаркома G2	P1,4	I этап
8	Муж/62 года	Фиброзная дисплазия	P1,2	II этап
9	Муж/41 год	Гигантоклеточная опухоль	P1,4	I этап
10	Жен/56 лет	Дедифференцированная хондросаркома G3	P1,2	I этап
11	Муж/58 лет	Хондросаркома G2	P2,3	I этап
12	Жен/63 года	Метастаз рака почки	P1,2	I этап
13	Муж/34 года	Хондросаркома G1	P2,3	I этап
14	Жен/48 лет	Хондросаркома G2	P2,3	I этап
15	Муж/59 лет	Метастаз рака почки	P1,2	I этап
16	Жен/33 года	Паростальная остеосаркома G1	P1,2+H	I этап
17	Муж/36 лет	Остеосаркома G3	P1,2	II этап
18	Муж/39 лет	Плеоморфная саркома	P1,2	II этап
19	Жен/30 лет	Хондросаркома G2	P2,3	II этап
20	Жен/51 год	Хондросаркома G2	P1,2	II этап

Индивидуальные импланты разрабатывались совместно с биоинженерами на основании персонализированных данных пациента, полученных при компьютерной томографии. Важнейшими этапами разработки дизайна импланта являются определение границ резекции с учетом онкологических принципов радикальности, позиционирование вертлужного компонента в пространстве, определение типа фиксации в опилов костей, создание тела протеза.

Оперативное вмешательство

Оперативные вмешательства выполняются в ортопедических операционных, оснащенных для выполнения операций онкоортопедического профиля с применением интраоперационного электронно-оптического преобразователя, системы cell-saver. Операция выполняется под общей анестезией. В зависимости от оперируемого сегмента костей таза выбираются положение пациента на операционном столе и оперативный доступ. Операция выполняется в несколько основных этапов.

На первом этапе происходит выделение опухоли, определение границ резекции, визуализация и мобилизация важных анатомических структур, таких как бедренные сосуды и нерв, портняжная и прямая мышцы отсекаются у места прикрепления, если не вовлечены в опухолевый процесс. Визуализируется большой вертел, выделяется ягодичный лоскут (рис. 1). Данный доступ позволяет контролировать периацетобулярную область со всех сторон, наружные и внутренние подвздошные сосуды, седалищный нерв, бедренный сосудисто-нервный пучок.

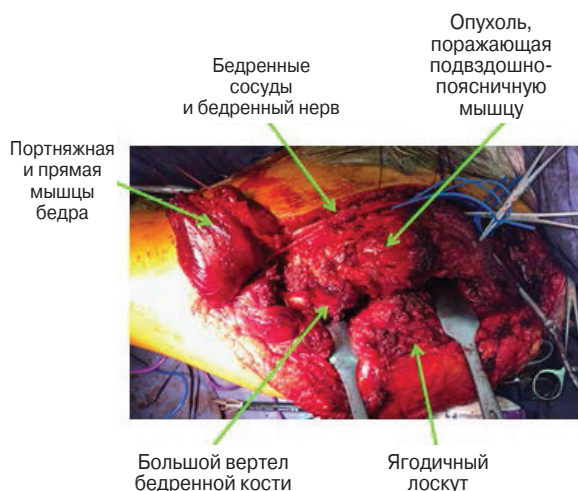


Рис. 1. Мобилизация опухоли, определение границ резекции

Вторым этапом после мобилизации опухоли при помощи компьютерной навигации или индивидуальных шаблонов определяются границы радикальной резекции костей таза. Удаление опухоли выполняется в соответствии с предоперационным

виртуальным моделированием. На рис. 2 представлен вид операционного поля после удаления опухоли и формирования опилов костей для имплантации индивидуального протеза костей таза. Все важные анатомические структуры визуализированы, мобилизованы и находятся под контролем.

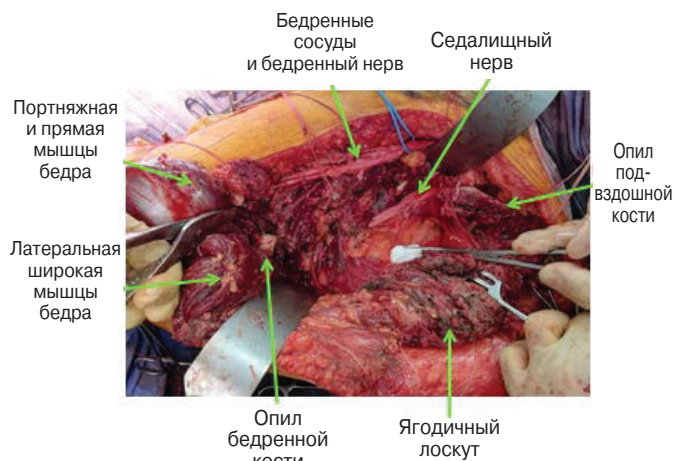


Рис. 2. Вид операционного поля после удаления опухоли

На третьем этапе операции выполняются формирование отверстий для фиксации импланта и контроль правильного позиционирования протеза относительно опилов костей таза. С этой целью применяется шаблон индивидуального протеза (рис. 3).

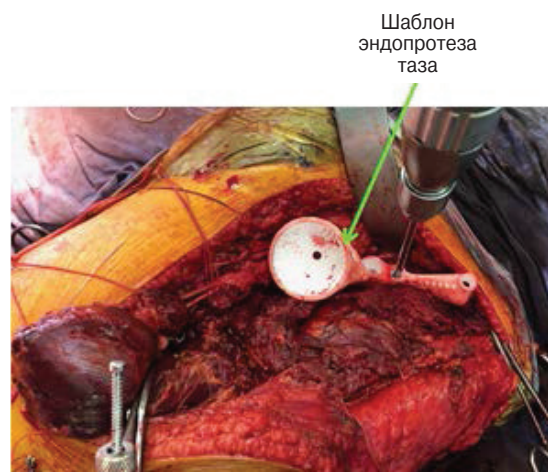


Рис. 3. Установлен шаблон протеза для формирования площадки импланта и отверстий для фиксации

На четвертом этапе происходит непосредственная сборка импланта. Сначала фиксируется индивидуальный протез к опилам костей таза, устанавливается на костный цемент чашка тазобедренного сустава. Устанавливается ортопедическая ножка бедренной кости или модульный онкологический протез проксимального отдела бедренной кости. Выполняется контроль длины конечности в соответствии с предоперационным планом и состоянием окружающих мягких тканей (рис. 4).

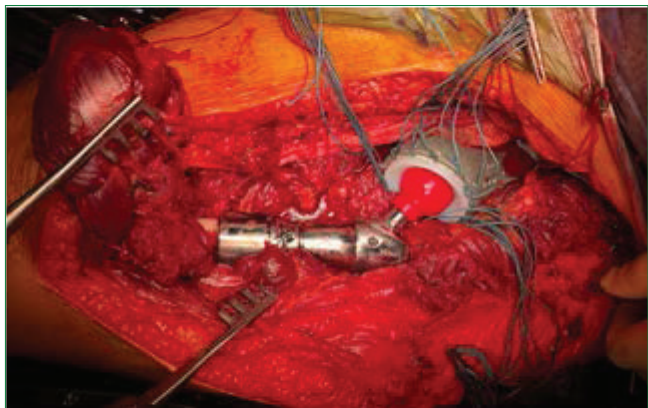


Рис. 4. Установлен индивидуальный эндопротез таза и модульный протез бедренной кости

На пятом этапе выполняется сборка узла эндопротеза и пластика сеткой для предотвращения патологических вывихов сустава (рис. 5).

На шестом этапе операции выполняется пластика дефекта мягких тканей. Важным элементом пластики является соблюдение точек фиксации мышц для обеспечения лучшей функции, наиболее важными в этом отношении являются прямая и портняжная мышцы бедра, ягодичный лоскут (рис. 6).

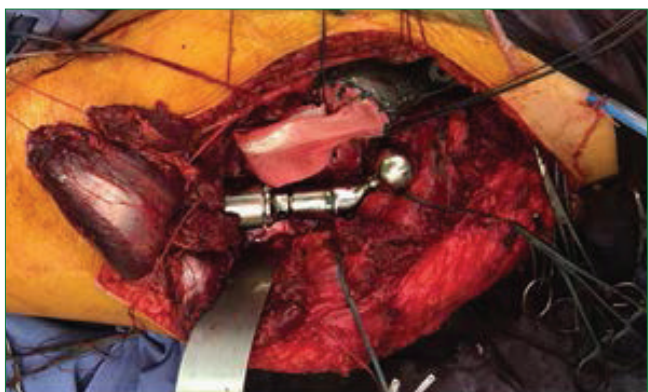
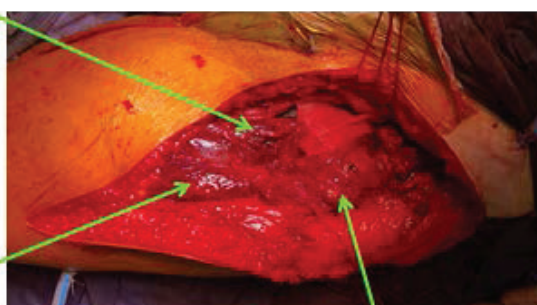


Рис. 5. Сетка узла протеза, применяемая для профилактики вывихов протеза

Портняжная
и прямая
мышцы
бедра

Латеральная
широкая
мышца
бедра



Ягодичный
лоскут

Рис. 6. Пластика дефекта мышечными лоскутами с учетом их функции

При недостаточном укрытии импланта мягкими тканями возможно применение перемещенного ректоабдоминального лоскута со стороны операции или с контралатеральной стороны, если питающие нижнеэпигастральные сосуды были перевязаны в процессе мобилизации опухоли. Для дренирования раны используются дренажи, выводимые через контрапертуры. Важными для дренирования областями операции являются забрюшинное пространство, пространство под ягодичным лоскутом и область узла эндопротеза.

Послеоперационный период

Послеоперационный период соответствует стандартному ведению больных, перенесших операции на костях таза, а также больных после замещения дефектов онкологическими эндопротезами. Время нахождения пациента в стационаре составляет от 14 до 21 сут. В послеоперационном периоде пациентам проводится инфузионная, антибактериальная, анальгетическая терапия. Дренажи удаляются на 3–5-е сутки. В послеоперационном периоде всем пациентам выполняется УЗИ области операции и вен нижних конечностей, в случае выявления гематомы или свободной жидкости в области операции выполняется пункция данного участка в асептических условиях, с последующим динамическим контролем. С целью контроля правильности установки импланта и для динамического наблюдения пациентам выполняются рентгенография и компьютерная томография области операции (рис. 7).

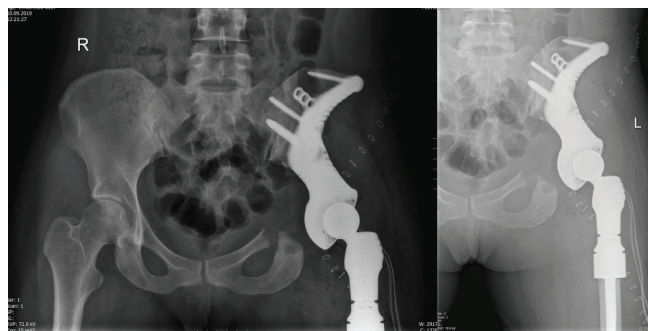


Рис. 7. Рентгенологический контроль после операции

Реабилитация

Пациентам проводились стандартные виды реабилитации для онкоортопедических больных. Кроме этого, необходимо отметить, что больные, перенесшие операции с реконструкцией вертлужной впадины индивидуальными имплантами, нуждаются в особом ортопедическом режиме. В раннем послеоперационном периоде и в сроках до 6 мес пациентам показано нахождение в кровати в деротационном сапожке, активизация возможна только с применением ортеза тазобедренного сустава, и первые 3 мес обязательным является применение

дополнительных средств опоры. Данные ограничения направлены на предотвращение развития нежелательных осложнений в виде патологических вывихов эндопротеза, развития нестабильности фиксирующей системы.

Результаты исследования

Разработка, согласование и создание индивидуального импланта потребовали в среднем 12 дней (от 7 до 21 дня), за это время происходит виртуальное моделирование границ резекции, создается и согласовывается индивидуальный протез костей таза и персонализированный инструментарий для выполнения операции, далее протез создается на 3D-принтере, проходит контроль качества, постобработку и поставляется в клинику. Среднее время хирургического вмешательства составило 7 ч (от 4,5 до 11,5 ч). Средняя кровопотеря составила 2500 мл (от 200 до 7000 мл). В 2 случаях применялся ректо-абдоминальный лоскут для закрытия мягкотканного дефекта при резекциях крестцово-подвздошного сочленения (тип резекции P1,4 по системе MSTS). У 9 пациентов, которым выполнялись одномоментные операции удаления опухоли с реконструкцией тазового кольца, радикальность была R0. В одном случае у пациентки с дедифференцированной хондросаркомой края резекции были диагностированы

как R1, на предоперационном этапе морфологическая верификация опухоли трактовалась как хондросаркома G2. Средний период наблюдения составил 6 мес (от 1 до 16 мес). Функциональный результат, оцениваемый по системе MSTS, в среднем составил 19 баллов (от 0 до 29), что расценивается как хороший результат. Необходимо отметить, что значительная часть пациентов еще не закончила полный цикл реабилитации, который занимает около 6 мес. Из 20 оперированных пациентов 17 пациентов живы, в одном случае у пациентки с дедифференцированной хондросаркомой развились метастазы в подвздошных лимфоузлах, в связи с чем пациентка получает химиотерапию. В 3 случаях пациенты умерли, причиной смерти в двух случаях была тромбоэмболия легочной артерии и в одном случае — ишемический инсульт головного мозга. У двух пациентов отмечался вывих головки эндопротезов, что потребовало проведения хирургических вмешательств. У 4 пациентов при контрольных рентгенологических исследованиях отмечались переломы винтов без клинических проявлений. Онкоортопедические осложнения, развившиеся в послеоперационном периоде у 8 пациентов, были оценены в соответствии с классификацией Henderson [17] для пациентов с опухолями костей, которым выполнялись реконструктивные операции (табл. 2).

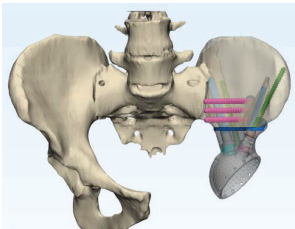
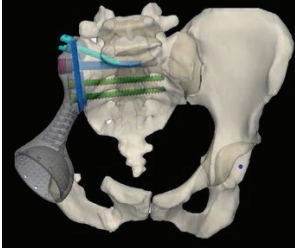
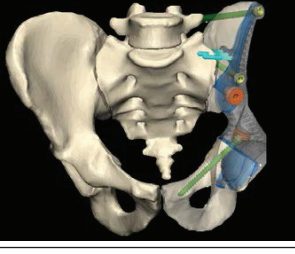
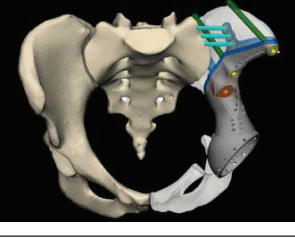
Таблица 2. Результаты хирургического лечения

№ наблюдения	Пол/возраст	Время операции/ Кровопотеря, мл	Период наблюдения, мес/исход*	Функц. результат MSTS (0–30)	Осложнения по Henderson
1	Муж/48 лет	7 ч 30 м/1500	16/NED	22	3A
2	Жен/ 66 лет	5 ч 30 м/2500	16/NED	23	
3	Жен/46 лет	5 ч 00 м/900	12/NED	20	3A
4	Муж/26 лет	5 ч 10 м/200	12/NED	27	
5	Муж/48 лет	4 ч 30 м/2000	12/NED	20	1A
6	Жен/60 лет	7 ч /00 м/1500	9/NED	18	3A
7	Муж/30 лет	5 ч 00 м/2000	1/DOD	0	
8	Муж/62 года	9 ч 00 м/3500	7/NED	19	
9	Муж/41 год	7 ч 00 м/2000	7/NED	25	
10	Жен/56 лет	7 ч 00 м/2500	8/AWD	17	5A
11	Муж/58 лет	6 ч 30 м/1200	5/NED	20	
12	Жен/63 года	8 ч 30 м/3000	3/DOD	12	1B
13	Муж/34 года	11 ч 30 м/2200	4/NED	19	4A
14	Жен/48 лет	8 ч 30 м/5000	4/NED	19	
15	Муж/59 лет	5 ч 00 м/2000	1/DOD	20	
16	Жен/33 года	9 ч 30 м/1700	3/NED	15	
17	Муж/36 лет	9 ч 20 м/7000	2/NED	15	1A+1B
18	Муж/39 лет	10 ч 00 м/5000	1/NED	15	
19	Жен/30 лет	5 ч 30 м/3200	1/NED	15	
20	Жен/51 год	4 ч 30 м/1200	1/NED	0	

Примечание. * NED — жив без признаков прогрессирования; DOD — умер от причин, не связанных с онкологическим заболеванием.

В рамках проводимой работы были разработаны основные виды дизайна индивидуальных имплантов и способы их фиксации, которые представлены в табл. 3. Учитывая персонализированный подход в лечении данной группы пациентов, представленные виды реконструкций дефектов тазового кольца нельзя считать абсолютными, и в каждом отдельном случае дизайн имплантов должен разрабатываться и утверждаться совместно хирургом и биоинженером.

Таблица 3. Основные типы резекций костей таза и способы реконструкции

Тип резекции по MSTs	Вид реконструкции
P2 P 2,3	
P1 P 1,4	
P1,2,3 P1,2	
P1,2	
P1,2,3	

Заключение

Опухоли костей таза являются редкой патологией и часто представляют трудности для выбора правильной тактики, обеспечивающей органосохраняющее лечение. Существовавшие ранее органосохраняющие операции часто ассоциировались с неудовлетворительными функциональными результатами и большим количеством осложнений. При этом результаты лечения больных с опухолями костей таза часто зависят не только от опыта хирурга, но и от оснащения клиники современным диагностическим оборудованием, уровня анестезиологической, реанимационной и трансфузионной поддержки, возможности выполнения нейрохирургического, абдоминального и пластического этапов операции, а также доступности ортопедической и социальной реабилитации [1], что отвечает требованиям клинической онкологии в XXI веке.

Внедрение компьютерного моделирования и анализа, 3D-визуализации и аддитивных технологий в клиническую медицину позволило открыть новые горизонты в органосохраняющем лечении больных с опухолями костей таза [7, 18]. В сравнении с традиционными методами производства протезов компьютерное моделирование и аддитивные технологии обладают рядом неоспоримых преимуществ, таких как быстрота согласования дизайна, анатомичность имплантов, четкая визуализация и прототипирование области операции, возможность применения индивидуальных шаблонов для резекций и формирования отверстий для фиксации, меньшие сроки и более низкая себестоимость производственного цикла.

Наиболее перспективными направлениями для применения аддитивных технологий в медицине могут являться онкоортопедия, детская и взрослая ортопедия, травматология, челюстно-лицевая хирургия, нейрохирургия, ветеринария. Дальнейшее направление развития аддитивных технологий в медицине представляется в создании эндопротезов из пластических материалов, близких по своим свойствам к натуральной кости и позволяющих применять стволовые клетки на своей поверхности для достижения лучших результатов.

По предварительным оценкам, разрабатываемые отечественные системы протезирования костей таза могут позволить добиться прямой экономической эффективности, так как их себестоимость может быть в 2–3 раза ниже зарубежных аналогов. Активное внедрение компьютерных и аддитивных технологий в клиническую медицину позволит значительно повысить число органосохраняющих операций, улучшить функциональные результаты, добиться более полной социальной адаптации больных [16].

Выводы

Полученные в результате работы данные свидетельствуют об актуальности разработки современной стратегии лечения больных с опухолями костей таза с применением компьютерных технологий и 3D-принтинга для улучшения результатов лечения и реабилитации. Технологии компьютерного моделирования, анализа и 3D-печати позволяют создавать анатомичные импланты с достаточным запасом прочности, эргономичным дизайном и надежными способами фиксации. Замещение дефектов костей таза с применением индивидуальных эндопротезов обеспечивает хороший функциональный результат без развития тяжелых осложнений. Лимитирующими факторами данного исследования были малое количество пациентов в группе и непродолжительные сроки наблюдения. Данное направление является перспективным в эндопротезировании, но требует проведения дополнительных исследований и более длительных периодов наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Алиев МД, Сушенцов ЕА. Современная онкоортопедия. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2012;(4):3-10.
- Price CH, Jaffe GM. Incidence of bone sarcoma in SW England, 1946-74, in relation to age, sex, tumor site and histology. Br J Cancer. 1977;(36):511-522.
- Abudu A, Grimer RJ, Cannon SR, Carter SR, Sneath RS. Reconstruction of the hemipelvis after the excision of malignant tumours. J Bone Joint Surg. 1997;(79-B:5):773-779.
- Menendez LR, Ahlmann ER, Falkinstein Y, Allison DC. Periacetabular reconstruction with a new endoprosthesis. Clin Orthop Relat Res. 2009;467(11):2831.
- Jeys LM, Kulkarni A, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Abudu A. Endoprosthetic reconstruction for the treatment of musculoskeletal tumors of the appendicular skeleton and pelvis. J Bone Joint Surg Am. 2008;90(6):1265.
- Falkinstein Y, Ahlmann ER, Menendez LR. Reconstruction of type II pelvic resection with a new peri-acetabular reconstruction endoprosthesis. J Bone Joint Surg Br. 2008;90(3):371.
- Wong KC, Kumta SM, Chiu KH et al. Computer assisted pelvic tumor resection and reconstruction with a custom-made prosthesis using an innovative adaptation and its validation. Comput Aided Surg. 2007;12(4):225.
- Kitagawa Y, Ek ET, Choong PF. Pelvic reconstruction using saddle prosthesis following limb salvage operation for periacetabular tumour. J Orthop Surg (Hong Kong). 2006;14(2):155.
- Алиев МД, Мусаев ЭР, Сушенцов ЕА. Хирургическое лечение метастазов рака почки в кости таза. Онкоурология. 2006;(2):21-25.
- Алиев МД, Поддубная ИВ, Мусаев ЭР, Щипахин СА, Молчанов ГВ, Евсеев АВ. К вопросу о реконструкции тазового кольца при опухолях крестцово-подвздошного сочленения. Вестник последипломного медицинского образования. 2008;(2):41-48.
- Kim D, Lim JY, Shim KW et al. Sacral Reconstruction with a 3D-Printed Implant after Hemisacrectomy in a Patient with Sacral Osteosarcoma: 1-Year Follow-Up Result. Yonsei Med J. 2017;58(2):453-457.
- Степанова АМ, Мерзлякова АМ, Ткаченко ГА, Кашия ШР. Физиотерапия, механотерапия и психотерапия в онкологии. Вестник восстановительной медицины. 2016;(5):42-46.
- Диков ЮЮ, Соболевский ВА, Кропотов МА, Ивашков ВЮ. Трехмерное моделирование с использованием 3D-печати при реконструктивных операциях на нижней челюсти. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2015;(1):50-54.
- Wong KC, Kumta SM, Geel NV, Demol J. One-step reconstruction with a 3D-printed, biomechanically evaluated custom implant after complex pelvic tumor resection. Comput Aided Surg. 2015;20(1):14-23.
- Мусаев ЭР, Щипахин СА, Сушенцов ЕА и соавт. Первый опыт применения навигационной системы в хирургическом лечении опухолей костей таза. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2011;(3):10-15.
- Софронов ДИ, Мусаев ЭР, Сушенцов ЕА, Щипахин СА, Неред АС, Алиев МД. Новый метод реконструкции и 3D-технологии в лечении больных с опухолями крестцово-подвздошного сочленения. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2016;(2):3-10.
- Henderson ER, O'Connor MI, Ruggieri P, Windhager R, Funovics PT, Gibbons CL, Guo W, Hornicek FJ, Temple HT, Letson GD. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours. Bone Joint J. 2014;96-B:1436-1440.
- Сушенцов ЕА, Мусаев ЭР, Софронов ДИ, Федорова АВ, Степанова АМ, Ефименко ОС, Дженжера ГЕ, Алиев МД. Индивидуальное эндопротезирование на основе 3D-технологий после резекции костей таза. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2017;(3):14-20.

Информация об авторах / Information about the authors

Сушенцов Евгений Александрович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения опухолей опорно-двигательного аппарата ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Мусаев Эльмар Расимович, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, зав. отделением вертебральной хирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Софронов Денис Игоревич, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения вертебральной

Sushetsov Evgeni A., MD, PhD, Senior Researcher, Department of Tumors of the Musculoskeletal System. The federal state budgetary institution «N.N. Blokhin National Medical Research Centre of oncology» of the Health Ministry of Russia, Moscow, Russia.

Musaev Elmar R., MD, correspondent member of the Russian Academy of Sciences, Professor. Chief of spine surgery department. The federal state budgetary institution «N.N. Blokhin National Medical Research Centre of oncology» of the Health Ministry of Russia, Moscow, Russia.

Sofronov Denis I., PhD, researcher of spine surgery department. The federal state budgetary institution

хирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Агаев Дергах Камаледдин оглы, аспирант кафедры онкологии ФДПО ФGAOU ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва.

Федорова Александра Владимировна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения рентгенодиагностического ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Алиев Мамед Джавадович, доктор медицинских наук, академик РАН, советник директора ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Москва.

«N.N. Blokhin National Medical Research Centre of oncology» of the Health Ministry of Russia, Moscow, Russia.

Agaev Dergakh K., graduate student of oncology department FDPO FGAOU VO «Russian National Research Medical University named after N.I.Pirogov» of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia.

Fedorova Alexandra V., PhD, researcher of X-ray diagnostic Department The federal state budgetary institution «N.N. Blokhin National Medical Research Centre of oncology» of the Health Ministry of Russia, Moscow, Russia.

Aliev Mamed D., MD, Academic of the Russian Academy of Sciences, Professor, director advisor FSBI National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Участие авторов

- Идея, концепция, дизайн исследования — Д.К. Агаев, Е.А. Сушенцов, Э.Р. Мусаев.
- Сбор и обработка материала — Д.К. Агаев, Д.И. Софронов, А.В. Федорова.
- Написание текста статьи — Д.К. Агаев, Е.А. Сушенцов.
- Редактирование — Э.Р. Мусаев, М.Д. Алиев.

Дополнительные утверждения

Авторы согласны на публикацию представленной работы.

Авторы подтверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях.

Информация об источниках финансирования

Исследование проведено в рамках гранта Минздрава России № 1122.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что они не имеют конфликта интересов.