

DOI: 10.21294/1814-4861-2022-21-3-81-89
УДК: 616.71-006.6-089.843

Для цитирования: Сафин И.Р., Родионова А.Ю., Рукавишников Д.В., Хасанов Р.Ш. Реконструкция послеоперационного дефекта углеродным наноструктурным имплантатом с интрамедуллярным остеосинтезом после резекции длинных трубчатых костей по поводу первичных и метастатических опухолей. Сибирский онкологический журнал. 2022; 21(3): 81–89. – doi: 10.21294/1814-4861-2022-21-3-81-89

For citation: Safin I.R., Rodionova A. Yu., Rukavishnikov D. V., Khasanov R. Sh. Reconstruction of postoperative defects using carbon nanostructured implants with intramedullary osteosynthesis after extremity long bone resection for primary and metastatic tumors. Siberian Journal of Oncology. 2022; 21(3): 81–89. – doi: 10.21294/1814-4861-2022-21-3-81-89

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ДЕФЕКТА УГЛЕРОДНЫМ НАНОСТРУКТУРНЫМ ИМПЛАНТАТОМ С ИНТРАМЕДУЛЛЯРНЫМ ОСТЕОСИНТЕЗОМ ПОСЛЕ РЕЗЕКЦИИ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ ПО ПОВОДУ ПЕРВИЧНЫХ И МЕТАСТАТИЧЕСКИХ ОПУХОЛЕЙ

И.Р. Сафин^{1,2}, А.Ю. Родионова¹, Д.В. Рукавишников¹, Р.Ш. Хасанов²

ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер Министерства здравоохранения Республики Татарстан», Казань, Россия¹

Россия, 420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, 29. E-mail: safin74@bk.ru¹

Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Казань, Россия²

Россия, 420012, г. Казань ул. Муштары, 11²

Аннотация

Актуальность. Приоритетным в лечении первичных и метастатических злокачественных опухолей костей является комбинированное лечение, включающее хирургический этап, а также лекарственную и лучевую терапию, что позволило улучшить выживаемость. Достаточно важным является вопрос сохранения функции конечности. Хороший функциональный результат после оперативных вмешательств по поводу опухолей длинных трубчатых костей в первую очередь обусловлен реконструктивным этапом. Выбор метода реконструкции обуславливается локализацией опухоли, степенью ее локального распространения, наличием угрозы развития или уже состоявшегося патологического перелома, соматическим статусом пациента. Реконструктивный этап при диафизарной локализации опухолей является достаточно сложной задачей. Для реконструкции диафизарных послеоперационных дефектов используются эндопротезы, аллоимплантаты, аутокость. Для обеспечения стабильности пораженного сегмента конечности используются различные варианты остеосинтеза. Современные научные разработки обеспечивают появление материалов, обладающих характеристиками, близкими к характеристикам человеческой костной ткани, однако не имеющими недостатков, присущих алло- и аутокостным имплантатам. **Цель исследования** – улучшение результатов хирургического лечения опухолей длинных трубчатых костей диафизарной локализации. **Материал и методы.** Предложена технология, основой которой является реконструкция послеоперационного дефекта углеродным наноструктурным имплантатом (УНИ) в комбинации с интрамедуллярным остеосинтезом блокированным штифтом. С использованием предложенного метода оперировано 25 пациентов, из них 9 – с состоявшимся патологическим переломом, у 24 – опухоль представлена метастазами рака. Дооперационно у всех пациентов был выражен болевой синдром и ограничение функции конечности. **Результаты.** Интра- и послеоперационных осложнений не было. Через 1 мес все пациенты отметили значительное уменьшение выраженности болевого синдрома. Функциональные результаты через 3 мес были хорошими. Ни у одного пациента не выявлено локального рецидива, нестабильности оперированного сегмента конечности, а также реакции отторжения углеродного наноструктурного имплантата. **Заключение.** Реконструктивный этап с использованием углеродных наноструктурных имплантатов после

резекций длинных трубчатых костей по поводу метастатического поражения обеспечивает хорошие функциональные результаты и удовлетворительный локальный контроль.

Ключевые слова: метастазы, патологический перелом, остеосинтез, углеродный наноструктурный имплантат, комбинированное лечение, выживаемость.

RECONSTRUCTION OF POSTOPERATIVE DEFECTS USING CARBON NANOSTRUCTURED IMPLANTS WITH INTRAMEDULLARY OSTEOSYNTHESIS AFTER EXTREMITY LONG BONE RESECTION FOR PRIMARY AND METASTATIC TUMORS

I.R. Safin^{1,2}, A.Yu. Rodionova¹, D.V. Rukavishnikov¹, R.Sh. Khasanov²

Republican Clinical Oncology Center of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia¹
29, Sibirsky Trakt St., 420029, Kazan, Russia. E-mail: safin74@bk.ru¹
Kazan State Medical Academy – branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Health of Russia, Kazan, Russia²
11, Mushtari St., 420029, Kazan, Russia²

Abstract

Background. Recent studies have shown that a combination of surgery with chemotherapy and radiotherapy can significantly improve survival in patients with primary and metastatic bone tumors. Reconstruction of bone defects after resection of long bones is critical for successful functional limb salvage. The choice of the reconstruction technique depends on the tumor location, tumor extension, presence of pathological fracture, and somatic status of the patient. Reconstruction of bone defects in cases with diaphyseal tumor location can pose a surgical challenge. For the reconstruction of diaphyseal bone defects, endoprostheses, alloimplants, and autologous bone grafts are used. To achieve stability of the affected segment of the limb, various options for osteosynthesis are used. Modern technological achievements provide the emergence of materials with characteristics close to those of human bone tissue, however, without the disadvantages inherent in allo- and autologous implants. **The purpose of the study** was to improve surgical treatment outcomes in patients with long tubular bone tumors. **Material and Methods.** For the reconstruction of postoperative long bone defects, we used carbon nanostructured implants (CNI) in combination with intramedullary osteosynthesis with a blocked pin. A total of 25 patients underwent surgery (including 9 patients with a pathological fracture), 24 of them had metastases. **Results.** There were no intraoperative and postoperative complications. All patients had a significant decrease in pain 1 month after surgery. At 3 months after surgery, functional outcomes were satisfactory. None of the patients had a local recurrence, instability of the operated limb segment, or a reaction of rejection of a carbon nanostructured implant. **Conclusion.** Reconstruction of postoperative defects with carbon nanostructured implants after resection of long tubular bones for metastatic cancer provides good functional results and satisfactory local control.

Key words: metastases, pathological fracture, osteosynthesis, carbon nanostructured implant, combined treatment, survival.

Введение

Первичные злокачественные опухоли костей составляют 0,001 % от всех впервые выявленных злокачественных новообразований [1]. Метастатическое поражение костей встречается в 35–40 раз чаще первичных опухолей. По частоте метастатического поражения кости занимают 3-е место после печени и легких. У 9–29 % пациентов с метастазами в кости первым проявлением опухолевого процесса является патологический перелом. Наиболее часто поражение скелета метастазами встречается при раке молочной железы, щитовидной железы, предстательной железы, легкого, почки, колоректальном раке. Метастазы в длинные трубчатые кости составляют 13–24 % [2]. Течение метастатического процесса в 5–30 % осложняется патологическим переломом, что

требуют хирургического лечения у 9–12 % больных. Первичные опухоли костей осложняются развитием патологического перелома в 1–10 %. Современные методы диагностики и лечения позволяют выполнять органосохраняющие операции как при первичных, так и при метастатических опухолях костей [3].

Лечение диссеминированных форм рака шагнуло далеко вперед, благодаря появлению новых поколений цитостатиков, таргетных и иммуноонкологических препаратов. В связи с этим значительно увеличилась выживаемость пациентов, что расширяет показания к резекционным операциям с реконструктивным этапом [4]. Поражение диафиза длинных трубчатых костей как при первичных, так и при метастатических опухолях встречается значительно реже, чем поражение эпиметафизов [5].

В эпифизарной зоне могут локализоваться гигантоклеточная опухоль, хондробластома, хондросаркома [6]. Метафизарное расположение характерно для остеосаркомы. Наиболее часто диафиз кости поражается при саркоме Юинга и PNET, а также при метастазах [7, 8].

При литических поражениях кости высок риск патологического перелома. Угроза развития патологического перелома при поражении длинных костей оценивается по шкале Mirel (1989). Развитие патологического перелома при локализации очага в области диафиза в значительной степени ухудшает состояние пациента с выпадением функции пораженной конечности [9]. Несмотря на то, что патологический перелом не является противопоказанием к химиотерапии, нередко больным отказывают в ее проведении в связи с невозможностью пациента самостоятельно передвигаться, поэтому при угрозе патологического перелома приоритетным является вопрос о хирургическом лечении.

Выбор метода операции зависит от гистотипа и степени дифференцировки опухоли, протяженности поражения [10]. При первичных опухолях оперативные вмешательства включают сегментарные резекции кости и ампутации/экзартикуляции. Сегментарные резекции длинных костей при первичных злокачественных опухолях включают обязательный реконструктивный этап в виде эндопротезирования, реконструкции с использованием аллоимплантов или аутокости с дополнением ее остеосинтезом (накостным, интрамедуллярным, чрескостным) [11–15]. При метастазах диафизарной локализации выполняются резекционные и стабилизирующие операции [16]. Стабилизирующие операции (интрамедуллярный остеосинтез заблокированным штифтом, накостный остеосинтез) не предусматривают резекции патологического очага и являются паллиативными вмешательствами, обеспечивающим контроль болевого синдрома и стабильность пораженного сегмента конечности [17] и в дальнейшем требуют дополнительной дистанционной лучевой терапии для обеспечения локального контроля [18, 19]. Однако достаточно часто лучевой терапии бывает недостаточно для достижения данной цели, что приводит к росту метастатического очага и, как следствие, нестабильности металлоконструкции. Резекционные операции включают внутриочаговую резекцию с использованием методов локальной деструкции (криодеструкция, термоабляция) и пластикой костным цементом, сегментарные резекции с пластикой дефекта эндопротезом, аллоимплантатами, костными аутоотрансплантатами [20].

При опухолевом поражении диафиза в ходе реконструкции постоперационного дефекта ставятся следующие задачи: обеспечение стабильности концов резецированной кости и имплантата, профилактика формирования ложного сустава, восстановление длины конечности, реализация возможности ранней реабилитации с максималь-

ным восстановлением функции конечности [21]. Для реконструкции диафизарных послеоперационных дефектов применяются аутоотрансплантаты (васкуляризированные и невааскуляризированные), аллоимплантаты, эндопротезы, имплантаты (титановые и углеродные) в сочетании с погружным остеосинтезом (БИОС), а также компрессионно-дистракционный остеосинтез по Илизарову [22–24]. Учитывая особенности комбинированного лечения опухолей костей, метод Илизарова, предполагающий длительные сроки лечения (3–4 мес), не является удовлетворительным вариантом, поскольку требует отсрочки начала лучевой и/или химиотерапии, что негативно влияет на общую и безрецидивную выживаемость. Невааскуляризованные аутоотрансплантаты и аллоимплантаты также имеют свои недостатки, в частности, отсутствие биоинтеграции, ограниченные возможности реконструкции (замещение непротяженных дефектов), функциональный и косметический дефект в донорской области [25, 26]. Применение аллотрансплантатов ограничивается отсутствием банков донорской кости в большинстве лечебных учреждений, а также ввиду длительных сроков для консолидации имплантата (длительная иммобилизация и задержка проведения химиолучевой терапии) [27]. Диафизарные эндопротезы изготавливаются из титанового сплава или полиоксиметилена, чаще индивидуального дизайна [28, 29]. При оперативном лечении опухолей с поражением диафиза эндопротезирование или сочетание углеродного имплантата с остеосинтезом являются наиболее предпочтительными вариантами, т.к. обеспечивают раннюю активизацию и своевременное начало лучевой и/или химиотерапии (3–4 нед после операции).

Цель исследования – улучшение результатов хирургического лечения опухолей длинных трубчатых костей диафизарной локализации.

Материал и методы

Для решения данных задач нами была предложена технология, основанная на реконструкции постоперационного дефекта углеродным наноструктурным имплантатом (УНИ) в комбинации с интрамедуллярным остеосинтезом заблокированным штифтом. Имплантаты представляют собой прочный пористый композит из углеродных волокон, связанных наноструктурной углеродной матрицей, который по своим свойствам близок к свойствам человеческой кости [30]. Данный материал, являющийся инновационным изобретением, запатентован в 2002 г., а в 2008 г. получил регистрационное удостоверение. С 2008 г. начали выполняться оперативные вмешательства с реконструкцией послеоперационных дефектов углеродными наноструктурными имплантатами. С этого времени совершенствуются линейка продукции, технологии изготовления материала, а в 2015 г. был построен завод по производству УНИ. Углеродные наноструктурные имплантаты используют-



Рис. 1. Углеродный наноструктурный имплант
Fig. 1. Carbon nanostructured implant

ся для реконструкции дефектов при оперативных вмешательствах на длинных костях, позвонках [31]. Имплантаты имеют плотность, близкую к костной ткани человека, биоинертны, обладают свойством остеоиндукции, рентгенонегативны, а также могут являться депо для лекарственных препаратов (рис. 1). При опухолях костей УНИ используются для замещения пострезекционных дефектов и формирования спейсеров при двухэтапном эндопротезировании [32, 33]. Нами предложен метод реконструкции диафизарных послеоперационных дефектов с использованием углеродных наноструктурных имплантатов в сочетании со стабилизирующей системой. Этапы операции по поводу злокачественного новообразования с поражением диафиза включают резекцию пораженного участка кости в пределах здоровых тканей; установку интрамедуллярного заблокированного штифта с углеродным имплантатом, замещающим постоперационный дефект; блокировку штифта винтами, обеспечивающую плотный контакт имплантата с костью и стабильность конструкции. В последующем это обеспечивает формирование костно-углеродного блока.

Всего прооперировано 25 пациентов (таблица). Морфологические варианты опухолей представлены метастазами рака молочной железы (n=11), рака почки (n=9), меланомы (n=1), эпителиоидной гемангиоэндотелиомой (n=1), гигантоклеточной опухолью (n=1), деструкцией костной ткани на фоне гиперпаратиреоза, вызванного аденомой паращитовидной железы (n=2). У 9 пациентов был состоявшийся патологический перелом. До операции все пациенты получали анальгетики (от нестероидных противовоспалительных средств до морфина), индекс боли по ВАШ составлял от 5 до 8 баллов. Во всех случаях ранний послеоперационный период протекал без осложнений.

Данный вариант реконструкции позволяет начать реабилитационные мероприятия через 1–2 нед (через 2 нед – при резекции бедренной кости) после вмешательства с максимальным восстановлением функции оперированной конечности, а также обеспечить продолжение лекарственной терапии

через 2–3 нед после операции. После хирургического лечения (результат анализировался через 3 мес после операции) большинство пациентов (n=22) ограничиваются приемом ненаркотических анальгетиков до 2 раз в нед, 3 больных получают трамадол перорально до 4 раз в нед. В среднем функциональные результаты (по MSTs) через 3 мес после операции составили для верхней конечности 80 %, для нижней конечности – 70 %. Локальное прогрессирование не выявлено ни в одном случае. Системная диссеминация отмечена у 8 пациентов, что потребовало смены схемы лекарственного лечения.

Клинический случай

Пациентка З., 1946 г.р. В январе 2017 г. выполнено иссечение пигментной опухоли кожи поясничной области справа в условиях поликлиники по месту жительства с использованием аппарата «Сургитрон». При пересмотре гистологических препаратов в РКОД верифицирована меланома кожи pT_xN0M0 (установить уровень инвазии невозможно). Выполнено широкое реиссечение послеоперационного рубца, затем больная находилась под диспансерным наблюдением. В августе 2019 г. стала отмечать боли в области левого плеча, не связанные с физической нагрузкой, травмой. В сентябре 2019 г., при плановой позитронно-эмиссионной томографии выявлено очаговое поражение левой плечевой кости. По данным рентгенографии имелся очаг в средней трети диафиза литического характера с деструкцией кортикального слоя (патологический перелом без смещения) (рис. 2). При остеосцинтиграфии



Рис. 2. Рентгенограмма до операции
Fig. 2. X-ray before surgery

Таблица/Table

Характеристика больных с реконструкцией послеоперационных дефектов углеродным наноструктурным имплантатом

Patients with reconstruction of postoperative defects with a carbon nanostructured implant

Пациент/ Patient	Морфологический вариант/ Morphological type	Локализация патологиче- ского очага/ Tumor loca- tion	ВАШ до операции/ VAS before surgery	ВАШ после операции/ VAS after surgery	Функциональ- ный результат до операции по шкале MSTs/ Functional result before surgery (MSTs)	Функциональ- ный резуль- тат после операции по шкале MSTs/ Functional result after sur- gery (MSTs)	Выживаемость/ Survival rate
Ж., 78 лет/ W., 78 years	Меланома/ Melanoma	Плечевая кость/ Humerus	8	3	40 %	67 %	12 мес, прогрессирование (висцеральные метастазы)/ 12 months, progression (visceral metastases)
Ж., 61 год/ W., 61 years	Рак молочной же- лезы/ Breast cancer	Бедренная кость/ Femur	7	2	40 %	83 %	26 мес, без прогресси- рования/ 26 months, without progression
Ж., 70 лет/ W., 70 years	Рак молочной же- лезы/ Breast cancer	Бедренная кость/ Femur	8	4	40 %	83 %	24 мес, жива, без прогрес- сирования/ 24 months, alive, without progression
М., 51 год/ M., 51 years	Гигантоклеточная опухоль/ Giant cell tumor	Лучевая кость/ Radius bone	8	4	53 %	70 %	24 мес, жив, без прогрес- сирования/ 24 months, alive, without progression
М., 72 года/ M., 72 years	Рак почки/ Kidney cancer	Бедренная кость/ Femur	8	3	40 %	83 %	7 мес, жив, без прогресси- рования/ 7 months, alive, without progression
Ж., 80 лет/ W., 80 years	Рак почки/ Kidney cancer	Бедренная кость/ Femur	7	3	40 %	83 %	4 мес, жива, без прогресси- рования/ 4 months, alive, without progression
Ж., 80 лет/ W., 80 years	Рак молочной желе- зы/ Breast cancer	Плечевая кость/ Humerus	8	3	40 %	83 %	3 мес, жива, без прогресси- рования/ 3 months, alive, without progression
М., 77 лет/ M., 77 years	Рак почки/ Kidney cancer	Бедренная кость/ Femur	7	3	40 %	83 %	24 мес, жив, без прогрес- сирования/ 24 months, alive, without progression
Ж., 59 лет/ W., 59 years	Рак молочной же- лезы/ Breast cancer	Бедренная кость/ Femur	8	2	40 %	83 %	14 мес, жива, без прогрес- сирования/ 14 months, alive, without progression
Ж., 72 года/ W., 72 years	Эпителиоидная ге- мангиоэндотелиома/ Epithelioid hemangiioendothelioma	Бедренная кость/ Femur	7	2	73 %	83 %	24 мес, без прогресси- рования/ 24 months, alive, without progression
М., 56 лет/ M., 56 years	Гиперпаратиреоз/ Hyperparathyroidism	Бедренная кость/ Femur	7	2	73 %	83 %	16 мес, жив, без прогрес- сирования/ 16 months, alive, without progression
М., 62 года/ M., 62 years	Гиперпаратиреоз/ Hyperparathyroidism	Бедренна я кость/ Femur	7	3	40 %	83 %	20 мес, жив, без прогрес- сирования/ 20 months, alive, without progression
Ж., 67 лет/ W., 67 years	Рак молочной желе- зы/ Breast cancer	Плечевая кость/ Humerus	6	2	73 %	83 %	14 мес, жива, прогресси- рование (скелет)/ 14 months, alive, progression (skeleton)

Окончание таблицы/End of Table

Ж., 46 лет/ W., 46 years	Рак почки/ Kidney cancer	Плечевая кость/ Humerus	7	2	40 %	73 %	8 мес, жива, прогресси- рование (висцеральные метастазы)/ 8 months, alive, progression (visceral metastases)
М., 66 лет/ M., 66 years	Рак почки/ Kidney cancer	Бедренная кость/ Femur	6	3	40 %	83 %	10 мес, жив, прогрессиро- вание (скелет)/ 10 months, alive, progression (skeleton)
Ж., 73 года/ W., 73 years	Рак молочной желе- зы/ Breast cancer	Бедренная кость/ Femur	6	2	40 %	83 %	13 мес, жива, прогресси- рование (висцеральные метастазы)/ 13 months, alive, progres- sion (visceral metastases)
Ж., 79 лет/ W., 79 years	Рак молочной желе- зы/ Breast cancer	Плечевая кость/ Humerus	8	3	40 %	83 %	5 мес, жива, прогрессиро- вание (скелет)/ 5 months, alive, progression (skeleton)
М., 58 лет/ M., 58 years	Рак почки/ Kidney cancer	Плечевая кость/ Humerus	6	3	73 %	83 %	7 мес, прогрессирование (висцеральные метастазы)/ 7 months, alive, progression (visceral metastases)
Ж. 75 лет/ W., 75 years	Рак почки/ Kidney cancer	Плечевая кость/ Humerus	7	2	73 %	83 %	9 мес, жива, без прогресси- рования/ 9 months, alive, without progression
М., 69 лет/ M., 69 years	Рак почки/ Kidney cancer	Бедренная кость/ Femur	7	3	40 %	67 %	10 мес, жив, прогрессиро- вание (скелет)/ 10 months, alive, progression (skeleton)
Ж., 69 лет/ W., 69 years	Рак молочной желе- зы/ Breast cancer	Бедренная кость/ Femur	7	2	40 %	67 %	8 мес, жива, без прогресси- рования/ 8 months, alive, without progression
Ж., 60 лет/ W., 60 years	Рак молочной желе- зы/ Breast cancer	Плечевая кость/ Humerus	8	2	60 %	83 %	14 мес, жива, без прогрес- сирования/ 14 months, alive, without progression
Ж., 72 года/ W., 72 years	Рак молочной желе- зы/ Breast cancer	Плечевая кость/ Humerus	8	3	60 %	83 %	12 мес, жива, без прогрес- сирования/ 12 months, alive, without progression
М, 70 лет/ M., 70 years	Рак почки/ Kidney cancer	Бедренная кость/ Femur	6	2	60 %	83 %	9 мес, жив, без прогресси- рования/ 9 months, alive, without progression
Ж., 77 лет/ W., 77 years	Рак молочной желе- зы/ Breast cancer	Плечевая кость/ Humerus	8	3	60 %	83 %	11 мес, умерла по при- чинам, не связанным с основным заболеванием / 11 months, died for reasons unrelated to the underlying disease

выявлена гиперфиксация радиофармпрепарата в средней трети левой плечевой кости протяженностью 40 мм. Выполнена открытая биопсия очага плечевой кости. При гистологическом исследовании: метастаз меланомы в плечевую кость. Учитывая выраженный болевой синдром, отсутствие висцеральных метастазов, солитарный характер метастатического поражения скелета, удовлетворительный соматический статус, решено выполнить резекцию плечевой кости с реконструктивным этапом. На операции в декабре 2019 г. выполнен послойный разрез в области средней трети

левого плеча по задне-латеральной поверхности с обеспечением доступа к плечевой кости. В области средней трети диафиза имелась опухоль, диаметром 4,3 см, с деструкцией кортикального слоя и мягкотканым компонентом. Острым путем выполнена мобилизация плечевой кости с опухолью и резекция на протяжении 7 см (рис. 3, 4). Для замещения послеоперационного дефекта использован углеродный наноструктурный имплантат, длиной 7 см. Интрамедуллярный штифт установлен в костномозговой канал, проведен через канал имплантата и фиксирован блокирующими винтами:

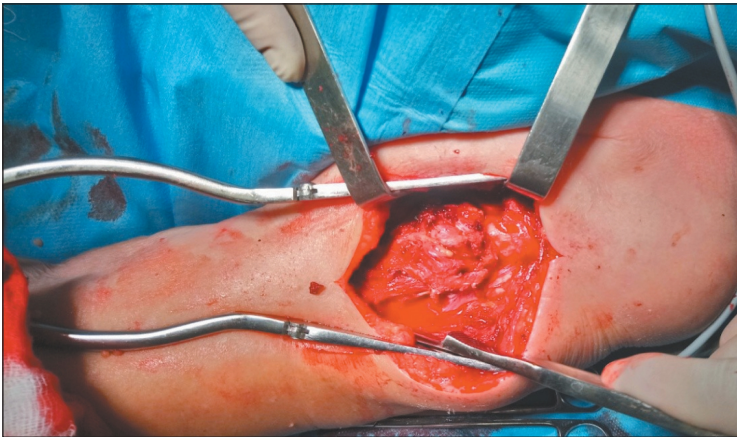


Рис. 3. Пострезекционный дефект
Fig. 3. Post-resection defect

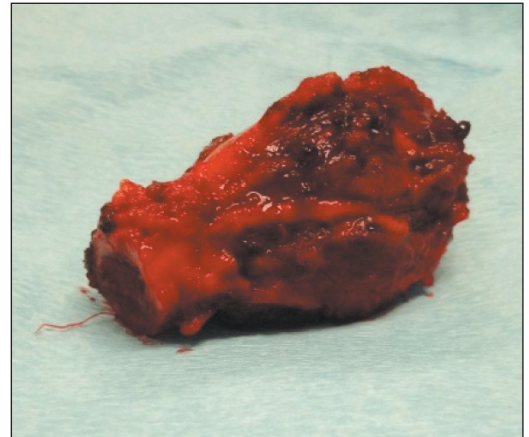


Рис. 4. Удаленный препарат
Fig. 4. Surgical resection specimen



Рис. 5. Реконструктивный этап
Fig. 5. Reconstruction of postoperative defect

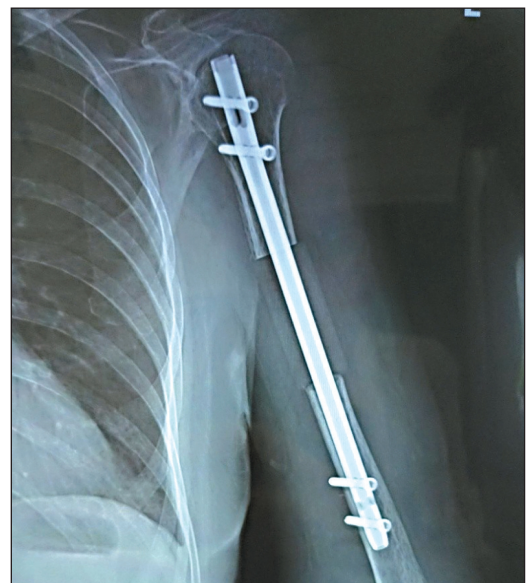


Рис. 6. Рентгенограмма после операции
Fig. 6. X-ray after surgery

2 – в области проксимального эпиметафиза, 2 – в нижней трети диафиза плечевой кости (рис. 5). Рана послойно ушита с оставлением дренажа. Послеоперационное течение гладкое, дренаж удален на 3-и сут. С 7-х сут начаты реабилитационные мероприятия. В раннем послеоперационном периоде пациентка отмечала умеренный болевой синдром, купируемый введением НПВС. К моменту выписки (10-е сут) движения в плечевом суставе незначительно ограничены за счет сохраняющегося незначительного болевого синдрома, в локтевом суставе движения в полном объеме. В последующем назначена иммунотерапия, отмечена стабилизация заболевания. Период наблюдения – 8 мес. Функциональный результат хороший (MSTS – 80 %). Рентгенологически система стабильна (рис. 6).

Заключение

Выполнение резекционных операций с реконструктивным этапом при метастазах диафизарной

локализации показано в случае солитарных метастазов рака молочной железы, почки, толстой и прямой кишки, меланомы кожи, при хорошем онкологическом прогнозе заболевания и удовлетворительном соматическом статусе пациента, а также при первичных злокачественных опухолях костей в качестве метода выбора на этапе оперативного лечения. Оперативное вмешательство обеспечивает удовлетворительный локальный контроль заболевания, а также хорошие функциональные результаты. Углеродные наноструктурные имплантаты позволяют реконструировать костные дефекты различной протяженности, также с возможностью использования металлоконструкций и различных способов закрытия дефектов мягких тканей. Имплантаты не вызывают реакции отторжения. При обеспечении плотного контакта имплантата с костью в последующем происходит формирование костно-углеродного блока, способствующего стабильности имплантата. Наличие в организме пациента углеродного наноструктурного имплан-

тата не является противопоказанием для любого системного противоопухолевого лечения, а также

не препятствует проведению лучевой терапии при прогрессировании заболевания.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Coleman R.E. Skeletal complications of malignancy. *Cancer*. 1997; 80(8): 1588–94. doi: 10.1002/(sici)1097-0142(19971015)80:8<1588::aid-cnrcr9>3.3.co;2-z. PMID: 9362426.
2. Ebeid W., Amin S., Abdelmegid A., Refaat Y., Ghoneimy A. Reconstruction of distal tibial defects following resection of malignant tumours by pedicled vascularised fibular grafts. *Acta Orthop Belg*. 2007; 73(3): 354–9.
3. Eneking W.F., Dunham W., Gebhardt M.C., Malawar M., Pritchard D.J. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res*. 1993; (286): 241–6.
4. Gebert C., Harges J., Hoffmann C., Winkelmann W., Gosheger G. Options for surgical treatment of malignant bone tumors. *Chirurg*. 2002; 73(12): 1162–9. doi: 10.1007/s00104-002-0565-7.
5. Gokaraju K., Sri-Ram K., Donaldson J., Parratt M.T., Blunn G.W., Cannon S.R., Briggs T.W. Use of a distal radius endoprosthesis following resection of a bone tumour: a case report. *Sarcoma*. 2009. doi: 10.1155/2009/938295.
6. Gutowski C.J., Basu-Mallick A., Abraham J.A. Management of bone sarcoma. *Surg Clin North Am*. 2016; 96(5): 1077–1106. doi: 10.1016/j.suc.2016.06.002.
7. Hatano H., Morita T., Kobayashi H., Otsuka H. A ceramic prosthesis for the treatment of tumours of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br*. 2006; 88(12): 1656–8. doi: 10.1302/0301-620X.88B12.17989.
8. Kabukcuoglu Y., Grimer R.J., Tillman R.M., Carter S.R. Endoprosthetic replacement for primary malignant tumors of the proximal femur. *Clin Orthop*. 1999; 358: 8–14.
9. Marcove R.C., Lewis M.M., Rosen G., Huvos A.G. Total femur replacement. *Compr Ther*. 1977 Feb; 3(2):13–19.
10. Maruthainar N., Zambakidis C., Harper G., Calder D., Cannon S., Briggs T. Functional outcome following excision of tumors of the distal radius and reconstruction by autologous non-vascularized osteoarticular fibula grafting. *J Hand Surg*. 2002; 27(2): 171–4. doi: 10.1054/jhsb.2001.0707.
11. McGrath A., Sewell M.D., Hanna S.A., Pollock R.C., Skinner J.A., Cannon S.R., Briggs T.W.R. Custom endoprosthetic reconstruction for malignant bone disease in the humeral diaphysis. *Acta Orthop Belg*. 2011; 77(2): 171–9.
12. Niu X.H., Hao L., Zhang Q., Ding Y. Massive allograft replacement in management of bone tumors. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2007; 45(10): 677–80.
13. Sewell M.D., Hanna S.A., McGrath A., Aston W.J.S., Blunn G.W., Pollock R.C., Skinner J.A., Cannon S.R., Briggs T.W.R. Intercalary diaphyseal endoprosthetic reconstruction for malignant tibial bone tumors. *J Bone Joint Surg Br*. 2011; 93(8): 1111–7. doi: 10.1302/0301-620X.93B8.25750.
14. Sewell M.D., Spiegelberg B.G.I., Hanna S.A., Aston W.J.S., Meswania J.M., Blunn G.W., Henry C., Cannon S.R., Briggs T.W.R. Non-invasive extendible endoprostheses for limb reconstruction in skeletally-mature patients. *J Bone Joint Surg Br*. 2009; 91(10): 1360–5. doi: 10.1302/0301-620X.91B10.22144.
15. Shalaby S., Shalaby H., Bassiony A. Limb salvage for osteosarcoma of the distal tibia with resection arthrodesis, autogenous fibular graft and Ilizarov external fixator. *J Bone Joint Surg Br*. 2006; 88(12): 1642–6. doi: 10.1302/0301-620X.88B12.17879.
16. Shekheris A.S., Hanna S.A., Sewell M.D., Spiegelberg B.G.I., Aston W.J.S., Blunn G.W., Cannon S.R., Briggs T.W.R. Endoprosthetic reconstruction of the distal tibia and ankle joint after resection of primary bone tumors. *J Bone Joint Surg Br*. 2009; 91(10): 1378–82. doi: 10.1302/0301-620X.91B10.22643.
17. Алиев М.Д. Становление и современное состояние отечественной онкологической ортопедии. *Вопросы онкологии*. 2005; 3: 283–7. [Aliyev M.D. Formation and current state of domestic oncological orthopedics. *Problems in Oncology*. 2005; 3: 283–7. (in Russian)].
18. Алиев М.Д., Соколовский В.А., Дмитриева Н.В., Синюкова Г.Т., Сычева Л.Ю., Амирасланов А.А., Мистакопуло Н.Ф. Осложнения при эндопротезировании больных с опухолями костей. *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН*. 2003; 14(2): 35–39. [Aliyev M.D., Sokolovsky V.A., Dmitrieva N.V., Sinyukova G.T., Sycheva L.Yu., Amiraslanov A.A., Mistakopulo N.F. Complications during endoprosthetics in patients with bone tumors. *Bulletin of the N.N. Blokhin Russian Academy of Medical Sciences*. 2003; 14 (2): 35–39. (in Russian)].
19. Алиев М.Д., Тепляков В.В., Каллистов В.Е., Валмев А.К., Трапезников Н.Н. Современные подходы к хирургическому лечению метастазов злокачественных опухолей в кости. *Практическая онкология*. 2001; 1(5): 39–43. [Aliyev M.D., Teplyakov V.V., Callistov V.E., Valmiev A.K., Trapeznikov N.N. Modern approaches to the surgical treatment of bone metastases of malignant tumors. *Practical Oncology*. 2001; 1(5): 39–43. (in Russian)].
20. Вагнер Е.А., Денисов А.С., Скрыбин В.Л. Углеродный материал нового поколения в эндопротезировании костей и суставов. *Пермь*, 1993. 64 с. [Wagner E.A., Denisov A.S., Skryabin V.L. New generation carbon material in endoprosthetics of bones and joints. Perm, 1993. 64 p. (in Russian)].
21. Залуцкий И.В. Реконструктивная и пластическая хирургия в клинической онкологии. Минск, 2007, 252 с. [Zalutsky I.V. Reconstructive and plastic surgery in clinical oncology. Minsk, 2007, 252 p. (in Russian)].
22. Зацепин С.Т. Сохраняющие операции при опухолях костей. М., 1984. С. 82–144, 154–203, 206–215. [Zatsepin S.T. Preservation operations for bone tumors. Moscow, 1984. P. 82–144, 154–203, 206–215. (in Russian)].
23. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2019 году. М., 2020. 236 с. [Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. The state of cancer care for the population of Russia in 2019. Moscow, 2020. 236 p. (in Russian)].
24. Литвинов С.Д. Наноразмерный композитный материал «ЛитАр» – универсальный имплантат. Самара, 2008. 250 с. [Litvinov S.D. Nano-sized composite material «LitAR» is a universal implant. Samara, 2008. 250 p. (in Russian)].
25. Махсон А.Н., Шуцак М.Ю. Принципы хирургических вмешательств адекватной терапии больных с опухолями бедренной кости. Настоящее и будущее костной патологии. М., 1997: 61–62. [Makhson A.N., Shchupak M.Yu. Principles of surgical interventions for adequate therapy of patients with femoral tumors. Present and future of bone pathology. Moscow, 1997: 61–62. (in Russian)].
26. Скрыбин В.Л., Денисов А.С. Использование углеродных наноструктурных имплантатов для замещения пострезекционных дефектов при опухолевых и кистозных поражениях костей. Клинические рекомендации. Пермь, 2014. 17 с. [Skryabin V.L., Denisov A.S. The use of carbon nanostructured implants to replace post-resection defects in tumor and cystic bone lesions. Clinical guidelines. Perm, 2014: 17 p. (in Russian)].
27. Соловьев Ю.Н. Новые нозологические формы в классификации опухолей костей. *Архив патологии*. 1998; 60(4): 57–61. [Soloviev Yu.N. New nosological forms in the classification of bone tumors. *Archive of Pathology*. 1998; 60 (4): 57–61. (in Russian)].
28. Столяров В.И., Колосов А.Е., Кастельянос Х.Э. Сберегательные операции и прогноз при саркомах мягких тканей и костей. Ленинград, 1991. 160 с. [Stolyarov V.I., Kolosov A.E., Castellanos H.E. Savings operations and prognosis for soft tissue and bone sarcomas. Leningrad, 1991. 160 p. (in Russian)].
29. Сушенцов Е.А., Соколовский В.А., Кабардаев Р.М., Дзампаев А.З., Кубиров М.С., Николаев А.П. Эндопротезирование диафизарных дефектов при опухолях костей. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. 2014; 3–4: 20–25. [Sushentsov E.A., Sokolovsky V.A., Kabardaev R.M., Dzampaev A.Z., Kubirov M.S., Nikolaev A.P. Endoprosthetics of diaphyseal defects in bone tumors. *Sarcomas of Bones, Soft Tissues and Skin Tumors*. 2014; 3–4: 20–25. (in Russian)].
30. Тепляков В.В., Карпенко В.Ю., Франк Г.А., Буланов А.А., Державин В.А., Шаталов А.М. Эндопротезирование при опухолевом поражении длинных костей. *Российский онкологический журнал*. 2009; 5: 11–15. [Teplyakov V.V., Karpenko V.Yu., Frank G.A., Bulanov A.A., Derzhavin V.A., Shatalov A.M. Endoprosthetics for tumor lesions of long bones. *Russian Journal of Oncology*. 2009; 5: 11–15. (in Russian)].
31. Тяжелов О.А., Акушина Н.А., Иванов Г.В. Оценка биосовместимости углерод-углеродного композиционного материала в экспериментах. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2006; 4: 47–50. [Tyazhelov O.A., Akushina N.A., Ivanov G.V. Evaluation of the biocompatibility of a carbon-carbon composite material in experiments. *Orthopedics, Traumatology and Prosthetics*. 2006; 4: 47–50. (in Russian)].
32. Чиссов В.И., Алиев М.Д., Семиглазов В.Ф. Сберегательные и органосохраняющие операции при злокачественных опухолях костей и мягких тканей. СПб., 2004. [Chissov V.I., Aliyev M.D., Semiglazov V.F. Savings and organ-preserving surgeries for malignant tumors of bones and soft tissues. St. Petersburg, 2004. (in Russian)].
33. Шугабейкер Х., Малауэр М.М. Хирургия сарком мягких тканей и костей. М., 1996: 84–5. [Shugabaker H., Malauer M.M. Surgery for soft tissue and bone sarcomas. Moscow, 1996: 84–5. (in Russian)].

Поступила/Received 18.08.2021

Одобрена после рецензирования/Revised 04.10.2021

Принята к публикации/Accepted 25.10.2021

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сафин Ильдар Рафаилович, кандидат медицинских наук, врач-онколог, ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер Министерства здравоохранения Республики Татарстан»; доцент, кафедра травматологии и ортопедии, Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (г. Казань, Россия). E-mail: safin74@bk.ru. Researcher ID (WOS): E-6654-2019. ORCID: 0000-0001-7728-4863.

Родионова Анна Юрьевна, врач-онколог, ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер Министерства здравоохранения Республики Татарстан» (г. Казань, Россия). SPIN-код: 8480-7860.

Рукавишников Денис Владимирович, врач-онколог, ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер Министерства здравоохранения Республики Татарстан» (г. Казань, Россия). Researcher ID (WOS): C-7074-2019. ORCID: 0000-0002-0564-3270.

Хасанов Рустем Шамильевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой онкологии, радиологии и паллиативной медицины, ректор, Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (г. Казань, Россия). SPIN-код: 9198-5989.

ВКЛАД АВТОРОВ

Сафин Ильдар Рафаилович: сбор и обработка материала, составление черновика статьи.

Родионова Анна Юрьевна: сбор и обработка материала, анализ научной работы.

Рукавишников Денис Владимирович: сбор и обработка материала, анализ научной работы.

Хасанов Рустем Шамильевич: разработка концепции научной работы.

Финансирование

Это исследование не потребовало дополнительного финансирования.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ABOUT THE AUTHORS

Ildar R. Safin, MD, PhD, Oncologist, Republican Clinical Oncology Center of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan; Associate Professor of Traumatology and Orthopedics of the Kazan State Medical Academy – branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Health of Russia (Kazan, Russia).

Anna Yu. Rodionova, MD, Oncologist, Republican Clinical Oncology Center of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan (Kazan, Russia).

Denis V. Rukavishnikov, MD, Oncologist, Republican Clinical Oncology Center of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan (Kazan, Russia).

Rustem Sh. Khasanov, MD, Professor, Head of Department of Oncology, Radiology and Palliative Medicine, Rector of Kazan State Medical Academy – branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Health of Russia (Kazan, Russia).

AUTHOR CONTRIBUTION

Ildar R. Safin: data collection and analysis, drafting of the manuscript.

Anna Yu. Rodionova: data collection and analysis, study supervision.

Denis V. Rukavishnikov: data collection and analysis, study supervision.

Rustem Sh. Khasanov: study design and concept.

Funding

This study required no funding

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interest.