



Варианты хирургического лечения онкологических больных с использованием 3D-имплантатов

А.А. Курильчик, В.Е. Иванов, А.Л. Стародубцев, А.Л. Зубарев, М.Д. Алиев

Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России; Россия, 249036 Обнинск, ул. Королева, 4

Контакты: Александр Александрович Курильчик Aleksandrkurilchik@yandex.ru

Введение. Серийное эндопротезирование не имеет готовых решений для таких редких локализаций, как кости предплечья, лопаточная кость и грудина. В последнее десятилетие активно развивается направление 3D-печати индивидуальных имплантатов, преимуществами которого являются точное анатомическое соответствие резецированному сегменту, небольшие сроки изготовления и стоимость конструкции. Аддитивные технологии находят все большее применение в онкоортопедии.

Цель исследования – продемонстрировать достоинства качественно новых биологически и механически совместимых имплантатов, используемых для замещения дефектов костей сложных анатомических локализаций, на примере клинических наблюдений и способствовать введению этих эндопротезов в клиническую практику.

Материалы и методы. Органосохраняющее лечение с использованием индивидуальных имплантатов, изготовленных с применением технологии 3D-печати, проведено 7 пациентам с опухолями костей: 3 – с первичными опухолями кости (саркомами) и 4 – с метастазами. Опухолевое поражение локализовалось в плечевой кости в 2 случаях, в лопаточной кости – в 2, в грудине – в 2, в дистальном сегменте лучевой кости – в 1. Проектирование имплантатов проводили по данным мультиспиральной компьютерной томографии. Для их изготовления использовали технологию прямого лазерного спекания металлов (direct metal laser sintering, DMLS). В качестве материала применяли титановый сплав Ti6Al4V, сертифицированный для изготовления медицинских имплантатов. Срок проектирования и производства имплантата составлял до 3 нед.

Результаты. По данным морфологического исследования у всех пациентов край резекции опухоли был отрицательным. Все 7 больных живы. Интраоперационных осложнений не отмечено. Сроки наблюдения составили от 1 до 8 мес. За время наблюдения прогрессирования основного заболевания не выявлено. Средние показатели функциональных результатов по шкале Musculoskeletal Tumour Society score (MSTS) составили 80 % (от 72 до 94 %).

Заключение. Разработка качественно новых отечественных онкологических имплантатов с применением технологии 3D-печати является одним из приоритетных направлений костной патологии.

Ключевые слова: 3D-печать, опухоли костей, 3D-имплантаты

Для цитирования: Курильчик А.А., Иванов В.Е., Стародубцев А.Л. и др. Варианты хирургического лечения онкологических больных с использованием 3D-имплантатов. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2022;14(3):11–9. DOI: 10.17650/2219-4614-2022-14-3-11-19

TYPES OF SURGERY FOR CANCER TREATMENT USING 3D-PRINTED IMPLANTS

A.A. Kurilchik, V.E. Ivanov, A.L. Starodubtsev, A.L. Zubarev, M.D. Aliev

A.F. Tsyb Medical Radiological Research Center – branch of the National Medical Research Center of Radiology, Ministry of Health of Russia; 4 Koroleva St., Obninsk 249036, Russia

Contacts: Alexander Alexandrovich Kurilchik Aleksandrkurilchik@yandex.ru

Introduction. Routine endoprosthesis production does not have ready solutions for such rare locations as forearm bones, scapula, and breastbone. In the last decade, 3D printing of personalized implants has been actively developing. Its benefits are accurate anatomical compliance with the resected segment, quick manufacturing time, and low cost. Oncoorthopedics finds use of more additional technologies.

Aim. To show through clinical observations the advantages of qualitatively new biologically and mechanically compatible implants used to replace bone defects in anatomically complex locations and to promote the use of such endoprosthesis in clinical practice.

Materials and methods. Organ-saving treatment using personalized implants manufactured using 3D printing technology was performed in 7 patients with bone tumors: 3 with primary bone tumors (sarcomas) and 4 with metastases.

Tumor lesions were localized in the humerus in 2 cases, in the scapula in 2 cases, in the breastbone in 2 cases, and in the distal part of the radius in 1 case. The implants were designed based in the spiral computed tomography data. For implant manufacturing, direct metal laser sintering (DMLS) was used. Titanium alloy Ti6Al4V certified for production of medical implants was used as the material. Design and manufacturing took 3 weeks.

Results. Morphological examination showed negative tumor resection margin in all patients. All 7 patients are alive. No intraoperative complications were reported. Follow up varied between 1 and 8 months. During follow up, disease progression was not observed. Mean functional score per the Musculoskeletal Tumour Society score (MSTS) was 80 % (between 72 and 94 %).

Conclusion. Development of qualitatively new Russian oncological implants using 3D-printing technology is one of the most important areas in bone pathology.

Keywords: 3D printing, bone tumors, 3D printed implants

For citation: Kurilchik A.A., Ivanov V.E., Starodubtsev A.L. et al. Types of surgery for cancer treatment using 3D-printed implants. *Sarkomy kostej, myagkikh tkanej i opukholi kozhi = Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin* 2022;14(3):11–9. (In Russ.). DOI: 10.17650/2219-4614-2022-14-3-11-19

Введение

В настоящее время органосохраняющая хирургия является стандартом терапии большинства больных со злокачественными опухолями костей. На протяжении XX в. взгляды на оперативное лечение данной патологии претерпели значительные изменения. Замещение дефектов костей онкологическими эндопротезами стало возможным во 2-й половине XX в. Достоинством эндопротезирования, в отличие от других методов реконструкции, является одномоментная компенсация имплантатом массивных костных дефектов при сохранении опороспособности и движений в суставе, что обеспечивает хорошее восстановление функции и более высокий уровень качества жизни больного. Поэтому в настоящее время методом выбора замещения обширных дефектов костей служит эндопротезирование [1].

В последние десятилетия достигнуты значительные успехи в разработке методик хирургических вмешательств с применением разнообразных конструкций эндопротезов для онкоортопедии. На сегодняшний день в клинической практике нет универсальной модели имплантата сложных анатомических локализаций или их сегментов, таких как лопатка, ключица, голеностопный, лучезапястный сустав, грудина. Существующие модели часто не обеспечивают необходимые функциональные результаты, даже в случаях фактически излеченного основного заболевания. Однако поиски идеального эндопротеза, отвечающего всем требованиям современной онкоортопедии, продолжаются и в настоящее время, о чем свидетельствует множество публикаций в отечественной и зарубежной литературе [2, 3]. Предметом широкой дискуссии остаются вопросы о преимуществах и недостатках различных материалов для изготовления эндопротезов. В последнее десятилетие активно развивается направление 3D-печати индивидуальных имплантатов из титана [4].

Аддитивные технологии находят все большее применение как в травматологии и ортопедии, так и в онкоортопедии. Прямое лазерное спекание металлов

(direct metal laser sintering, DMLS) – технология аддитивного производства металлических изделий – является одним из способов воспроизведения детали по ее компьютерной модели. Порошковый материал подается в рабочую камеру в количествах, необходимых для нанесения 1 слоя. Специальный валик выравнивает материал и удаляет его излишки из камеры, после чего лазерная головка спекает частицы свежего порошка между собой и с предыдущим слоем согласно контурам, определенным цифровой моделью. После завершения вычерчивания слоя процесс повторяется: валик подает свежий материал и лазер начинает спекать следующий слой. Достоинством этой технологии является очень высокое разрешение печати – в среднем около 20 мк.

К преимуществам применения 3D-имплантатов относятся:

- оптимальное анатомическое соответствие имплантата;
- сокращение сроков реализации персонализированного подхода в лечении пациентов с опухолями костей;
- сокращение времени выполнения вмешательств за счет точного проектирования и использования технологии 3D-печати по антропометрическим данным, с использованием высокоточных шаблонов для выполнения резекций и предоперационного планирования;
- хорошие функционально-эксплуатационные и эстетические результаты.

С развитием аддитивных технологий и внедрением их в медицинскую практику в мировой литературе все чаще встречаются публикации, описывающие опыт внедрения индивидуальных имплантатов с целью реконструкции костных дефектов после удаления образований сложных анатомических локализаций [5].

Одной из актуальных проблем онкоортопедии являются вопросы реконструкции грудной стенки после удаления опухолей. Активно идут поиски решения

проблемы реконструкции дефектов после удаления опухолей, вовлекающих грудину [6, 7]. В настоящее время существует широкий спектр технологий и материалов восстановления каркаса грудной клетки. По мнению многих авторов [8–10], его реконструкцию необходимо выполнять при резекции 3 и более ребер.

В наших клинических наблюдениях мы демонстрируем, что использование современных реконструктивных технологий и материалов в совокупности с тщательным планированием хирургического вмешательства позволяет успешно проводить радикальное хирургическое лечение.

Возможность подбора оптимальных параметров и геометрии имплантата методом компьютерного моделирования способствует более широкому внедрению в современную онкоортопедию реконструктивного этапа после резекций опухолей сложных анатомических локализаций.

Цель исследования – продемонстрировать достоинства качественно новых биологически и механически совместимых имплантатов, используемых для замещения дефектов костей сложных анатомических локализаций, на примере клинических наблюдений и способствовать введению этих эндопротезов в клиническую практику.

Материалы и методы

В отделении комбинированного лечения опухолей костей, мягких тканей и кожи Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России с 2020 г. органосохраняющее лечение с использованием индивидуальных имплантатов, изготовленных с применением технологии 3D-печати, проведено 7 пациентам с опухолями костей: 3 – с первичными опухолями кости (саркомы) и 4 – с метастазами. Опухолевое поражение локализовалось в плечевой кости в 2 случаях, в лопаточной кости – в 2, в грудине – в 2, в дистальном сегменте лучевой кости – в 1. Послеоперационное ведение пациентов осуществлялось в соответствии с клиническими рекомендациями при онкологическом эндопротезировании. Характеристика больных, включенных в исследование, представлена в таблице. Проектирование имплантатов проводили по данным мультиспиральной компьютерной томографии. При их изготовлении использовалась технология DMLS. В качестве материала применяли титановый сплав Ti6Al4V, сертифицированный для изготовления медицинских имплантатов. Срок проектирования и производства имплантата составлял до 3 нед.

Характеристика пациентов, включенных в исследование

Characteristics of the patients included in the study

Пациент Patient	Пол Sex	Возраст, лет Age, years	Локализация опухоли Tumor locations	Диагноз Diagnosis	Срок наблюдения, мес Follow up duration, months
1	М M	27	Лопаточная кость Scapula	Эпителиоидная гемангиоэндотелиома правой лопаточной кости, сT2N0M0G1, стадия IB Epithelioid hemangiioendothelioma of the right scapula, сT2N0M0G1, stage IB	2
2	М M	58	Лопаточная кость Scapula	Хондросаркома правой лопаточной кости, сT3N0M0G1, стадия IB Chondrosarcoma of the right scapula, сT3N0M0G1, stage IB	1
3	Ж F	39	Плечевая кость Humerus	Рак правой молочной железы, pT2N2M0, стадия IIIA Cancer of the right breast, pT2N2M0, stage IIIA	3
4	М M	55	Плечевая кость Humerus	Рак правой почки, T3aN0M1, стадия IV Cancer of the right kidney, T3aN0M1, stage IV	2
5	Ж F	40	Грудина Breastbone	Рак левой молочной железы, pT2N1M0, стадия IIB Cancer of the left breast, pT2N1M0, stage IIB	1
6	М M	54	Грудина Breastbone	Рак щитовидной железы, pT4N0M0, стадия I Thyroid cancer, pT4N0M0, stage I	8
7	М M	37	Лучевая кость Radius	Гигантоклеточная опухоль нижней трети правой лучевой кости (проведено 3 курса лечения деносумабом) Giant cell tumor of the lower third of the right radius (3 courses of denosumab treatment were performed)	2

Примечание. М – мужской; Ж – женский.

Note. M – male; F – female.

На рис. 1–7 представлены пред- и послеоперационные рентгенограммы и мультиспиральные компьютерные

томограммы, этапы проектирования и интраоперационные этапы установки индивидуальных 3D-имплантатов.

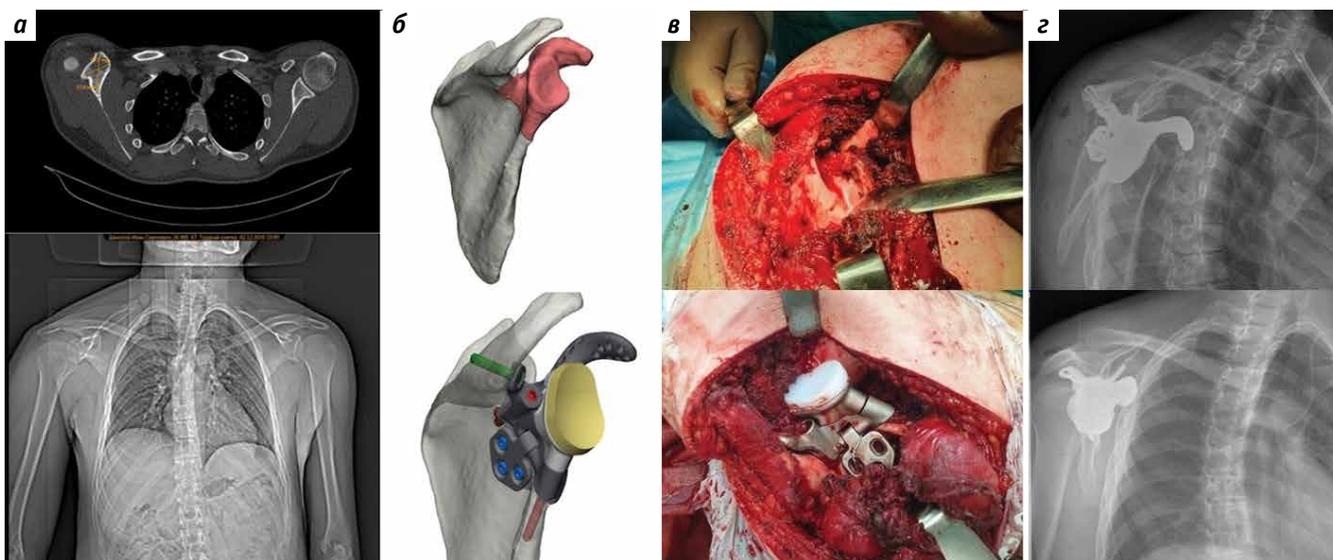


Рис. 1. Пациент Д., диагноз: эпителиоидная гемангиоэндотелиома правой лопаточной кости, cT2N0M0G1, стадия IB. Резекция суставного отростка правой лопатки с удалением опухоли и эндопротезирование (2021): а – мультиспиральная компьютерная томография и рентгенография; б – проектирование имплантата; в – этапы установки эндопротеза; г – рентгенография правой лопаточной кости после установки имплантата

Fig. 1. Male patient D., diagnosis: epithelioid hemangioendothelioma of the right scapula, cT2N0M0G1, stage IB. Resection of the articular process of the right scapula with tumor resection and endoprosthesis (2021): а – spiral computed tomography and X-ray; б – implant design; в – endoprosthesis installation; г – X-ray of the right scapula after implant installation

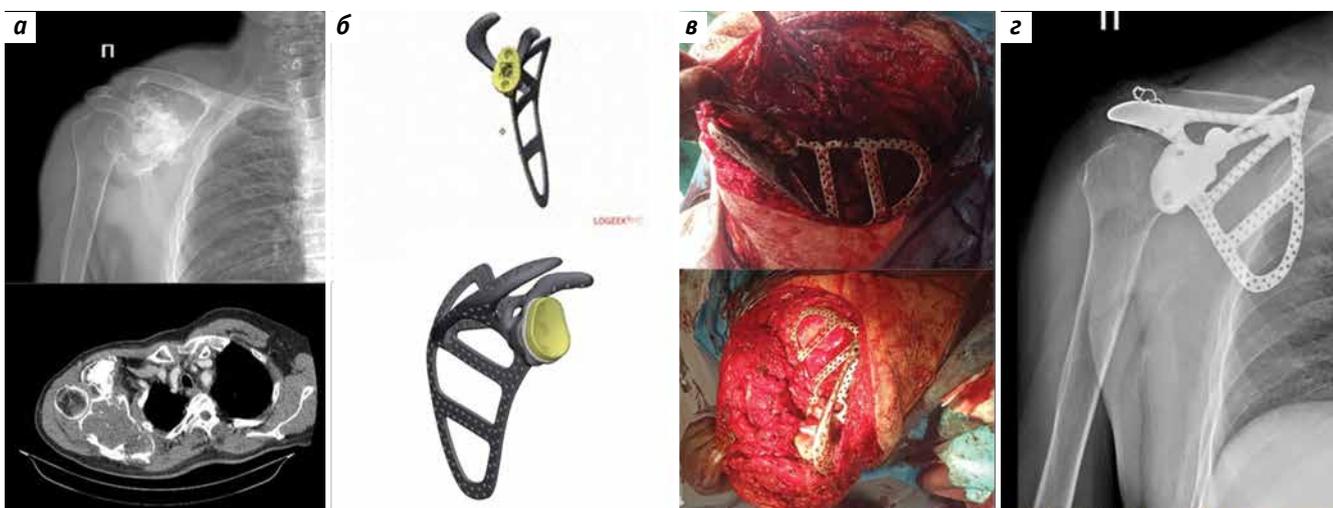


Рис. 2. Пациент С., диагноз: хондросаркома правой лопаточной кости cT3N0M0G1, стадия IB. Хирургическое лечение – экстирпация правой лопаточной кости с опухолью и тотальное эндопротезирование правой лопаточной кости (15.04.2021): а – мультиспиральная компьютерная томография и рентгенография; б – проектирование имплантата; в – этапы установки эндопротеза; г – рентгенография правой лопаточной кости после установки имплантата

Fig. 2. Male patient S., diagnosis: chondrosarcoma of the right scapula cT3N0M0G1, stage IB. Surgical treatment: extirpation of the right scapula with the tumor and total endoprosthesis of the right scapula (15.04.2021): а – spiral computed tomography and X-ray; б – implant design; в – endoprosthesis installation; г – X-ray of the right scapula after implant installation

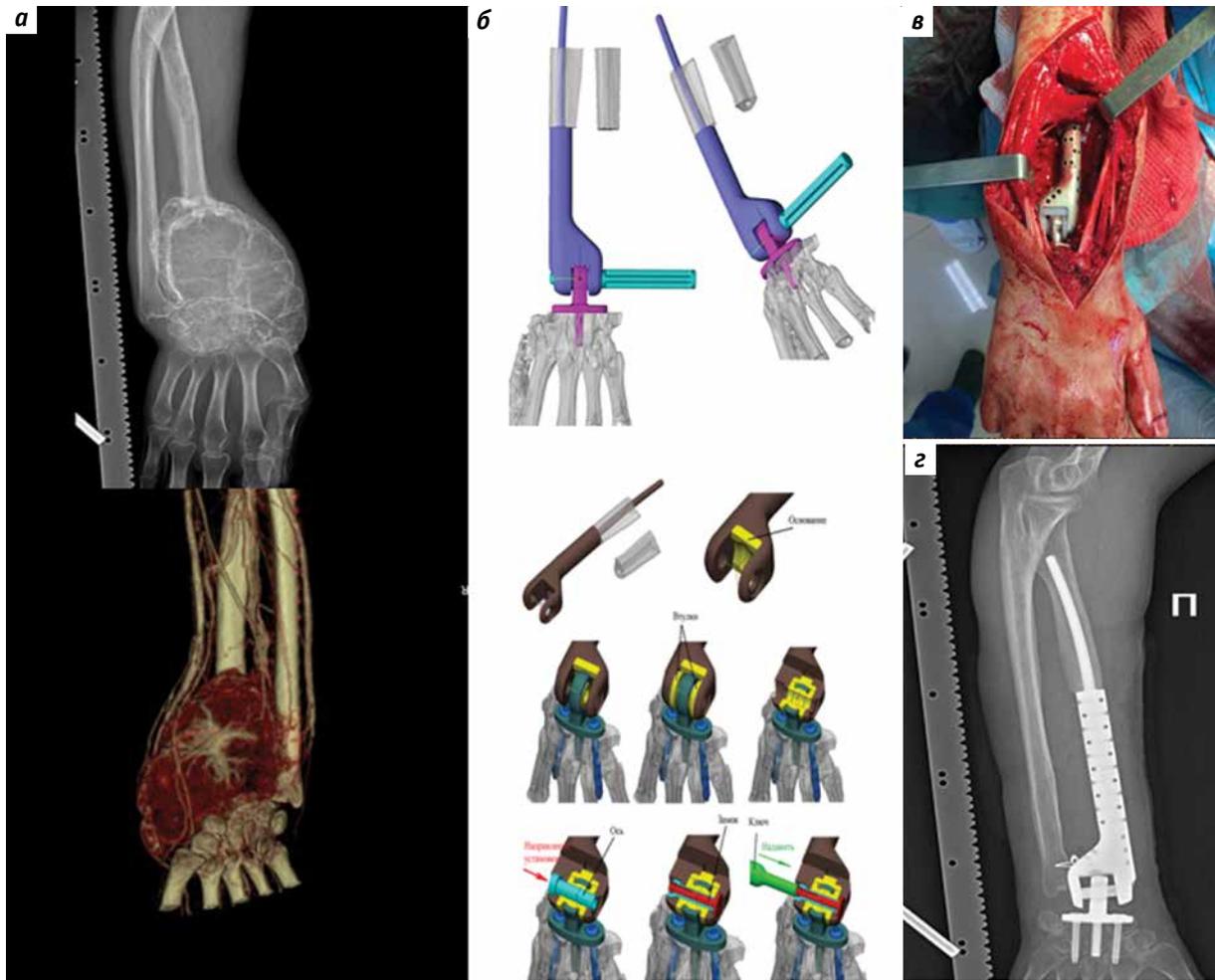


Рис. 3. Пациент З., диагноз: гигантоклеточная опухоль дистального отдела правой лучевой кости. Комбинированное лечение – 3 курса терапии деносуабом, сегментарная резекция дистального сегмента правой лучевой кости и эндопротезирование лучезапястного сустава: а – мультиспиральная компьютерная томография и рентгенография; б – проектирование имплантата; в – этап установки эндопротеза; г – рентгенография лучезапястного сустава после установки имплантата

Fig. 3. Male patient Z., diagnosis: giant-cell tumor of the distal part of the right radius. Combination treatment: 3 courses of denosumab therapy, segmental resection of the distal part of the radius and endoprosthesis of the radiocarpal joint: a – spiral computed tomography and X-ray; б – implant design; в – endoprosthesis installation; г – X-ray of the radiocarpal joint after implant installation

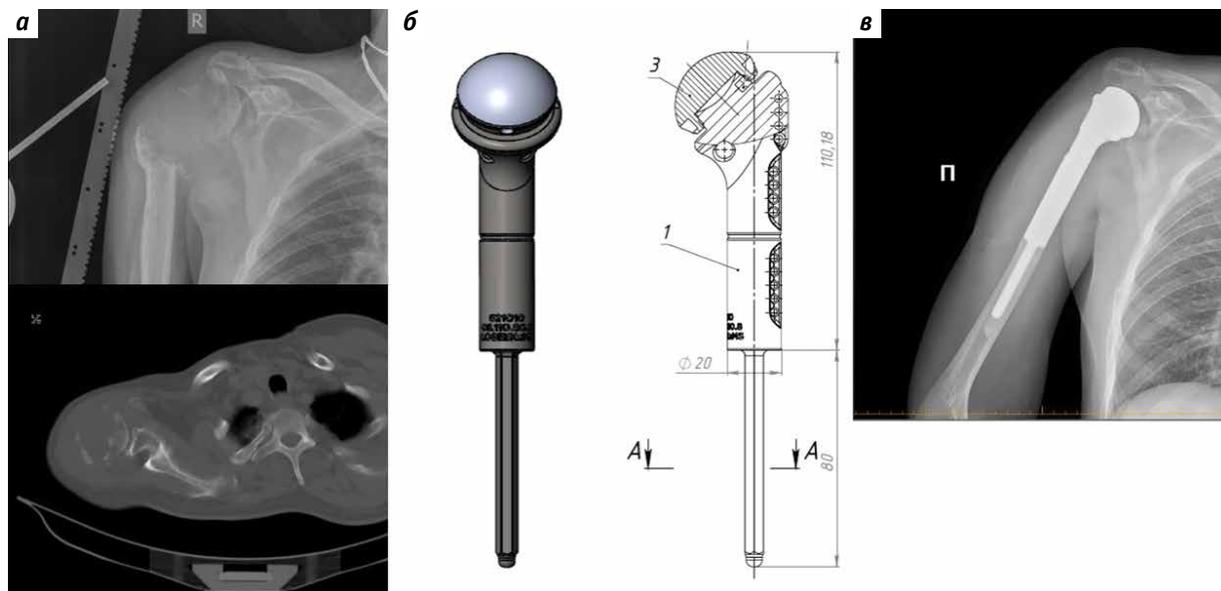


Рис. 4. Пациент Т., диагноз: рак правой почки T3aN0M1, стадия IV, нефрэктомия справа (2020), метастаз в правую плечевую кость, патологический перелом. Хирургическое лечение – сегментарная резекция проксимального отдела правой плечевой кости с эндопротезированием правого плечевого сустава: а – мультиспиральная компьютерная томография и рентгенография; б – проектирование эндопротеза; в – рентгенография правого плечевого сустава после установки имплантата

Fig. 4. Male patient T., diagnosis: cancer of the right kidney T3aN0M1, stage IV, nephrectomy on the right (2020), metastasis into the right humerus, pathological fracture. Surgical treatment: segmental resection of the proximal part of the right humerus with endoprosthesis of the right shoulder joint: a – spiral computed tomography and X-ray; б – implant design; в – X-ray of the right shoulder joint after implant installation

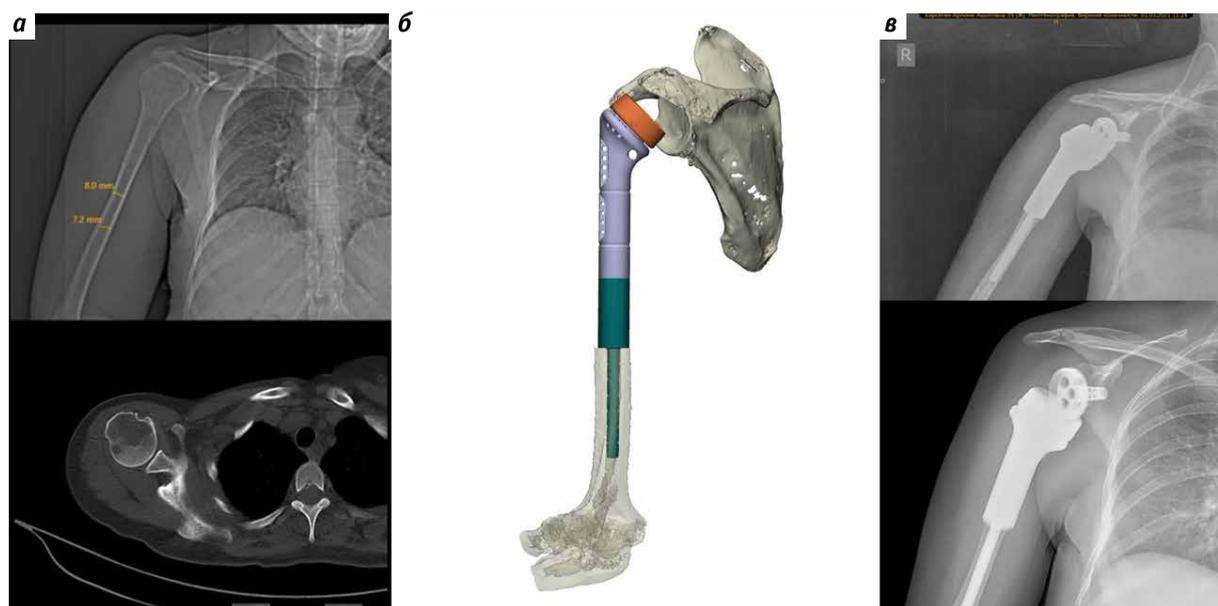


Рис. 5. Пациент Б., диагноз: рак правой молочной железы pT2N2M0, стадия IIIA. Комплексное лечение (2017): радикальная мастэктомия справа + полихимиотерапия (4 курса доксорубина, циклофосфана + 4 курса доцетаксела, 17 курсов трастузумаба + курс послеоперационной дистанционной лучевой терапии); локальный рецидив (2019). Комбинированное лечение в связи с прогрессированием процесса (2021). Метастаз в правую плечевую кость. Хирургическое лечение – сегментарная резекция проксимального отдела правой плечевой кости, эндопротезирование правого плечевого сустава: а – мультиспиральная компьютерная томография и рентгенография; б – проектирование эндопротеза; в – рентгенография правой плечевой кости после установки имплантата

Fig. 5. Female patient B., diagnosis: cancer of the right breast pT2N2M0, stage IIIA. Combination treatment (2017): radical mastectomy on the right + polychemotherapy (4 courses doxorubicin, cyclophosphane + 4 courses docetaxel, 17 courses trastuzumab + postoperative course of external beam radiotherapy); local recurrence (2019). Combination treatment due to progression (2021). Metastasis into the right humerus. Surgical treatment: segmental resection of the proximal part of the right humerus, endoprosthesis of the right shoulder joint: a – spiral computed tomography and X-ray; б – implant design; в – X-ray of the right humerus after implant installation

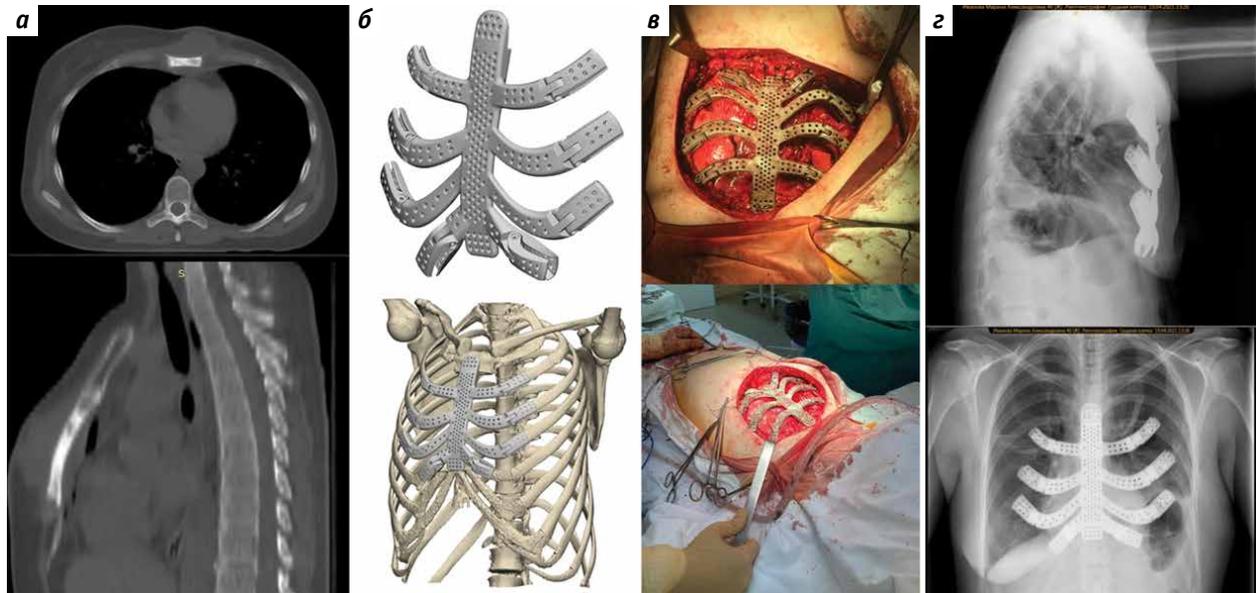


Рис. 6. Пациент И., диагноз: рак левой молочной железы, pT2N1M0, стадия IIB. Комплексное лечение (2015), прогрессирование заболевания (2021), рецидив в мягких тканях передней грудной стенки слева, метастатическое поражение грудины. Комбинированное лечение – 12 курсов полихимиотерапии. Стабилизация процесса (16.04.2021). Резекция грудины с комбинированной пластикой, эндопротезирование грудины: а – мультиспиральная компьютерная томография и рентгенография; б – проектирование эндопротеза; в – этапы операции; г – рентгенография грудины после установки имплантата

Fig. 6. Female patient I., diagnosis: cancer of the right breast, pT2N1M0, stage IIB. Combination treatment (2015), disease progression (2021), recurrence in the soft tissues of the posterior thoracic wall on the left, metastatic lesions in the breastbone. Combination treatment: 12 courses of polychemotherapy. Stable disease (16.04.2021). Breastbone resection with combination plastic surgery, breastbone endoprosthesis: а – spiral computed tomography and X-ray; б – implant design; в – endoprosthesis installation; г – X-ray of the breastbone after implant installation

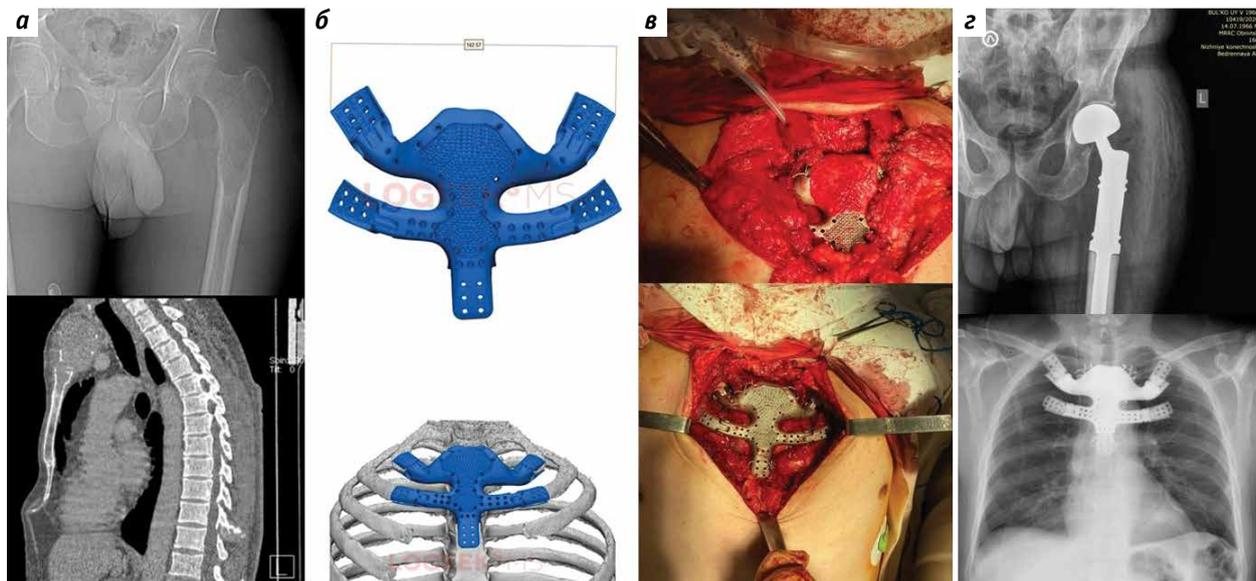


Рис. 7. Пациент Б., диагноз: рак щитовидной железы pT4N0M0. Хирургическое лечение (25.09.2018) – тиреоидэктомия, срединная лимфодиссекция. Прогрессирование заболевания (2020) – метастатическое поражение костей скелета (верхней трети левой бедренной кости, рукоятки грудины). Хирургическое лечение (21.08.2020) – сегментарная резекция проксимального отдела левой бедренной кости, эндопротезирование тазобедренного сустава (11.12.2020), резекция грудины с комбинированной пластикой, эндопротезирование грудины + 1 курс радиоiodтерапии (2021): а – мультиспиральная компьютерная томография и рентгенография; б – проектирование эндопротеза; в – этапы установки имплантата грудины; г – рентгенография грудины и проксимального отдела бедра после установки имплантата

Fig. 7. Male patient B., diagnosis: thyroid cancer pT4N0M0. Surgical treatment (25.09.2018): thyroidectomy, mediastinal lymph node dissection. Disease progression (2020): metastases in the skeleton (upper third of the femur, manubrium). Surgical treatment (21.08.2020): segmental resection of the proximal part of the femur, endoprosthesis of the hip joint (11.12.2020), breastbone resection with combination plastic surgery, breastbone endoprosthesis + 1 course radioiodine therapy (2021): а – spiral computed tomography and X-ray; б – implant design; в – breastbone endoprosthesis installation; г – X-ray of the breastbone and proximal part of the hip after implant installation

Результаты

По результатам планового морфологического исследования у всех пациентов край резекции опухоли определен как отрицательный. Все 7 больных живы. Интраоперационных осложнений зафиксировано не было. В раннем послеоперационном периоде во всех случаях наблюдалось заживление первичным натяжением. Сроки наблюдения составили от 1 до 8 мес (средний срок – 3 мес). За время наблюдения прогрессирования основного заболевания не отмечено. Средний показатель функциональных результатов по шкале

Musculoskeletal Tumour Society score (MSTS) составил 80 % (от 72 до 94 %).

Заключение

Таким образом, остаются открытыми вопросы применения того или иного вида конструкции, метода фиксации и материала эндопротезов. Для решения этих актуальных проблем осуществляется разработка качественно новых отечественных онкологических имплантатов, являющаяся одним из приоритетных направлений в лечении костной патологии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Алиев М.Д., Сушенцов Е.А. Современная онкоортопедия. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2012;4:3–10. Aliyev M.D., Sushentsov E.A. Modern oncoorthopedics. Sarkomy kostej, myagkikh tkanej i opukholi kozhi = Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin 2012;4:3–10. (In Russ.).
- Карпенко В.Ю., Бухаров А.В., Курильчик А.А. и др. Эндопротезирование при опухолевом поражении дистальных отделов конечностей. Онкология. Журнал им. П.А. Герцена 2017;5:31–6. Karpenko V.Yu., Bukharov A.V., Kurilchik A.A. et al. Endoprosthetics in case of tumor lesion of the distal extremities. Onkologiya. Zhurnal im. P.A. Gercena = Oncology. P.A. Herzen Journal 2017;5:31–6. (In Russ.).
- Жеравин А.А., Таранов П.А., Красильников С.Э. и др. Внедрение инновационных аддитивных технологий в медицинскую практику ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2021;1:11–15. DOI: 10.17650/2070-9781-2021-13-1-11-15 Zheravin A.A., Taranov P.A., Krasilnikov S.E. et al. Introduction of innovative additive technologies into the medical practice of FSBI “NMIC im. Academician E.N. Meshalkina” Ministry of Health of Russia. Sarkomy kostej, myagkikh tkanej i opukholi kozhi = Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin 2021;1:11–15. (In Russ.). DOI: 10.17650/2070-9781-2021-13-1-11-15
- Агаев Д.К., Сушенцов Е.А., Софронов Д.И. и др. Применение компьютерного моделирования и 3D-технологий в онкоортопедии. Обзор литературы. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2019;4:5–16. Agaev D.K., Sushentsov E.A., Sofronov D.I. et al. Application of computer modeling and 3D technologies in oncoorthopedics. Literature review. Sarkomy kostej, myagkikh tkanej i opukholi kozhi = Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin 2019;4:5–16. (In Russ.).
- Xiao J.-R., Wen-Ding Huang W.-D., Yang X.-H. et al. En bloc resection of primary malignant bone tumor in the cervical spine based on 3-dimensional printing technology. Orthop Surg 2016;8(2):171–8. DOI: 10.1111/os.12234
- Жеравин А.А., Гюнтер В.Э., Анисеня И.И. и др. Реконструкция грудной стенки с использованием никелида титана у онкологических больных. Сибирский онкологический журнал 2015;3:31–8. Zheravin A.A., Gunter V.E., Anisenya I.I. et al. Reconstruction of the chest wall using titanium nickelide in cancer patients. Sibirskij onkologicheskij zhurnal = Siberian Journal of Oncology 2015;3:31–8. (In Russ.).
- Akiba T., Marushima H., Nogi H. et al. Chest wall reconstruction using Gore-Tex® dual mesh. Ann Thorac Cardiovasc Surg 2012;18(2):166–9. DOI: 10.5761/atcs.cr.11.01718
- Давыдов М.И., Алиев М.Д., Тепляков В.В. и др. Лечение местнораспространенных опухолей грудной стенки. Два случая из практики. Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН 2003;2–1:93–6. Davydov M.I., Aliyev M.D., Teplyakov V.V. et al. Treatment of locally common tumors of the chest wall. Two cases from practice. Vestnik RONC im. N.N. Blokhina RAMN = Bulletin of the N.N. Blokhin Russian Research Center of the Russian Academy of Medical Sciences 2003;2–1:93–6. (In Russ.).
- Тепляков В.В., Карпенко В.Ю., Илюшин А.Л. и др. Хирургическое лечение злокачественных опухолей грудной стенки. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова 2010;9:36–41. Teplyakov V.V., Karpenko V.Yu., Ilyushin A.L. et al. Surgical treatment of malignant tumors of the chest wall. Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova = Surgery. N.I. Pirogov Journal 2010;9:36–41.
- Давыдов М.И., Алиев М.Д., Соболевский В.А. и др. Хирургическое лечение злокачественных опухолей грудной стенки. Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН 2008;19(1):35–40. Davydov M.I., Aliyev M.D., Sobolevsky V.A. et al. Surgical treatment of malignant tumors of the chest wall. Vestnik RONC im. N.N. Blokhina RAMN = Bulletin of the N.N. Blokhin Russian Research Center of the Russian Academy of Medical Sciences 2008;19(1):35–40. (In Russ.).

Вклад авторов

А.А. Курильчик: разработка концепции и дизайна исследования, обзор материала по теме статьи, написание текста статьи;
В.Е. Иванов: разработка идеи, концепции, дизайна исследования, научное редактирование;
А.Л. Стародубцев, А.Л. Зубарев: сбор и обработка материала;
М.Д. Алиев: разработка идеи и концепции исследования, научное редактирование.

Author's contributions

A.A. Kurilchik: development of the concept and design of the study, review of the material on the topic of the article, article writing;
V.E. Ivanov: development of ideas, concepts, research design, scientific editing;
A.L. Starodubtsev, A.L. Zubarev: collection and processing of material;
M.D. Aliyev: development of the idea and concept of research, scientific editing.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.А. Курильчик / A.A. Kurilchik: <https://orcid.org/0000-0003-2615-078X>

В.Е. Иванов / V.E. Ivanov: <https://orcid.org/0003-4312-9368>

А.Л. Стародубцев / A.L. Starodubtsev: <https://orcid.org/0002-8578-3571>

А.Л. Зубарев / A.L. Zubarev: <https://orcid.org/0001-9222-6186>

М.Д. Алиев / M.D. Aliev: <https://orcid.org/0003-2706-4138>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение правил биоэтики и прав пациентов

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России.

Все пациенты подписали информированное согласие на публикацию своих данных.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of A.F. Tsyb Medical Radiological Research Center – branch of the National Medical Research Center of Radiology, Ministry of Health of Russia.

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

Статья поступила: 13.06.2022. **Принята к публикации:** 23.07.2022.

Article submitted: 13.06.2022. **Accepted for publication:** 23.07.2022.