

Успешная реконструкция каркаса грудной стенки сверхэластичными никелид-титановыми 3D-модулями у пациента с многократно местно-рецидивирующей лейомиосаркомой

И.И. Анисеня¹, Е.Б. Топольницкий², Х.И. Хакимов¹, А.В. Богоутдинова¹, П.К. Ситников¹

¹Научно-исследовательский институт онкологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; Россия, 634009 Томск, Кооперативный пер., 5;

²ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; Россия, 634050 Томск, Московский тракт, 2

Контакты: Хуршед Илхомжонович Хакимов khurshed.1319@gmail.com

Введение. При лечении опухолей грудной стенки часто используется хирургический метод, в результате которого неизбежно возникают пострезекционные дефекты. Реконструкция обширных дефектов этой области остается нерешенной задачей для хирургов всего мира.

Цель исследования – представить отдаленные онкологические и функциональные результаты лечения пациента с многократно местно-рецидивирующей лейомиосаркомой после замещения обширного пострезекционного дефекта грудной стенки с использованием сверхэластичных каркасных 3D-модулей из никелида титана. Реконструкция грудной стенки с помощью таких модулей после обширной блок-резекции позволяет не только восстановить каркас в области пострезекционного дефекта, но и сохранить биомеханику дыхания в послеоперационном периоде.

Клиническое наблюдение. В данной работе представлен клинический случай обширной резекции и успешной одномоментной реконструкции каркаса грудной стенки сверхэластичными 3D-модулями из никелида титана у пациента с многократно местно-рецидивирующей лейомиосаркомой.

Результаты. Сверхэластичные модули не ограничивали широту резекции во время операции, обеспечили долгосрочную стабильность положения армирующих элементов искусственного каркаса. При контрольных обследованиях наблюдались отсутствие рецидива опухоли через 12 мес и сохранение работоспособности пациента.

Заключение. Эффективность предложенной реконструкции расширяет возможности лечения пациентов с опухолями грудной стенки.

Ключевые слова: опухоли грудной стенки, торакальная хирургия, каркасная пластика, 3D-имплантаты, сверхэластичные материалы, эндопротез ребра, реконструкция грудной стенки, торакопластика

Для цитирования: Анисеня И.И., Топольницкий Е.Б., Хакимов Х.И. и др. Успешная реконструкция каркаса грудной стенки сверхэластичными никелид-титановыми 3D-модулями у пациента с многократно местно-рецидивирующей лейомиосаркомой. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2022;14(2):44–51. DOI: 10.17650/2782-3687-2022-14-2-44-51.

SUCCESSFUL RECONSTRUCTION OF THE CHEST WALL FRAME WITH SUPERELASTIC NICKEL-TITANIUM 3D MODULES IN A PATIENT WITH MULTIPLE LOCALLY RECURRENT LEIOMYOSARCOMA

I.I. Anisenya¹, E.B. Topolnitskiy², Kh.I. Khakimov¹, A.V. Bogoutdinova¹, P.K. Sitnikov¹

¹Research Institute of Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; 5 Kooperativny Line, Tomsk 634009, Russia;

²Siberian State Medical University, Ministry of Health of Russia; 2 Moskovskiy Tract, Tomsk 634050, Russia

Contacts: Khurshed Ilhomjonovich Khakimov khurshed.1319@gmail.com

Introduction. An additional or the only way to treat tumors of the chest wall is often a surgical method, which inevitably results in a post-resection defect. Reconstruction of extensive chest wall defects remains an unsolved problem for surgeons around the world.

The study objective – to present the long-term oncological and functional results of treatment of a patient with multiple locally recurrent leiomyosarcoma after reconstruction of an extensive post-resection chest wall defect using superelastic 3D frame modules made of titanium nickelide. Reconstruction of the chest wall with 3D modules after extensive block resection showed the possibility of not only restoring the anatomy in the area of the post-resection defect, but also maintaining the biomechanics of breathing in the postoperative period.

Clinical observation. This study presents a clinical case of extensive resection and successful one-stage reconstruction of the chest wall skeleton with 3D superelastic titanium nickelide modules in a patient with recurrent leiomyoma with locally recurrent leiomyosarcoma.

Results. The superelastic modules did not limit the width of the resection during the operation and ensured long-term stability of the position of the reinforcing elements of the artificial framework. Control examinations showed no tumor recurrence after 12 months and maintaining patient performance.

Conclusion. The effectiveness of the proposed reconstruction expands the possibilities of treating patients with tumors of the chest wall.

Key words: chest wall tumors, thoracic surgery, scaffold plasty, 3D implants, superelastic materials, rib endoprosthesis, chest wall reconstruction, thoracoplasty

For citation: Anisenya I.I., Topolnitskiy E.B., Khakimov Kh.I. et al. Successful reconstruction of the chest wall frame with superelastic nickel-titanium 3D modules in a patient with multiple locally recurrent leiomyosarcoma. *Sarkomy kostej, myagkikh tkanej i opukholi kozhi* = Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin 2022;14(2):44–51. (In Russ.). DOI: 10.17650/2782-3687-2022-14-2-44-51.

Введение

Злокачественные опухоли грудной стенки встречаются довольно редко. Превалирующее большинство (до 90 %) новообразований этой локализации составляют метастазы, прорастания различных опухолей соседних органов и значительные постлучевые изменения. На первичные опухоли грудной клетки приходится не более 10 % [1, 2]. Как первичные, так и вторичные опухоли обладают инвазивным ростом, сопровождаются выраженным болевым синдромом, а нередко и кровотечением, что приносит страдания больным и требует комбинированного лечения, основным компонентом которого является хирургическое вмешательство [3].

Для обеспечения радикальности оперативного вмешательства необходимо выполнение широкой блок-резекции, часто с иссечением кожи, мышц и ребер, а иногда и других анатомических структур — грудины, ключицы, лопатки, позвонков [4, 5]. При резекции 3 и более ребер или резекции площадью >50 см² возникает выраженная флотация грудной стенки, что приводит к парадоксальному дыханию. В этом случае формируется фрагмент грудной стенки в виде нестабильного реберного окна, удерживаемого только кожей и мягким тканями, которое западает при вдохе и выбухает при выдохе [6, 7]. Данное состояние грудной клетки является причиной неполного расправления легкого на оперированной стороне. Маятниковобразное движение воздуха в легких приводит к увеличению «мертвого» пространства и появлению гипоксии. Длительная флотация вызывает смещение органов средостения, и в результате этого развивается дыхательная и сердечно-сосудистая недостаточность [3, 8].

Для предотвращения этих патологических состояний необходима реконструкция каркаса грудной стенки с использованием специальных материалов, имитирующих функцию ребер или грудины. Кроме опорной функции для покровных и мягких тканей, функции защиты органов грудной полости такая реконструкция должна также обеспечивать восста-

новление биомеханики дыхания [9, 10]. Вопрос выбора материала и формы армирующего имплантата с заданными медико-техническими характеристиками остается актуальным.

Показано, что избыточная подвижность сетчатых и тканевых имплантатов не устраняет флотацию грудной стенки после обширной резекции костно-хрящевого остова [6]. В то же время жесткая фиксация пластинами, спицами, цементными и композитными изделиями, особенно на большой площади, приводит либо к ригидности грудной клетки и тяжелым рестриктивным нарушениям дыхания, либо к закономерному расшатыванию и нестабильности имплантированных конструкций, их миграции и повреждению прилежащих органов и анатомических структур. Кроме того, недостаточная биосовместимость имплантатов приводит к излишней воспалительной реакции и их отторжению [9–11].

В настоящее время используют различные материалы и способы закрытия дефектов грудной стенки. Для реконструкции жесткого каркаса широко применяют пластины Gore-Tex, костный цемент в сочетании с полипропиленовой сеткой или сосудистыми протезами и армирующими металлическими спицами, титановые конструкции (системы STRATOS, SYNTHES), набирающие популярность 3D-титановые индивидуальные изделия на основе аддитивных технологий, а также никелид-титановые сетки, протезы ребер и их комбинации [3, 7–10, 12–17].

В Научно-исследовательском институте онкологии Томского национального исследовательского медицинского центра Российской академии наук апробировано (патент на изобретение RU 2694213 C1 от 09.07.2019) оригинальное устройство для каркасной реконструкции грудной стенки. В предложенной технологии основным армирующим элементом является сверхэластичный модуль из никелида титана. Он представляет собой плоскую регулярно однонаправленную проволочную структуру из последовательности петле-

образных изгибов, симметрично расположенных относительно оси трансляции. Размеры отдельных модулей, их длину, количество и форму изгиба подбирают индивидуально в зависимости от антропометрии грудной клетки и размера дефекта.

Для создания искусственного каркаса могут использоваться несколько модулей, которые легко фиксируются к краям дефекта грудной стенки и между собой, создавая напряженный сверхэластичный купол. При дыхании происходит деформация системы модулей в пределах физиологических движений грудной стенки — растяжение и выпячивание при вдохе, возвращение в исходное состояние при выдохе во всех направлениях. Объем деформации и упругости изделия заложены изначально в его структуру и форму для максимального соответствия нормальной и тангенциальной деформационной подвижности. При дыхании движение реконструированного участка максимально имитирует естественные экскурсии грудной клетки и создает оптимальные условия для нормального функционирования дыхательной и сердечно-сосудистых систем.

Ниже представлен клинический случай обширной резекции и успешной одномоментной реконструкции каркаса грудной стенки сверхэластичными 3D-модулями из никелида титана у пациента с многократно местнорецидивирующей лейомиосаркомой.

Клиническое наблюдение

Пациент Л., 76 лет, считает себя больным с 2014 г., когда ему был поставлен диагноз «саркома грудной стенки». По этому поводу в онкологическом диспансере по месту жительства ему многократно резецировали мягкие ткани грудной стенки и прилежащие ребра. Согласно медицинской документации рецидивы возникали через несколько месяцев после операции. В 2015 г. на ложе опухоли дополнительно был

проведен стандартный курс лучевой терапии в суммарной очаговой дозе (СОД) 50 Гр. В 2017 г. по поводу очередного рецидива опухоли пациенту провели комбинированное лечение с максимальным использованием консервативных средств. Был уточнен морфологический диагноз: «плеоморфная лейомиосаркома G3» (иммуногистохимическое исследование № 3283-90к/17 от 19.07.2017).

На 1-м этапе комбинированного лечения (с 10.08.2017 по 29.08.2017) проведен курс дистанционной термолучевой терапии: лучевое воздействие обычного фракционирования в СОД 44 Гр на фоне 8 сеансов гипертермии. На 2-м этапе (20.10.2017) выполнено широкое иссечение опухоли грудной стенки. В последующем проведены 6 курсов химиотерапии по схеме MAID (доксорубицин, ифосфамид, дакарбазин).

При контрольном обследовании в декабре 2020 г. вновь диагностирован местный рецидив опухоли. На правой половине грудной клетки отчетливо визуализировались разнонаправленные послеоперационные белесоватые рубцы и бугристое новообразование размерами 12 × 14 см плотной консистенции по периферии, в центре — с флюктуацией, связанное с кожей и окружающими тканями. Пальпаторно опухолевидное образование умеренно болезненно. Правая половина грудной стенки была ригидной и отставала при дыхательных экскурсиях. Наблюдалось поверхностное дыхание (частота 18 уд/мин).

В ходе спиральной компьютерной томографии (СКТ) от 09.12.2020 на передней поверхности правой половины грудной клетки с третьего по седьмое межреберье и по краю ранее резецированных 5-го и 6-го ребер выявлена опухоль с неровными контурами, жировой плотности, размерами 106 × 104 × 58 мм. В пятом межреберье определялся внутригрудной компонент толщиной 5 мм и протяженностью около 32 мм. Отдифференцировать опухолевую ткань от рубцовой на некоторых участках не представлялось возможным (рис. 1).

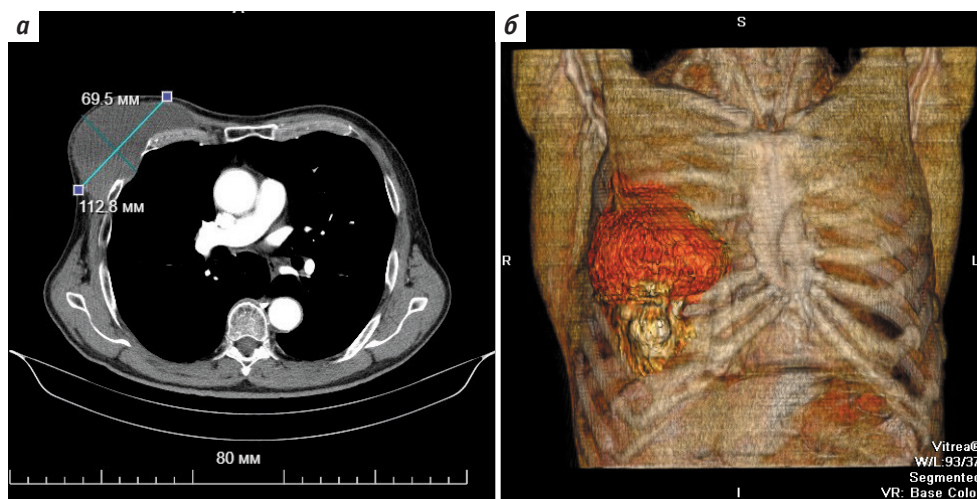


Рис. 1. Спиральная компьютерная томография органов грудной клетки до операции: а — аксиальная проекция; б — 3D-реконструкция
Fig. 1. Spiral computed tomography of the thoracic organs prior to surgery: a — axial projection; б — 3D reconstruction

Выполнена тонкоигольная биопсия опухоли. По данным цитологического исследования № 109 от 20.01.2021 выявлены округлые и веретеновидные полиморфные клетки саркомы. Для оценки функции внешнего дыхания проведена спирометрия, в ходе которой было обнаружено, что показатели близки к нормальным.

Данный клинический случай обсуждался на мультидисциплинарном онкологическом консилиуме. С учетом неоднократных местных рецидивов и обширности местного распространения, а также низкой чувствительности опухоли к химио- и лучевой терапии было решено выполнить широкую резекцию грудной стенки с включением всех скомпрометированных тканей. Принимая во внимание предполагаемый большой объем резекции костно-хрящевых структур грудной клетки и непредсказуемость точных размеров дефекта, предпочтение отдано использованию сверхэластичных 3D-каркасных модулей из никелида титана. Имплантаты были изготовлены в соответствии с данными СКТ.

В положении на спине 18.02.2021 выполнено удаление единым блоком кожного лоскута с послеоперационными рубцами, а также рецидивной опухоли с вовлеченными фрагментами 3–7-го ребер и прилежащими мягкими тканями 2-го и 7-го межреберий от парастеральной до задней подмышечной линий. При внутриплевральной ревизии признаков диссеминации опухоли не выявлено. При цитологическом контроле краев резекции опухолевых клеток не обнаружено. После резекционного этапа операции сформировался сквозной неправильной прямоугольной формы дефект грудной стенки размерами 19 × 14 см (рис. 2, а).

Были подобраны заготовленные модули необходимых длины и формы. Они уложены в пострезекционный дефект с опорой на его края и напуском 1,5–2,0 см. После полного закрытия дефекта грудной стенки модулями

их по периметру фиксировали к мягким тканям и дополнительно между собой лавсановыми лигатурами до создания напряженного эластичного купола (рис. 2, б). Плевральная полость дренирована из отдельного доступа 1 дренажом. Операционная рана ушита послойно. Грудная стенка фиксирована циркулярной эластичной повязкой. Больной экстубирован через 15 мин после окончания операции на фоне адекватного самостоятельного дыхания и переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии, где наблюдался в течение 18 ч.

Удаленный макропрепарат был представлен фрагментом грудной стенки с отрезками 5 ребер, вовлеченными в опухоль, размерами 14 × 19 × 8 см. Мышечная ткань частично замещена опухолью буровато-серого цвета солидно-кистозного строения, по линии резекции признаков опухолевой ткани не выявлено (рис. 2, в).

Гистологическое исследование опухоли выявило выраженный полиморфизм клеток плеоморфного типа с многочисленными многоядерными атипичными клетками. Клетки образовывали немногочисленные короткие пучки, а также солидные структуры, лежащие в умеренном рыхлом матриксе. Отмечались инвазия опухоли в прилежащую мышечную ткань, высокая митотическая активность с атипичными формами митоза. По границе резекции грудной стенки опухоль не обнаружена. Заключение: плеоморфная лейомиосаркома G3 (ICD 8890/3) с учетом данных иммуногистохимического исследования № 3285к/17 (2462–71/16).

В послеоперационном периоде выполняли мультимодальную многокомпонентную аналгезию согласно современным протоколам ускоренной реабилитации после хирургических вмешательств. С 1-х суток проводили активацию пациента, на 2-е сутки он вертикализирован

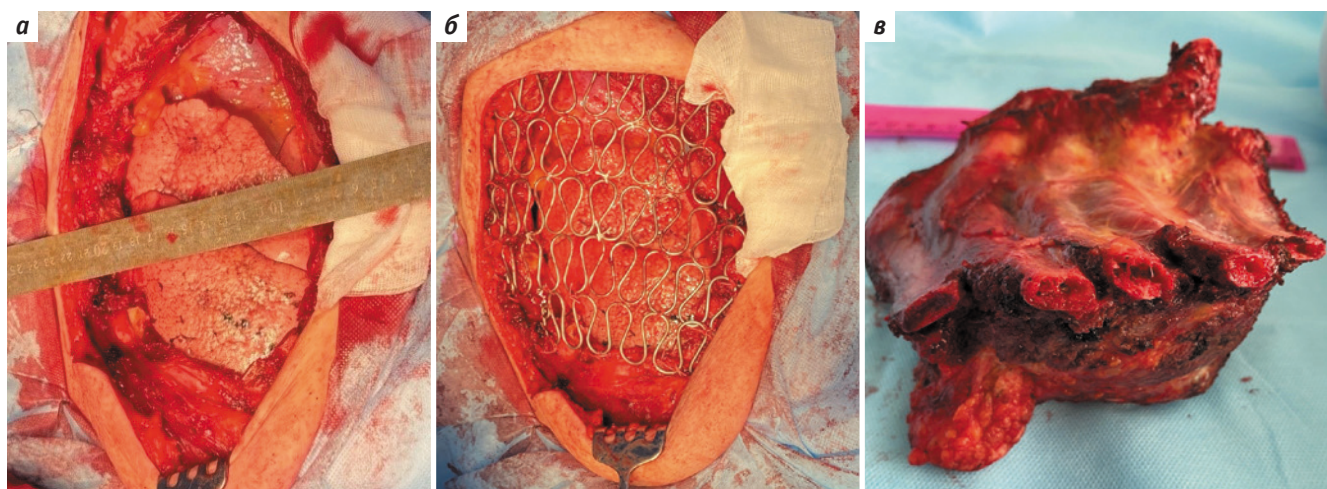


Рис. 2. Этапы операции: а – обширный пострезекционный дефект правой половины грудной стенки; б – каркасная реконструкция грудной стенки системой модулей; в – удаленный полнослойный фрагмент грудной стенки с 5 ребрами

Fig. 2. Stages of the operation: а – large postresection defect of the right half of the thoracic wall; б – carcass reconstruction of the thoracic wall with a system of modules; в – removed full-layer fragment of the thoracic wall with 5 ribs

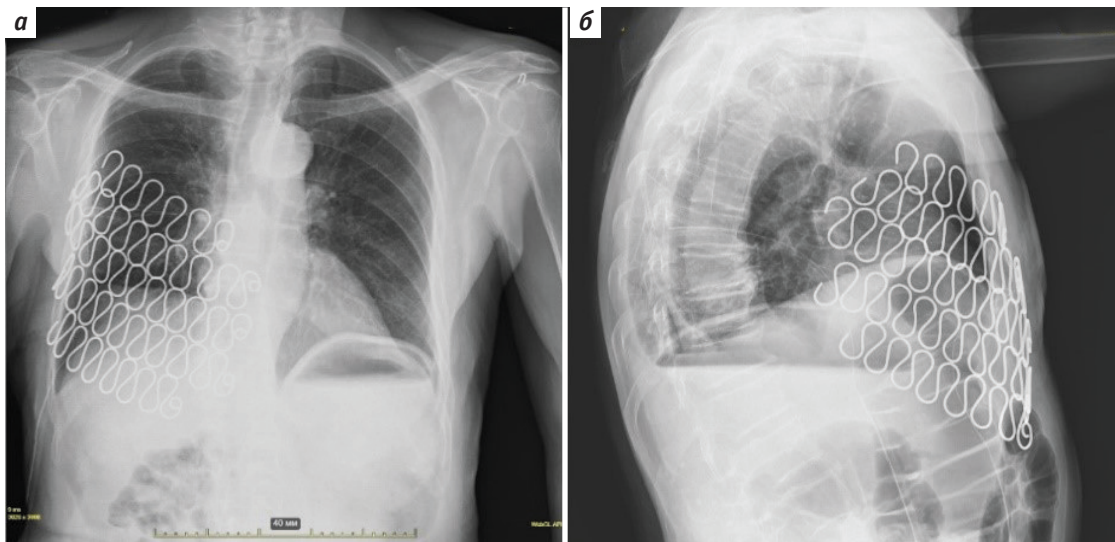


Рис. 3. Рентгенография органов грудной клетки на 2-е сутки после операции: а – прямая проекция; б – боковая проекция
Fig. 3. X-ray of the thoracic organs on day 2 after surgery: а – frontal projection; б – lateral projection

и переведен в профильное отделение. Начаты занятия дыхательной гимнастикой и лечебной физкультурой.

При рентгенологическом контроле на 2-е сутки после операции грудная клетка имела симметричную форму, участвовала в акте дыхания. Легочная ткань воздушна, каркасные модули сохранили исходное положение (рис. 3). Западения тканей в области оперативного вмешательства не наблюдалось.

Послеоперационный период протекал гладко. Операционная рана зажила первичным натяжением. Плевральный дренаж удален на 3-и сутки. Швы сняты на 12-е сутки после хирургического вмешательства. Пациент выписан из стационара.

При контрольных обследованиях установлено, что пациент самостоятельно справляется со всеми бытовыми нагрузками и полностью себя обслуживает. Через 6 мес он приступил к работе и мог выдерживать привычную физическую нагрузку. При СКТ органов грудной клетки через 6 мес после операции отчетливо визуализировались армирующие никелид-титановые модули, которые находились в исходном положении. Нестабильности грудино-реберного каркаса выявлено не было (рис. 4). Спирометрические показатели в динамике — в пределах нормы (рис. 5). К настоящему времени признаков рецидива опухоли нет, коррекция лечения не требуется.

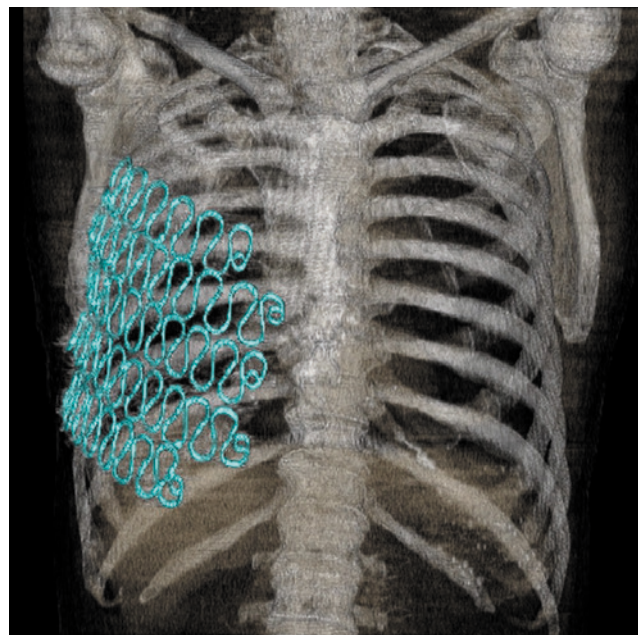


Рис. 4. Спиральная компьютерная томография грудной клетки через 6 мес после операции. 3D-визуализация

Fig. 4. Spiral computed tomography of the thoracic cage 6 months after the operation. 3D visualization

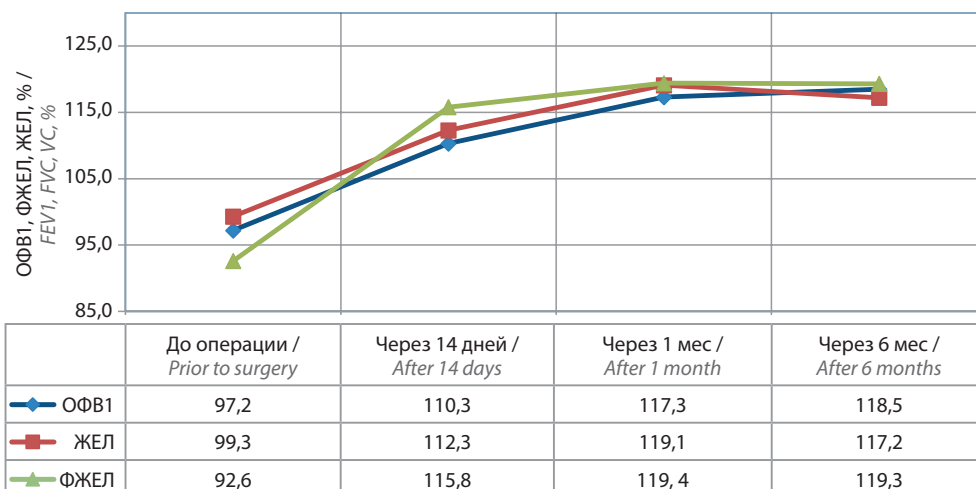


Рис. 5. Спирометрические показатели больного Л., 76 лет, до и после операции. ОФВ1 – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ЖЕЛ – жизненная емкость легких

Рис. 5. Spirometry characteristics of male patient L., 76 years, before and after surgery. FEV1 – forced expiratory volume in 1 second; FVC – forced vital capacity; VC – vital capacity

Заклучение

Лейомиосаркома является высокоагрессивной опухолью и характеризуется неблагоприятным прогнозом, обусловленным низкой чувствительностью к химиотерапии и высоким потенциалом гематогенного метастазирования. Радикальное удаление данного новообразования считают основным методом лечения, что позволяет надеяться на выздоровление и длительный безрецидивный период. Важнейшим фактором, определяющим прогноз заболевания, является возможность выполнения радикальной (R0) резекции [4, 6].

Выбор способа реконструкции грудной стенки после обширных блок-резекций представляет сложную задачу, связанную с проблемой не только восстановления каркаса в области пострезекционного дефекта, но и сохранения биомеханики дыхания в послеоперационном

периоде. В литературе представлен опыт имплантации различных конструкций. Все они имеют недостатки. Как правило, это изделия, предназначенные изначально для иных целей и локализаций. Мы представили опыт хирургического лечения саркомы с обширным поражением грудной стенки с использованием системы специализированных сверхэластичных модулей из никелида титана. Конструкция обеспечивает устранение дефекта и сохранение биомеханики дыхания за счет полноценного восстановления каркаса грудной клетки.

Полученные онкологические и функциональные результаты свидетельствуют об эффективности предложенного метода в данной клинической ситуации и расширяют возможности лечения пациентов с опухолями грудной стенки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2020 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2021. 239 с. [The state of oncological care for the population of Russia in 2020. Ed. by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, A.O. Shakhzadova. Moscow: MNIIOI im. P.A. Herzen – branch of the Federal State Budgetary Institution “NMITS Radiology” of the Ministry of Health of Russia, 2021, 239 p. (In Russ.)].
2. Marulli G., Duranti L., Cardillo G. et al. Primary chest wall chondrosarcomas: results of surgical resection and analysis of prognostic factors. Eur J Cardiothor Surg 2014;45(6):e194–201. DOI: 10.1093/ejcts/ezu095.
3. Вишневикий А.А., Рудаков С.С., Миланов Н.О. Хирургия грудной стенки: М.: Видар, 2005. 312 с. [Vishnevskii A.A., Rudakov S.S., Milanov N.O. Khirurgiya grudnoi stenki. Moscow: Vidar, 2005. 312 p. (In Russ.)].
4. Gamboa A.C., Gronchi A., Cardona K. Soft-tissue sarcoma in adults: an update on the current state of histiotype-specific management in an era of personalized medicine. CA Cancer J Clin 2020;70(3):200–29. DOI: 10.3322/caac.21605.
5. Агаев Д.К., Сушенцов Е.А., Софронов Д.И. и др. Применение компьютерного моделирования и 3D-технологий в онкоортопедии. Саркомы костей, мягких тканей и опухолей кожи 2019;11(4):5–17. [Agayev D.K., Sushentsov E.A., Sofronov D.I. et al. Application of computer modeling and 3D technologies in oncoorthopedics. Sarkomy kostey, myagkikh tkanej i opukholi kozhi = Bone and soft tissue sarcomas,

- tumors of the skin 2019;11(4):5–17. (In Russ.)).
6. Wang L., Yan X., Zhao J. et al. Expert consensus on resection of chest wall tumors and chest wall reconstruction. *Transl Lung Cancer Res* 2021;10(11):4057–83. DOI: 10.21037/tlcr-21-935.
 7. Топольницкий Е.Б., Михед Р.А., Марченко Е.С. и др. Замещение обширного дефекта грудной стенки в сочетании с устранением послеоперационной вентральной грыжи после комбинированного лечения рака молочной железы, осложненного остеомиелитом грудины и ребер. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова* 2021;180(2):78–82. [Topolnitskiy E.B., Mikhed R.A., Marchenko E.S. et al. Replacement of an extensive chest wall defect in combination with the elimination of postoperative ventral hernia after combined treatment of breast cancer complicated by osteomyelitis of the sternum and ribs. *Vestnik hirurgii imeni I.I. Grekova* = *Grekov's Bulletin of Surgery* 2021;180(2):78–82. (In Russ.)]. DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-2-78-82.
 8. 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., Gyunter V.E., Anisenya I.I. et al. Reconstruction of the chest wall using titanium nickelid for cancer patients. *Sibirskij onkologicheskij zhurnal* = *Siberian Journal of Oncology* 2015;3:31–8. (In Russ.)].
 9. Топольницкий Е.Б., Шефер Н.А., Марченко Е.С. и др. Резекция грудной стенки при новообразованиях с реконструкцией никелид-титановыми имплантатами. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена* 2021;10(2):22–8. [Topolnitskiy E.B., Shefer N.A., Marchenko E.S. et al. Chest wall resection for neoplasms with reconstruction using titanium-nickelide implants. *Onkologiya. Zhurnal im. P.A. Gercena* = *Oncology. P.A. Herzen Magazine* 2021;10(2):22–8. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/onkolog20211002122.
 10. Topolnitskiy E., Chekalkin T., Marchenko E. et al. Evaluation of clinical performance of TiNi-based implants used in chest wall repair after resection for malignant tumors. *J Funct Biomater* 2021;12(4):60. DOI: 10.3390/jfb12040060.
 11. Anisenya I.I. Improving the reliability of the chest frame in plastics of chest wall defects during tumor resection. *AIP Conference Proceedings* 2020;2310(1). DOI: 10.1063/5.0035278. Available at: <https://aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0035278>.
 12. Aragon J., Perez Mendez I. Dynamic 3D printed titanium copy prosthesis: a novel design for large chest wall resection and reconstruction. *J Thorac Dis* 2016;8:E385–9. DOI: 10.21037/jtd.2016.03.94.
 13. Межешский Э.П., Соболевский В.А. Торакоабдоминальные грыжи после резекции грудной стенки, методы профилактики. *Саркомы костей, мягких тканей и опухолей кожи* 2019;4:25–31. [Mezhetsky E.P., Sobolevsky V.A. Thoracoabdominal hernias after chest wall resection, prevention methods. *Sarkomy kostej, myagkikh tkanej i opukholi kozhi* = *Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin* 2019;11(4):25–30. (In Russ.)].
 14. Сальков А.Г., Валиев А.К., Харатишвили Т.К. и др. Первый опыт успешной тотальной экстирпации грудины с замещением дефекта индивидуальным 3D-имплантом и синтетической пластиной. *Клинический случай. Саркомы костей, мягких тканей и опухолей кожи* 2020;12(1):62–7. [Salkov A.G., Valiev A.K., Kharatishvili T.K. et al. First experience of successful total extirpation of sternum with replacement of the defect by an individual 3D-implant and synthetic plate. *clinical case. Sarkomy kostej, myagkikh tkanej i opukholi kozhi* = *Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin* 2020;12(1):62–7. (In Russ.)].
 15. Wen X., Gao S., Feng J. et al. Chest-wall reconstruction with a customized titanium-alloy prosthesis fabricated by 3D printing and rapid prototyping. *J Cardiothorac Surg* 2018;13(1):4. DOI: 10.1186/s13019-017-0692-3.
 16. Ma X.-L., Wang D.-B. Custom-made prosthesis reconstruction after radical for chondrosarcoma of manubrium. *Orthopaedic Surgery* 2018;10(3):272–5. DOI: 10.1111/os.12388.
 17. Bagheri R., Haghi S.Z., Kalantari M.R. et al. Primary malignant chest wall tumors: analysis of 40 patients. *J Cardiothorac Surg* 2014;9:106. DOI: 10.1186/1749-8090-9-106.

Вклад авторов

И.И. Анисеня: проведение операции, разработка концепции и дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;

Е.Б. Топольницкий: написание текста статьи, научное редактирование;

Х.И. Хакимов: участие в операции, разработка концепции и дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;

А.В. Богоутдинова: участие в операции, сбор и обработка материала, получение данных для анализа, анализ полученных данных;

П.К. Ситников: участие в операции, обработка материала.

Authors' contributions

I.I. Anisenya: performing the operation, developing the concept and design of the study, obtaining data for analysis, analyzing the data obtained, reviewing publications on the topic of the article, article writing;

E.B. Topolnitskiy: analysis of the data obtained, article writing, scientific editing;

Kh.I. Khakimov: participation in operations, developing the concept and design of the study, obtaining data for analysis, analyzing the data obtained, review of publications on the topic of the article, article writing;

A.V. Bogoutdinova: participation in operations, collection and processing of material, obtaining data for analysis, analysis of the data obtained;

P.C. Sitnikov: participation in operations, material processing.

ORCID авторов / ORCID of authors

И.И. Анисеня / I.I. Anisenya: <https://orcid.org/0000-0003-3882-4665>

Е.Б. Топольницкий / E.B. Topolnitskiy: <https://orcid.org/0000-0002-5674-0177>

Х.И. Хакимов / Kh.I. Khakimov: <https://orcid.org/0000-0002-8676-2932>

А.В. Богоутдинова / A.V. Bogoutdinova: <https://orcid.org/0000-0001-6309-2000>

П.К. Ситников / P.C. Sitnikov: <https://orcid.org/0000-0003-0674-2067>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов. Пациент подписал информированное согласие на публикацию своих данных.
Compliance with patient rights. The patient gave written informed consent to the publication of his data.

Статья поступила: 30.03.2022. **Принята к публикации:** 27.04.2022.
Article submitted: 30.03.2022. **Accepted for publication:** 27.04.2022.