

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109447>

Эндопротезирование рукоятки грудины при хондросаркоме G₁: клинический случай

А.А. Снетков¹, Д.В. Хаспеков², А.И. Снетков¹, Г.Н. Мачак¹¹ НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;² Детская городская клиническая больница св. Владимира, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Злокачественные новообразования с поражением грудной клетки встречаются достаточно редко и составляют от 0,5 до 3,1% общего числа больных с опухолями костей всех локализаций. В связи с этим имеется достаточно мало публикаций, описывающих тактику хирургического лечения и методов протезирования сформированного дефекта.

Описание клинического случая. В статье представлен случай хирургического лечения пациента в возрасте 18 лет с хондросаркомой G₁ рукоятки грудины с успешным проведением её индивидуального протезирования.

Заключение. Использование современных 3D-технологий позволяет по результатам КТ-моделирования осуществлять не только планирование объёма необходимой резекции костной ткани, но и изготавливать высокотехнологичные протезы при помощи 3D-печати для замещения дефекта с планированием достаточной опороспособности и функции.

Ключевые слова: хондросаркома; протез грудины; опухоль грудной клетки; 3D-печать.

Как цитировать:

Снетков А.А., Хаспеков Д.В., Снетков А.И., Мачак Г.Н. Эндопротезирование рукоятки грудины при хондросаркоме G₁: клинический случай // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 2. С. 151–159. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109447>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109447>

Endoprosthesis replacement of the sternum handle in G₁ chondrosarcoma: clinical case

Alexandr A. Snetkov¹, Dmitriy V. Khaspekov², Andrei I. Snetkov¹, Gennadiy N. Machak¹

¹ Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia;

² Children's State Hospital of St. Vladimir, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Malignant neoplasms with lesions of the chest are quite rare in the sternum and range from 0.5 to 3.1% of the total number of patients with bone tumors of all localizations. In this connection, there are few publications describing the tactics of surgical treatment and methods of prosthetics of the formed defect. The present article describes a clinical case of successful application of an individual prosthesis of the manubrium of the sternum in G₁ chondrosarcoma.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: to present a clinical observation of the surgical treatment of an 18-year-old patient with G₁ chondrosarcoma of the manubrium of the sternum, with individual prosthetics.

CONCLUSION: The use of modern 3D technologies based on the results of CT modeling allows, not only to plan the volume of necessary bone resection, but also to manufacture high-tech prostheses by using 3D printing to replace the defect with planning sufficient support capacity and function.

Keywords: chondrosarcoma; sternum prosthesis; chest tumor; 3D printing.

To cite this article:

Snetkov AA, Khaspekov DV, Snetkov AI, Machak GN. Endoprosthesis replacement of the sternum handle in G₁ chondrosarcoma: clinical case. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(2):151–159. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109447>

Received: 22.07.2022

Accepted: 12.09.2022

Published: 29.11.2022

ОБОСНОВАНИЕ

Злокачественное поражение плоских костей грудной клетки всегда ставило перед хирургами ряд трудноразрешимых задач. В то время как по онкологическим критериям выбрать объём резекции позволяют современные методы лучевой диагностики, выбор тактики замещения дефекта всегда вызывал необходимость подводить известные методики под поставленную задачу. Затруднение во многом создавала необходимость учитывать высокую подвижность и эластичность грудной клетки в сочетании с потребностью в большом числе фиксирующих площадок для имплантата для создания наиболее полноценной и физиологичной опоры для грудной клетки. Применение недостаточного числа точек опоры нередко приводило к развитию нестабильности импланта.

Первично злокачественные опухоли грудной стенки встречаются относительно редко. Поражение грудины, по данным различных авторов, составляет от 0,5 до 3,1% общего числа больных опухолями костей всех локализаций. Наиболее часто опухоли костей передней грудной стенки представлены: хондросаркомой (27%), остеосаркомой (22%), фибросаркомой (22%) и др. До 30% опухолей грудины являются метастазами рака из разных органов [1–3].

Случаи манифестации злокачественного процесса первичным поражением грудины у детей представляют огромную редкость, как и методики, описанные для хирургического лечения данного заболевания, что и послужило поводом к описанию нашего наблюдения и представлению разработанного и использованного импланта.

Радикальное хирургическое вмешательство со строгим соблюдением требований онкохирургии продолжает оставаться наиболее значимым при лечении большинства сарком грудной клетки. Опухоли, локализующиеся в костях передней грудной стенки (грудина, ключица, ребра), могут вовлекать в процесс органы средостения, паренхиму лёгких, магистральные сосуды и нервные сплетения. Именно поэтому радикальное удаление опухоли необходимо проводить в учреждениях, где имеется возможность взаимодействия хирургов торакального, сосудистого, травматолого-ортопедического и онкологического профиля [4–9].

При предоперационном планировании вмешательств при опухолях грудины немаловажным является выбор способа закрытия пострезекционного дефекта. При нарушении целостности грудины в области тела грудины на 1-е место выходит восстановление каркасности грудной клетки, создание эффективной опоры для рёбер и, по возможности, сохранение объёма движений при дыхании. При поражении рукоятки грудины также нарушается целостность грудино-ключичного сочленения, что важно для сохранении объёма функции плечевого пояса. В современных источниках литературы описаны различные попытки по замещению дефектов

грудной клетки, при которых применяли как реконструкцию собственными тканями, так и синтетические импланты, как правило, в форме пластин (наиболее часто изготовленных из никелида титана). Помимо прочего, рассматривали и использование аддитивных технологий в решении данного вопроса, однако в представленных решениях не предусматривалась функция плечевого пояса [3, 10–13].

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

О пациенте

Пациент Г., 18 лет, поступил в отделение детской костной патологии и подростковой ортопедии НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова (Москва) с крупным опухолевым новообразованием, доступным для пальпации в области рукоятки грудины. Из анамнеза известно, что рост образования отмечали на протяжении 1 года, при этом закрытая биопсия, проведённая по месту жительства, оказалась неинформативной, в связи с чем пациент был направлен в профильное учреждение.

Диагностика

Проведена открытая биопсия патологического очага. По данным гистологического заключения поставлен диагноз: «Хондросаркома G₁ рукоятки грудины». При обследовании по итогам компьютерной (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) обнаружено объёмное образование в проекции рукоятки грудины с элементами литической деструкции костных структур (рис. 1, 2).

Лечение

Учитывая локализацию поражения и необходимость тотального удаления рукоятки грудины, необходимый объём резекции существенно снижает каркасность грудной клетки и опороспособность грудино-ключичного сочленения, вторично влияющего на функцию плечевого пояса. Предложенные различными авторами решения этой проблемы в настоящий момент представлены применением стандартных пластин, фиксирующих грудную клетку, или узким использованием аддитивных технологий. В предложенных имплантах замещение опухолевого дефекта выходило на 2-й план в связи со злокачественным новообразованием. Для решения этой клинической задачи по данным DICOM-архива (Digital Imaging and Communications in Medicine — медицинский отраслевой стандарт создания, хранения, передачи и визуализации цифровых медицинских изображений и документов обследованных пациентов) КТ-исследования пациента выполнена реконструкция костной анатомии грудной клетки с опухолью. По итогам создания 3D-модели проведена реконструкция объёма резекции рукоятки грудины для предоперационного планирования импланта (рис. 3).

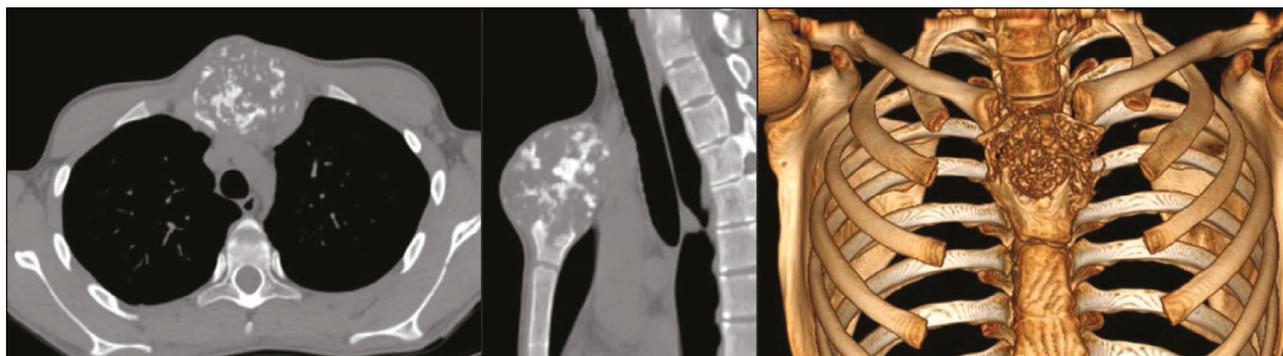


Рис. 1. Компьютерная томограмма рукоятки грудины пациента Г.

Fig. 1. Computed tomography of the manubrium sterni of patient G.

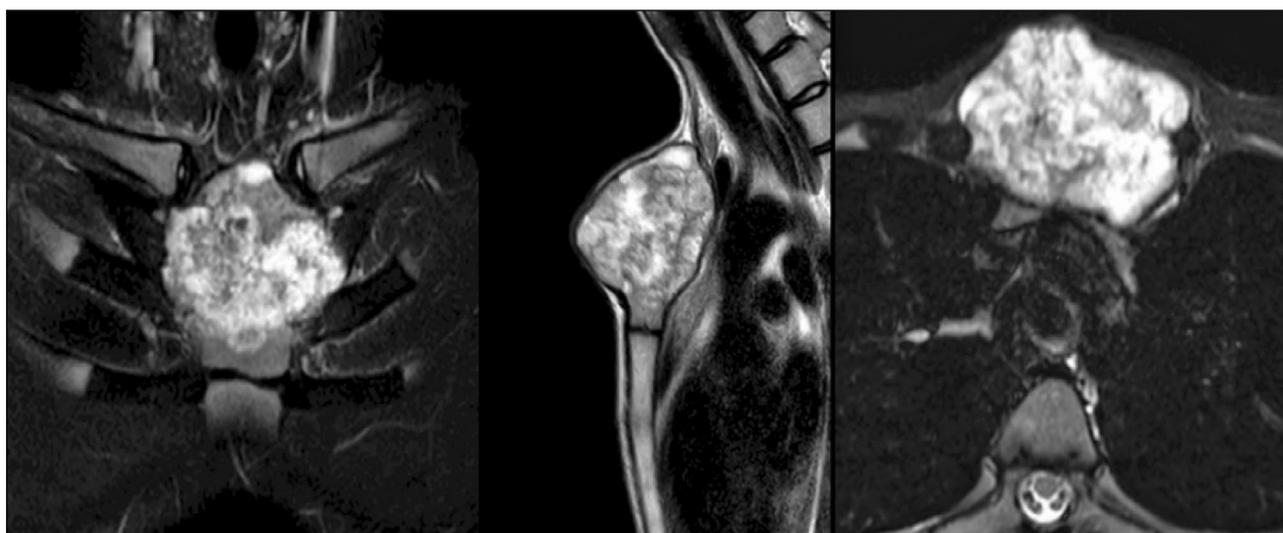


Рис. 2. Магнитно-резонансная томограмма рукоятки грудины пациента Г.

Fig. 2. Magnetic resonance imaging of the manubrium sterni of patient G.

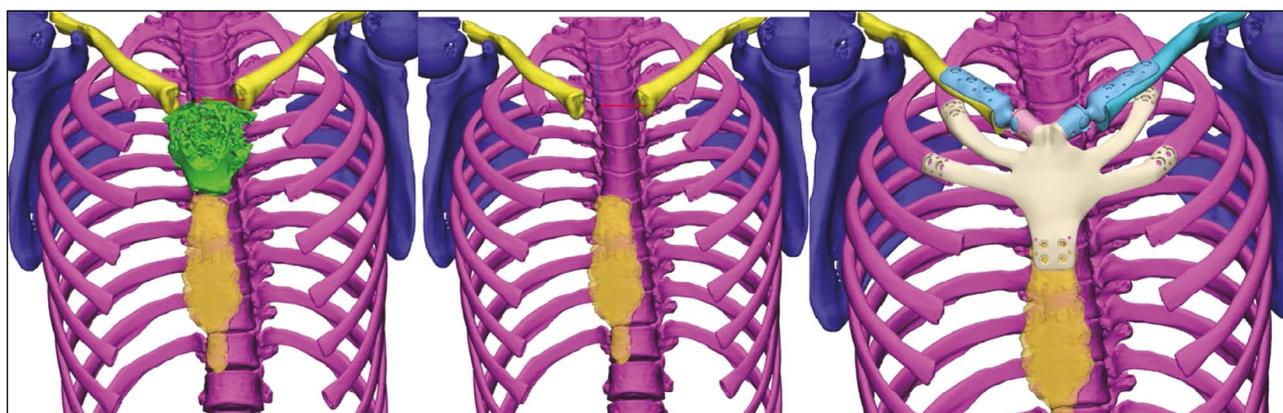


Рис. 3. Моделирование хирургического вмешательства по данным КТ-исследования пациента Г.

Fig. 3. Modeling of surgical intervention according to CT examination of patient G.

По результатам сформированного дефекта и имеющихся анатомических структур пациента, а также согласно техническому заданию сформулирован план по проектированию импланта, включавший следующие требования:

- фиксация к костным структурам I, II ребра и телу грудины;

- точки фиксации подготовлены к проведению фиксации кортикальными винтами 3,5 мм и серкляжами в виде предварительно смоделированных отверстий;
- фиксация к ключицам пластинами с формированием площадки под зону резекции грудино-ключичного сочленения;

- проектирование шарнирной конструкции в грудино-ключичном сочленении для сохранения подвижности в верхнем плечевом поясе;
- материал изделия — титан, полиэтилен.

В содействии с компанией «НПК "Синтел"» (Россия) спроектирован индивидуальный протез рукоятки грудины с подвижными элементами в грудино-ключичном сочленении (рис. 4).

В качестве предоперационной подготовки дополнительно выполнена КТ с контрастированием (рис. 5).

Отмечено интимное прилегание к внутренней грудной артерии слева и справа и аорте. Учитывая запланированный объём вмешательства и возможные интраоперационные риски, в операционной бригаде участвовали травматолог-ортопед, онколог, торакальный и сосудистый хирург.

Доступ к опухоли и грудины осуществлён через кожный разрез по типу «знака мерседес». Грудные мышцы мобилизованы, разведены в стороны (рис. 6). Выделены передние отделы опухоли, тело грудины, ключицы, I и II пары рёбер. Над III ребром слева и справа тупо

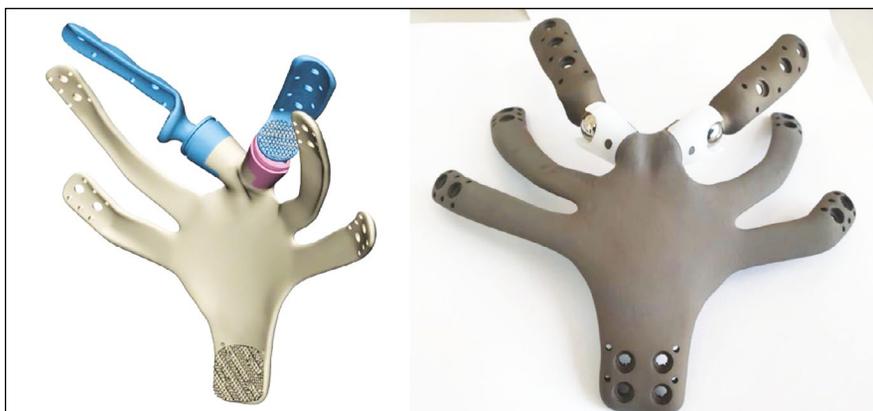


Рис. 4. Прототип в виде 3D-модели и готовое изделие для пациента Г.

Fig. 4. A prototype in the form of a 3D model and a finished product for patient G.



Рис. 5. КТ-артериография с контрастированием аорты и внутренней грудной артерии пациента Г.

Fig. 5. CT arteriography with contrast enhancement of the aorta and internal thoracic artery of patient G.



Рис. 6. Этапы выделения опухоли пациента Г.

Fig. 6. Stages of tumor isolation of patient G

отслоена плевра. Через сформированный канал заведён стернотом, осуществлено пересечение грудины. Проведена сегментарная резекция хрящевой части I, II пар рёбер, пересечены грудино-ключичные сочленения слева и справа. Грудино-ключично-сосцевидная мышца отсечена слева и справа.

Далее рукоятку грудины с опухолью мобилизовали от плевры, фрагмент с опухолью вывели вентрально, мягкие ткани также были мобилизованы. Проведено удаление рукоятки единым блоком. При мобилизации дефекта внутренней грудной артерии и стенки аорты не выявлено. При подготовке к протезированию осуществлена резекция медиальной части ключиц на протяжении 1 см. Перед установкой опорные зоны прошиты серкляжами (рис. 7).

При помощи кортикальных винтов и серкляжных нитей произведена фиксация импланта к костным структурам. При функциональном тесте отмечены жёсткая и стабильная фиксация нижнего полюса импланта и сохранение движений в грудино-ключичном сочленении при функциональных пробах. Имплант поэтапно закрыт грудными мышцами. Грудино-ключично-сосцевидные мышцы подшиты к импланту и мягким тканям грудных мышц, прилегающих к импланту. Объём кровопотери составил 240 мл, время хирургического вмешательства — 3 ч 35 мин. Нахождение в условиях реанимационно-анестезиологического отделения — 1 сут, далее пациент был переведён в стационар. Дыхательные расстройства в послеоперационный период не зарегистрированы. Отмечена гематома в объёме 40 мл в проекции грудной мышцы справа, на фоне двукратной пункции гематома полностью эвакуирована. По данным КТ-контроля положение импланта стабильное (рис. 8).

Динамика и исходы

Пациент активизирован на 5-е сут в кольцах Дельбе для стабилизации плечевого пояса. На 14-е сут выписан

на амбулаторное наблюдение по месту жительства. Корректор осанки грудного отдела позвоночника назначен на 3-й мес после оперативного вмешательства. Разработка движений в верхнем плечевом поясе под контролем реабилитолога — через 2 мес с момента операции. По контрольным снимкам через 12 мес признаков рецидива и нестабильности в импланте не обнаружено. Отмечена полная функция при движениях в плечевом поясе, признаков нестабильности имплантата по данным КТ не выявлено. Жалобы на боль и дискомфорт пациент не предъявляет (рис. 9).

ОБСУЖДЕНИЕ

Попытки провести анализ выполненной нами хирургической техники и вида применённого импланта в соотношении с данными литературы оказались затруднительными в связи с тем, что аддитивные протезы с элементами замещения рукоятки грудины описаны всего в нескольких источниках, при этом ни один из описанных имплантов не имел подвижного грудино-ключичного сочленения [11, 14, 15]. По нашему мнению, сохранение опороспособности и биомеханики верхнего плечевого пояса является очень важным аспектом, что и было реализовано в представленном нами случае. Кроме того, гибридный тип креплений к костным элементам позволяет добиться прочного контакта с имплантом и избежать нестабильности протеза, что наиболее важно для созревания рубцовой ткани в раннем послеоперационном периоде.

Опухоли грудины относятся к одной из самых редких локализаций в онкологии, при этом отсутствуют унифицированные импланты, позволяющие обеспечить решение любой хирургической задачи, ввиду чего применение аддитивных технологий при подобных локализациях опухолей весьма актуально [2–4]. В то же время протезирование грудины целиком или её сегментов в хирургической практике — явление крайне редкое, поэтому



Рис. 7. Этапы установки импланта пациенту Г.
Fig. 7. Stages of implant placement for patient G.



Рис. 8. Рентгенологическое исследование, КТ-реконструкция и внешний вид пациента Г. после хирургического вмешательства.

Fig. 8. X-ray examination, CT reconstruction and appearance of patient G. after surgery.



Рис. 9. КТ-реконструкция положения протеза у пациента Г. и объём функции плечевого пояса через 1 год после операции.

Fig. 9. CT reconstruction of the position of the prosthesis in patient G. and the volume of the function of the shoulder girdle 1 year after the operation.

обнаруживается крайне мало данных о применении индивидуальных имплантов и о наблюдениях в отдалённом периоде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Индивидуальное протезирование при опухолевом поражении анатомических структур грудины является вариантом решения для многих хирургических случаев в связи неоднородными формами грудной клетки пациентов, а также ввиду различных объёмов поражения. При проектировании индивидуальных имплантов следует учитывать множество факторов, в том числе биомеханику дыхания и опороспособность верхнего плечевого пояса, включая грудино-ключичное сочленение. Как и в случае

со всеми индивидуальными изделиями, не исключается вероятность погрешности при их изготовлении, поэтому необходимо строго соблюдать укладку пациентов при КТ-исследовании и контролировать объём выбранной резекции костной ткани до установки индивидуального импланта.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Государственное бюджетное финансирование.

Funding source. State budget financing.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента (дата подписания 08.11.21) на публикацию его медицинских данных и фотографий.

Consent for publication. Written consent (signed 08.11.21) was obtained from the legal representatives of the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев М.Д., Соловьев Ю.Н., Мусаев Э.Р. Хондросаркома кости. Москва: Инфра-М, 2006. С. 102–104.
2. Malawer M., Sugarbaker P.H. *Musculoskeletal Cancer Surgery*. Dordrecht–Boston–London: Springer, 2001. P. 383–405.
3. Иванов В.Е., Курильчик А.А., Рагулин Ю.А., и др. Комплексное лечение остеосаркомы грудины с замещением сложного дефекта грудной стенки // Сибирский онкологический журнал. 2017. Т. 16, № 4. С. 96–102. doi: 10.21294/1814-4861-2017-16-4-96-102
4. Махсон А.Н., Махсон Н.Е. Адекватная хирургия опухолей конечностей. Монография. Москва: Реальное время, 2001. С. 130–145.
5. Махсон А.Н., Махсон Н.Е. Адекватная хирургия при опухолях плечевого и тазового пояса. Монография. Москва: Реальное время, 1998. С. 36–42.
6. Unni K.K., Inwards C.Y., Bridge J.A., et al. Tumors of the Bones and Joints. In: Atlas of Tumor Pathology, Series 4. Silver Spring: American Registry of Pathology, 2005. P. 87–94. doi: 10.55418/188104193X
7. Дворниченко В.В., Кожевников А.Б., Шишкин К.Г., и др. Пластика дефектов грудной стенки в остеонкологии // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2012. Т. 113, № 6. С. 144–146.
8. Давыдов М.И., Алиев М.Д., Соболевский В.А., Илюшин А.Л. Хирургическое лечение злокачественных опухолей грудной стенки // Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. 2008. Т. 19, № 1. С. 35–40.
9. Bawa H.S., Moore D.D., Pelayo J.C., et al. Pediatric Chondrosarcoma of the Sternum Resected with Thorascopic Assistance // Open Orthop J. 2017. N 11. P. 479–485. doi: 10.2174/1874325001711010479
10. 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. Т. 1, № 3. С. 31–37.
11. Wang W., Liang Z., Yang S., et al. Three-dimensional (3D)-printed titanium sternum replacement: A case report // Thorac Cancer. 2020. Vol. 11, N 11. P. 3375–3378. doi: 10.1111/1759-7714.13655
12. Lin C.W., Ho T.Y., Yeh C.W., et al. Innovative chest wall reconstruction with a locking plate and cement spacer after radical resection of chondrosarcoma in the sternum: A case report // World J Clin Cases. 2021. Vol. 9, N 10. P. 2302–2311. doi: 10.12998/wjcc.v9.i10.2302
13. Koto K., Sakabe T., Horie N., et al. Chondrosarcoma from the sternum: reconstruction with titanium mesh and a transverse rectus abdominis myocutaneous flap after subtotal sternal excision // Med Sci Monit. 2012. Vol. 18, N 10. P. CS77–CS81. doi: 10.12659/msm.883471
14. 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. Vol. 13, N 1. P. 4. doi: 10.1186/s13019-017-0692-3
15. Lipińska J., Kutwin L., Wawrzycki M., et al. Chest reconstruction using a custom-designed polyethylene 3D implant after resection of the sternal manubrium // Onco Targets Ther. 2017. N 10. P. 4099–4103. doi: 10.2147/OTT.S135681

REFERENCES

1. Aliev MD, Solov'ev Yu, Musaev E.R. *Khondrosarkoma kosti*. Moscow: Infra-M; 2006. P. 102–104. (In Russ).
2. Malawer M, Sugarbaker P.H. *Musculoskeletal Cancer Surgery*. Dordrecht–Boston–London: Springer; 2001. P. 383–405.
3. Ivanov VE, Kurilchik AA, Ragulin YuA, et al. Multimodality therapy for osteosarcoma of the sternum with reconstruction of complex chest wall defects. *Siberian Journal of Oncology*. 2017;16(4):96–102. (In Russ). doi: 10.21294/1814-4861-2017-16-4-96-102
4. Makhson AN, Makhson NE. *Adekvatnaya khirurgiya opukholei konechnostei. Monografiya*. Moscow: Real'noe vremya, 2001. P. 130–145. (In Russ).
5. Makhson AN, Makhson NE. *Adekvatnaya khirurgiya pri opukholyakh plechevogo i tazovogo poyasa. Monografiya*. Moscow: Real'noe vremya, 1998. P. 36–42. (In Russ).
6. Unni KK, Inwards CY, Bridge JA, et al. *Tumors of the Bones and Joints*. In: Atlas of Tumor Pathology, Series 4. Silver Spring: American Registry of Pathology; 2005. P. 87–94. doi: 10.55418/188104193X
7. Dvornichenko VV, Kozhevnikov AB, Shishkin KG, et al. The reconstructive surgery of sternal defects in oncology. *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. 2012;113(6):144–146. (In Russ).
8. Davydov MI, Aliyev MD, Sobolevsky VA, Ilyushin AL. Surgical treatment of malignant tumors of the chest wall. *Vestnik RONTs im. N.N. Blokhina RAMN*. 2008;19(1):35–40. (In Russ).
9. Bawa HS, Moore DD, Pelayo JC, et al. Pediatric Chondrosarcoma of the Sternum Resected with Thorascopic Assistance. *Open Orthop J*. 2017;11:479–485. doi: 10.2174/1874325001711010479

10. Zheravin AA, Gyunter VE, Anisenya II, et al. Reconstruction of the chest wall using titanium nickelid for cancer patients. *Siberian Journal of Oncology*. 2015;1(3):31–37. (In Russ).
11. Wang W, Liang Z, Yang S, et al. Three-dimensional (3D)-printed titanium sternum replacement: A case report. *Thorac Cancer*. 2020;11(11):3375–3378. doi: 10.1111/1759-7714.13655
12. Lin CW, Ho TY, Yeh CW, et al. Innovative chest wall reconstruction with a locking plate and cement spacer after radical resection of chondrosarcoma in the sternum: A case report. *World J Clin Cases*. 2021;9(10):2302–2311. doi: 10.12998/wjcc.v9.i10.2302

ОБ АВТОРАХ

* **Снетков Александр Андреевич**, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5837-9584>;
eLibrary SPIN: 8901-4259; e-mail: isnetkov@gmail.com

Хаспеков Дмитрий Викторович, врач-хирург;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6808-7670>;
e-mail: Khaspekov@mail.ru

Снетков Андрей Игоревич, д.м.н., профессор,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2435-6920>;
eLibrary SPIN: 9447-3013; e-mail: cito11@hotmail.ru

Мачак Геннадий Николаевич, д.м.н., профессор,
врач травматолог-ортопед;
eLibrary SPIN: 4020-1743; e-mail: machak.gennady@mail.ru

13. Koto K, Sakabe T, Horie N, et al. Chondrosarcoma from the sternum: reconstruction with titanium mesh and a transverse rectus abdominis myocutaneous flap after subtotal sternal excision. *Med Sci Monit*. 2012;18(10):CS77–CS81. doi: 10.12659/msm.883471
14. 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
15. Lipińska J, Kutwin L, Wawrzycki M, et al. Chest reconstruction using a custom-designed polyethylene 3D implant after resection of the sternal manubrium. *Onco Targets Ther*. 2017;10:4099–4103. doi: 10.2147/OTT.S135681

AUTHORS INFO

* **Alexandr A. Snetkov**, MD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
address: 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5837-9584>;
eLibrary SPIN: 8901-4259; e-mail: isnetkov@gmail.com

Dmitriy V. Khaspekov, surgeon;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6808-7670>;
e-mail: Khaspekov@mail.ru

Andrei I. Snetkov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2435-6920>;
eLibrary SPIN: 9447-3013; e-mail: cito11@hotmail.ru

Gennadiy N. Machak, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,
traumatologist-orthopedist;
eLibrary SPIN: 4020-1743; e-mail: machak.gennady@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author