

© 2023 ФГБУ «НМИЦ ДГОИ  
им. Дмитрия Рогачева»  
Минздрава России  
Поступила 20.06.2023  
Принята к печати 17.07.2023

**Контактная информация:**

Талыпов Сергей Римович,  
канд. мед. наук, руководитель отдела  
торакальной хирургии, врач-детский хирург  
отделения онкологии и детской хирургии  
ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева»  
Минздрава России  
Адрес: 117997, Москва,  
ул. Саморы Машела, 1  
E-mail: riumych@yandex.ru

DOI: 10.24287/1726-1708-2023-22-4-52-62

# Резекции грудной стенки при костных и мягкотканых новообразованиях у детей

С.Р. Талыпов, Д.Г. Ахаладзе, А.А. Кривоносов, Е.И. Коноплева, Н.Н. Меркулов,  
И.В. Твердов, М.В. Тихонова, Н.Г. Ускова, А.И. Карачунский, Н.С. Грачев

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва

Опухоли грудной клетки у детей встречаются достаточно редко. Они могут быть доброкачественными и злокачественными. Во всех случаях необходимо оперативное вмешательство, при злокачественных новообразованиях оно направлено на удаление опухоли и при необходимости – на реконструкцию грудной стенки. Ввиду различной локализации, местной распространенности и вовлечения подлежащих структур хирургический подход может предполагать большой объем резекции грудной стенки, а разнообразие пластических материалов и методик достаточно широко. За период с сентября 2012 г. по январь 2022 г. в отделении онкологии и детской хирургии ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России выполнено 43 оперативных вмешательства по поводу новообразований грудной стенки у детей. В 11 (26,8%) случаях выявлен доброкачественный процесс, 30 (73,2%) пациентов оперированы по поводу злокачественных опухолей различного гистогенеза. Операция стенки состояла из 2 этапов. Первым этапом выполнялось широкое иссечение опухоли в пределах здоровых тканей, моноблочно при вовлечении глубжележащих тканей и органов (диафрагма), при злокачественном процессе и выявленных очагах в легком – с проведением симультанного удаления очагов на стороне поражения. Вторым этапом выполнялась реконструкция грудной стенки и диафрагмы местными тканями или с применением нерассасывающегося синтетического материала (полимерные сетки, биопротезы из дермы, титановые сетки), формируемые по размерам дефекта с запасом для фиксации к краям раны. Оценивалась общая и безрецидивная выживаемость. Максимальный срок наблюдения составил 9 лет. Оперативный подход и объем хирургического вмешательства зависят от размеров первичного очага и его распространенности (мультифокальное поражение), вовлечения соседних анатомических структур и являются индивидуальными в каждом случае. Настоящее исследование одобрено независимым этическим комитетом и утверждено решением ученого совета НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева.

**Ключевые слова:** опухоли грудной стенки, резекция грудной стенки, пластика грудной стенки

Талыпов С.Р. и соавт. Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2023; 22 (4): 52–62.  
DOI: 10.24287/1726-1708-2023-22-4-52-62

© 2023 by «D. Rogachev NMRCPOH»

Received 20.06.2023

Accepted 17.07.2023

## Resection of the chest wall for bone and soft tissue neoplasms in children

S.R. Talypov, D.G. Akhaladze, A.A. Krivonosov, E.I. Konopleva, N.N. Merkulov, I.V. Tverdob, M.V. Tikhonova,  
N.G. Uskova, A.I. Karachunskiy, N.S. Grachev

Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow

Chest tumors are quite rare in children. Among them there are benign and malignant. In all cases, surgical intervention is needed; in malignant tumors, as a stage of treatment, it is aimed at removing the tumor and, if necessary, reconstructing the chest wall. Due to the different localization, local spread and involvement of underlying structures, the surgical approach may involve a large extent of chest wall resection, and a variety of plastic materials and techniques is quite wide. During the period from September 2012 to January 2022, 43 surgical interventions for neoplasms of the chest wall in children were performed in the Department of Oncology and Pediatric Surgery of the Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology. In 11 (26.8%) cases, neoplasms were benign, 30 (73.2%) patients underwent surgical treatment for malignant tumors of various histogenesis. The surgery of the chest wall consisted of two stages. The first stage was a wide excision of the tumor within healthy tissues, performed en bloc with the involvement of underlying tissues and organs (diaphragm). If a malignant process and lung foci were detected, we simultaneously removed the foci on the affected side. The second stage was the reconstruction of the chest wall and diaphragm with local tissues or with the use of non-absorbable synthetic material (polymer meshes, dermal-derived bioprotheses, titanium meshes) shaped according to the size of the defect with a margin for fixation to the edges of the wound. Overall and relapse-free survival was evaluated. The maximum observation period was 9 years. The operative approach and the extent of surgical intervention depend on the size of the primary tumor site and its spread (multifocal lesion), the involvement of adjacent anatomical structures and are individual in each case. The study was approved by the Independent Ethics Committee and the Scientific Council of the Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

**Key words:** chest wall tumors, chest wall resection, chest wall plastic surgery

Talypov S.R., et al. Pediatric Hematology/Oncology and Immunopathology. 2023; 22 (4): 52–62.  
DOI: 10.24287/1726-1708-2023-22-4-52-62

**Correspondence:**

Sergey R. Talypov,  
Cand. Med. Sci., Head of Thoracic Surgery  
Group, a pediatric surgeon at the Department  
of Oncology and Pediatric Surgery  
of the Dmitry Rogachev National Medical  
Research Center of Pediatric Hematology,  
Oncology and Immunology, Ministry  
of Healthcare of the Russian Federation  
Address: 1 Samory Mashela St.,  
Moscow 117997, Russia  
E-mail: riumych@yandex.ru

Термин «опухоли грудной стенки» объединяет разнородную группу гистологически гетерогенных новообразований, как доброкачественных, так и злокачественных, по их характерной локализации. Первое описание резекции опухоли и последующей пластики грудной стенки было представлено Фредериком У. Пархемом и в 1899 г. изложено им в своей книге «Резекция грудной клетки при опухолях, растущих из костной стенки грудной клетки», где представлено 78 случаев [1, 2].

В случае подтвержденной доброкачественной опухоли грудной стенки требуется только ее хирургическое иссечение, но во избежание продолженного роста такое новообразование должно удаляться полностью. Отдельно стоит упомянуть десмоидную опухоль, которая обладает агрессивным локальным ростом и требует полного ее иссечения с контролем краев резекции, что в дальнейшем обеспечивает наименьшую частоту рецидивов [3], однако, по другим источникам, даже после резекции R0 таковая может возникать в значительном проценте случаев [4].

Злокачественные опухоли грудной стенки встречаются достаточно редко в детском возрасте и составляют до 1,8–2% всех злокачественных новообразований [1, 5–13], первичные саркомы этой локализации составляют менее 20% всех случаев саркомы, или 1/5 всех локализаций сарком [4]. Нозология злокачественных новообразований грудной стенки помимо более низкой частоты встречаемости у детей [3, 14] имеет ряд отличий от таковой у взрослых пациентов. Наиболее часто в детской онкологии поражение грудной клетки встречается при опухолях, возникающих из хрящевых или костных структур (55% всех случаев), которые представлены саркомой Юинга, Юинг-подобными саркомами, хондросаркомой и остеосаркомой. В 45% случаев речь идет о мягкотканых саркомах, таких как экстраоссальная саркома Юинга (опухоль Аскина), рабдомиосаркома, фибросаркома, синовиальная саркома [1, 6, 10, 15], при этом отмечается преобладающая частота встречаемости опухолей семейства саркомы Юинга – 41–68% [2, 5, 7, 9, 12, 16, 17].

В соответствии с различными классификациями опухоли грудной стенки также разделяют на первичные и вторичные (метастатические), которые могут встречаться в до 25% случаев [7, 18]. Выделение вторичных сарком грудной стенки обосновано худшим прогнозом 5-летней общей выживаемости – 27–30%. Отдельно рассматриваются радиационно-индуцированные саркомы, которые могут возникать у 1% детей с лимфомами, перенесших лучевую терапию на грудную стенку [4]. При этом интервал от лечения первичной саркомы до постановки диагноза радиационно-индуцированной саркомы может составить около 10 лет [19].

Дифференциальный диагноз проводится с воспалительными и инфекционными заболеваниями грудной стенки, ее деформациями и пороками развития (удвоение ребер, межреберные перебои). Остеохондромы также могут встречаться у 1/3 пациентов с синдромом пальпируемой опухоли грудной стенки у детей [8, 16]. Гистиоцитоз из клеток Лангерганса с поражением элементов грудной стенки требует обязательной гистологической верификации, но при его подтверждении не требует хирургического лечения [3]. Кроме указанных заболеваний дифференцировать саркомы также приходится с другими злокачественными новообразованиями, при которых также встречается поражение грудной стенки: нейробластома, лимфома [18], но лечение их принципиально другое.

Методом выбора в лечении опухолей грудной клетки низкой степени злокачественности является хирургическая резекция, если она возможна. В случае достижения хирургической ремиссии, определяемой по краям резекции, при отсутствии других очагов детскими онкологическими обществами никакое дополнительное лечение не рекомендуется [7]. Распространенность процесса влияет на объем планируемой операции, во время которой может потребоваться резекция вовлеченных в патологический процесс соседних анатомических структур или удаление вторичных очагов.

Первым клиническим проявлением новообразования грудной стенки зачастую является синдром пальпируемой опухоли [3, 4, 16], в то же время, если опухоль, обладая экзофитным ростом, распространяется в грудную полость, то ее объем может достигать больших показателей на додиагностическом этапе [8]. Также может наблюдаться болевой синдром, развивающийся вследствие вовлечения нервных волокон или при поражении надкостницы. Одышка может быть вызвана интраплевральным ростом массива опухолевых масс или сопутствующим плевральным выпотом со сдавлением/коллабированием легкого [3, 8]. В ряде случаев выявление опухоли грудной стенки может носить случайный характер при проведении планового обследования, в большей степени это относится к доброкачественным новообразованиям небольшого размера.

Среди осложнений в раннем послеоперационном периоде наиболее часто встречаются такие как возникновение гематом и сером, требующих проведения их эвакуации в связи с риском инфицирования. В качестве отдаленных осложнений у детей достаточно часто развивается сколиоз, составляющий, по разным данным, от 11 до 67%, что объясняется большим объемом резекции (3 ребра и более), локализацией опухоли в задних отрезках ребер и периодом интенсивного роста ребенка, на который

пришлось оперативное вмешательство [1, 7, 9, 10, 12, 13]. Некоторые эпизоды развития послеоперационного сколиоза необходимо дифференцировать с результатом воздействия лучевой терапии [5, 10, 12]. Развившийся сколиоз у этих пациентов также требует в некоторых случаях хирургической коррекции.

Выживаемость пациентов зависит от вида опухоли, гистологического подтипа, наличия или отсутствия генетических маркеров, зоны первичного распространения патологического процесса, наличия вторичных очагов, а также множества других факторов, применимых к конкретным нозологиям (возраст, ответ на химиотерапию и т. д.) и может колебаться в широких пределах, при этом полная резекция с соблюдением отрицательного края резекции (R0) обеспечивает лучший прогноз [7–9, 11, 20]. Так, при саркомах Юинга при полной резекции общая выживаемость составляет от 50–60 до 71%, но резко снижается при наличии очагов метастатического поражения. В то же время у пациентов с саркомами грудной стенки при резекции R2 частота рецидивов приближается к 100%, при этом отмечается, что диагностика на ранних этапах заболевания прямо коррелирует с увеличением выживаемости [1, 3, 8, 10, 16]. В целом торакальная локализация саркомы Юинга сопряжена с менее благоприятным прогнозом – показатели 2- и 6-летней выживаемости – 38% и 6% соответственно [18]. Интраторакальная локализация сарком также имеет худший прогноз по сравнению с локализацией в грудной стенке: безрецидивная выживаемость – 38% и 62% соответственно [9].

#### **Предоперационное планирование и хирургическое лечение**

Объективным способом оценки размеров первичной опухоли является проведение визуализации в динамике. Магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяет точно установить границы новообразования в мягких тканях, в том числе при его распространении в окружающие ткани (средостение, забрюшинное пространство), а также подтвердить/исключить прорастание в спинномозговой канал, что позволит определиться с объемом планируемой резекции и построить план дальнейшего лечения пациента. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), в свою очередь, является лучшим способом выявления метастатического поражения легких [3, 6].

Хирургическое лечение опухолей грудной стенки состоит из 2 этапов: на первом проводится удаление опухоли с резекцией элементов грудной стенки, на втором выполняется реконструкция грудной стенки с укрытием мягкими тканями и восстановлением кожного покрова [5]. Планирование как основного, так и реконструктивного этапа проводится

при просмотре визуализации (МСКТ, МРТ), выполненной на этапе выявления опухоли и сравнении ее с таковой, проведенной непосредственно перед операцией. При этом обязательно сопоставляются начальный объем опухоли, динамика изменения ее размеров в процессе химиотерапии и данные последней визуализации.

Основной принцип хирургического вмешательства при злокачественных новообразованиях грудной стенки – широкое иссечение опухоли в пределах здоровых тканей единым блоком [5, 8, 13, 15, 20]. Дискутабельным остается вопрос отступа границы резекции от края опухоли. Так, по данным N.W. Mesko и соавт. [4], у взрослых пациентов оптимальным отступом считается 4 см для высокодифференцированных образований и 2 см для низкодифференцированных, что прямо пропорционально коррелирует с 5-летней выживаемостью. В педиатрической практике соблюдение границ такой протяженности возможно далеко не во всех случаях. Оптимальным отступом от края опухоли при вовлечении ребер считается 1 ребро выше и 1 ребро ниже [1], также хорошие результаты были показаны при полной резекции межреберных мышц выше и ниже пораженного ребра [9]. Резектабельность опухоли определяется объемом поражения и вовлеченностью окружающих анатомических структур.

#### **Реконструктивно-пластический этап**

Целью реконструктивного этапа является восстановление целостности и герметичности грудной клетки с созданием достаточной защиты подлежащих органов и укрытие пластического материала мягкими тканями с восстановлением кожного покрова [12]. Безусловно, важным является косметический результат, но, учитывая зачастую требующуюся в последующем лучевую терапию (особенно при распространенных первичных опухолях или в тех ситуациях, когда требуется облучение гемиторакса или всей грудной клетки), можно предполагать постлучевую деформацию грудной стенки и необходимо учитывать риск развития сколиоза. Трудности реконструктивно-пластического этапа у детей, особенно при послеоперационных дефектах большого размера, во многом обусловлены дальнейшим ростом пациента, что может потребовать повторных оперативных вмешательств.

Показаниями к реконструкции грудной стенки во всех случаях являются резекция 2 ребер и более и резекция грудины. Постоперационные дефекты после резекции 1 ребра или те, которые проводились под грудными мышцами или под лопаткой, могут не требовать реконструкции. Это не во всех случаях коррелирует с возрастом ребенка, так как у маленьких детей, как правило, при резекции 1 ребра

остаётся небольшой дефект, который можно укрыть местными тканями, а у больших пациентов хорошо развиты мышцы, которыми также можно закрыть рану грудной стенки [12].

Выбор метода реконструкции зависит от локализации и размеров образовавшегося дефекта. При этом важно, что тип выполненной реконструкции не влияет на общую выживаемость [1].

В литературе описаны характеристики синтетического материала, использующегося для реконструкции грудной стенки, которые включают такие требования, как пластичность для моделирования, жесткость для удержания формы, долговечность, способность к инкорпорации в ткани, нетоксичность, неканцерогенность, биологическая инертность, он не должен вызывать аллергических реакций и радиопрозрачность, а в некоторых источниках также одной из характеристик является приемлемая стоимость. Однако этими же авторами отмечается, что ни один материал не соответствует этим критериям, а выбор зависит от его стоимости, наличия в клинике и предпочтений хирурга [1, 4, 8, 10, 14, 19].

Биопротезные сетки (bio-prosthetic meshes), изначально разработанные для лечения грыж, также удобны в использовании при закрытии послеоперационного дефекта грудной стенки, но для этих целей мы их используем, как правило, у пациентов старшего возраста, так как эти пластины более толстые и в местах фиксации швами могут образовывать складки, которые хорошо укрываются мышцами. Кроме того, мы их применяем для закрытия постоперационного дефекта диафрагмы в случае ее резекции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование одобрено независимым этическим комитетом и утверждено решением ученого совета НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева. В период с декабря 2012 г. по январь 2022 г. в НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева было проведено 43 операции у 41 ребенка с опухолями грудной стенки, как первичными, так и вторичными. Возраст пациентов составил от 7 месяцев до 20 лет, средний возраст 10,8 года. Из всех пациентов девочек было 19 (46,3%), мальчиков – 22 (53,7%). Критерий включения пациентов сводился к наличию опухолевидного образования грудной стенки, которое требовало хирургического вмешательства в объеме иссечения в пределах здоровых тканей. Критериями отбора пациентов для оценки выживаемости было наличие злокачественного новообразования грудной стенки, также потребовавшего оперативного вмешательства в нашем Центре. При злокачественных опухолях во всех случаях диагноз был известен заранее – детям

предварительно проводилась биопсия (в том числе в других лечебных учреждениях), после чего ребенок получал протокольную терапию согласно диагнозу. Правильное проведение биопсии является крайне важным фактором, влияющим на лечение пациента и дальнейший прогноз. Биопсия опухоли возможна пункционным способом, но при этом важно помнить, что недостаточно поставить или подтвердить диагноз, необходим забор дополнительного материала для определения гистологического подтипа новообразования и проведения молекулярно-генетического анализа [3]. В связи с этим для получения большего объема опухоли предпочтительно проведение толстоигольной биопсии в объеме нескольких (2–4) столбиков патологической ткани, в зависимости от толщи новообразования и, соответственно, длины получаемого столбика. При получении недостаточного количества материала (например, при некрозе опухоли) для проведения гистологического исследования биопсию необходимо повторить, при этом желательно выполнить открытую биопсию из небольшого доступа. В некоторых случаях возможно проведение эксцизионной биопсии новообразования [7], если при анализе визуализации четко определяются границы первичной опухоли и она относительно небольших размеров (не требуется проведение пластики дефекта), однако важно не забывать об обязательном описании краев резекции. Как пункционную, так и открытую биопсию следует проводить над наиболее поверхностно расположенной частью новообразования по кратчайшему до него пути рассечения тканей, перпендикулярно поверхности кожного покрова. Это условие должно соблюдаться в связи с необходимостью иссечения биопсийного рубца и тракта при хирургическом локальном контроле. Крайне важным является принцип абластичности, который необходимо соблюдать даже при проведении биопсии: в случае, если над опухолью расположены интактные анатомические структуры (молочная железа, лопатка с окружающими мышцами), биопсийный доступ необходимо проводить в стороне от таковых, а сами эти структуры по возможности должны оставаться в нетронутых фасциальных футлярах. При полном покрытии интактной молочной железой предполагаемой зоны биопсии, если по визуализации достоверно определяются целостность окружающей орган фасции и запас здоровых тканей под ними, разрез кожи производится в стороне от молочной железы, сама железа с фасцией частично мобилизуется по здоровым тканям (мышцам) над опухолью, далее через мышцы осуществляется доступ к новообразованию для его биопсии. В противном случае, учитывая необходимость иссечения рубца при осуществлении хирургического локального контроля, необходимо будет проводить резекцию молочной железы. Так, у одного



из наших пациентов подросткового возраста, которому мы проводили резекцию грудной стенки с новообразованием, опухоль была частично прикрыта молочной железой. Пациенту по месту жительства ранее была выполнена биопсия опухоли открытым доступом, сам биопсийный тракт проходил через молочную железу. Впоследствии на фоне проведенной химиотерапии отмечалось выраженное сокращение новообразования, при этом основной массив опухоли располагался каудальнее уровня молочной железы и частично под ней. Резекция грудной стенки с опухолью потребовала иссечения биопсийного рубца с окружающей тканью молочной железы и отдельный доступ для полного моноблочного удаления опухоли с резекцией 3 ребер и диафрагмы (рисунки 1, 2).

Говоря о малоинвазивных (торакоскопических) биопсиях, таковые при подозрении на злокачественную опухоль грудной стенки проводить не рекомендуется в связи с риском потенциального обсеменения плевральной полости опухолевыми клетками. Торакоскопический доступ возможен при необходимости биопсии очагов легких или при канцероматозе плевральной полости для его подтверждения/исключения.

Перед операцией по удалению опухоли детям проводился комплекс диагностических мероприятий, направленный на оценку динамики опухолевого процесса локально и поиск вторичных очагов. Помимо анализов крови и мочи, электрокардиографии, эхокардиографии, ультразвукового исследования органов брюшной полости, каждому ребенку выполнялась МСКТ органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза с внутривенным контрастированием. На основании выполненной предоперационной визуализации, в зависимости от локализации опухоли, степени ее сокращения в динамике, вовлечения подлежащих органов и структур проводилось предоперационное планирование в объеме междисциплинарного консилиума. Выбирался доступ к новообразованию, оценивались возможность полного удаления опухоли в пределах здоровых тканей, вероятный объем послеоперационного дефекта, выбор материала для проведения реконструктивного этапа, необходимость и возможность удаления метастазов.

Операция при злокачественной опухоли грудной стенки состояла из 2 этапов: широкое иссечение опухоли в пределах здоровых тканей, моноблочно при вовлечении глубже лежащих тканей и органов, с проведением симультанного удаления очагов в легких на стороне поражения. Пациенту выполнялась торакотомия или стернотомия с иссечением биопсийного рубца под пальпаторным контролем опухоли. Если образование через кожу не прощупы-

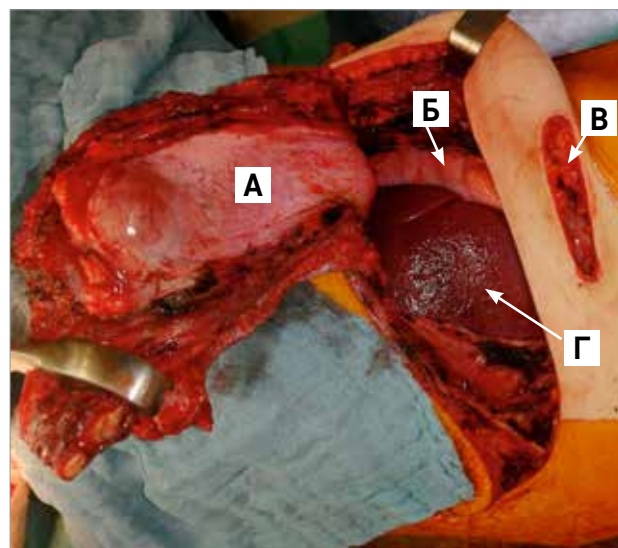
валось, то разрез делался в стороне с отступом по здоровым тканям во избежание рассечения патологических тканей и диссеминации опухолевых клеток. Длина кожного разреза должна обеспечивать последующий полный пальпаторный контроль опухоли в толще мягких тканей под кожей и возможность ее удаления en-block в футляре из здоровых окружающих тканей (мышцы, фасция, клетчатка). В случае поражения опухолью всех слоев грудной стенки иссе-

**Рисунок 1**

Удаление опухоли грудной стенки с иссечением послеоперационного рубца, резекцией молочной железы, левого купола диафрагмы  
А – опухоль; Б – резецированная диафрагма; В – биопсийный тракт (иссечен); Г – левая доля печени

**Figure 1**

The removal of the chest wall tumor with the excision of the postoperative scar, the resection of the mammary gland and the left dome of the diaphragm  
A – the tumor; Б – the resected diaphragm; В – the biopsy tract (excised); Г – the left lobe of the liver



**Рисунок 2**

Макропрепарат моноблочно удаленной опухоли грудной стенки

**Figure 2**

A gross specimen of the en bloc resected chest wall tumor



чение новообразования проводилось на всю толщину грудной стенки. При этом, если опухоль распространялась в полость тела и имело место сращение с подлежащими органами (легкие, диафрагма и т. д.), проводилась резекция пораженных структур, также в пределах здоровых тканей. Торакотомия выполнялась в стороне от патологического процесса по непораженным межреберьям. Протяженность торакотомного доступа должна быть достаточной для обеспечения визуального контроля подлежащих структур и осмотра плевральной полости на предмет подрастания опухоли к легкому или органам средостения. При поражении ключицы выполнялась ее экстирпация. В случае выявления экссудата в плевральной полости, таковой аспирировался для цитологического исследования, так как это могло определять объем лучевой терапии в дальнейшем. Первично проводился щадящий осмотр внутренних органов без пальпации, так как адгезия легкого к опухоли могла быть рыхлой и имелась вероятность самопроизвольного разделения спаек между легким и опухолью при мануальной ревизии плевральной полости, что далее не позволило бы найти ту часть легкого, которая была адгезирована с опухолью, и могло явиться причиной нарушения абластики. После ревизии плевральной полости намечалась граница резекции ребер по длине. При поражении ребра на большом протяжении проводилась его экзартикуляция в суставе. Также экзартикуляция рекомендована при поражении ребер саркомой Юинга. Если патологический процесс локализовался в грудине, пораженный участок прецизионно отделялся от прилежащих ребер и ключиц без отделения его от расположенных глубже тканей. При выявлении вовлечения в опухолевый процесс легкого, тимуса, перикарда или диафрагмы проводилась резекция таковых, также en-block. В случае выявления очагов на висцеральной или париетальной плевре, подозрительных на локусы канцероматоза, которые ранее не были обнаружены на МСКТ и МРТ, выполнялось их иссечение с отдельным гистологическим исследованием.

Симультанное удаление очагов в легких должно проводиться во всех случаях при их выявлении на этапе обследования. При этом по возможности предпочтительно выполнять атипичную резекцию легкого, которая является в большей степени паренхимосберегающей, так как есть риск необходимости проведения повторных операций. В случае, если выявленные очаги признаются резектабельными, необходимо провести их удаление, так как это также определяет прогноз, необходимость изменения линии терапии и комбинирования ее с лучевой терапией.

При злокачественном процессе у 7 (23,3%) пациентов была выполнена резекция 1 ребра, 2 ребра

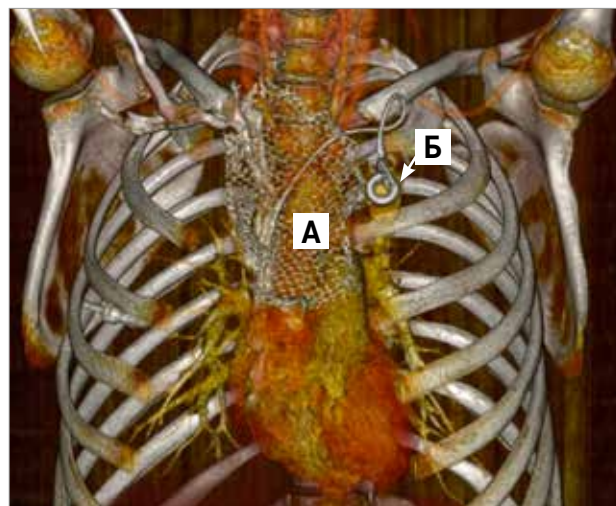
и более были резецированы в 22 (72,4%) случаях, 1 ребенку с саркомой Юинга грудины помимо экстирпации последней была выполнена резекция хрящевых частей ребер с I по X с 2 сторон, еще 1 пациенту с веретеноклеточной рабдомиосаркомой выполнена резекция брюшной стенки и грудной стенки с опухолью с резекцией VI–X ребер на стороне поражения. Одному больному выполнена резекция грудины по поводу саркомы Юинга рукоятки и тела грудины (рисунок 3), в 1 случае – экстирпация ключицы, также при саркоме Юинга.

Одному пациенту с синовиальной саркомой выполнена резекция пораженных широчайшей и подлопаточной мышц спины без проведения торакотомии. В 9 (30%) случаях выявлен местно-распространенный процесс, что потребовало проведения резекции диафрагмы у 4 (13,3%) детей с ее последующей пластикой, симультанное удаление очагов в легких (атипичная резекция) проведено в 4 (13,3%) случаях, у 1 пациента с саркомой Юинга выполнена биопсия очагов плевры. При этом удалялось от 2 до 9 очагов различного размера и локализации.

Обширные резекции грудной стенки необходимо завершать ее адекватной реконструкцией, направленной на защиту жизненно важных органов плевральной полости и средостения, а также на сохранение механики естественной вентиляции. У детей восстановление целостности и стабильности грудной стенки должно проводиться с поправкой на рост пациента в дальнейшем. Показания к применению пластического материала в основном определяются размерами пострезекционного дефекта. При выполнении небольших по объему резекций (1–2 ребра относительно небольшой длины) при

**Рисунок 3**  
МСКТ грудной клетки пациента с саркомой Юинга грудины, 3D-реконструкция  
А – титановая сетка; Б – порт-система

**Figure 3**  
Chest multislice computed tomography of the patient with Ewing sarcoma of the sternum, 3D reconstruction  
A – titanium mesh; B – port system



достаточном объеме остающихся мышц возможно провести первичное закрытие послеоперационного дефекта без использования пластического материала. Во многом это также зависит от степени физического развития (рослости) пациента и, наоборот, у кахектичных пациентов, а также у детей с сопутствующей гипоплазией мышц вероятность необходимости использования дополнительного материала гораздо выше.

На наш взгляд, основными критериями являются инертность пластины для уменьшения вероятности аутоиммунной реакции или ее инфицирования, а также достаточная ригидность для уменьшения степени выраженности косметического дефекта и адекватного обеспечения дыхательных движений грудной стенки. Такая характеристика, как пластичность, подразумевается изначально самим использованием того или иного материала, а рентгенонегативность также не является определяющей вследствие возможности проведения в перспективе контроля опухоли с помощью компьютерной томографии. При прорастании пластины соединительной тканью формируется достаточно жесткий матрикс, обеспечивающий защитную функцию. С этой целью хорошо зарекомендовали себя нерассасывающиеся синтетические сетки на основе полипропилена, полиэстера, политетрафторэтилена, полигликолевой кислоты и др., а также титановые сетки. Кроме указанных материалов мы используем биопротезы из дермы, которые не обладают адгезией к окружающим тканям и не прорастают соединительной тканью, в связи с этим их удобно использовать для восстановления грудобрюшной преграды при резекциях диафрагмы в целях сохранения объема плевральной полости. Все перечисленные материалы пластичны, интраоперационно из них формируются пластины по форме краев раны грудной стенки с перекрытием краев дефекта на 1,5–2 см для фиксации к окружающим костным и мышечно-фасциальным тканям. Фиксация осуществляется также нерассасывающимися узловыми швами. Раздельные швы используются для профилактики смещения сетки, так как есть риск прорезывания швов, фиксирующих ее к хрящевой ткани (рисунки 4).

При анализе пациентов, оперированных в нашей клинике, ни в одном случае не проводилась пластика перемещенным полнослойным или мышечным лоскутом – в тех случаях, когда не проводилась резекция костного каркаса, у детей сохранялся кожный покров с клетчаткой и фасцией, достаточный для первичного закрытия послеоперационного дефекта.

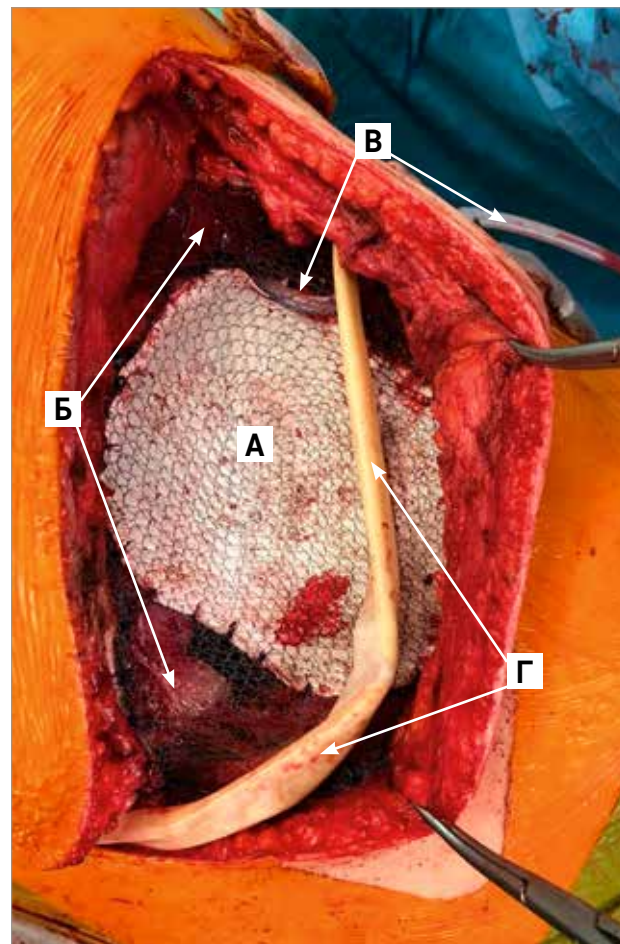
Ни в одном случае нами не использовались системы остеосинтеза вследствие риска смещений или переломов металлических пластин. Также мы не

**Рисунок 4**

Реконструкция диафрагмы (А – биопротез из дермы); грудной стенки (Б – титановая сетка); В – плевральный дренаж; Г – резиновый выпускник

**Figure 4**

Reconstruction of the diaphragm (A – dermal-derived bio-prosthesis); the chest wall (B – titanium mesh); B – pleural drainage; Г – rubber drain



используем криоконсервированные гомотрансплантаты и ксенотрансплантаты – считается, что их не следует применять там, где будет проводиться адъювантная химиотерапия или лучевая терапия [1].

После фиксации пластического материала в дефекте грудной стенки следующим этапом проводится его укрытие мягкими тканями в целях профилактики его прорезывания через кожу, что может быть особенно выражено у гипотрофичных детей и пациентов младшего возраста. В том случае, если при удалении опухоли было возможно провести экономное иссечение мышц, пластина по наружной поверхности укрывалась таковыми с фиксацией их к пластине узловыми швами. Также пластину можно укрыть кожно-подкожным лоскутом, если имеется достаточный слой клетчатки. Во всех случаях мы осуществляли прямое закрытие кожной раны без использования трансплантатов и различных вариантов кожных лоскутов.

У всех пациентов в удаленном препарате при его гистологическом исследовании определялись края



резекции. У 1 пациента с саркомой Юинга, потребовавшего экстирпации грудины вследствие ее тотального поражения, проводили интраоперационную оценку краев резекции.

Статистическая обработка данных пациентов проводилась с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics 26 (США). Для оценки отдаленных результатов применяли анализ выживаемости по Каплану–Майеру, сравнение кривых выживаемости проводили с использованием критерия log-rank test. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 11 (26,8%) случаях у детей выявлен доброкачественный процесс: 3 – аневризмальная костная киста, 2 – остеохондрома, 2 – гигантоклеточная опухоль ребра, 1 – постоперационный фиброз, 1 – десмоидный фиброматоз, 1 – гемангиолимфангиома, 1 – неспецифический продуктивный гранулематозный остеомиелит ребра. При доброкачественных новообразованиях проводилось иссечение опухоли в пределах здоровых тканей. Во всех указанных случаях была выполнена первичная резекция пораженного ребра. У всех пациентов закрытие послеоперационного дефекта осуществляли местными тканями без использования синтетического материала. В 4 случаях операция была выполнена малоинвазивным способом (торакокопическая резекция ребра).

Тридцать (73,2%) пациентов со злокачественными опухолями были включены в различные протоколы лечения в соответствии с их диагнозом. Все пациенты после подтверждения диагноза на основании результатов гистологического исследования биопсийного материала получили неоадъювантную химиотерапию в предоперационном периоде. Из всех злокачественных опухолей грудной стенки наиболее часто встречалась саркома Юинга – 19 (63,3%) пациентов, остеосаркома была выявлена в 5 (16,7%) случаях, мягкотканые саркомы – в 6 (20%). Среди мягкотканых сарком у 2 (6,7%) пациентов была альвеолярная рабдомиосаркома, у 1 (3,3%) – веретеноклеточная рабдомиосаркома с поражением грудной и брюшной стенок, у 1 (3,3%) – инфантильная фибросаркома, у 1 (3,3%) – синовиальная саркома, у 1 (3,3%) – хондросаркома.

Время операции занимало от 60 до 210 мин и во многом зависело от распространенности опухоли и наличия в легких вторичных очагов, так как после их удаления необходимо провести тщательное ушивание раны легкого с последующей водной проверкой на герметичность. Диапазон максимальной протяженности опухоли грудной стенки варьировал от 3 до

15 см. Средняя кровопотеря составила 0,2% (от 20 до 150 мл) объема циркулирующей крови.

Ранние послеоперационные осложнения отмечались у 3 пациентов. Один ребенок погиб в отделении реанимации в раннем послеоперационном периоде от дыхательной недостаточности на 2-е послеоперационные сутки. Также было 2 других осложнения: гнойное воспаление раны грудной стенки (потребовались наложение вакуумной повязки и модификация антибактериальной терапии) и кровотечение в плевральную полость с падением уровня гемоглобина, что потребовало повторного оперативного вмешательства (Clavien–Dindo IIIb). Среднее время послеоперационного пребывания в хирургическом стационаре составило 6,5 (3–10) дня.

Отмечено 5 рецидивов, все системные (поражение легких), среди них 3 пациента с остеосаркомой, 2 – с саркомой Юинга. При этом по данным гистологического исследования опухоли у указанных пациентов выявлено отсутствие патоморфоза новообразования после неоадъювантной химиотерапии либо присутствовал патоморфоз I–II степени. Всем пациентам с рецидивами проводилось протокольное лечение.

При оценке краев резекции в случае злокачественной опухоли у 29 пациентов отмечена резекция R0, в 3 случаях в краях резекции были выявлены опухолевые клетки, из них 2 пациента с саркомой Юинга, 1 – с остеосаркомой. У 2 детей с саркомой Юинга это был системно распространенный процесс. У одного пациента 3 лет с саркомой Юинга грудины и метастатическим поражением легких потребовалась экстирпация грудины с резекцией хрящевых частей 10 пар ребер, по гистологическому заключению – лечебный патоморфоз опухоли II степени. Этот пациент жив, к настоящему времени перенес еще 2 операции по поводу замены пластины грудины в связи с ростом ребенка. У второго пациента 16 лет с саркомой Юинга грудной стенки, метастатическим поражением легких и лимфатических узлов средостения выполнены резекция VII–VIII ребер с опухолью, биопсия очагов плевры, пластика раны грудной стенки титановой сеткой. По гистологическому заключению опухоль без признаков терапевтического патоморфоза. У третьего пациента с остеосаркомой бедренной кости, метастазами в легкое справа, VIII ребро справа, которому выполнены торакотомия справа, резекция VIII ребра, удаление очагов правого легкого, резекция правого купола диафрагмы, в послеоперационном периоде развилось гнойное воспаление торакотомной раны с некрозом ее краев, что потребовало проведения кюретажа раны и установки вакуумной аспираирующей системы. В дальнейшем пациенту была выполнена пластика дефекта грудной стенки, начата адъювантная терапия, однако



через 4 мес выявлены множественные очаги в правом легком (системный рецидив).

При пограничных и некоторых доброкачественных образованиях также важны края резекции (десмоидный фиброматоз – 1 пациент, остеобластокластома – 2).

В анализ вошел 31 пациент со злокачественными новообразованиями грудной стенки, из которых 20 были с саркомой Юинга, 5 – с остеосаркомой и 6 – с другими опухолями костей; 10 пациентов исключены из анализа в связи с доброкачественными новообразованиями. Среднее значение общей выживаемости составило 86,1 мес, бессобытийной выживаемости – 82,9 мес. Общая выживаемость у пациентов с саркомой Юинга составила 50,1%, с остеосаркомой – 40,0%, при других опухолях костей – 100% ( $p = 0,23$ ). Бессобытийная выживаемость при саркоме Юинга – 57,0%, при остеосаркоме – 20,0%, при других опухолях – 100% ( $p = 0,043$ ) (рисунок 5).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Учитывая редкость описываемой патологии, в литературе мало сообщений о лечении опухолей грудной клетки у детей. В данном исследовании мы проанализировали собственный опыт лечения опухолей грудной клетки всех гистологических

генезов, описали ранние и отдаленные результаты проведенных нами оперативных вмешательств.

Резекции грудной стенки с удалением опухоли являются высокотравматичными операциями в детской онкологии, иногда требующими проведения также резекции внутренних органов. Таким пациентам помимо МСКТ и МРТ грудной клетки в предоперационном периоде необходимо проведение оценки функции внешнего дыхания и эхокардиографии. Не во всех случаях в предоперационном периоде при анализе визуализации есть возможность исключить вовлечение органов, граничащих с опухолью. Теоретически об этом могут говорить дополнительные тени (по типу спаек) в граничащих с опухолью отделах легких, однако, если речь идет о более плотных, чем легкие, структурах (мышцы, внутренние органы), спаечный процесс может быть не виден. В любом случае необходимо рассматривать прилежащие по данным визуализации к опухоли внутренние органы как потенциально загрязненные и удалять их вместе с новообразованием.

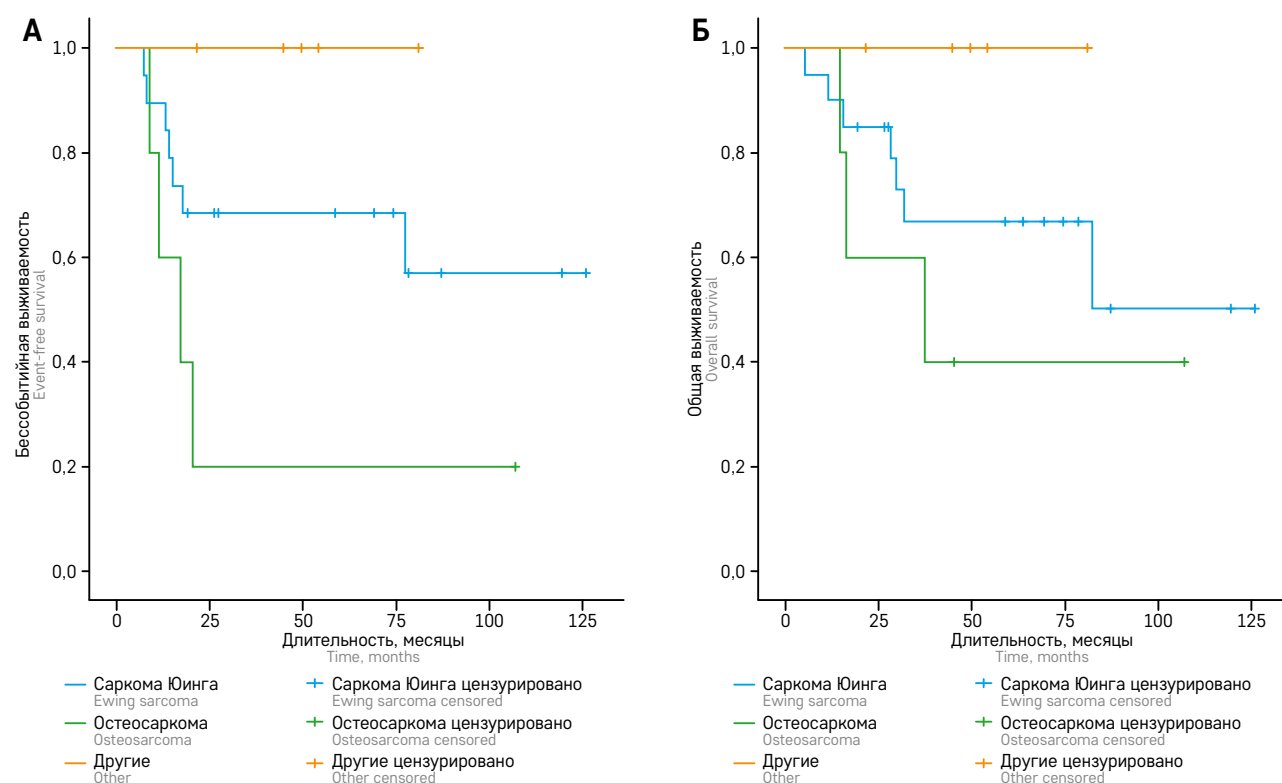
Говоря о распределении пациентов по возрасту, обращает на себя внимание наличие только 3 (7,3%) пациентов в возрасте до 1 года – с остеомиелитом ребра, веретенноклеточной рабдомиосаркомой и инфантильной фибросаркомой грудной стенки. Пациентов в возрасте от 1 года до 3 лет было 5 (12,2%),

**Рисунок 5**

Бессобытийная (А) и общая (Б) выживаемость пациентов со злокачественными новообразованиями грудной стенки

**Figure 5**

Event-free (A) and overall (B) survival of patients with malignant neoplasms of the chest wall



из них 3 ребенка с саркомой Юинга грудной стенки, 1 – с альвеолярной рабдомиосаркомой грудной стенки, 1 – с остеохондромой ребра. Детей от 4 до 10 лет в нашем исследовании было 7 (17,1%), среди них 5 с саркомой Юинга, 1 – с подозрением на рецидив остеосаркомы ребра (по данным гистологического исследования резецированного фрагмента – костная мозоль), 1 – с гигантоклеточной опухолью ребра. Большая часть пациентов с опухолями грудной стенки представлена детьми подросткового возраста – 11 лет и старше – 26 (63,4%) случаев. Среди них саркомы Юинга, остеосаркомы, мягкотканые саркомы, доброкачественные новообразования.

Как описано выше, среди злокачественных новообразований в нашем пуле пациентов среди всех гистологических типов опухолей преобладали саркомы Юинга – 63,3%, что выше показателей, описанных в мировой литературе [2, 5, 7, 9, 12, 16, 17]. Мы полагаем, это связано с более агрессивным ростом указанного типа злокачественного новообразования – у всех пациентов выявленная первичная опухоль была больших размеров и поражала либо грудину, либо не менее 2 ребер, широко распространяясь по их длине, или же у больных имело место сочетанное метастатическое поражение легких, а такие пациенты чаще направляются в федеральный центр для выполнения оперативного вмешательства и лучевой терапии, которая у детей проводится не во всех регионах.

Реже встречались пациенты с остеосаркомой грудной стенки. Так, в США остеогенная саркома составляет примерно 30% всех сарком грудной стенки [21]. В нашей практике остеосаркомы составили 16,7%, разнообразные мягкотканые саркомы – 20%. Среди 5 детей с остеосаркомой грудной стенки рецидив случился у 4 (80%), погибли 3 (60%) пациента. Все 6 детей с мягкоткаными саркомами грудной стенки находятся в группе наблюдения без рецидивов.

Оперативное вмешательство у детей со злокачественными опухолями грудной стенки является неотъемлемой частью мультимодального лечения. Радикально выполненная операция с подтверждением отсутствия опухолевых клеток в крае резекции (R0) значительно улучшает безрецидивную и общую выживаемость пациентов [14]. В случае же рабдомиосарком общая выживаемость пациентов при проведенной резекции R0 и R1 не различается после адъювантной лучевой терапии [1]. Хирургический метод включает в себя удаление всех вовлеченных структур по здоровым тканям с отступом от опухоли. Достоверно выбрать длину отступа очень сложно, особенно у маленьких детей. Ряд авторов описывают длину отступа по ребру до 3 см [1], а при саркоме Юинга часто рекомендуют проведение экстирпации

пораженных ребер. При расположении патологического очага в грудине, что встречается реже, чем поражение ребер, – до 3% [7], выполняется резекция последней по вышеописанным принципам. Тем не менее, несмотря на мультимодальный подход при лечении злокачественных опухолей грудной стенки процент рецидивов остается достаточно высоким. Так, C.J. Harris и соавт. при исследовании 175 пациентов из 17 медицинских центров в США отметили, что рецидив наблюдался в четверти случаев. По данным других исследований, доля рецидивов среди всех злокачественных новообразований грудной стенки колеблется до 32%. По нашим данным, среди 20 пациентов с саркомой Юинга рецидив был у 8 (40%) пациентов, впоследствии 7 (35%) погибли в результате системной прогрессии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на поиск оптимального способа хирургического лечения и реконструкции грудной стенки у детей, таковой не может быть унифицирован. Оперативный подход зависит от возраста и телосложения пациента, размеров первичного очага и его распространенности (мультифокальное поражение), вовлечения соседних анатомических структур, проведенных ранее оперативных вмешательств (в том числе биопсии) и развившегося в связи с ними рубцово-спаечного процесса и является индивидуальным в каждом случае. В связи с этим каждый пациент перед проведением локального контроля должен быть обсужден на междисциплинарном консилиуме, где также скрупулезно должны быть оценены проводимая в динамике визуализация, возможные хирургические риски во избежание неприятных интраоперационных находок. Во многом подход к выбору способа пластики дефекта зависит от описанных выше факторов, а также от опыта и навыков оперирующего хирурга (забор лоскута, техника выполнения межсосудистых анастомозов, в том числе микрохирургических).

## ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Не указан.

## КОНФИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

## ORCID

**Talypov S.R.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5308-6544>

**Akhaladze D.G.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1387-209X>

**Krivososov A.A.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2636-0675>

**Konopleva E.I.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6848-8714>

**Merkulov N.N.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0404-6420>

**Tverdov I.V.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5150-1436>

**Tikhonova M.V.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5679-8961>

**Uskova N.G.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9424-1646>

**Karachunskiy A.I.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9300-198X>

**Grachev N.S.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4451-3233>

## Литература

1. Sandler G., Hayes-Jordan A. Chest wall reconstruction after tumor resection. *Semin Pediatr Surg* 2018; 27: 200–6. DOI: 10.1053/j.semped-surg.2018.05.008
2. Girelli L., Luksch R., Podda M.G., Meazza C., Puma N., Scana-gatta P., et al. Surgical approach to primary tumors of the chest wall in children and adolescents: 30 years of mono-institutional experience. *Tumori* 2016; 102: 89–95. DOI: 10.5301/tj.5000416
3. Quaglia M.P.L., La Quaglia M.P. Chest wall tumors in childhood and adolescence. *Semin Pediatr Surg* 2008; 17 (3): 173–80. DOI: 10.1053/j.semped-surg.2008.03.007
4. Mesko N.W., Bribiesco A.C., Raymond D.P. Surgical Management of Chest Wall Sarcoma. *Surg Oncol Clin N Am* 2020; 29: 655–72. DOI: 10.1016/j.soc.2020.06.008
5. Maistry N., Durell J., Wilson S., Lakhoo K. Primary paediatric chest wall tumours necessitating surgical management. *Ann R Coll Surg Engl* 2020; 102 (5): 335–9. DOI: 10.1308/rcsann.2020.0025
6. Wald O., Islam I., Amit K., Ehud R., Eldad E., Omer O., et al. 11-year experience with Chest Wall resection and reconstruction for primary Chest Wall sarcomas. *J Cardiothorac Surg* 2020; 15 (1): 29. DOI: 10.1186/s13019-020-1064-y
7. Saltsman J.A., Danzer E., Hammond W.J., Rhee D., Berhe S., Monteagudo J., et al. Survival and Scoliosis Following Resection of Chest Wall Tumors in Children and Adolescents. *Ann Surg* 2021; 274 (2): e167–73. DOI: 10.1097/sla.0000000000003495
8. Basharkhah A., Lackner H., Karastaneva A., Bergovec M., Spindel S., Castellani C., et al. Interdisciplinary Radical “En-Bloc” Resection of Ewing Sarcoma of the Chest Wall and Simultaneous Chest Wall Repair Achieves Excellent Long-Term Survival in Children and Adolescents. *Front Pediatr* 2021; 9: 661025. DOI: 10.3389/fped.2021.661025
9. Harris C.J., Helenowski I., Murphy A.J., Mansfield S.A., LaQuaglia M.P., Heaton T.E., et al. Implications of Tumor Characteristics and Treatment Modality on Local Recurrence and Functional Outcomes in Children With Chest Wall Sarcoma: A Pediatric Surgical Oncology Research Collaborative Study. *Ann Surg* 2022; 276: e969–75. DOI: 10.1097/SLA.0000000000004579
10. Lopez C., Correa A., Vaporciyan A., Austin M., Rice D., Hayes-Jordan A. Outcomes of chest wall resections in pediatric sarcoma patients. *J Pediatr Surg* 2017; 52: 109–14. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.10.035
11. Guillén G., García L., Marhuenda C., Pellisé F., Molino J.A., Fontecha C.G., et al. Thoracic wall reconstruction with bioabsorbable plates in pediatric malignant thoracic wall tumors. *J Pediatr Surg* 2017; 52: 377–81. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.08.018
12. Soyer T., Karnak I., Ciftci A.O., Senocak M.E., Tanyel F.C., Büyükpamukçu N. The results of surgical treatment of chest wall tumors in childhood. *Pediatr Surg Int* 2006; 22: 135–9. DOI: 10.1007/s00383-005-1537-z
13. Marqués C., Pizones J., Sánchez-Márquez J.M., Martín-Baldan M., Fernández-Baíllo N., Pérez-Grueso F.J.S. Surgical Treatment of Scoliosis Developed After Extended Chest Wall Resection Due to Askin Tumor During Childhood. *Spine Deform* 2019; 7 (1): 180–5. DOI: 10.1016/j.jspd.2018.06.016
14. Dingemann C., Linderkamp C., Weidemann J., Bataineh Z.A., Ure B., Nustede R. Thoracic Wall Reconstruction for Primary Malignancies in Children: Short- and Long-term Results. *Eur J Pediatr Surg* 2012; 22 (1): 34–9. DOI: 10.1055/s-0031-1285873
15. Tukiainen E. Chest wall reconstruction after oncological resections. *Scand J Surg* 2013; 102: 9–13. DOI: 10.1177/145749691310200103
16. Wong K.-S., Hung I.J., Wang C.R., Lien R. Thoracic wall lesions in children. *Pediatr Pulmonol* 2004; 37: 257–63. DOI: 10.1002/ppul.10440
17. Kane G., Orr D., Pears J., McGuinness J. A Novel Approach to Extensive Chest Wall Reconstruction in a Child. *Ann Thorac Surg* 2021; 111: e389–91. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2020.09.079
18. Mathew D., Prince D.N., Mahomed N. Extra-skeletal Ewing Sarcoma of the chest wall in a child. *SA J Radiol* 2019; 23: 1733. DOI: 10.4102/sajr.v23i1.1733
19. Raz D.J., Clancy S.L., Erhunmwunsee L.J. Surgical Management of the Radiated Chest Wall and Its Complications. *Thorac Surg Clin* 2017; 27 (2): 171–9. DOI: 10.1016/j.thor-surg.2017.01.011
20. Collaud S., Stork T., Dirksen U., Pöttgen C., Hegedüs B., Schildhaus H.-U., et al. Surgical Treatment for Primary Chest Wall Sarcoma: A Single-Institution Study. *J Surg Res* 2021; 260: 149–54. DOI: 10.1016/j.jss.2020.11.078
21. Deitch J., Crawford A.H., Choudhury S. Osteogenic Sarcoma of the Rib. A Case Presentation and Literature Review. *Spine (Phila Pa 1976)* 2003; 28 (4): E74–7. DOI: 10.1097/01.BRS.0000048507.31949.E8