

УДК 616.712-007.24-053.2

<https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-1-07>

Воронкообразная деформация грудной клетки у детей

Н. В. Моторенко¹, А. В. Винник²

¹Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Беларусь

²Гомельская областная детская клиническая больница, г. Гомель, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Изучить влияние степени воронкообразной деформации грудной клетки (ВДГК) у детей на выраженность клинических проявлений, а также функции органов грудной клетки до и после оперативного лечения.

Материалы и методы. В исследование включены 36 пациентов с ВДГК II и III степени, прошедших оперативное лечение и обследование на базе ортопедо-травматологического отделения учреждения «Гомельская областная детская клиническая больница» с января 2019 г. по сентябрь 2021 г. Всем пациентам проведены клинический осмотр, лабораторно-инструментальные исследования, электрокардиография, эхокардиография, холтеровское мониторирование, исследование функции внешнего дыхания, компьютерная томография грудной клетки.

Результаты. В результате проведенных исследований установлено, что степень деформации грудной клетки у детей влияет на выраженность клинико-функциональных изменений органов грудной клетки.

Заключение. Проведенное исследование показало, что оперативное лечение ВДГК способствует устранению функциональных расстройств в работе сердца и органов дыхания.

Ключевые слова: воронкообразная деформация грудной клетки, инструментальные методы исследования, торакопластика, дети.

Вклад авторов. Моторенко Н.В., Винник А.В.: концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор материала, редактирование, обсуждение данных, проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Моторенко НВ, Винник АВ. Воронкообразная деформация грудной клетки у детей. *Проблемы здоровья и экологии.* 2022;19(1):47-54. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-1-07>

Pectus excavatum in children

Natallia V. Motorenko¹, Alexandr V. Vinnik²

¹Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

²Gomel Regional Children's Clinical Hospital, Gomel, Belarus

Abstract

Objective. To study the effect of the degree of pectus excavatum in children on the severity of clinical manifestations, as well as the function of the chest organs before and after surgical treatment.

Materials and methods. The study included 36 patients with II-III degree pectus excavatum undergoing surgical treatment and examination at the Orthopedics and Traumatology Department of the Gomel Regional Children's Clinical Hospital from January 2019 to September 2021. All the patients were examined in clinical setting with laboratory and instrumental methods, were performed electrocardiography, echocardiography, Holter monitoring, the study of the function of external respiration, computed tomography of the chest.

Results. As a result of the conducted studies, it has been found that the degree of thoracic deformity in children affects the severity of clinical and functional changes in the chest organs.

Conclusion. The performed study has showed that the surgical treatment of pectus excavatum contributes to the elimination of functional disorders in the work of the heart and respiratory organs.

Keywords: pectus excavatum, instrumental research methods, thoracoplasty, children.

Author contributions. Motorenko N.V., Vinnik A.V.: concept and design of the study, review of publications on the topic of the article, collection of material, editing, discussion of data, verification of critical content, approval of the manuscript for publication.

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

Funding. The study was conducted without sponsorship.

For citation: Motorenko NV, Vinnik AV. Pectus excavatum in children. *Health and Ecology Issues.* 2022;19(1):47-54. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-1-07>

Введение

Воронкообразная деформация грудной клетки (*pectus excavatum*) — порок развития, при котором наблюдается западение грудины и передних отделов ребер и который сопровождается функциональными нарушениями работы дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Основная причина западения грудины — чрезмерный рост грудино-реберных хрящей, которые опережают рост ребер и таким образом вворачивают грудину внутрь грудной клетки.

Воронкообразная деформация грудной клетки является наиболее распространенным дефектом грудной клетки (90 % из всех случаев врожденных пороков грудной клетки) [1]. Частота встречаемости данной патологии составляет один случай на 400–800 новорожденных, у детей в старшем возрасте ВДГК может достигать 2,4 %. Мальчики страдают данной патологией в 5 раз чаще, чем девочки [1, 2].

Первые упоминания о ВДГК встречаются у Scenck (1594 г.) и швейцарского анатома Bauhinus (1600 г.), но более подробно эта патология была описана Eggel (1870 г.) [1].

Существует несколько теорий о причинах формирования воронкообразного дефекта. Одна из них — генетическая. В подтверждение этой теории у родственников пациентов с воронкообразной деформацией имеются сходные врожденные изменения [3]. В основе данной теории лежит мутация генов, отвечающих за выработку коллагена и белков соединительной ткани, вследствие чего происходит изменение их структуры и в последующем формируется деформация. Чаще всего данная патология сочетается с другими генетическими аномалиями, такими как синдром Морфана, синдром Дауна, нейрофиброматоз, ахондроплазия [3, 4]. Также существует теория о формировании ВДГК после травм, ожогов, операций. Данные причины нарушают нормальное строение грудной клетки и ведут к ее деформированию. В таких случаях она будет приобретенная. К приобретенным деформациям грудной клетки ведут такие заболевания, как рахит, туберкулез, сколиоз, остеомиелит ребер [4].

У 80 % детей заболевание проявляется на первом году жизни, но прогрессирование происходит в периоды наиболее максимального роста ребенка: в 6–8 и 11–13 лет [5].

Наряду с жалобами на саму деформацию грудной клетки, которая формирует у подростков ряд комплексов и психологиче-

ских проблем, возникает множество симптомов, связанных с вторичными изменениями органов грудной клетки. Это происходит из-за хронического сдавления органов грудной клетки, а также за счет дисплазии соединительной ткани, которая влияет не только на хрящи и ребра, но и на бронхолегочную ткань, способствуя формированию бронхоэктазов, бронхообструктивного синдрома, трахеобронхомаляции. Для врожденной деформации грудной клетки характерно «парадоксальное дыхание», проявляющееся западением грудины и ребер на вдохе. При данном типе дыхания снижается подвижность грудной клетки, легкие при вдохе расширяются незначительно и в основном за счет верхних долей. В итоге пациенты страдают частыми респираторными заболеваниями с затяжным течением. Сдавление легких, нарушение дыхания, застой мокроты в бронхах приводят к одышке, навязчивому кашлю. Клинически это проявляется картиной трахеита, бронхита, пневмонии, чаще в нижних отделах легких [6]. В результате деформации ребер и грудины сдавливается сердце. Увеличивается давление на правый желудочек, нарушается проведение нервных импульсов, в результате чего возникают аритмии. Пациенты жалуются на «чувство сердцебиения» в покое, быструю утомляемость при незначительной физической нагрузке, болевые ощущения в области сердца, одышку, артериальную гипертензию. У детей с данной патологией часто встречаются малые аномалии сердца в виде пролапса митрального клапана, открытого овального окна, дополнительных хорд в камере сердца [7, 8].

Существует множество классификаций воронкообразной деформации грудной клетки. По внешнему виду различают две формы: с симметричной деформацией и с асимметричной деформацией грудной клетки. Более подробные классификации предложены различными авторами и имеют большое значение при выборе метода лечения. Одним из наиболее известных методов оценки степени деформации является предложенный в 1962 г. индекс Гижницкой, который рассчитывают, как отношение наименьшего поперечного размера грудной клетки к наибольшему. Эти расстояния измеряются по боковым проекциям рентгенограмм грудной клетки [9]. Данные по классификации на основе индекса Гижницкой представлены в таблице 1.

Таблица 1. Классификация деформации грудной клетки по индексу Гижицкой
Table 1. Classification of thoracic deformity according to the Gizhytska index

Степень деформации	Индекс Гижицкой	Глубина воронки	Смещение сердца	Работа внутренних органов
Первая	0,7–0,9	До 2 см	Не наблюдается	Как правило, полностью компенсирована, нарушений не выявляется
Вторая	0,5–0,7	2–4 см	Не более 2–3 см	В лабораторных условиях и при исследованиях могут выявляться отдельные слабо выраженные нарушения работы сердца и легких. Но возможна также и полная компенсация их работы
Третья	0–0,5	Более 4 см	Более 3 см	Имеются выраженные нарушения работы сердца, легких, проблемы с гемодинамикой, симптомы поражения органов грудной клетки

В 1987 г. Haller для оценки степени тяжести ВДГК предложил использовать компьютерно-томографический индекс (КТ-индекс, или индекс Халлера). Индекс Халлера рассчитывается по аксиальным сканам компьютерной томограммы на уровне максимального западения грудины и представляет собой частное между (а) поперечным размером грудной клетки (горизонтальное расстояние

между внутренней частью ребер) и (b) передне-задним размером (расстояние между передней поверхностью позвоночника и задней стенкой грудины) ($ИХ = a/b$). В норме индекс Халлера равен 2,5. При показателях более 3,25 показано оперативное лечение [9, 10]. В таблице 2 представлена классификация степени ВДГК на основе индекса Халлера.

Таблица 2. Степени воронкообразной деформации грудной клетки на основе индекса Халлера

Table 2. Degrees of pectus excavatum based on the Haller index

Степень	Индекс Халлера (см)
I	3,0–3,9
II	4,0–4,9
III	5,0–5,9
IV	≥ 6,0

С целью уточнения диагноза проводится комплексное обследование, включающее клинический осмотр, лабораторно-инструментальные методы исследования, электрокардиографию, эхокардиографию, холтеровское мониторирование, исследование функции внешнего дыхания, компьютерную томографию грудной клетки.

Единственным эффективным методом лечения ВДГК является оперативное вмешательство. Впервые хирургическую коррекцию ВДГК стали проводить еще в конце XIX–начале XX вв. В 1899 г. немецкий хирург А. Tietze описал резекцию нижней трети грудины. Однако данные виды оперативного вмешательства можно было отнести к

паллиативным в связи с отсутствием мобилизации костно-хрящевого компонента [11]. В 1911 г. L. Meyer, а в 1920 г. F. Sauerbrueb выполнили операцию по хирургической коррекции ВДГК. В основе данных операций была резекция 2–3-го ребер с обеих сторон, таким образом уменьшалась компрессионное воздействие ребер на сердце. Одна из наиболее популярных методик оперативного лечения ВДГК была предложена V. Ravitch в 1949 г. В основе ее лежит резекция реберных хрящей, формирующих зону деформации, с сохранением надхрящницы и остеотомия грудины. В 1958 г. была описана методика помещения за грудину металлической пластины и выведения ее кпереди. Однако

отмечалось большое количество побочных эффектов в виде гидро- и пневмотораксов, ателектазов, пневмоний [11, 12]. С 1998 г. широкое распространение получил малоинвазивный метод торакопластики по D. Nuss. Метод основан на «разгибании» реберных хрящей при помощи заградительного проведения металлической пластины. При данном методе не требуется резекция реберных хрящей и стернотомия. Установка пластины осуществляется через небольшие доступы, что уменьшает травматизацию мышц грудной клетки, снижает кровопотерю во время операции, а также обладает высоким косметическим эффектом. Хирургическую коррекцию проводят при II–III степени искривления грудной клетки. Оптимальный возраст для операции — от 6 до 14 лет [13]. Причем чем меньше возраст ребенка, тем эластичнее грудная клетка, а чем он старше, тем травматичнее оперативное вмешательство.

Цель исследования

Изучить влияние степени ВДГК клетки у детей на функциональное состояние органов грудной клетки до и после оперативного лечения.

Материалы и методы

В исследование включены 36 детей, прошедших обследование и оперативное лечение на базе ортопедо-травматологического отделения учреждения «Гомельская областная детская клиническая больница» с января 2019 г. по сентябрь 2021 г. Предоперационное обследование включало: сбор жалоб, анамнеза, клинический осмотр, лабораторно-инструментальные методы исследования, электрокардиографию в 12 стандартных отведениях (с целью оценки состояния проводимости, наличия метаболических изменений в миокарде), эхокардиографию по стандартной методике в В- и М-режимах (с оценкой особенностей строения клапанного аппарата, наличия врожденных пороков развития, систоло-диастолической функции желудочков сердца, наличия легочной гипертензии), холтеровское мониторирование. Всем детям проводилась спирометрия для определения влияния ВДГК на легочную функцию (определялись основные показатели: жизненная емкость легких (ЖЕЛ, %), объем форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ, %), объем форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1, %), отношение объема форсированного выдоха за 1 с к жизненной емкости легких, выраженное в процентах

(индекс Тиффно, %)). Выполнялась компьютерная томография грудной клетки и органов грудной полости для расчета индекса Халлера, а также для выявления особенностей расположения органов грудной клетки в результате смещения их деформированным грудно-реберным комплексом. Всем пациентам была проведена операция по методике D. Nuss с торакоскопической видеоассистенцией.

Через 6 мес. после проведенного оперативного лечения все дети прошли повторное обследование с целью оценки динамических изменений, включавшее сбор жалоб, анамнеза и клинический осмотр. Было проведено электрокардиографическое, эхокардиографическое исследования, оценена функция внешнего дыхания с помощью спирометрии. Всем детям была проведена компьютерная томография грудной клетки для оценки уровня стояния пластины и исключения миграции фиксирующей пластины.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с применением пакета прикладных компьютерных программ «Statistica», 10.0. Для характеристики обследованных групп использован стандартный методический подход, основанный на расчете данных описательной статистики. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Возраст пациентов соответствовал подростковой группе (средний возраст — $14,23 \pm 2,45$). Распределение по полу было следующим: 26 (72,22 %) мальчиков, 10 (27,78 %) девочек.

Степень деформации грудной клетки определяли по индексу Халлера. У 19 (52,78 %) пациентов встречалась II степень деформации, III — у 17 (47,22 %) пациентов.

При сборе анамнеза было выявлено, что у 14 (38,89 %) пациентов проявления ВДГК наблюдались, со слов родителей, с раннего возраста. В период активного роста (с 7 до 15 лет) деформация грудной клетки стала проявляться у 22 (61,11 %) пациентов.

У 23 (63,89 %) детей отмечалось нарушение осанки, у 8 (22,22 %) пациентов — сколиоз I-й степени.

При опросе пациенты предъявляли жалобы на слабость, быструю утомляемость, одышку (при подъеме на 2–3-й этаж), боли в сердце. В таблице 3 представлены сводные данные клинических проявлений у пациентов в зависимости от степени деформации.

Таблица 3. Частота клинических проявлений у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки в зависимости от степени деформации

Table 3. Frequency of clinical manifestations in the children with pectus excavatum depending on the degree of deformity

Жалобы	II степень (n = 19)	III степень (n = 17)
Головокружение, головные боли	5 (26,32 %)	4 (23,53 %)
Повышенная утомляемость, слабость	13 (68,42 %)	14 (82,35 %)
Боли в сердце	5 (26,32 %)	8 (47,06 %)
Одышка при физической нагрузке	9 (47,37 %)	13 (76,47 %)
Респираторные заболевания (бронхиты, пневмонии) более четырех раз в год в анамнезе	7 (36,84 %)	10 (58,82 %)
Чувство «сердцебиения»	4 (21,05 %)	6 (35,29 %)

Всем пациентам с деформацией грудной клетки до операции была проведена электрокардиография. У 6 (31,58 %) пациентов со II степенью деформации грудной клетки наблюдались метаболические изменения в миокарде, у 2 (10,53 %) — синусовая тахикардия, у 4 (21,05 %) — синусовая брадикардия. Гипертрофия правых отделов сердца наблюдалась у одного (5,26 %) пациента. Наиболее частым изменением на ЭКГ являлась неполная блокада правой ножки пучка Гиса (9; 47,37 %) ($p > 0,05$).

У 9 (52,94 %) пациентов с III степенью деформации отмечены метаболические изменения в миокарде, у 4 (23,53 %) — синусовая тахикардия, у 6 (35,29 %) — синусовая брадикардия, неполная блокада правой ножки пучка Гиса — у 6 (35,29 %) пациентов и у 4 (23,53 %) — гипертрофия правых отделов сердца ($p > 0,05$).

Следовательно, при прогрессировании деформации грудной клетки формируются более стойкие изменения, что видно на электрокардиограмме, чаще наблюдается гипертрофия правых отделов сердца, метаболические изменения в миокарде.

В предоперационное исследование входило и проведение эхокардиографии для выявления изменений функции сердца и особенности кровообращения. При II степени деформации грудной клетки у 11 (57,89 %) пациентов выявлена дополнительная хорда левого желудочка, у 5 (26,31 %) пациентов обнаружен пролапс митрального клапана I степени, дилатация правых отделов сердца — у одного (5,26 %) пациента.

При III степени деформации дополнительная хорда левого желудочка выявлена у 13 (76,47 %) пациентов, пролапс митрального клапана I степени — у 9 (52,94 %), дилатация правых отделов сердца — у 4 (23,53 %) пациентов. Таким образом, у детей с III степенью деформации грудной клетки увеличивается частота встречаемости гипертрофии правых отделов сердца за счет компрессии его грудино-реберным комплексом.

С целью оценки функции дыхания пациентам проводилась спирометрия. У всех детей со II степенью ВДГК выявлено достоверное снижение показателей ЖЕЛ ($76,51 \pm 3,86$ %), ОФВ1 ($72,16 \pm 2,52$ %) при нормальных показателях индекса Тиффно ($94,97 \pm 3,89$ %) ($p < 0,05$). Это говорит о рестриктивном типе нарушения внешнего дыхания.

При III степени воронкообразной деформации грудной клетки отмечалось снижение не только ЖЕЛ ($72,92 \pm 3,49$ %), ОФВ1 ($67,11 \pm 3,35$ %), но и индекса Тиффно ($76,50 \pm 2,14$ %) ($p < 0,05$), что свидетельствует о смешанном (рестриктивно-обструктивном) типе нарушения внешнего дыхания.

При изучении компьютерных томограмм органов грудной клетки при II степени деформации у двух (10,53 %) пациентов был диагностирован пневмофиброз, у одного (5,26 %) — компрессия правых отделов сердца. При III степени деформации у одного (5,88 %) пациента были выявлены эмфизематозные буллы в нижних отделах легких, у 4 (23,53 %) — компрессия правых отделов сердца, у 4 (23,53 %) — пневмофиброз. У всех пациентов с ВДГК наблюдалось смещение органов средостения влево.

Всем пациентам со II и III степенью деформации грудной клетки была проведена операция по методике D. Nuss с торакоскопической видеоассистенцией.

Повторно данные пациенты были обследованы через 6 мес. после оперативного лечения. В результате опроса пациентов только двое детей с III степенью деформации (5,56 %) предъявляли жалобы на периодическое «неприятное ощущение в грудной клет-

ке», проходившее самостоятельно в течение нескольких минут. Остальные дети были довольны косметическим эффектом, отмечали улучшение самочувствия, отсутствие чувства «сердцебиения», боли в грудной клетке, улучшение переносимости физической нагрузки.

Всем детям было проведено электрокардиографическое исследование. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты электрокардиографии у пациентов через 6 мес. после оперативного лечения

Table 4. Electrocardiography results in the patients 6 months after the surgical treatment

Изменения	Пациенты со II степенью ВДГК		Пациенты с III степенью ВДГК	
	до оперативного лечения	после оперативного лечения	до оперативного лечения	после оперативного лечения
Метаболические изменения в миокарде	6 (31,58 %)	3 (15,79 %)	9 (52,94 %)	4 (23,53 %)
Гипертрофия правых отделов сердца	1 (5,26 %)	1 (5,26 %)	4 (23,52 %)	2 (11,76 %)
Неполная блокада правой ножки пучка Гиса	9 (47,37 %)	4 (21,05 %)	6 (35,29 %)	3 (17,65 %)
Синусовая брадикардия	4 (21,05 %)	1 (5,26 %)	6 (35,29 %)	2 (11,76 %)
Синусовая тахикардия	2 (10,53 %)	0	4 (23,52 %)	0

После торакопластики у пациентов с ВДГК улучшились показатели электрокардиограммы. У пациентов со II степенью деформации грудной клетки метаболические изменения в миокарде уменьшились на 15,79 %, частота встречаемости неполной блокады правой ножки пучка Гиса — на 26,32 %, синусовая брадикардия — на 15,79 % ($p > 0,05$), синусовая тахикардия не выявлена. У пациентов с III степенью деформации грудной клетки частота встречаемости метаболических изменений в миокарде уменьшилась на 29,41 %, гипертрофия отделов сердца — на 11,76 %, неполная блокада правой ножки пучка Гиса — на 17,64 %, синусовая брадикардия — на 23,53 % ($p > 0,05$), синусовая тахикардия не выявлена.

Также всем пациентам было проведено эхокардиографическое исследование. У пациентов со II степенью деформации грудной клетки отмечалось уменьшение частоты пролапса митрального клапана I степени на 10,53 %, при III степени деформации частота пролапса митрального клапана I степени снизилась на 17,65 %.

После оперативного вмешательства за счет восстановления формы грудной клетки сердце занимает более физиологическое положение, отсутствует компрессия правых отделов сердца, что способствует изменению положения клапанных структур.

Результаты исследования функции внешнего дыхания у пациентов через 6 мес. после оперативного лечения представлены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты спирометрии через 6 мес. после оперативного лечения

Table 5. Spirometry results in the patients 6 months after the surgical treatment

Показатели	Пациенты со II степенью ВДГК		Пациенты с III степенью ВДГК	
	до оперативного лечения	после оперативного лечения	до оперативного лечения	после оперативного лечения
ЖЕЛ, %	76,51 ± 3,86	92,47 ± 4,61	72,92 ± 3,49	76,73 ± 2,04
ОФВ1, %	72,16 ± 2,52	85,50 ± 3,00	67,11 ± 3,35	73,89 ± 2,32
Индекс Тиффно, %	94,97 ± 3,89	96,37 ± 3,27	76,50 ± 2,14	85,48 ± 3,27

У пациентов со II степенью деформации грудной клетки после оперативного лечения параметры спирометрии увеличились: ЖЕЛ — на 15,96 %, ОФВ1 — на 13,34 % ($p < 0,05$), с III степенью деформации: ЖЕЛ — на 3,81 %, ОФВ1 — на 6,79 %, индекс Тиффно — на 8,98 % ($p < 0,05$).

При проведении компьютерной томографии грудной клетки выявлено удовлетворительное стояние пластины, отсутствие компрессии органов грудной клетки и смещения органов средостения влево.

Заключение

Функциональное состояние органов грудной клетки зависит от степени деформации и определяется компрессией органов грудной клетки грудино-реберным комплексом, смещением органов средостения и «парадоксальным дыханием» в легких. У данных пациентов преобладают жалобы на слабость, повышенную утомляемость, одышку при физической нагрузке, частые респираторные заболевания в анамнезе. При анализе жалоб отмечалась стойкая закономерность увеличения их числа при прогрессировании степени деформации грудной клетки.

На электрокардиограмме часто наблюдаются нарушения ритма, метаболические изменения в миокарде. При проведении эхокардиографии наиболее часто встречающимися изменениями структур сердца у пациентов с воронкообразной грудной клеткой были ложные хорды левого желудочка и пролапс митрального клапана. При увеличении степени деформации грудной клетки, а, следовательно, и с усилением дислокации

сердца, возникают более стойкие изменения, увеличивается частота метаболических изменений в миокарде, нарушений ритма, гипертрофии правых отделов сердца. При проведении спирометрии у пациентов до оперативного лечения характерно нарушение функции внешнего дыхания по рестриктивному типу при II степени деформации грудной клетки и присоединение обструктивного механизма вентиляционной недостаточности — при III степени деформации.

После оперативного лечения все пациенты отмечают улучшение самочувствия и способность переносить большие физические нагрузки.

На электрокардиограммах пациентов после оперативного лечения отмечается восстановление проводимости сердечной мышцы, уменьшение метаболических нарушений, восстановление ритма, снижение перегрузки правых отделов сердца. На эхокардиограммах характерно снижение частоты встречаемости пролапса митрального клапана I степени как при II, так и при III степени деформации грудной клетки. При изучении спирограмм у детей отмечается восстановление и стабилизация рестриктивных нарушений функции внешнего дыхания и снижение обструктивного механизма вентиляционной недостаточности.

Таким образом, торакопластика — единственный метод, восстанавливающий анатомическую форму грудной клетки, устраняющий функциональные расстройства в работе сердца и легких, значительно повышающий качество жизни детей.

Список литературы

1. Fokin AA, Steuerwald NM, Ahrens WA, Allen KE. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21(1):44-57.
DOI: <https://doi.org/10.1053/j.serntevs.2009.03.001>
2. Комолкин ИА, Афанасьев АП, Щеголев ДВ. Роль наследственности в происхождении врожденных деформаций грудной клетки. *Гений ортопедии.* 2012;(2):152-156.
3. Colombani PM. Preoperative assessment of chest wall deformities. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2009;21(1):58-63.
DOI: <https://doi.org/10.1053/j.serntevs.2009.04.003>
4. Kelly RE. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17:182-193.
DOI: <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002>
5. Knudsen M, Pilegaard H, Grosen K. Pain and sensory disturbances following surgical repair of pectus carinatum. *Journal of pediatric surgery.* 2018;53(4):733-739.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.08.015>
6. Рузикулов УШ. Клинические проявления воронкообразной деформации грудной клетки у детей различного возраста. *Журнал теоретической и клинической медицины.* 2014;(2):110-112.
7. Нарзикулов УК, Рузикулов УШ, Мавлянова ДА. Особенности электрокардиографических показателей у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки. *Медицина и фармакология.* 2014;(4):3-12.
8. Тимошенко ВА, Виноградов АВ. Деформация грудной клетки после торакопластики у детей. *Детская хирургия.* 2000;(2):9-13.
9. Гафаров ХЗ, Плаксейчук ЮА, Плаксейчук АЮ. Лечение врожденных деформаций грудной клетки. *Казань: Фэн, 1996;142.*
10. Robicsek F, Watts LT, Fokin AA. Surgical repair of pectus excavatum and carinatum. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21(1):64-75.
DOI: <https://doi.org/10.1053/j.semtevs.2009.03.002>
11. Стальмахович ВН, Дуденков ВВ, Дюков АА. Лечение воронкообразной деформации грудной клетки у детей. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2017;5(3):17-24.
DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS5317-24>

12. Малахов ОА, Рудаков СС, Лихотай КА. Хирургическая коррекция воронкообразной и килевидной деформаций грудной клетки у детей и подростков. В: Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: сб. тезисов конф. детских травматологов и ортопедов России Москва, 2001;260-261.

13. Nuss D, Obermeyer RJ, Kelly RE. Nuss bar procedure: past, present and future. *Ann Cardiothorac Surg.* 2016;5(5):422-433. DOI: <https://doi.org/10.21037/acs.2016.08.05>

References

1. Fokin AA, Steuerwald NM, Ahrens WA, Allen KE. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21(1):44-57. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.serntevs.2009.03.001>

2. Komolkin IA, Afanasyev AP, Schegolev DV. The role of heredity in the origin of congenital chest deformities. *The genius of orthopedics.* 2012;(2):152-156. (in Russ.).

3. Colombani PM. Preoperative assessment of chest wall deformities. *Semin. Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21(1):58-63. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.serntevs.2009.04.003>

4. Kelly RE. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17:182-193. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002>

5. Knudsen M, Pilegaard H, Grosen K. Pain and sensory disturbances following surgical repair of pectus carinatum. *Journal of pediatric surgery.* 2018;53(4):733-739. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.08.015>

6. Ruzikulov USh. Clinical manifestations of funnel chest deformity in children of different ages. *Journal of Theoretical and Clinical Medicine.* 2014;(2):110-112. (in Russ.).

7. Narzikulov UK, Ruzikulov USh., Mavlyanova DA. Features of electrocardiographic indicators in children with pectus pectus deformity. *Medicine and Pharmacology.* 2014;(4):3-12. (in Russ.).

8. Timoshchenko VA, Vinogradov AV. Deformation of the chest after thoracoplasty in children. *Pediatric surgery.* 2000;(2):9-13. (in Russ.).

9. Gafarov KhZ, Plakseichuk YuA, Plakseichuk AYU. Treatment of congenital chest deformities, Kazan: Feng; 1996. 142. (in Russ.).

10. Robicsek F, Watts LT, Fokin AA. Surgical repair of pectus excavatum and carinatum. *Semin. Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21(1):64-75. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2009.03.002>

11. Stelmahovich VN, Dudenkov VV, Dyukov AA. Treatment of funnel chest deformity in children. *Pediatric Traumatology, Orthopedics and Reconstructive Surgery.* 2017;5(3):17-24. (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS5317-24>

12. Malakhov OA, Rudakov SS, Likhota KA. Surgical correction of funnel-shaped and keeled chest deformities in children and adolescents. In: *Actual problems of pediatric traumatology and orthopedics: sat. thesis. conf. pediatric traumatologists - orthopedists of Russia; M, 2001;260-261.* (in Russ.).

13. Nuss D, Obermeyer RJ, Kelly RE. Nuss bar procedure: past, present and future. *Ann Cardiothorac Surg.* 2016;5(5):422-433. DOI: <https://doi.org/10.21037/acs.2016.08.05>

Информация об авторах / Information about the authors

Моторенко Наталья Викторовна, ассистент кафедры педиатрии, УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6729-446X>
e-mail: nmotorenko31@mail.ru

Винник Александр Васильевич, заведующий ортопедо-травматологическим отделением, У «Гомельская областная детская клиническая больница», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8624-5225>
e-mail: avinnik22@mail.ru

Natalia V. Motorenko, Assistant Lecturer at the Department of Pediatrics, Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6729-446X>
e-mail: nmotorenko31@mail.ru

Alexander V. Vinnik, Head of the Orthopedics and Traumatology Department, Gomel Regional Children's Clinical Hospital, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8624-5225>
e-mail: avinnik22@mail.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Моторенко Наталья Викторовна
e-mail: nmotorenko31@mail.ru

Natalia V. Motorenko
e-mail: nmotorenko31@mail.ru

Поступила в редакцию / Received 27.10.2021

Поступила после рецензирования / Accepted 21.01.2022

Принята к публикации / Revised 10.02.2022