

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский  
медицинский университет имени Н. И. Пирогова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

*На правах рукописи*

**ЭЛЬНУР**  
**Альшафи Адам Исмаил**

**МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ ХИРУРГИЧЕСКАЯ  
КОРРЕКЦИЯ АСИММЕТРИЧНОЙ КИЛЕВИДНОЙ  
ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ДЕТЕЙ**

3.1.11. Детская хирургия

ДИССЕРТАЦИЯ  
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
Разумовский Александр Юрьевич,  
доктор медицинских наук, профессор,  
член-корреспондент РАН

Москва – 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>9</b>
1.1. Общие сведения .....	9
1.2. Классификация.....	10
1.3. Современные подходы к хирургической коррекции килевидной деформации грудной клетки у детей .....	14
1.4. Компрессионные методы лечения килевидной деформации грудной клетки у детей ..	21
<b>Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ .....</b>	<b>27</b>
2.1. Общая характеристика наблюдений .....	27
2.2. Общая характеристика детей первой группы .....	28
2.3. Общая характеристика детей второй группы .....	29
2.4. Сравнительная оценка исследуемых групп .....	31
2.5. Клинические методы исследования.....	32
2.5.1. Клиническое обследование наблюдаемых больных .....	32
2.5.2. Клинико-генетическое исследование .....	34
2.6. Лабораторные методы обследования.....	35
2.7. Инструментальные методы обследования .....	35
2.7.1. Рентгенологический метод исследования .....	35
2.7.2. Компьютерная томография .....	36
2.7.3. Эхокардиография .....	37
2.7.4. УЗИ плевральных полостей и органов брюшной полости .....	38
2.7.5. Фибрэзофагогастродуоденоскопия .....	39
2.8. Методы хирургического лечения .....	40
2.8.1. Хирургическая методика открытой торакопластики .....	40
2.8.2. Методика малоинвазивной торакопластики .....	42
2.9. Ведение больных в послеоперационном периоде .....	44
2.10. Обследование больных перед удалением пластины .....	45
2.11. Анкетирование пациентов до и после операции .....	47
2.12. Статистическая обработка результатов .....	47
<b>Глава 3. МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ АСИММЕТРИЧНОЙ КИЛЕВИДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ДЕТЕЙ.....</b>	<b>48</b>
3.1. Новый способ малоинвазивной хирургической коррекции асимметричной килевидной деформации грудной клетки.....	48
3.2. Техника малоинвазивной операции с видеоторакоскопическим контролем .....	53
Клиническое наблюдение.....	54
<b>Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ МАЛОИНВАЗИВНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ АСИММЕТРИЧНОЙ КИЛЕВИДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ДЕТЕЙ.....</b>	<b>57</b>
4.1. Анализ лечения детей первой группы .....	57
4.2. Анализ лечения детей второй группы .....	60
4.3. Сравнение результатов лечения в обеих группах.....	61
4.4. Оценка результатов оперативного лечения АсКДГК по результатам анкетирования ..	65
Клинические примеры .....	67
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>73</b>
<b>ВЫВОДЫ .....</b>	<b>77</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....</b>	<b>78</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....</b>	<b>79</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>80</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования.

Килевидная деформация грудной клетки (КДГК) – порок развития, который характеризуется выпячиванием вперед грудины и сочленяющихся с ней ребер. В отличие от воронкообразной деформации, КДГК встречается значительно реже и составляет от 5 до 22% всех деформаций грудной клетки [27].

Асимметричная килевидная деформация грудной клетки (АсКДГК) является самым редким вариантом деформаций, не превышающим 6% всех деформаций грудной клетки. Она характеризуется непропорциональным развитием одной из ее половин, что, помимо косметического дефекта, обуславливает сложную синтопию органов грудной клетки [96,98]. Хотя ее наличие зачастую сопряжено с наличием единственной жалобы пациентов – косметическим визуальным дефектом [39,106], нельзя игнорировать ее вклад в нарушение функций органов грудной клетки.

Проблемой коррекции КДГК у детей хирурги занимаются уже не одно десятилетие, разработано более 100 различных вариантов радикальных (с резекцией рёберных хрящей и стернотомией) и паллиативных операций, внедрено множество конструкций для фиксации грудино-реберного комплекса в физиологически правильном положении [106], тем не менее количество неблагоприятных, косметически нефункциональных исходов остается на высоком уровне.

В современной детской хирургии наибольшее распространение в лечении КДГК получили хирургические методы как с использованием внутренних или наружных фиксаторов, так и без них, но с применением массивных фиксирующих конструкций, обеспечивающих стабильность грудино-реберного комплекса. Несмотря на то, что применение фиксаторов требует проведения повторного вмешательства для их удаления, они получили большее распространение по сравнению с фиксирующими конструкциями, позволяющими получить хороший косметический результат при одномоментной

операции. Это связано с большим комфортом для пациента и возможностью обеспечения постепенной коррекции, с учетом продолжающегося роста ребенка и адаптацией костно-хрящевого каркаса к воссозданным анатомически правильным взаимоотношениям.

Консервативные методы лечения КДГК, ставшие популярными в последнее время, подразумевают использование различных наружных компрессионных устройств. Однако применение таких устройств требует длительного ношения (до 2 лет), сомнительным успехом ввиду возникновения рецидива деформации в более чем 50% наблюдений. Также применение таких конструкций сопряжено с высоким риском местных осложнений, в виде некроза кожи грудной клетки при её компрессии [27].

Достижение определенного консенсуса в хирургическом лечении КДГК привело к смещению научного фокуса на проблему лечения АсКДГК. Поскольку сочетание элевации и депрессии грудной стенки, создает асимметрию, которая обуславливает более значимый косметический дефект, такой вариант деформации становится важным фактором социальной адаптации пациентов, становясь причиной эмоциональных страданий и значительного снижения качества жизни [5,8,106].

В вопросе хирургической коррекции АсКДГК до сих пор превалируют ставшие уже классическими подходы лечения КДГК несмотря на то, что оценка их эффективности остается весьма условной и не дает возможности объективизации причин неудовлетворительных исходов. Поэтому поиск новых методов торакопластики, позволяющих получить хорошие косметические и функциональные результаты, остается актуальным и в настоящее время [27].

Способ хирургического лечения деформаций грудной клетки D. Nuss стал прорывным в детской хирургии, обеспечив малоинвазивность, доступность и эффективность реконструкции грудной клетки, получил широкое распространение во всем мире, в том числе и на клинической базе кафедры детской хирургии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова – в ДГКБ Н.Ф. Филатова ДЗМ. К

настоящему времени в клинике накоплен богатый опыт применения методики D. Nuss для проведения малоинвазивной хирургической коррекции ВДГК, что позволило адаптировать ее и для коррекции нетипичных форм деформаций, в том числе и АсКДГК. Неординарный опыт клиники, как специализированного центра коррекции деформаций грудной клетки, накопленный за счет аккумуляции пациентов с редкими аномалиями развития, позволил провести детальный анализ результатов и предоставить объективную оценку эффективности малоинвазивного способа хирургической коррекции при данной патологии.

**Цель исследования:** улучшение результатов хирургического лечения детей с асимметричной килевидной деформацией грудной клетки.

**Задачи исследования:**

1. Разработать и внедрить инновационную методику малоинвазивной хирургической коррекции асимметричной килевидной деформации грудной клетки, позволяющую снизить риск от хирургического вмешательства и оптимизировать корrigирующее воздействие на грудино-реберный комплекс при данной патологии.
2. Оценить клиническую эффективность малоинвазивной технологии хирургической коррекции асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей.
3. Провести сравнительный анализ результатов хирургического лечения асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей открытым и малоинвазивным хирургическими способами.
4. Определить показания и противопоказания к применению малоинвазивных технологий при хирургическом лечении асимметричной килевидной деформации грудной клетки.

## **Научная новизна работы**

Предложена оригинальная методика малоинвазивной торакопластики при АсКДГК (патент РФ на изобретение № RU2748958C1 от 06.02.2021), заключающаяся в новом техническом решении установки корригирующей пластины.

Данный способ установки корригирующей пластины позволяет снизить травматичность операции, обеспечивая при этом её высокую эффективность, без риска развития негативных последствий связанных с психологической травмой от операции по сравнению с традиционной методикой коррекции КДГК.

Установлено, что постоянная стабильная иммобилизация грудино-реберного комплекса в корrigированном состоянии асимметричной килевидной деформаций с помощью металлоконструкции, установленной подкожно малоинвазивным способом без предварительных инвазивных торакопластических вмешательств, приводит к полному устраниению деформации грудной клетки и хорошему функциональному и косметическому результату.

Доказано, что малоинвазивный метод торакопластики преимущественно показан при асимметричных типах деформации: его использование снижает время операции, травматичность вмешательства и сокращает сроки реабилитации пациентов и время пребывания в стационаре.

## **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Разработанный способ хирургической коррекции асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей является безопасной и эффективной методикой малоинвазивной коррекции данного порока.

2. Технология хирургического лечения асимметричных деформаций грудной клетки у детей с использованием предложенного способа малоинвазивной коррекции асимметричной килевидной деформации позволяет в отдалённом периоде достичь хороших косметических результатов в подавляющем большинстве (90%) случаев вследствие постоянной длительной

компрессионной иммобилизации деформированного грудино-рёберного комплекса.

### **Практическая ценность**

Методика Насса в разработанной модификации – способ хирургической коррекции врождённой асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей (патент РФ № RU2748958C1 от 06.02.2021), позволяет эффективно устранять деформацию грудино-рёберного комплекса при АсКДГК. Применение данной технологии сокращает время хирургического вмешательства, способствует ранней клинической и функциональной реабилитации больных и достижению оптимальных косметических результатов у подавляющего большинства (90%) пациентов детского возраста.

### **Внедрение результатов в практику**

Разработанные в ходе исследования положения и рекомендации внедрены и используются при лечении детей с асимметричными формами деформации грудной клетки в хирургической практике отделения торакальной хирургии ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова» Департамента здравоохранения города Москвы. Также положения и рекомендации используются в образовательном процессе со студентами, ординаторами и аспирантами на кафедре детской хирургии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

### **Апробация работы**

Апробация диссертации состоялась на совместном заседании кафедры детской хирургии, курса детской и эндоскопической хирургии в педиатрии ФУВ, курса детской урологии-андрологии ФУВ, кафедры анестезиологии и интенсивной терапии в педиатрии ФУВ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России и сотрудников отделений ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. Н. Ф. Филатова» Департамента здравоохранения города Москвы, протокол заседания № 2 от 14.09.2023.

## **Публикации по теме диссертации**

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, из них 4 – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. Получен патент РФ на изобретение № RU2748958C1.

## **Личное участие автора**

Диссидентант принимал активное участие в предоперационном обследовании и послеоперационном ведении больных с асимметричной килевидной деформацией грудной клетки. Также автор осуществил сбор данных, провёл статистический анализ и описание отдалённых результатов лечения детей с асимметричной килевидной деформацией грудной клетки.

## **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 90 страницах и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы. Работа иллюстрирована 33 рисунками, 23 таблицами.

Список литературы включает 115 источников, из них 38 отечественных и 77 зарубежных.

## Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Общие сведения

Килевидная деформация грудной клетки (КДГК) является вторым по частоте встречаемости вариантом деформации грудной клетки. Согласно современным представлениям, в основе развития КДГК лежит протрузия грудины, которая обычно начинается с уровня III ребра и может иметь различную степень выраженности и конфигурацию. Чаще всего заболевание дебютирует в предпубертатном или пубертатном возрасте и характеризуется достаточно быстрым прогрессированием в период активного роста ребёнка [9,24,53,62,68,85].

До настоящего времени точная эпидемиология КДГК остается окончательно неизученной. Считается, что КДГК встречается примерно в 4–5 раз реже, чем воронкообразная деформация, в то же время следует отметить, что в некоторых регионах мира КДГК встречается с частотой, сопоставимой с воронкообразной деформацией [58]. По приблизительным оценкам, распространённость КДГК составляет около 1 случая на 400 человек. Характерной эпидемиологической особенностью данной деформации грудной клетки является заметное преобладание среди пациентов мужского пола (примерно 9:1) [87]. При оценке медико-социальной значимости проблемы КДГК необходимо учитывать вклад косметического дефекта в развитие психологических проблем. В ряде исследований убедительно доказано, что КДГК оказывает выраженное негативное влияние на качество жизни пациентов [43,44,49,75,81,82,88,91,104].

Выделяют два основных варианта КДГК [58]:

1) нижний или хондроглadiоларный тип (тип 1) – самый распространенный вариант, характеризующийся протрузией на уровне нижней или средней трети грудины, который чаще всего является симметричным;

2) верхний или хондроманубриальный тип (тип 2) – чаще всего характеризуется преждевременным слиянием и оссификацией манубрио-стernalного сустава и стernalальных сегментов [58], в результате чего образуется

высокая КДГК; при этом грудина имеет вдавление в нижней трети. Данный вариант наблюдается при синдроме Курагино–Сильвермана (так называемая «грудь недовольного или надувшегося голубя»).

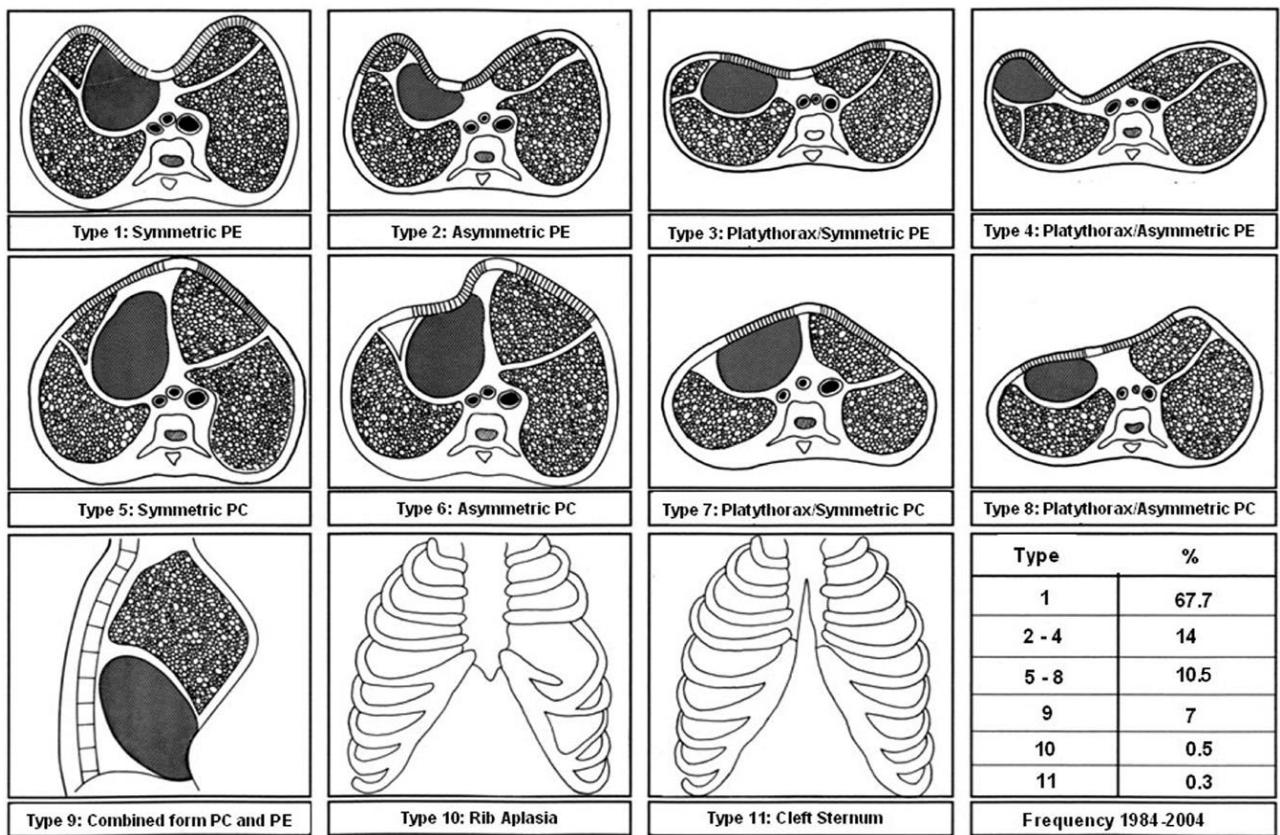
Значительно реже встречается латеральный вариант – асимметричная деформация, которая возникает вследствие неравномерного развития грудной клетки одной из ее половин относительно другой. Для АсДГК характерным является наличие односторонней протрузии реберных хрящев с ротацией грудины к противоположной стороне. Также известен реактивный вариант КДГК, возникающий у пациентов после хирургического лечения по поводу воронкообразной деформации грудной клетки [105].

Некоторые авторы придерживаются разделения КДГК на классическую и латеральную формы, при этом «грудь надувшегося голубя» выделяют отдельно [16].

## **1.2. Классификация**

Наиболее полной классификацией деформаций грудной клетки является классификация Willital [113], основанной на морфологических особенностях, в которой выделено 11 типов (Рисунок 1.1). Ценность данной классификации заключается в подробной систематизации особенностей изменений грудины и грудино-реберного перехода (Таблица 1.1) которые позволяют эффективно планировать хирургические процедуры, чтобы избежать местных рецидивов.

## CLASSIFICATION – CHEST WALL DEFORMITIES



**Рисунок 1.1.** Классификация деформаций грудной клетки по Willital

**Таблица 1.1.** Значение дооперационного определения типов деформаций грудной клетки при планировании хирургической процедуры и в отношении к послеоперационным результатам

Type	Description	Deformation of the chest wall	Deformation of the sternum	Deformation of the rib arch	Flat chest	Special points
I	2	3	4	5	6	7
Тип 1 (45%)	Симметричная воронкообразная грудная клетка, в остальных отношениях нормальная грудная клетка	Впадина грудины	Грудинно-рёберная впадина	Двусторонние выпячивания реберной дуги	Нет	Расположение самой глубокой впадины грудины в верхней, или средней, или нижней части

Продолжение таблицы 1.1.

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Тип 2 (15%)	Асимметричная воронкообразная грудная клетка, в остальных отношениях нормальная грудная клетка	Впадина грудины и поворот грудины	Грудинно-рёберная впадина и различная отвесность стенок грудины	Двусторонние выпячивания рёберной дуги на разных уровнях	Нет	Расположение самой глубокой впадины грудины в верхней, или средней, или нижней части
Тип 3 (22%)	Симметричная воронкообразная грудная клетка и плоская грудь	Впадина грудины и плоская грудь	Грудинно-рёберная впадина и плоская грудь	Минимальные выпячивания рёберной дуги, двусторонние	Да	Нет
Тип 4 (8%)	Асимметричная воронкообразная грудная клетка и плоская грудь	Впадина грудины и поворот грудины, и плоская грудь	Грудинно-рёберная впадина и различная отвесность стенок грудины, плоская грудь	Минимальное выпячивание рёберной дуги, одностороннее	Да	Нет
Тип 5 (2%)	Симметричная килевидная грудная клетка, в остальных отношениях нормальная грудная клетка	Выпячивание грудины	Грудинно-рёберное выпячивание	Нет	Нет	Порок развития начинается в рукоятко-грудинном переходе
Тип 6 (1%)	Асимметричная килевидная грудная клетка, в остальных отношениях нормальная грудная клетка	Выпячивание грудины и поворот грудины	Грудинно-рёберное выпячивание и различная отвесность стенок грудины	Нет	Нет	Порок развития начинается в рукоятко-грудинном переходе

Продолжение таблицы 1.1.

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Тип 7 (2%)	Симметричная килевидная грудная клетка и плоская грудь	Выпячивание грудины и плоская грудь	Грудинно-рёберное выпячивание и плоская грудь	Нет	Да	Нет
Тип 8 (1%)	Асимметричная килевидная грудная клетка и плоская грудь	Выпячивание грудины и поворот грудины, и плоская грудь	Грудинно-рёберное выпячивание и поворот грудины, и плоская грудь	Нет	Да	Нет
Тип 9 (2%)	Комбинация воронкообразной грудной клетки и килевидной грудной клетки	Впадина грудины и выпячивание грудины	Грудинно-рёберное выпячивание и грудино-рёберная впадина	Нет	Нет	Порок развития грудины в разных частях грудины
Тип 10 (1%)	Аплазия ребер	Нет	Нет	Нет	Нет	Специальная хирургическая техника
Тип 11 (1%)	Рукоятко-грудинная расщелина	Грудинная расщелина	Нет	Нет	Нет	Специальная хирургическая техника

Пациенты с воронкообразной грудной клеткой (типы 1–4) в 87% случаев имеют плохую осанку, с круглыми плечами и искривленной передней брюшной стенкой, из-за выпячивания рёберной дуги, в отличие от пациентов с килевидной грудной клеткой (типы 5–8). Причины этого – недостаточно пластичные и слабые мышцы спины, плеч и брюшной стенки. После реконструкции грудной клетки необходима интенсивная тренировка мышц для того, чтобы избежать послеоперационных рецидивов. Важно разъяснить пациентам и их родителям особенности мышечного каркаса, его роль в поддержании скелета планировать

послеоперационную реабилитацию с применением физиотерапевтических процедур и лечебной физической культуры в рамках комплексного лечения.

Также классификация Willital позволяет индивидуализировать диагностический протокол и в отношении состояния позвоночного столба, сердца и легких. Симметричные деформации грудной клетки (типы 1, 3, 5, 7 и 9) могут приводить к кифозу, в то время как асимметричные деформации грудной клетки (типы 2, 4, 6 и 8) могут приводить к сколиозу позвоночного столба. Соответствующее дополнительное лечение позволяет избежать появления болей в спине в молодом возрасте с риском смещения дисков в дальнейшем. Изменения позвоночного столба расцениваются как вторичная патология, компенсирующая деформацию грудной клетки [113].

### **1.3. Современные подходы к хирургической коррекции килевидной деформации грудной клетки у детей**

Развитие методов хирургического лечения КДГК у детей начинается с 1952 года, когда хирург М.М. Ravith впервые выполнил резекцию деформированных реберных хрящей совместно с двойной остеотомией грудины [96]. До настоящего времени предложено много способов лечения КДГК, и их число продолжает непрерывно увеличиваться. Революционным в развитии хирургии деформаций грудной клетки стала методика, предложенная D. Nuss и соавт. В 1998 году H. Abramson внедрил в практику ее модификацию для лечения КДГК (так называемая обратная операция Насса). Это стало толчком для дальнейшего развития хирургического лечения КДГК у детей с появлением многообразных вариантов сочетания и модификаций существующих методов [3,21,51,59,98,102].

Наиболее распространённые методы хирургического лечения КДГК можно классифицировать следующим образом [85]:

- 1) резекционные методики:
  - открытие – методики Ravitch, Robicsek, Willital, Welch и др.;
  - торакоскопические методики: интрапракальные (методики Kim и Varela) и экстрапракальные (методика Schaarschmidt);

2) нерезекционные методики:

- экстракоракальные (методика Abramson и другие);
- интракоракальные (методики Kalman, Perez и другие).

#### *Краткое описание методик и их плюсы и минусы*

Результаты проведенных исследований демонстрируют ограниченность применения традиционных открытых способов при КДГК ввиду их травматичности и необходимости последующей длительной реабилитации. Существенным ограничением также является значительная кровопотеря и длительность операции [85].

Так, например, в работе М.А. Аксельрова и соавт. (2018) [2] при анализе опыта применения открытой торакопластики по Равичу показано, что данное оперативное вмешательство требует длительного послеоперационного восстановления. Продолжительность послеоперационной госпитализации составляет в среднем 18 суток, пациенты нуждаются в продолжительной анальгетической и антибактериальной терапии, а после выписки – в иммобилизации гипсовым корсетом. В настоящее время классическая операция Равича, в литературе рассматривается как ориентир для оценки состоятельности предлагаемых модификаций традиционных резекционных вмешательств и в качестве контрольной группы при изучении малоинвазивных методов.

В исследовании, проведенном А. Ю. Разумовским и соавт. (2011) был проанализирован большой опыт применения модифицированной торакопластики по Равичу в период с 1994 по 2009 гг. у 91 пациента с КДГК [27]. Авторами проведен сравнительный анализ результатов лечения в разные временные промежутки в зависимости от особенностей проведения вмешательства. Так, в период с 1994 по 2001 гг. использовались следующие доступы: вертикальный, волнообразный субмаммарный и доступ типа «мерседес», при этом мобилизация тканей выполнялась послойно, проводилась поднахряничная резекция II–VIII ребер и перемещение мечевидного отростка. При использовании такого подхода отличный с косметической точки зрения

результат лечения отмечается только у 15% пациентов, а примерно в трети случаев результат оценивался как неудовлетворительный.

Другой важнейшей проблемой данного подхода стала крайне высокая частота развития осложнений: в трети случаев развивается гемоторакс, в 2,2% случаев другие ранние послеоперационные осложнения. Травматичность операции значительно удлиняет период восстановления пациента, приводит к необходимости длительного пребывания в стационаре, а также сопряжено с высокой потребностью в применении наркотических и ненаркотических анальгетиков.

В период с 2002 по 2009 год авторы стали отдавать предпочтение поперечному доступу в месте наибольшей деформации (до 8 см), а мобилизацию тканей стали проводить единым кожно-мышечным лоскутом [27]. Для формирования прочного грудино-реберного комплекса поднадхрящичную резекцию II–VIII рёбер дополнили резекцией грудинны (2–2,5 см) с ее репозицией в конец в конец путем сшивания [27]. Анализ исходов показал значительные преимущества модифицированного подхода в отношении как результатов лечения (увеличение доли пациентов с отличным результатом с 15,63% до 64,41%), так и снижения частоты развития осложнений [27].

Тем не менее, различные модификации открытых операций [63], хотя и позволяют улучшить исходы операции и снизить риск развития осложнений, не могут преодолеть ограничения косметических дефектов применяемых доступов. Устраняя косметический дефект, связанный с КДГК, открытые операции приводят к формированию косметически значимого послеоперационного рубца. B. Del Frari и соавт. (2016) при анализе опыта применения хирургического лечения КДГК у 95 пациентов с преобладанием асимметричных деформаций показали, что интраоперационное повреждение плевры регистрируется в 2,1% случаев, пневмоторакс – в 2,1% случаев, повреждение внутренней грудной вены, развитие менингита и эпидуральной гематомы – по 1% случаев. Достаточно часто авторы сталкивались с отсроченными осложнениями: рецидив (8,4% случаев), нарушение заживления операционной раны (6,4%), персистирующая

протрузия ребер (6,3%), межреберная дизестезия (4,2%), формирование гипертрофического рубца (3,1%), в отдельных случаях описаны формирование серомы, межреберная невралгия и сохранение асимметричной грудной клетки [56].

Безусловно, все отмеченные ограничения открытых травматичных вмешательств обуславливают интенсивное развитие минимально-инвазивных методов лечения КДГК у детей в последние годы [26,29,31,32,66,78]. В настоящее время открытые операции сохраняют свою значимость при лечении пациентов с очень выраженной деформацией, а также при отсутствии эффекта от применения других методов [85].

Одним из наиболее значимых достижений в области развития методов оперативного лечения деформаций грудной клетки стала публикация в 2004 году аргентинским хирургом Horacio Abramson оригинального малоинвазивного метода лечения КДГК, аналога операции Насса (обратная операция Насса). В основе описанного метода лежала установка корригирующей пластины, которая заводилась через грудную клетку и фиксировалась к рёбрам [40].

Поскольку данная методика является нерезекционной, при её применении отсутствует риск нарушения роста хрящевой ткани. Другими важнейшими преимуществами стали отсутствие больших послеоперационных рубцов, что значительно улучшило ее результаты с эстетической точки зрения, а также снижение рисков развития осложнений и сокращение времени послеоперационного восстановления и последующей реабилитации пациента. По своей сути данный подход представляет собой полное ремоделирование грудной клетки, которое исправляет имеющуюся деформацию [47,99].

В настоящее время многие авторы накопили собственный опыт применения операции Абрамсона [4,5,30,39,41,47,74,78,89,98,114,115]. Наиболее обширным исследованием стала работа M. Özkaya и M. Bilgin (2018), в которой представлен опыт применения минимально-инвазивной коррекции КДГК у 101 пациента [90]. Средняя продолжительность операции составила 42 минуты, а продолжительность госпитализации – 4,2 дня. Результат операции в

раннем послеоперационном периоде был расценен как «отличный» у всех пациентов. Пластину удаляли в среднем через 24 месяца, в дальнейшем эстетический эффект операции был расценен как «отличный» в 97,7% случаев, а 91% пациентов оценили свой уровень удовлетворенности коррекцией как «высокий». Осложнения отмечались в 8,9% случаев, в равном количестве встречался пневмоторакс, перфорация кожи и инфекция в области послеоперационной раны (1,9%), реже отмечалась гиперпигментация кожи, гиперкоррекция и выраженный болевой синдром (по 0,9%).

Хотя суммарная частота развития осложнений при данном методе составила 26,5%, а примерно четверть из них потребовала выполнения повторного оперативного вмешательства, на конечный результат лечения значимого влияния их не было. По данным систематического обзора, опубликованного в 2021 году, в котором проведен анализ 6 когортных исследований с суммарным включением 396 пациентов, показал отличные и удовлетворительные косметические результаты при использовании операции Абрамсона во всех случаях. Осложнений с летальным исходом зарегистрировано не было ни в одном наблюдении [66].

Среди других минимально-инвазивных подходов к коррекции КДГК следует отметить методику S. Kim и O. Idowu (2009), которая заключается в множественной короткой хрящевой и рёберной сегментарной резекции с сохранением передней части надхрящницы с внутригрудной стороны под торакоскопическим контролем [76]. Расширенный вариант был предложен P. Varela и M. Torre (2011) с тотальной резекцией всех пораженных хрящей с использованием трёхпортового доступа [110]. K. Schaarschmidt и соавт. описали внеторакальный резекционный торакоскопический метод с применением инсуффляции углекислого газа для отделения грудных мышц от передней грудной стенки [99]. Через небольшой разрез (2,9–4,7 см) и порталные отверстия авторы выполняли клиновидную резекцию хрящей и остеотомию грудины с последующей фиксацией стержнями, которые удаляли позже. Следует

отметить, что все описанные методики, кроме операции Абрамсона, хоть и являются малоинвазивными, но относятся к резекционным.

Из нерезекционных методов стоит отметить подход, предложенный W. Ping и соавт. (2021), основанный на применении стержня, устанавливаемого подкожно горизонтально перед грудиной, концы которого выводили с двух сторон на одном уровне в выбранном межреберном промежутке, обеспечивая, таким образом, фиксацию в двух местах интра- и экстракоракально. По аналогии с методикой Абрамсона стержень удаляли в среднем через 24 месяца. Достижение удовлетворительного эстетического результата, согласно данным авторов, отмечено у всех пациентов. Осложнения были зарегистрированы в отдельных случаях в виде развития раневой инфекции, пневмоторакса и гидропневмоторакса [92]. К сожалению, сравнительный анализ эффективности и безопасности данных методик в настоящее время ограничен небольшим опытом их применения и отсутствием когортных исследований.

Достижение столь оптимистичных результатов хирургического лечения КДГК привело к актуализации проблемы поиска оптимального метода хирургической коррекции у пациентов с асимметричным ее вариантом. При АсКДГК стандартные подходы минимально-инвазивной хирургии зачастую оказываются малоприменимы. Кроме того, остается нерешенной основная проблема минимально-инвазивной хирургии КДГК – фиксация металлического стержня или пластины к грудной клетке, постоянно находящейся в движении [106].

Многими авторами предпринимались попытки модифицировать методику Абрамсона применительно к пациентам с АсКДГК [3,6,36,46,89,114,115].

M. Yüksel и соавт. (2018) описали опыт применения модифицированного минимально-инвазивного подхода у пациентов, среди которых АсКДГК составила 45,3% от всех вариантов деформаций. Средняя продолжительность операции в их исследовании составила 76 минут, госпитализация составила 3,7 дня. При анализе отдаленных результатов, отличные косметические результаты были достигнуты в 93,8% случаев [115].

Интересным представляет подход к коррекции АсКДГК, предложенный в работе А. П. Дмитриенко (2014). При помощи двухпортовой торакоскопии на стороне деформации рёбер в V и VI межреберьях накладывали пневмоторакс. Из торакотомического доступа в средней части реберного горба длиной 3 см выполнялась частичная хондротомия деформированных рёбер. На одной линии с центральным на боковых поверхностях формировали контрапертурные доступы, через которые формировали вертикальный и горизонтальный тоннели, в которых размещали металлические пластины: прямую и индивидуально отрихтованную дугообразную, соответственно [6]. Дугообразная пластина фиксировала вертикальную и обеспечивала компрессию грудино-реберного комплекса.

М. А. Аксельров и соавт. (2017) представили клинический опыт применения модифицированной методики малоинвазивной торакопластики у пациентов с выраженной АсКДГК. Из доступа на передней поверхности грудной клетки отступя на 3 см от грудины в проекции наибольшего выбухания грудной клетки выполняли поднадкостничную клиновидную резекцию V–VII рёбер на стороне, противоположной деформации. Ипсилатерально производили разрез на 1 см ниже рёберной дуги, формировали тоннель под рёберной дугой до грудины, в который заводили пластину с заданной формой. Верхний конец пластины размещался под кожей над грудиной, осуществляя давление на выпирающий край грудины со стороны деформации, что позволяло добиться его смещения и фиксации в физиологическом положении. Авторы отмечали хороший косметический результат и быстрое послеоперационное восстановление пациентов [3].

Определенный интерес при коррекции АсКДГК представляет и методика торакопластики, предложенная Н.Г. Жила в 1999 году, которая заключалась в полифрагментарной (по типу «шахматной») или Г-образной стернотомии в качестве основного элемента хирургической коррекции деформированного ГРК, дополнявшейся специальным внешним устройством, позволявшем оказывать

разнонаправленное дистракционно-компрессионное воздействие на ГРК до полной его стабилизации.

Интересен опыт торакопластики при килевидной деформации грудной клетки И.А. Комолкина (2019), при которой осуществляется поднадхрящичная резекция деформированных рёберных хрящей с остеотомией грудины и остеосинтезом ГРК пластинами «Matrix rib», предварительно подобранными по размеру и моделированными по шаблону» [12]. При асимметричных же ригидных формах КДГК для достижения желаемого результата, после корrigирующей остеотомии тела грудины и устранения ее ротации, ГРК фиксировали в анатомически правильном положении дополнительными пластинами, которые располагали на выпуклой стороне грудной клетки с целью противодействия ротационному компоненту. Один конец пластины фиксировали при этом к костной части ребра, а второй к телу грудины [13].

T. Tarhan и соавт. (2018) предложили оригинальную методику коррекции АсКДГК, основанную на комбинации экстра- и интрапракального доступов под торакоскопическим контролем с фиксацией боковых стабилизаторов к металлическому стержню, что позволило избежать иммобилизации ребер. При применении данной методики во всех случаях были достигнуты отличные косметические результаты. Среди осложнений в отдельных случаях описан перелом ребра и возникновение болевого синдрома в послеоперационном периоде [106].

#### **1.4. Компрессионные методы лечения килевидной деформации грудной клетки у детей**

Активное применение рентгенологических методов с высоким разрешением, таких как компьютерная томография, предоставляющих четкую детализацию костных структур, позволило выявить, что легкие, клинически не значимые, формы килевидной деформации грудной клетки могут встречаться практически у 5% людей. Среди мужского населения данные отклонения наблюдаются у каждого пятого [63]. Это позволило расценивать минимальные остаточные деформации как допустимые, в рамках некой физиологической

нормы, что в свою очередь позволило расширить критерии эффективности консервативной терапии.

Хотя применение компрессионных ортезов, как первой линии терапии, позволяет достичь приемлемых результатов у пациентов с данной патологией, их использование не исключает хирургического вмешательства в будущем в случае неудачи компрессионной терапии [52,86]. Как правило, пациент с КДГК должен носить компрессионные ортезы либо под одеждой, либо поверх нее от 14 до 24 часов в день, в зависимости от рекомендаций производителя изделия и тяжести протрузии грудной клетки. Стоит отметить, что нехирургическая коррекция КДГК наиболее эффективна, если применяется до скачка роста пациента, и дает худшие результаты после достижения 19 лет из-за регидности грудной стенки [72,86].

В 1979 году S.A. Наје впервые предложил «давящую» методику для коррекции КДГК, которая на практике оказалась неудобной и имела высокий процент неудовлетворительных результатов. Эта методика требовала ношения специального ортеза в течение не менее двух лет и не получила широкого применения [2,68].

Начавшееся еще в 1970-х годах внедрение безоперационной компрессионной терапии, при которой выступающая грудина вправлялась за счет давления на переднюю стенку грудной клетки, большую популярность приобрела только при внедрении системы динамической компрессии в 2008 году [72,73] [Beer et al., 2018; Beer et al., 2022; Lee et al., 2013]. Это было обусловлено тем, что из-за высокого давления, которое лежало в основе воздействия ортопедических систем предыдущих образцов, возникал высокий процент неблагоприятных побочных эффектов, таких как боль и повреждения кожи, что приводило к отказу пациентов от продолжения компрессионной терапии в 40% случаях [73] [Beer de et al., 2018; Lee et al., 2013].

В настоящее время с помощью метода динамической компрессии грудину постепенно возвращают в нормальное положение с более низким начальным корректирующим давлением. Данный подход обеспечивает более высокий

уровень приверженности к терапии, больший комфорт при ношении и менее выраженный болевой синдром,

В 2007 году аргентинский хирург М. Martinez-Ferro представил свою усовершенствованную методику, в основе которой было применение индивидуального ортеза с алюминиевой скобой названной «”Dynamic compression system” – «Динамическая система сжатия» (DCS)». Он представил опыт лечения 208 пациентов, из которых 154 были мальчики и 54 девочки, с 6-ти летним катамнестическим наблюдением. Возраст детей составил от 3 до 18 лет (средний 12,5 лет). Ношение ортеза занимало в среднем 7,2 часа в день в течение 7 месяцев (от 3 до 20 месяцев). Из-за связанных с ношением ортеза неудобств 28 человек (13,4%) отказались от данного метода лечения. Оценка результата лечения проведено у 112 пациентов при помощи специальной балловой шкалы. Достижение отличного результата с оценкой 7–10 баллов отмечено у 99 (88,4%) детей, и лишь у 13 (11,6%) пациентов консервативная терапия не принесла результата. М. Martinez-Ferro в своей работе выявил прямую зависимость между «давлением для первоначальной коррекции» и продолжительностью лечения, что в итоге влияет его исход. Однако, точное значение этого первоначального давления не определено, и подбирается индивидуально в диапазоне от 2,5 до 7,5 фунтов на квадратный дюйм. «Динамическая система сжатия» показала свою эффективность в лечении пациентов с КДГК и рекомендуется для проведения компрессионной терапии на этапе дооперационного лечения для всех пациентов [2,84].

В ряде научных работ также представлены обнадеживающие результаты применения компрессионных методов для коррекции КДГК [52,72,85] [Beer de et al., 2022; Hunt, Patel, 2020; Zachariou, 2016]. Заслуживает внимание работа Jung J. (2012), который предложил консервативный подход терапии КДГК с использованием легкого, контролируемого пациентом динамического устройства для фиксации грудной клетки. В период с июля 2008 года по июнь 2009 года по данной методике были пролечены 18 пациентов с КДГК. Компрессионная терапия включала установку ортеза, который носили не менее

20 часов в день в течение 6 месяцев, а результат оценивали через 12 месяцев после начала лечения. Авторы сообщили, что курс компрессионной терапии в среднем составил  $4,9 \pm 1,4$  месяцев и его завершили 13 (72,2%) пациентов. У этих пациентов средний балл общей удовлетворенности составил  $3,73 \pm 0,39$ . Важно отметить, что у участников, получавших лечение в течение как минимум 6 месяцев, средний балл удовлетворенности составил 4, при этом рецидивов килевидной деформации грудной клетки отмечено не было. Минимальный рецидив КДГК после снятия ортеза возник у 5 (38,5%) пациентов, прекративших ношение устройства через 4 месяца [72].

Lee и соавт. в 2013 году [Lee et al., 2013]. представили исследование 98 пациентов с КДГК, проходивших компрессионную терапию в возрасте  $14,4 \pm 1,9$  года. Для объективизации результатов, авторы оценивали различные параметры до и после лечения. Начальные параметры в этой серии составили: стадия Таннера –  $3,6 \pm 0,5$ , протрузия –  $2,1 \pm 1,0$  см, самооценка внешнего вида –  $2,9 \pm 1,1$  и толерантность к физической нагрузке –  $4,4 \pm 1,1$ . На момент публикации 10 пациентам проводилась коррекции, 44 пациента завершили лечение через  $7,0 \pm 7,3$  месяца. При оценке результатов у завершивших лечение пациентов стадия Таннера составила  $3,8 \pm 0,1$ , протрузия –  $0,5 \pm 0,6$  см, внешний вид пациенты оценивали в  $4,3 \pm 0,3$ , толерантность к физической нагрузке выросла до  $4,6 \pm 1,0$ . Авторы отмечают, что коррекция деформации у пациентов ниже IV стадии по Таннеру наступала быстрее ( $4,2 \pm 0,9$  месяца), чем при IV стадии по Таннеру ( $8,0 \pm 7,1$  месяцев). У 21 пациента поддерживающая фиксация заняла  $17,9 \pm 19,0$  месяцев, по результату: стадия Таннера –  $3,9 \pm 0,2$ , протрузия –  $0,5 \pm 0,7$  см, внешний вид –  $4,3 \pm 0,9$ , переносимость физической нагрузки –  $4,8 \pm 1,4$ . Средний период наблюдения в катамнезе составил  $13,9 \pm 16,0$  месяцев. Был отмечен один рецидив, который авторы связали с раннем прекращением поддерживающей терапии, поскольку терапевтический ответ был достигнут за дополнительные 6 месяцев ношения ортеза. Между тем, 42 пациента (43%) были исключены из исследования в связи с несоблюдением режима лечения или ушли

из-под наблюдения, а 2 пациентов (2%) не ответили на компрессионную терапию и потребовали проведения открытой операции.

В одном из самых крупных исследования за последние годы [Beer de et al., 2022] были представлены результаты обследования 740 пациентов, получавших лечение с помощью системы динамической компрессии (DCS), анализ этого материала позволил выявить факторы, влияющие на успешность данного подхода. Авторы установили, что высота деформации грудины и высокое давление начальной коррекции обуславливали продолжительность лечения: на каждый см увеличения высоты деформации грудины общая продолжительность лечения увеличивалась на 1,9 месяца (значение  $p = 0,002$ ; 95%-й ДИ 0,70–3,13), а начальное корректирующее давление  $\geq 7,6$  фунтов на квадратный дюйм увеличило продолжительность лечения на 3,5 месяца (значение  $p = 0,006$ ; 95%-й ДИ 1,04–6,01) по сравнению с начальным корректирующим давлением  $\leq 5,0$  фунтов на квадратный дюйм. Высокое начальное давление коррекции  $\geq 7,6$  фунтов на квадратный дюйм увеличивало вероятность наличия соматических симптомов на 1,19 (значение  $p = 0,012$ , 95%-й ДИ 1,04–1,45) и психосоциальных симптомов на 1,13 (значение  $p = 0,04$ ; 95%-й ДИ 1,01–1,27) по сравнению с низким начальным давлением коррекции  $\leq 5,0$  фунтов на квадратный дюйм. Начальное давление коррекции 5,1–7,5 фунтов на квадратный дюйм увеличивало вероятность наличия соматических симптомов на 1,14 (значение  $p = 0,046$ ; 95%-й ДИ 1,00–1,29) по сравнению с начальным давлением коррекции  $\leq 5,0$  фунтов на квадратный дюйм. Также авторы обнаружили, что пациенты с асимметричной грудной клеткой чаще отказывались от терапии.

Важно отметить, что в настоящее время отсутствует единый подход к лечению детей с КДГК, многие вопросы ещё не решены: отсутствуют критерии выбора наилучшего подхода к лечению в зависимости от клинической картины, не определен оптимальный возраст начала терапии, нет четкого понимания как обеспечить максимальный результат, при минимальной нагрузке на ребёнка, не определены приоритеты терапевтической или хирургической методики с этой позиции. Между тем накопленный положительный мировой опыт применения

компрессионной терапии позволяет активно внедряться в клиническую практику. Дальнейшее изучение клинической эффективности лечения больных с АсКДГК является также наиболее востребованным.

Подводя итог, на сегодняшний день методики открытой хирургической коррекции КДГК являются довольно травматичными, так как при них травмируется костно-хрящевые и мышечные ткани грудной клетки [6]. При этом широкий операционный доступ, объем кровопотери, а также значительный риск развития интра- и послеоперационных осложнений [6] не позволяют активно применять открытые вмешательства для лечения детей. Следовательно, в настоящее время хирургическая коррекция КДГК с применением малоинвазивных технологий становится все более востребованной и актуальной.

## **Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Работа выполнена на кафедре хирургических болезней детского возраста (зав. кафедрой – чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. А.Ю. Разумовский) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Москва) (ректор – академик РАН С. А. Лукьянов); на базе ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. Н. Ф. Филатова» ДЗМ г. Москвы (главный врач – д. м. н., проф. А. И. Чубарова).

### **2.1. Общая характеристика наблюдений**

При ретроспективном анализе медицинской документации в отделении торакальной хирургии ДГКБ №13 им. Н.Ф. Филатова до 1997 года асимметричную деформацию грудной клетки не выделяли в отдельную нозологию, в связи с чем идентифицировать пациентов для анализа результатов их лечения невозможно. Накопление опыта коррекции КДГК позволило, начиная с 1997 года, выделить из общего количества пациентов с нетипичными, асимметричными формами, лечение которых требовало отхождения от стандартной методики.

В качестве источников информации использована первичная медицинская документация: медицинская карта стационарного больного (уч.ф.003/у), журнал записи протоколов оперативных вмешательств в отделении, медицинская карта амбулаторного больного (уч.ф. 025/у-04).

Критерием включения в настоящее исследования стало перенесенная первичная радикальная коррекция асимметричной килевидной деформации грудной клетки за период с 1997 по 2024 годы. Сплошным методом исследована когорта детей 64 человека, удовлетворяющие критериям отбора. Критерии исключения при формировании общей группы не применялись, в виду отсутствия дополнительных условий.

Из данной когорты пациентов сформированы 2 группы сравнения: пациенты, оперированные с 1997 по 2021 год – первая группа (34 ребенка) и с 2021 по 2024 год – вторая группа (30 детей) таблица 2.1.

**Таблица 2.1.** Распределение пациентов по группам сравнения.

Первая группа (1997-2015)	Вторая группа (2015-2024)	Всего
34 (53%)	30 (47%)	64(100%)

Критерием разделения на группы были: адаптация операции Насса для лечения асимметричной деформации грудной клетки в 2021 году, разработка алгоритма диагностики, создание протокола послеоперационного наблюдения и реабилитации оперированных детей.

## **2.2. Общая характеристика детей первой группы**

В первую группу вошло 34 пациента с асимметричной деформацией грудной клетки. Из них мальчиков 29, девочек – 5 таблица 2.2.

**Таблица 2.2.** Распределение больных по гендерному признаку.

Пол	Количество
Мальчики	29 (45%)
Девочки	5 (8%)
Всего	34(53%)

Средний возраст на момент операции составил  $14,9 \pm 1,30$  лет (от 13 до 17 лет). Средний вес на момент операции составил  $59,9 \pm 7,83$  кг (от 46 до 70 кг), рост  $167,8 \pm 4,05$  см (от 158 до 175 см), при этом для оценки гармоничности развития мы оценивали массо-ростовые параметры по центильным таблицам и по индексу массы тела (ИМТ), как наиболее индивидуализированному параметру. Согласно центильным таблицам для при распределении параметров согласно полу и возраста пациентов в основном исследуемые параметры соответствовали 5 перцентилю, только у 4 пациентов были отклонения до 4 и 6 коридора. Оценка же ИМТ показала, что большинство пациентов имели нормальный вес, кроме 2 пациентов, у которых ИМТ соответствовал дефициту массы. Полученные данные представлены в таблица 2.3.

**Таблица 2.3.** Распределение больных по возрасту и массо-ростовым параметрам.

Параметр	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Возраст (лет)	14,9	13	17
Вес (кг)	59,9	46	74
Рост (см)	167,8	158	175
ИМТ	21,2	17,5	24,9

При комплексном обследовании сопутствующие пороки развития были выявлены у 3 пациентов (5%). Также пациентам проводилось генетическое обследование для выявления синдромальной формы заболевания. Генетические синдромы были верифицированы у 11 пациентов (17%). Сопутствующая патология и генетические синдромы представлены в таблице 2.4.

**Таблица 2.4.** Сопутствующие пороки развития.

Порок	Количество наблюдений
Сколиоз	3
Синдром Эллерса-Данло	5
Морфаноподобный синдром	2
Синдром Морфана	4

Таким образом, в первую группу составили подростки с гармоничным физическим развитием, преимущественно мальчики. Генетические синдромы выявлены практически у трети пациентов, при чем все синдромы относятся к вариантам соединительнотканной дисплазии.

### 2.3. Общая характеристика детей второй группы

Вторую группу составили 30 детей. В этой группе мальчиков было 26, девочек – 4 таблица 2.5.

**Таблица 2.5.** Распределение больных по гендерному признаку.

Пол	Количество
Мальчики	26 (41%)
Девочки	4 (6%)

Всего	30 (47%)
-------	----------

Средний возраст на момент операции составил  $15 \pm 1,41$  лет (от 13 до 17 лет).

Средний вес составил  $58,5 \pm 7,32$  кг (от 46 до 72 кг), рост –  $167,8 \pm 3,23$  см (от 159 до 174 кг). Согласно центильным таблицам для при распределении параметров согласно полу и возраста пациентов в основном исследуемые параметры соответствовали 5 перцентилю, параметры 2 мальчиков соответствовали 4 коридору, а у 5 пациентов – 6 центильному коридору. Оценка ИМТ показала также, что большинство пациентов имели нормальный вес, кроме 4 пациентов, у которых ИМТ соответствовал дефициту массы тела. Полученные данные представлены в таблица 2.6.

**Таблица 2.6.** Распределение больных по возрасту и массо-ростовым параметрам.

Параметр	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Возраст (лет)	15	13	17
Вес (кг)	58,5	46	72
Рост (см)	167,8	159	174
ИМТ	20,7	17,5	25,2

Сопутствующие пороки развития были выявлены у 6 детей (9%).

Генетические синдромы были выявлены у 9 пациентов (14%). Сопутствующая патология и генетические синдромы представлены в таблице 2.7.

**Таблица 2.7.** Сопутствующие пороки развития.

Порок	Количество наблюдений
Сколиоз	4
Стеноз чревного ствола	2
Синдром Эллерса-Данло	4
Морфаноподобный синдром	2
Синдром Морфана	3

Выявленный стеноз чревного ствола был случайной находкой при ультразвуковом исследовании брюшной полости, который не имел клинических проявлений. При этом пациенты не имели сопутствующих деформаций позвоночника и дефицита массы тела, что не позволяет классифицировать

данную патологию как системную для детей с асимметричной деформацией грудной клетки.

Таким образом, вторую группу составили подростки с гармоничным физическим развитием, преимущественно мальчики. Выявленные генетические синдромы относятся к вариантам соединительно тканной дисплазии.

#### **2.4. Сравнительная оценка исследуемых групп**

Учитывая объем общей выборки в 64 наблюдения наиболее корректным методом оценки статистической значимости различий между сформированными группами, является *t*-критерий Стьюдента. С учетом количества степеней свободы для данной выборки пороговым критическим значением с доверительным уровнем значимости в 95% для составляет *t*-критерия Стьюдента  $>1,999$ .

Как видно из представленных характеристик обе группы сопоставимы по количеству пациентов, что отражено в таблице 2.8.

**Таблица 2.8.** Гендерный состав I и II групп.

Пол	I группа	II группа	Всего	t	p
Мальчики	29 (45%)	26 (41%)	55 (86%)	0,040	$>0,05$
Девочки	5 (8%)	4 (6%)	9 (14%)	0,033	$>0,05$

Отсутствует значимое различие по возрасту, весу и росту на момент операции, также не выявлено различий в ИМТ в каждой группе и по количеству пациентов с дефицитом массы тела – таблица 2.9.

**Таблица 2.9.** Сравнительная характеристика I и II групп по возрасту и массо-ростовым параметрам.

Параметр	I группа	II группа	t	p
Возраст (лет)	$14,9 \pm 1,30$	$15 \pm 1,41$	0,172	$>0,05$
Вес (кг)	$59,9 \pm 7,83$	$58,5 \pm 7,32$	0,778	$>0,05$
Рост (см)	$167,8 \pm 4,05$	$167,8 \pm 3,23$	0,011	$>0,05$
ИМТ	$21,2 \pm 2,01$	$20,7 \pm 2,12$	0,959	$>0,05$
Дефицит массы тела	2 (16%)	4 (16%)	0,057	$>0,05$

Так же эти группы сопоставимы по количеству сопутствующей патологии и генетическим синдромом в таблице 2.10.

**Таблица 2.10.** Соотношение по сопутствующим аномалиям.

Порок	I группа	II группа	t	p
Сколиоз	3 (5%)	4 (6%)	0,024	>0,05
Стеноз чревного ствола	0 (0%)	2 (3%)	0,139	>0,05
Синдром Эллерса-Данло	5 (8%)	4 (6%)	0,033	>0,05
Морфаноподобный синдром	2 (3%)	2 (3%)	0	>0,05
Синдром Морфана	4 (6%)	3 (5%)	0,024	>0,05

Поскольку вероятность безошибочного прогноза  $p >0,05$  при оценке всех перечисленных параметров, то можно утверждать, что различия между I и II группами недостоверны.

Таким образом I и II группы сопоставимы по количеству больных, гендерному распределению, возрасту и массо-ростовым параметрам на момент операции, сопутствующей патологии. Все это позволяет нам сравнить обе выделенные группы и получить статистически достоверные данные.

## 2.5. Клинические методы исследования

### 2.5.1. Клиническое обследование наблюдаемых больных

Для верификации диагноза, определения сопутствующих аномалий и выбора тактики лечения больных с АсКДГК использовали комплексное обследование с применением: клинических, рентгенологических, ультразвуковых методов исследования, компьютерной томографии, оценки функции внешнего дыхания, электрокардиографии.

При первичном осмотре оценивали жалобы, анамнез жизни и заболевания, проводили оценку антропометрических данных, неврологического статуса с целью выявления двигательных, чувствительных и вегетативных расстройств. Консультацию педиатра проводили с целью выявления патологии внутренних органов, оценки противопоказаний к оперативному вмешательству и общей анестезии по соматическому статусу. Генетическое обследование с определением объема дополнительной лабораторной диагностики проводили в рамках медико-генетической консультации.

Наиболее часто больные предъявляли жалобы на косметический дефект.

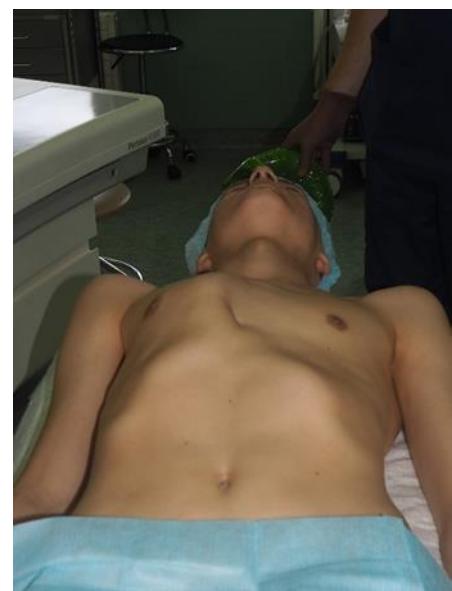
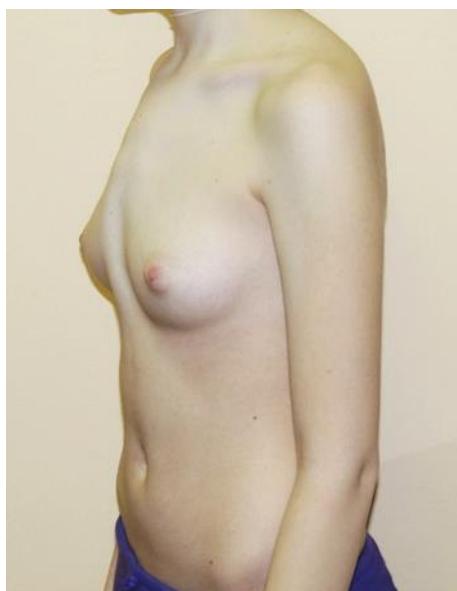
При сборе анамнеза особое внимание уделяли возрасту выявления деформации. Отмечено, что наиболее активно деформация прогрессирует в пубертатный период во время интенсивного роста (11–16 лет).

При визуальном осмотре определяли тип АсКДГК, правосторонний или левосторонний характер её, а также с помощью измерительных инструментов определяли высоту «киля» в мм. Объективность клинического исследования до и после хирургической коррекции деформации грудной клетки осуществляли путем фотoreгистрации внешнего вида пациентов (рис. 2.1, 2.2).

*a**б*

**Рисунок 2.1.** Внешний вид больных с АсКДГК до операции:

*a* – вид спереди; *б* – вид сбоку.



*a**б***Рисунок 2.2.** Внешний вид больных с АсКДГК до операции:*a* – вид сбоку; *б* – вид спереди (на операционном столе).**2.5.2. Клинико-генетическое исследование**

Клинико-генетическое исследование (таблица 2.11) состояло в сборе семейного анамнеза (геноалогия) с целью:

- выявления деформации грудной клетки и других врождённых дефектов у родственников;
- анализа особенностей телосложения и фенотипа пациента с выявлением малых аномалий развития (стигм дизэмбриогенеза).

Дополнительные параклинические методы включали эхокардиографию (выявление врождённых пороков и малых аномалий сердца и особенно расширение малой части восходящей аорты с наличием или отсутствием аортальной регургитации, пролапс митрального клапана).

Наличие трёх и более малых аномалий развития расценивалась как синдромальная форма деформации грудной клетки.

Лабораторное генетическое обследование включало:

- ДНК-верифицирование синдромальных форм деформации грудной клетки (кареотипирование);
- микроматричный анализ хромосом – молекулярное кареотипирование и ДНК секвенирование экзома.

**Таблица 2.11.** Анализ телосложения и малых аномалий развития

<i>Этап анализа</i>	<i>Предмет анализа</i>
1. Телосложение	Уменьшение соотношения верхнего и нижнего сегментов
2. Долихостеномелия	Увеличение соотношения размаха конечностей более чем на 1–0,5 см
3. Деформации	Деформации позвоночника, плоскостопие, гипермобильность суставов по шкале Бейтон
4. Аномалии	Черепно-лицевые аномалии: аномалии формы черепа, гипоплазия скуловых дуг, антимонголоидный или монголоидный разрез глаз, анофтальм или экзофтальм

5. Кожа	Кожные покровы: гиперэластичность кожи, экхимозные проявления (лёгкость возникновения синяков на коже), необычное заживление на коже в виде папиросной бумаги, участки шагреневой или вельветовой кожи, дисхромия кожи (гипер/типо пигментация кожи)
6. Глаза	Глазное яблоко: эктопия хрусталика, дрожание цилиарной мышцы (гипоплазия цилиарной мышцы), узелки Лиша радужки

## **2.6. Лабораторные методы обследования**

Комплексное лабораторное обследование включало клинические и биохимические анализы крови, клинический анализ мочи и выполнялось в клинической лаборатории Московского детского центра лабораторной диагностики ДГКБ им. Н.Ф. Филатова. Принципиального влияния деформация грудной клетки на лабораторные показатели не имеет, поэтому обследование носило скрининговый характер с последующей клинико-лабораторной интерпретацией результатов с целью выявления синдромов, влияющих на безопасность хирургического вмешательства и анестезиологического пособия, для формирования карты рисков с выявлением противопоказаний и факторов, требующих компенсации или наблюдения с учетом возрастной и физиологической нормы индивидуально для каждого пациента.

## **2.7. Инструментальные методы обследования**

Для оценки анатомии порока, синтопии внутренних органов для детального планирования хирургического лечения больных с АсКДГК использовали комплекс инструментальных исследований: обзорную рентгенографию, компьютерную томографию (КТ), эхокардиографию (ЭХО-КГ), ультразвуковое исследование (УЗИ) плевральных полостей и органов брюшной полости, фиброэзофагогастродуоденоскопию (ФЭГДС).

### **2.7.1. Рентгенологический метод исследования**

Обзорную рентгенографию органов грудной клетки выполняли в прямой и боковой (с фокусом на стороне деформации) проекциях в вертикальном положении проводили в двух стандартных проекциях (прямой и боковой) на аппарате Mobildrive (Радрекс, Россия), доза облучения составляла 98,7 мкЗв.

На дооперационном этапе исследование выполняли с целью оценки оси позвоночника, наличия и выраженности его физиологических изгибов, выявления патологических девиаций. Не менее пристально изучали состояние реберно-грудинного комплекса, характера ротации грудины. Последующее сравнение нативных и контрольных снимков позволяло оценить эффективность проведенной коррекции, с определением положения корригирующей пластины и степень регресса деформации. Также при помощи рентгенографии проводили оценку состояния органов грудной клетки: положение и контуры тени сердца, размеры аорто-легочного комплекса, пневмотизацию легких, наличие патологических теней, свободной жидкости и воздуха в плевральных полостях, а также специфические рентгенологические признаки патологии пищеводно-гастрального перехода.

### **2.7.2. Компьютерная томография**

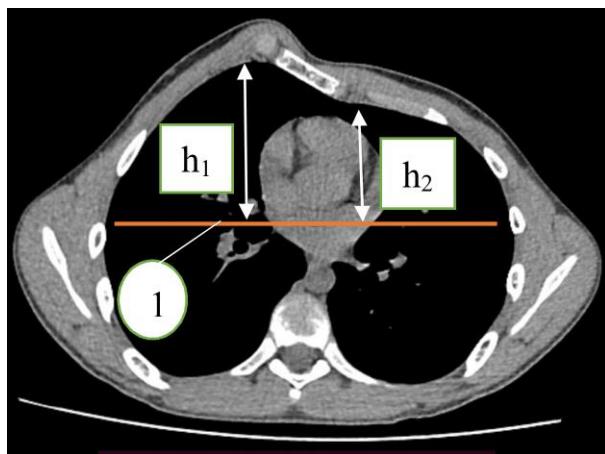
Для объективизации параметров патологической деформации всем больным выполнялась мультиспиральная компьютерная томография на томографе AquilionPrime производства (Toshiba, Япония). На изображениях грудной клетки в поперечном сечении определяли вершину килевидной деформации и оценивали соотношение переднезаднего размера деформации в наивысшей точке к переднезаднему размеру грудной клетки с контралатеральной стороны – соотношение этих измерений является индексом килевидной деформации (ИКД):

$$\text{ИКД} = \frac{h_1}{h_2},$$

где  $h_1$  – переднезадний размер грудной клетки на стороне «киля»,

а  $h_2$  – переднезадний размер грудной клетки на контралатеральной стороне.

Измерение  $h_1$  и  $h_2$  выполняли от горизонтальной линии, проведенной через центральную точку поперечного сечения грудной клетки, до внутренней поверхности передней грудной стенки (рис. 2.3).



**Рисунок 2.3.** Определение ИКД на поперечном сечении грудной клетки при КТ:

*l* - горизонтальная линия, проведенная через центральную точку поперечного сечения грудной клетки; *h<sub>1</sub>* – переднезадний размер грудной клетки на стороне «киля»; *h<sub>2</sub>* – переднезадний размер грудной клетки контралатеральной стороны.

В Таблице 2.12 представлено сравнение значений ИКД, полученных в обеих группах до оперативного лечения.

**Таблица 2.12.** Сравнительные данные ИКД у наблюдавшихся больных до оперативного лечения

Показатель	Усл. ед. ( $M \pm m$ )		<i>t</i>	<i>p</i>
	I гр.	II гр.		
Индекс килевидной деформации (ИКД)	7,2±0,3	7,4±0,5	1,909	>0,05

Данные таблицы свидетельствуют о том, что у пациентов I и II группы ИКД не имел существенного различия, поскольку вероятность безошибочного прогноза *p* >0,05, то можно достоверно утверждать, что высота «киля» у больных обеих групп была одинаковой.

### 2.7.3. Эхокардиография

Эхокардиографию (Эхо-КГ) проводили на ультразвуковом аппарате Logiq E9 (General Electric, США) с использованием секторального датчика с частотой 4,5 МГц. Исследование позволяло выявить соединительно-тканную патологию сердца, крупных сосудов и их девиацию, что является одним из критериев диагностики синдромальных форм ДГК. Посредством Эхо-КГ определяли ширину аорты и её перешейка, состояние клапанов сердца, аорты, наличие и степень пролапса, диаметр лёгочной артерии, размеры желудочков в sistолу и

диастолу, толщину и характер движения межжелудочковой перегородки, минутный объём сердечного выброса, систолический и ударный объемы [28].

#### **2.7.4. УЗИ плевральных полостей и органов брюшной полости**

Ультразвуковое исследование плевральных полостей проводили на ультразвуковом аппарате Logiq E9 (General Electric, США) с использованием [23]:

- конвексного датчика с частотой сканирования 4–8 МГц;
- микроконвексного датчика с частотой сканирования 5–10 МГц;
- матричного линейного датчика с частотой сканирования 9–15 МГц.

Перед проведением исследования предварительная подготовка не требовалась, исследование выполняли на спонтанном дыхании, преимущественно в положении сидя. При необходимости, для оценки подвижности нижнего края лёгкого или диафрагмы, проводили пробу с форсированным дыханием. Также определяли наличие и характер плеврального выпота, его количество, воздушность лёгочной ткани, наличие ателектазов, состояние плевры.

В послеоперационном периоде выполняли контрольное ультразвуковое исследование плевральных полостей с целью своевременного выявления послеоперационных осложнений. Условия проведения послеоперационного обследования были аналогичными дооперационному исследованию. Прицельное внимание было обращено на поиск свободной жидкости и воздуха в плевральной полости, как признаков наиболее жизнеугрожающих состояний.

Ультразвуковое исследование органов брюшной полости проводилось также на аппарате LogiqE9 (General Electric, США) с применением идентичного спектра датчиков.

Пациенты осматривались утром, строго натощак, после 8–10 часов голодания. Исследование проводилось в положении лежа на спине. Применялись следующие режимы сканирования: В-режиме (или режим серой шкалы), режим цветового допплеровского картирования, импульсно-волновой режим. Исследование носило скрининговый характер, при котором проводилась оценка

состояния органов брюшной полости и забрюшинного пространства с оценкой наличия структурных и функциональных нарушений, характера интрамурального кровотока, а также особенностей гемодинамики магистральных сосудов.

### **2.7.5. Фиброзофагогастродуоденоскопия**

Для комплексной оценки функционального состояния и верификации анатомических особенностей органов желудочно-кишечного тракта на фоне скомпрометированной синтопии вследствие деформации грудной клетки всем пациентам с АсКДГК выполнялась фиброзофагогастродуоденоскопия. Исследование выполнялось возрастным гастроскопом 5, 8 или 10 мм (системы Olympus, Япония). Обследование проводилось в условиях эндоскопического кабинета и не требовало применения медицинской седации. Исследование позволило выявить проявления поверхностного воспалительного процесса со стороны желудка и двенадцатиперстной кишки в виде гастрита, дуоденита и гастродуоденита. Данные заболевания не являлись специфическими для пациентов с АсКДГК и не влияли на тактику хирургического лечения, однако являлись показанием к дополнительной консультации гастроэнтеролога для получения необходимых рекомендаций и последующего контроля. Дальнейшая оценка динамики заболевания не проводилась, поскольку не входило в задачи настоящего исследования.

Таким образом, предложенный нами протокол обследования пациентов предоставляет высоко информативные данные об анатомии деформации, позволяющие провести детальное планирование оперативного вмешательства. Дополнительные исследования позволяют своевременно выявить сопутствующие заболевания, определить анестезиологические и хирургические риски, спрогнозировать течение послеоперационного периода с формированием индивидуального подхода к срокам ношения корригирующей пластины и режиму катамнестического наблюдения. Выявление сопутствующей патологии, не имеющей вклад в течение заболевания, хоть и не влияло на выбор

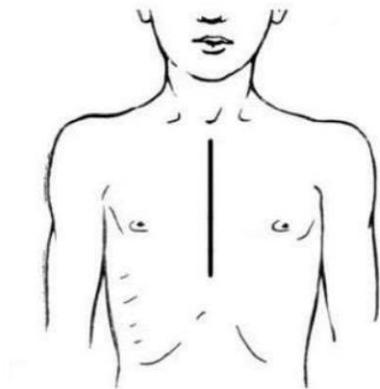
хирургической тактики, но являлось показанием к консультации профильных специалистов, реализуя принцип комплексного лечения пациентов.

## **2.8. Методы хирургического лечения**

Выведение асимметричной килевидной деформации грудной клетки в 1997 году в отдельную нозологическую единицу от КДГК позволило более пристально изучить данный вариант порока. В лечении данной патологии до 2021 года применялось открытое оперативное вмешательство, при котором выполнялась резекция ребер (операция Равича). Данное вмешательство было выполнено 34 пациентам, составившим **I группу (контрольная)**. С 2021 года ее сменили малоинвазивные хирургические методики и за период с 2021 по 2024 годы данный подход был реализован в лечение 30 пациентов, которые **II группу (основная)**.

### ***2.8.1. Хирургическая методика открытой торакопластики***

В основе открытой торакопластики килевидной деформации грудной клетки лежит операция Равича, оригинальная методика была предложена M.M. Ravith в 1952 году. Хирургическое вмешательство выполняли следующим образом: из вертикального срединного разреза кожи от рукоятки грудины до мечевидного отростка (рис. 2.4.) формировали хирургический доступ путем мобилизации кожи вместе с грудными мышцами над деформированными выбухающими кпереди рёбрами от вершины «киля» до наружных границ. Следующим этапом выполняли поднадхряничную резекцию всех деформированных участков рёберных хрящей. Резекцию дополняли клиновидной стернотомией на вершине деформации с сохранением задней кортикальной пластинки. После устранения деформации стабилизацию грудино-рёберного комплекса (ГРК) обеспечивали при помощи ретростернально установленной титановой пластиной. В зависимости от вида деформации выбирали место резекции грудины: нижний край у мечевидного отростка или выше места прикрепления резецированных реберных дуг [28].



**Рисунок 2.4.** Вертикальный срединный доступ при открытой торакопластике.

При корпоро-костальном типе грудину резецировали выше или непосредственно в месте прикрепления мечевидного отростка, в зависимости от того, вовлечены в патологический процесс реберные дуги или нет.

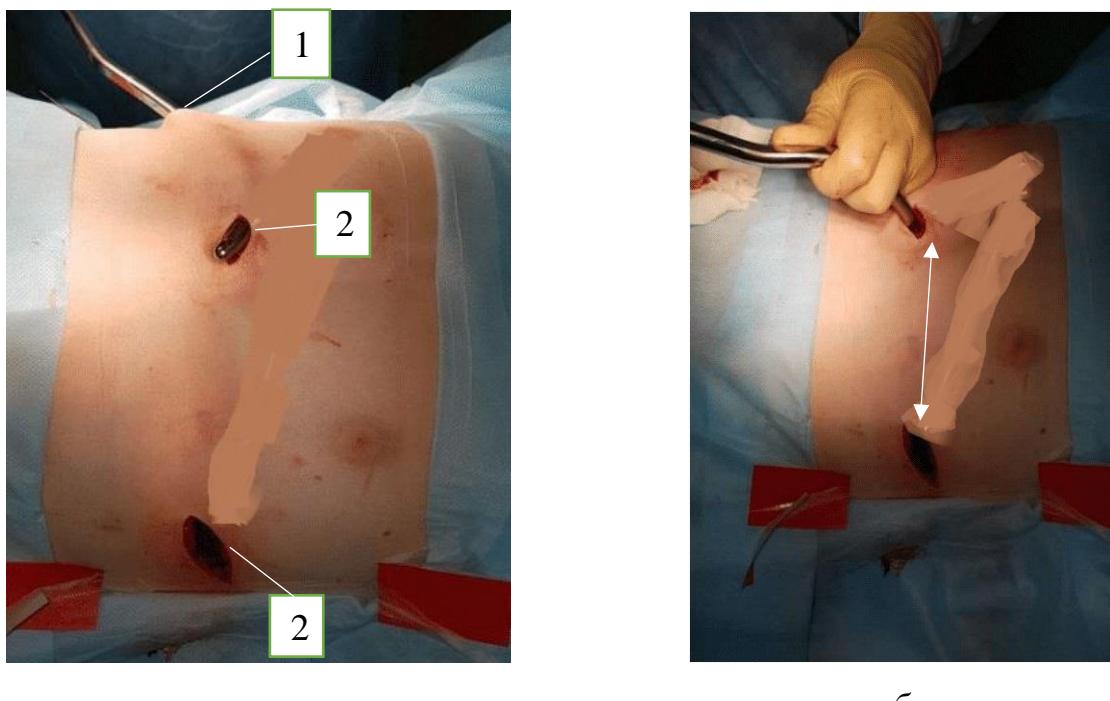
Изначально в клинике операцию выполняли из волнообразного доступа или разреза типа эмблемы «Мерседес». После послойного выделения грудино-реберного комплекса, выполняли билатеральную субпериХондриальную резекцию реберных хрящей со второго по восьмое ребро. При этом, в отличии от оригинальной методики, не пересекали реберные дуги и не проводили клиновидную стернотомию, а отсекали мечевидный отросток и подшивали его на 5 см выше на переднюю поверхность грудины. С 2002 года операцию стали выполнять только из поперечного доступа в месте наибольшей деформации грудины, из которого создавали единый лоскут из подкожно-жировой клетчатки, фасции, большой с частью малой грудных мышц и передней зубчатой мышцы в месте их анатомического крепления. Лоскут мобилизовали до 2-го ребра и границ предполагаемой резекции реберных хрящей. Визуально определив количество деформированных ребер, удаляли поднадхрящично их хрящи с двух сторон. Затем по средней линии деформированной хрящевой зоны рассекали надхрящницу путем нанесения перпендикулярных насечек. После этого поднадхрящично пересекали второе ребро во фронтальной плоскости в косом направлении и смещали внутрь становившуюся подвижной грудину.

Место резекции грудины определяли в зависимости от вида деформации: либо резецировали нижний край грудины на протяжении 2–3 см в виде

полуокружности, куда затем подшивали мечевидный отросток, либо выше места прикрепления реберных дуг, отсекая мечевидный отросток от грудины вместе с реберными дугами единым блоком. Грудину после поперечной резекции шили с довольно большим натяжением. При манубриокостальном типе иссекали клин с оставлением заднего кортикального слоя грудины, после чего шили мышечно-апоневротический лоскут над зоной резекции.

### ***2.8.2. Методика малоинвазивной торакопластики***

С целью малоинвазивной хирургической коррекции асимметричной килевидной груди был разработан «Способ хирургической коррекции врожденной асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей» (Патент РФ на изобретение № RU2748958C1). Операцию выполняли под комбинированной общей анестезией с интубацией трахеи. В положении на спине больному выполняли боковые разрезы по передней подмышечной линии с двух сторон на уровне вершины деформации грудной клетки, разрезы выполняли скальпелем в поперечном направлении длиной по 3–4 см, рассекая кожу и подкожно-жировую клетчатку, третий (промежуточный) разрез выполняли у края грудины и прилегающих деформированных рёбер (рис. 2.4.а). Далее через боковые разрезы формировали тоннели в мягких тканях над рёбрами, затем формировали промежуточный тоннель со стороны деформированных рёбер непосредственно под грудиной (рис. 2.4.б).



**Рисунок 2.4.** Этап операции: а) Формирование боковых (1) и промежуточного (2) разрезов передней грудной стенки; б) – формирование загрудинного тоннеля через промежуточный разрез (проекция тоннеля обозначена стрелкой ↔).

Далее из бокового разреза противоположной стороны от деформации проводили проводник с нитью до края грудины, затем крючками расширяли края промежуточного разреза, увеличивая объём визуализации зоны операции, и под визуальным контролем заводили проводник в ретростернальный промежуточный тоннель. После придания грудине и рёбрам физиологического положения, проводник продвигали в боковой канал и далее до выхода из противоположного бокового разреза. К нити проводника фиксировали индивидуально моделированную корригирующую пластину и проводник с прификсированной к нему пластиной, расположенной выпуклой стороной кзади, протягивали в обратном направлении через сформированные тоннели. При введении пластины в промежуточный тоннель осуществляли визуальный контроль правильности прохождения пластины. После выхода проводника из бокового разреза, его отвязывали от пластины, а саму пластину ротировали выпуклой стороной кзади, создавая компрессирующее корригирующее воздействие на вершину деформации. Промежуточный разрез позволял визуально оценить правильность положения пластины и полноценность её контакта с задней поверхностью грудины. Через

концевые отверстия пластину фиксировали к прилежащим рёбрам, после чего послойно ушивали операционные раны. Данный хирургический способ позволил обеспечить малоинвазивность оперативного вмешательства, с возможностью избежать формирования остаточных полостей (пространств) между грудиной и пластиной, а полный плотный контакт корригирующей пластины с задней поверхностью грудины, обеспечивает стабильное корригирующее воздействие на грудино-рёберный комплекс.

В тех случаях, когда имелись рубцовые сращения перикарда с внутренней поверхностью грудино-рёберного комплекса, формирование загрудинного тоннеля осуществлялось под контролем видеоторакоскопии.

## **2.9. Ведение больных в послеоперационном периоде**

Ведение больных детей после малоинвазивных операций на грудной клетке не отличалось от тактики, принятой в Детской городской клинической больнице им. Н.Ф. Филатова (г. Москва), позволяющий обеспечить максимальную безопасность течения послеоперационного периода, своевременно выявлять возникающие осложнения и минимизировать их последствия на жизнь и здоровье пациентов. Из операционного блока больного переводили в отделение реанимации для динамического наблюдения и аппаратного мониторинга показателей витальных функций. Эффективный контроль болевого синдрома осуществлялся посредством проведения продлённой эпидуральной аналгезии за счет непрерывного капельного введения 0,125% раствора бупивакaina, который в случае необходимости, дополняли введением 1–2% раствора промедола в/м, в возрастной дозировке. После полной стабилизации состояния и контрольного ультразвукового исследования грудной клетки на предмет наличия свободного газа, жидкости в плевральных полостях, пациента переводили в палату хирургического отделения для дальнейшего лечения. По показаниям выполняли рентгенографию органов грудной клетки. После перевода в хирургическом отделении ребенок также находился на продленной эпидуральной аналгезии, комбинируемой с наркотическими аналгетиками в случае прорыва боли. На вторые послеоперационные сутки

начинали отлучение пациента от эпидуральной анестезии: на фоне остановки инфузии бупивакаина, ребёнка переводили в полусидячее положение и в/м вводили разовую дозу промедола. При отсутствии болевого синдрома в течение трёх часов, катетер из эпидурального пространства удаляли, последующее обезболивание проводили раствором диклофенака в дозе 1 мг/кг/сутки (3 раза в день в/м). Постепенная активизация пациента начиналась на третьи сутки после операции, к четвёртым суткам ребенок вертикализировался и начинал ходить, при этом обезболивание переводилось на режим по требованию. На пятые послеоперационные сутки всем детям выполняли контрольное УЗИ плевральных полостей, после чего отменяли ограничения подвижности, снимали швы и завершали антибиотикотерапию. Далее на шестые–седьмые сутки выполняли обзорную рентгенографию органов грудной клетки и, при отсутствии патологии, ребёнка выписывали на дальнейшее амбулаторное лечение.

## **2.10. Обследование больных перед удалением пластины**

Завершающим этапом хирургической коррекции являлось удаление металлоконструкции после достижения стабилизации грудино-реберного комплекса в корrigированном положении. Для решения вопроса о своевременности удаления пластины проводили необходимое обследование. Физикальное обследование позволяло оценить клинический результат проведенного лечения, в основном это была оценка достижения симметричности грудной клетки (рис. 2.5.), но также внимание обращали на ось позвоночника, тонус и симметричность мышц спины.



**Рисунок 2.5.** Внешний вид больного после хирургической коррекции АсКДГК.

Для объективизации результатов хирургического лечения всем пациентам выполняли рентгенографию грудной клетки в двух стандартных проекциях, аналогично тем, что были выполнены на дооперационном этапе (рис. 2.6.). Рентгенография позволяет определить положение пластины, состояние органов грудной клетки, а также оценить достигнутую коррекцию имеющейся деформации. МСКТ органов грудной клетки выполняли по показаниям, оценивая компрессионное воздействие на органы средостения.



*a*

*b*

**Рисунок 2.6.** Рентгенограммы грудной клетки больного после хирургической коррекции АсКДГК: *a* – прямая проекция; *б* – боковая проекция

## **2.11. Анкетирование пациентов до и после операции**

Субъективную оценку результатов лечения и удовлетворенность пациентов изучали при помощи закрытым списком стандартизованных вариантов ответов. Анкетирование осуществляли по опроснику с выяснением мнения пациента относительно хотел бы иметь «лучший рубец» (да/нет/да, но имеющийся, в принципе, устраивает); желает ли провести дополнительное оперативное лечение, улучшающее качество рубца(ов) из-за проблем со сверстниками; испытывает ли трудности в выборе профессии, обусловленные проведенным оперативным лечением и наличием заметных шрамов; как оценивает послеоперационные рубцы с позиций косметики; достигнута ли эстетическая удовлетворенность; какова повседневная активность пациента. Анкету заполнял пациент с привлечением родителей, анкетирование проводилось до и после операции. Опрос проводился как методом телефонного интервьюирования, так и с применением печатной формы «Личностная оценка эстетического результата операции». Катамнестическое наблюдение проводилось в течение двух лет после завершения хирургического лечения.

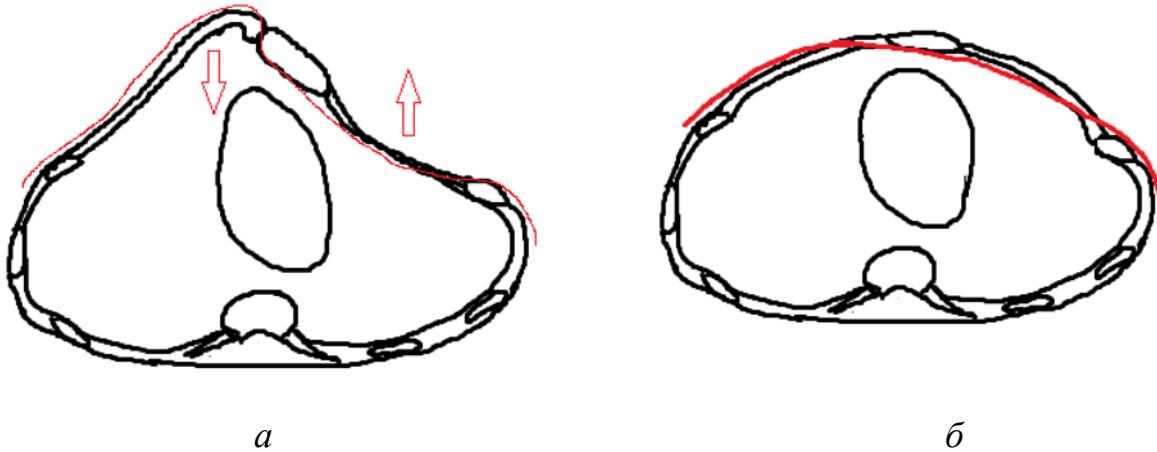
## **2.12. Статистическая обработка результатов**

Для статистической обработки результатов исследования использовали Microsoft Office Excel 2016 и IBM SPSS Statistics 21. В разделе «Описательные статистики» формировали таблицы сопряженности качественных признаков. Статистическая значимость различий в группах для номинальных, в том числе и бинарных показателей определялась с использованием точного критерия Фишера и критерия  $\chi^2$ . Для описания количественных переменных использовались среднее значение и стандартная ошибка среднего в формате « $M \pm m$ », а также выборочные мода и медиана. Проверка распределения количественных признаков на соответствие нормальному закону проводилась критерием Колмогорова–Смирнова. Для выявления статистической значимости различий количественных показателей использовался критерий Манна–Уитни. Различия считались достоверными при уровне значимости меньшем или равном 0,05.

## Глава 3. МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ АСИММЕТРИЧНОЙ КИЛЕВИДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ДЕТЕЙ

### 3.1. Новый способ малоинвазивной хирургической коррекции асимметричной килевидной деформации грудной клетки

В основу нового способа хирургической коррекции асимметричной КДГК у детей легла торакопластика по Нассу в модификации клиники (патент РФ на изобретение № RU2748958C1). Основной принцип новой методики торакопластики при АсКДГК – это компрессия (опущение) половины передней грудной стенки со стороны килевидной деформации с одномоментной элевацией (поднятием) противоположной стороны (рис. 3.1).



**Рисунок 3.1.** Схема воздействия корригирующих сил на грудную клетку при асимметричной килевидной деформации в результате применения нового способа миниинвазивной торакопластики: *а* – стрелками обозначено направление корригирующих сил, красной линией – путь для проведения пластины; *б* – красная линия демонстрирует эффект коррекции килевидной деформации грудной клетки.

Для оперативного лечения использовали Т-образные пластины из титанового сплава длиной от 240 до 360 мм (рис. 3.2.), инструмент для моделирования пластины (рис. 3.3.) и инструмент-проводник (рис. 3.4.).



**Рисунок 3.2.** Т-образная титановая корригирующая пластина.

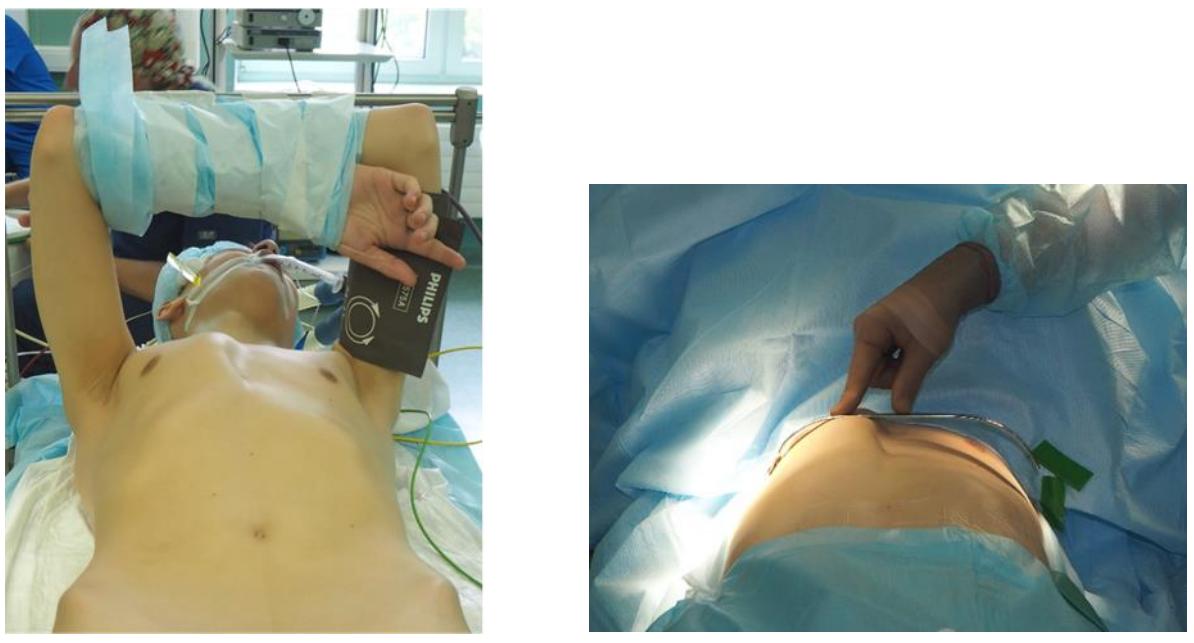


**Рисунок 3.3.** Инструмент для моделирования пластины.



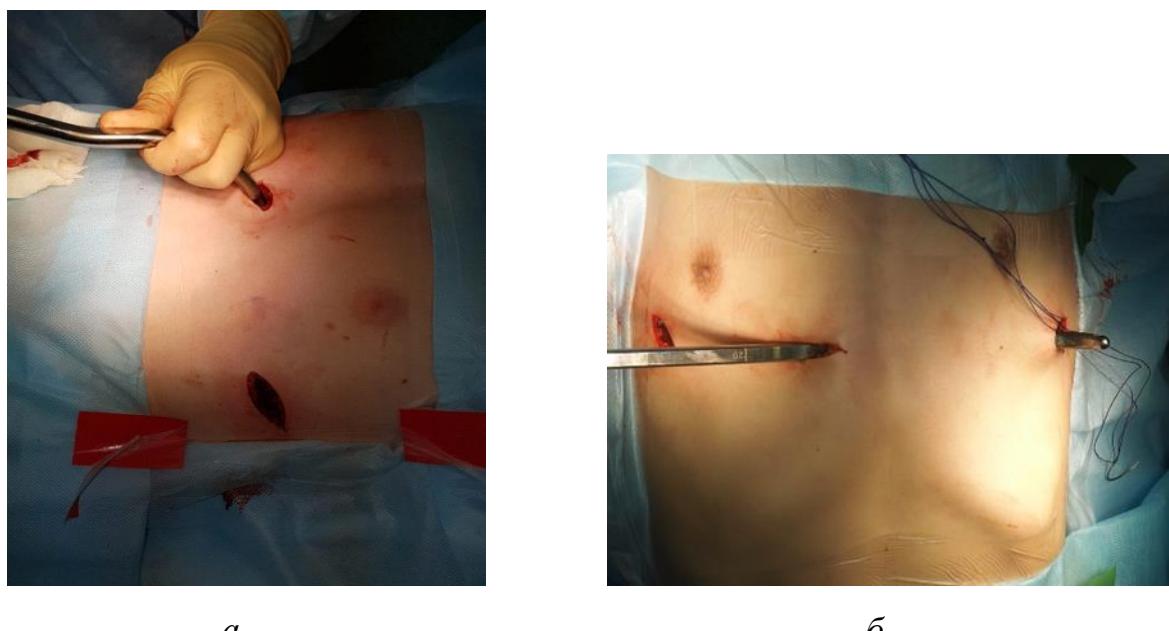
**Рисунок 3.4.** Инструмент-проводник для торакопластики.

Под комбинированной общей анестезией с интубацией трахеи в положении на спине больному выполняли боковые разрезы по передней подмышечной линии с двух сторон на уровне вершины деформации грудной клетки, после прикладывания пластины и предварительного нанесения разметки (рис. 3.5.), выполняли два поперечных, проекционно соответствующих концам пластины, боковых разреза кожи и подкожно-жировой клетчатки длиной до 4 см каждый.



**Рисунок 3.5.** Внешний вид больного на операционном столе: *а* – до примерки пластины; *б* - примерка корригирующей пластины.

Далее через эти разрезы формировали под мышцами грудной стенки, но над рёбрами, боковые тоннели во встречном направлении. При формировании тоннелей грудные мышцы расслаивали по ходу волокон, отслаивали их от рёбер. Тупым способом формировали площадки в проекции концов пластины. Вокруг подлежащего ребра проводили двойную прочную нить для фиксации пластины. Следующим этапом выполняли третий (промежуточный) разрез у края грудины и прилегающих деформированных рёбер, медиальнее наивысшей точки киля. Через этот разрез формировали тоннель непосредственно под грудиной (рис. 3.6. *а*). Через промежуточный разрез у края грудины заводили инструмент-проводник, который, проведя его непосредственно по задней поверхности грудины и ребер проводник, конец проводника выводили наружу через боковой разрез с противоположной от деформации стороны. При этом грудине и рёбрам придавали физиологическое положение. К выведенному концу инструмента-проводника фиксировали леску, которую в дальнейшем использовали для фиксации пластины (рис. 3.6. *б*).

*a**б*

**Рисунок 3.6.** Этапы операции малоинвазивной хирургической коррекции АсКДГК:

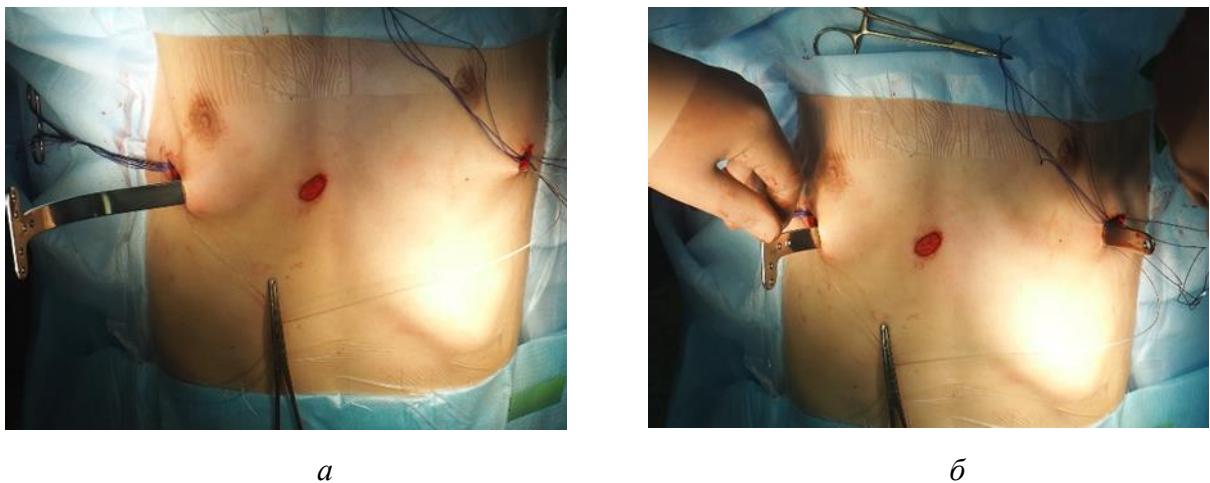
- а* - формирование загрудинного тоннеля через промежуточный разрез;
- б* – проведение лески для последующей фиксации пластины.

После этого проводник с леской выводили в обратном направлении через промежуточный разрез. Далее леску проводили сквозь основной тоннель через боковой разрез на стороне деформации грудной стенки (рис. 3.7.). К леске проводника прочно фиксируют корригирующую пластину.



**Рисунок 3.7.** Этап операции: проведение лески за грудиной.

После фиксации пластины за проведенную леску со стороны килевидной деформации, начинали проведение пластины путём одномоментной тракции за леску и проталкивания пластины по сформированному тоннелю выпуклой стороной, обращенной к позвоночнику (рис. 3.8.).



**Рисунок 3.8.** Этапы проведения корригирующей пластины за грудиной: *а* – начало проведения пластины со стороны «киля»; *б* – полное проведение пластины.

После выведения конца пластины с противоположной стороны, проводится ее ротация на 180° при помощи специального инструмента (рис. 3.9). После установки пластины в правильное положение создается компрессионно-корригирующее воздействие на вершину килевидной деформации. Давление пластины на заднюю поверхность реберных хрящей в месте наибольшей килевидной деформации вызывает коррекцию грудино-рёберного комплекса сразу же после её переворота.



**Рисунок 3.9.** Этап операции – коррекция килевидной деформации пластиною: *а* - поворот пластины специальным инструментом на 180°; *б* – коррекция пластиною деформации грудной клетки на операционном столе (внешний вид больного).

Пластину через концевые отверстия прочно фиксируют к прилежащим рёбрам ранее проведенной двойной полифиламентной биодеградируемой нитью «Викрил 2,0» (рис. 3.10.). Для более прочной фиксации, в ситуациях выраженной

ригидности грудной стенки, используют полифилатментный небиодеградируемый шовный материал «Этибонд 2,0».



**Рисунок 3.10.** Этап операции: фиксация корригирующей пластины к рёбрам.

На последнем этапе операции края пластины укрывали мышцами и операционные раны послойно ушивали. На этапе ушивания мышц анестезиолог проводит форсированное раздувание лёгких для удаления воздуха из плевральных полостей. Плевральные полости не дренировали. Раны послойно ушивали, на кожу накладывали косметические швы.

### **3.2. Техника малоинвазивной операции с видеоторакоскопическим контролем**

В двух случаях при наличии у больных рубцовой адгезии перикарда к внутренней поверхности ГРК, малоинвазивная коррекция АсКДГК с формированием загрудинного тоннеля осуществлялась под контролем видеоторакоскопии. При этом хирургическое вмешательство начинали с введения торакоскопических инструментов в правую плевральную полость (рис. 3.11.).



**Рисунок 3.11.** Внешний вид больного с АсКДГК на операционном столе: видеоторакоскопический контроль при малоинвазивной хирургической коррекции (стрелками обозначены торакоскопические инструменты).

Под видеоторакоскопическим контролем рассекали медиастинальную плевру в месте наиболее выраженного западения грудины, разделяли рубцовые сращения между грудиной и передним средостением. Чрескожно проводили прочную нить за грудину и с максимальным натяжением фиксировали её за кронштейн, что уменьшало степень западения грудины и улучшало визуализацию имеющихся сращений между перикардом и внутренней поверхностью ГРК. После разделения сращений сердце под визуальным контролем отводили кзади и формировали загрудинно тоннель в противоположную плевральную полость. Далее под видеоконтролем слева направо проводили корригирующую пластину, после чего ротировали её на 180°, что приводило к коррекции имеющегося «киля». Операцию завершали фиксацией пластины к рёбрам и послойным ушиванием ран.

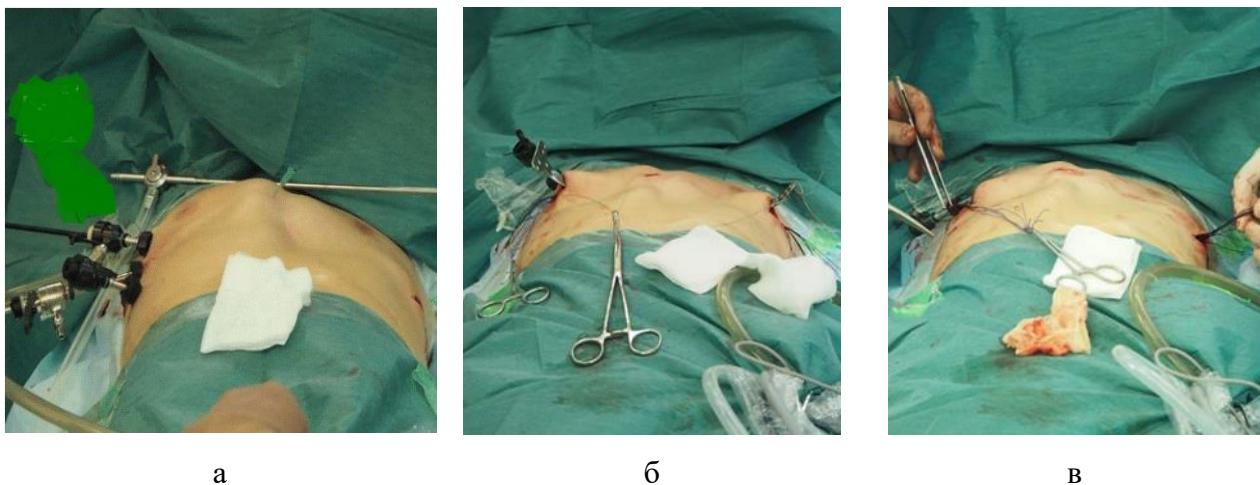
### Клиническое наблюдение

Больной Р, 15 лет, в январе 2023 года поступил в клинику с асимметричной (правосторонней) килевидной деформацией грудной клетки. В 2018 году пациент был оперирован по методике Насса по поводу воронкообразной деформации грудной клетки. Течение послеоперационного периода осложнилось формированием обратной, килевидной деформации (рис. 3.12.).



**Рисунок 3.12.** Внешний вид больного Р, 15 лет, с асимметричной (правосторонней) килевидной деформацией грудной клетки, сформировавшейся после первичной хирургической коррекции воронкообразной деформации.

С целью коррекции АсКДГК была произведена операция по предложенной малоинвазивной методике. Учитывая приобретенный характер патологии и наличие рубцового процесса между перикардом и внутренней поверхностью грудины, хирургическое вмешательство выполнено под торакоскопическим контролем (рис. 3.13.).



**Рисунок 3.13.** Внешний вид больного Р, 15 лет, на операционном столе. Этапы хирургической коррекции АсКДГК: *а* – торакоскопические инструменты введены в правую плевральную полость; *б* – корrigирующая пластина заведена за грудину; *в* – поворот пластины на 180° с устранением «киля».

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений (рис. 3.14), болевой синдром не выражен. На третий сутки больной активизирован, стал самостоятельно ходить, обслуживать себя.



**Рисунок 3.14.** Внешний вид больного Р. в раннем послеоперационном периоде.

На контрольной рентгенограмме (рис. 3.14.) положение корригирующей пластины правильное, стабильное.



**Рисунок 3.14.** Контрольная рентгенограмма грудной клетки больного Р. после операции.

Швы были сняты на седьмые сутки, заживление ран первичным натяжением. Через год после операции при опросе родители были удовлетворены формой грудной клетки ребёнка, отметили улучшение его общего психоэмоционального статуса. При контролльном осмотре грудная клетка имела правильную форму, рецидива деформации не отмечалось (рис. 3.15.).



**Рисунок 3.15.** Внешний вид больного Р. в отдалённом периоде после операции.

## **Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ МАЛОИНВАЗИВНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ АСИММЕТРИЧНОЙ КИЛЕВИДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ДЕТЕЙ**

Для оценки причины неудовлетворительных результатов лечения пациентов с асимметричной деформацией грудной клеткой, потребовавшей поиска и разработки нового метода хирургического лечения, был проведен анализ диагностики и лечения с 1997 по 2021 год (I группа).

### **4.1. Анализ лечения детей первой группы**

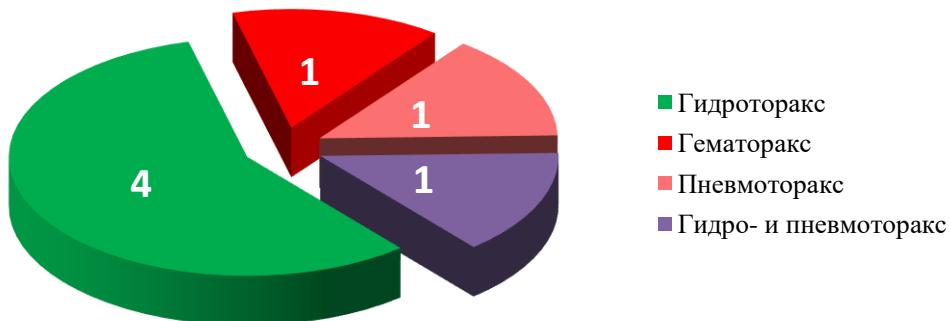
Для лечения детей I группы применялась модифицированная операция Радича с частичной резекцией ребер и стернотомией. Пациенты госпитализировались в стационар в плановом порядке. В рамках предоперационного обследования выполняли комплекс диагностических мероприятий, направленный на уточнение анатомии порока, характера изменений синтопии органов, оценки соматического статуса пациентов и верификации сопутствующих аномалий, с позиции выявления факторов риска для проведения оперативного вмешательства и последующей реабилитации. Средняя длительность госпитализации до проведения оперативного вмешательства составляла  $4,38 \pm 1,73$  дня (от 2 до 8 дней).

Операция выполнялась под общим комбинированным наркозом с интубацией трахеи и эпидуральной аналгезией. Время операции составило  $64,1 \pm 21,9$  минут (от 35 минут до 2,3 часов). Интраоперационные осложнения отмечались у 8 пациентов. Поскольку техника операции не подразумевала внедрение в плевральную полость и выполняется вне проекции крупных сосудов, то к осложнениям были отнесены эпизоды развития пневмоторакса (6 случаев (9%)) и обильного интраоперационного кровотечения (2 случая (3%)). Осложнения были купированы интраоперационно и не потребовали расширения объема операции и не привело к удлинению времени операции (Таблица 4.1.).

**Таблица 4.1.** Сравнение времени операции в зависимости от наличия интраоперационных осложнений.

Параметр	Без осложнений	С осложнениями	t	p
Время операции (мин.)	$63,1 \pm 19,9$	$67,3 \pm 27,0$	0,690	>0,05

В послеоперационном периоде пациенты находились на продленной эпидуральной аналгезии с дополнительным обезболиванием нестероидными противовоспалительными средствами, ненаркотическими и наркотическими аналгетиками. Осложнения в послеоперационном периоде отмечены у 7 (11%) пациентов, в виде развития гидроторакса в сочетании с пневмотораксом (1 – 2%) или изолировано (4 – 6%), гемоторакса (1 – 2%) или изолированного пневмоторакса (1 – 2%), потребовавшие пункции плевральной полости. Послеоперационная госпитализация составила  $11,4 \pm 2,96$  дней (от 7 до 20 дней). Структура послеоперационных осложнений представлена на рисунке 4.1.



**Рисунок 4.1.** Структура послеоперационных осложнений

Достоверного различия в длительности послеоперационной госпитализации у детей без осложнений и с осложнениями не выявлено, однако, при анализе структуры пациентов с осложнениями, возникшими как вовремя так и после операции, у 3 пациентов были только интраоперационные осложнения, у 2 только послеоперационные, а у 5 осложнения отмечались как во время операции, так и после операции. Анализируя течение послеоперационного периода у этих пациентов, выявлено, что в случае наличия осложнения во время и после операции, длительность послеоперационного лечения в клинике была достоверно выше, чем у остальных пациентов (таблица 4.2.).

**Таблица 4.2.** Сравнение длительности течения послеоперационной госпитализации в зависимости от наличия осложнений

Осложнения	Длительность госпитализации без осложнений (дней)	Длительность госпитализации с осложнениями (дней)	t	p
Интраоперационные	$11,1 \pm 2,74$	$9,7 \pm 1,25$	1,599	>0,05
Послеоперационные		$11,5 \pm 0,5$	0,566	>0,05
Интра- и послеоперационные		$16,2 \pm 2,23$	<b>4,442</b>	<b>&lt;0,05</b>

Этот анализ показал, что при возникновении интраоперационных осложнений при открытой операции является фактором риска развития жизнеугрожающих осложнений и в послеоперационном периоде, поэтому необходимо тщательно наблюдать данную категорию пациентов для своевременного выявления таких состояний, либо рассмотреть необходимость дренирования плевральной полости, как допустимую опцию, в случае невозможности обеспечения соответствующего врачебного контроля.

Таким образом, мы видим, что до 2021 года не было разработано четкого протокола обследования пациентов, что требовало длительного предоперационного нахождения в клинике, высокая травматичность хирургического вмешательства, сопряженная с высокими рисками интраоперационных и послеоперационных осложнений, неудовлетворительные косметические результаты, сподвигло нас к смене отказу от открытых вмешательств в пользу малоинвазивных процедур.

Неудовлетворенность результатами лечения пациентов с асимметричной деформацией грудной клетки в периоде до 2021 года направила нас создать комплексный диагностический протокол, разделив исследования, входящие в него на догоспитальное предоперационное обследование и стационарное, разработать малоинвазивное хирургическое вмешательство позволяющее минимизировать негативные последствия открытых операций, а также определить ограничения предложенного метода, которые стало возможным преодолеть за счет его комбинации с торакоскопическими технологиями.

## 4.2. Анализ лечения детей второй группы

При хирургическом лечении детей II группы применялась операция малоинвазивная операция, основанная на принципе операции Насса. Пациенты госпитализировались в стационар в плановом порядке, с предварительно пройденным предоперационным обследованием. В рамках стационарного обследования выполняли дополнительные исследования необходимые для детального планирования диагностические мероприятия, требовавшие для проведения стационарных условий. Средняя длительность госпитализации до проведения оперативного вмешательства составила  $1,93 \pm 0,81$  дня (от 1 до 4 дней). Сокращение необоснованно длительных сроков госпитализации позволяет снизить экономические затраты на лечение, что является весомым аргументом для оптимизации предоперационного обследования, заменяя стационарное обследование на амбулаторные, в том числе и стационар-замещающие технологии.

Операция выполнялась под общим комбинированным наркозом с интубацией трахеи и эпидуральной аналгезией. Время операции составило  $29,3 \pm 5,3$  минут (от 20 до 80 минут). Интраоперационные осложнения отмечались у 4 пациентов, во всех случаях у пациентов был выявлен пневмоторакс, который был ликвидирован интраоперационно без необходимости расширения объема операции и не повлияло на общее время операции (Таблица 4.3.).

**Таблица 4.3.** Сравнение времени операции в зависимости от наличия интраоперационных осложнений ( $n = 30$ ,  $t_{kp}=2,042$ ).

Параметр	Без осложнений	С осложнениями	$t$	$p$
Время операции (мин.)	$29,6 \pm 5,56$	$27,5 \pm 2,5$	2,000	>0,05

В послеоперационном периоде пациенты находились на продленной эпидуральной аналгезии с дополнительным обезболиванием нестероидными противовоспалительными средствами, ненаркотическими аналгетиками, наркотические анальгетики потребовались лишь однажды. Осложнения в послеоперационном периоде отмечены у 3 (5%) пациентов: в связи с развитием гидроторакса потребовалась проведение пункции плевральной полости. В данной группе сочетанного развития интраоперационных и послеоперационных

осложнений не отмечено. Послеоперационная госпитализация составила  $5,4 \pm 0,55$  дней (от 5 до 13 дней). Статистически значимых различий в длительности госпитализации у детей с осложнениями в послеоперационном периоде и без выявлено не было (таблица 4.4.).

**Таблица 4.4.** Сравнение длительности течения послеоперационной госпитализации в зависимости от наличия осложнений

Осложнения	Длительность госпитализации без осложнений (дней)	Длительность госпитализации с осложнениями (дней)	t	p
Интраоперационные	$5,3 \pm 0,56$	$5,5 \pm 0,56$	0,551	>0,05
Послеоперационные		$5,7 \pm 0,50$	1,077	>0,05
Всего		$5,6 \pm 0,49$	1,014	>0,05

Таким образом, разработанный нами диагностический алгоритм позволяет значительно сократить сроки предоперационной госпитализации, детально оценить характер деформации на этапе планирования хирургического вмешательства, а также выявить не только потенциально рисковые отклонения непосредственно для хирургического лечения, но и обнаружить сопутствующие заболевания, не связанные с изучаемым пороком, но своевременное лечение которых позволяет улучшить качество жизни ребенка. Разработанная нами техника оперативного вмешательства обеспечивает радикальность проводимой коррекции, позволяет минимизировать интраоперационные риски, избежать грозных осложнений в послеоперационном периоде. Программа раннего послеоперационного ведения этих детей позволяет снизить уровень инфекционных и хирургических осложнений.

#### **4.3. Сравнение результатов лечения в обеих группах**

Для оценки клинической эффективности использования малоинвазивных хирургических технологий при АсКДГК был проведен сравнительный анализ результатов лечения больных основной группы ( $n = 30$ ) с результатами хирургической коррекции открытым способом у детей контрольной группы ( $n = 34$ ).

Сравнительный анализ показал, что при выбранной нами тактике обследования сокращается длительность предоперационной госпитализации, при этом качество предоперационного планирования остается высоко информативным, что позволяет минимизировать риски интраоперационных осложнений (Таблица 4.5.)

**Таблица 4.5.** Сравнение длительности госпитализации детей I и II группы.

Госпитализация	I группа (n = 34)	II группа (n = 30)	t	p
Предоперационные койко-дни (дней)	4,4±1,73	1,93±0,81	7,373	<0,05
Послеоперационные койко-дни (дней)	11,4±2,96	5,4±0,55	8,969	<0,05
Госпитализация койко-дни	15,8±3,21	7,3±0,83	14,8332	<0,05

Внедренное нами оперативное вмешательство для коррекции асимметричной деформации грудной клетки позволило минимизировать операционную травму и сократить время операции. Анализ количества осложнений достоверного различия между исследуемыми группами не выявил (таблица 4.6.).

**Таблица 4.6.** Сравнение результатов лечения детей I и II группы.

Осложнения	I группа (n = 34)		II группа (n = 30)		t	p
	P <sub>1</sub>	m <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	m <sub>2</sub>		
Интраоперационные	8 (12%)	0,44	4 (6%)	0,31	0,116	>0,05
Послеоперационные	7 (11%)	0,41	3 (5%)	0,27	0,1265	>0,05

Тем не менее, осложнения, наступившие в первой группе, были сопряжены с более длительной госпитализацией, что позволяет говорить о более тяжелом состоянии пациентов первой группы при наступлении осложнений.

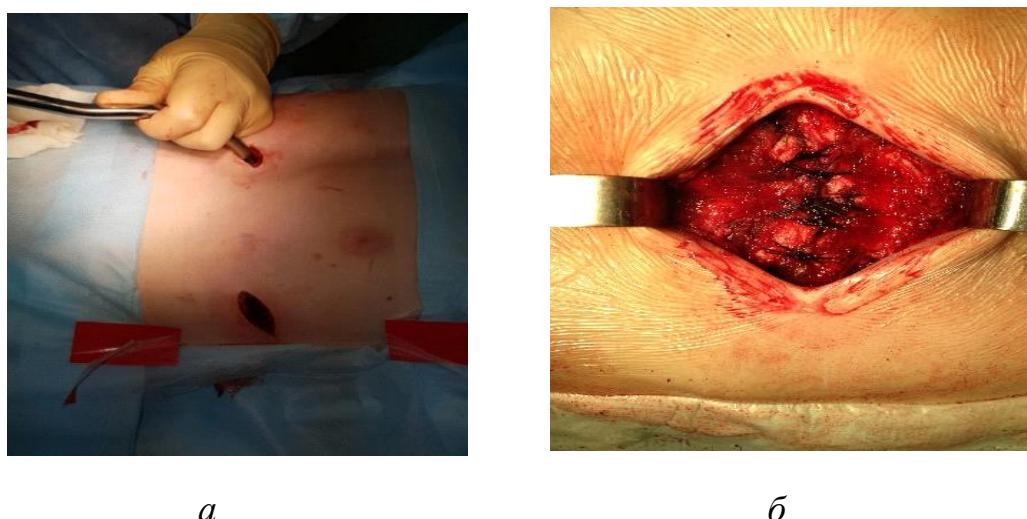
Таким образом, исследуемая тактика лечения пациентов с асимметричной деформацией грудной клетки обеспечивает достоверность проводимого обследования, сокращение длительности госпитализации, безопасность и минимальную инвазивность оперативной коррекции.

*Продолжительность операции.* Как видно из представленных таблицы 4.7., продолжительность хирургического вмешательства в основной группе значимо ( $p < 0,05$ ) меньше, чем в контрольной группе.

**Таблица 4.7.** Сравнение продолжительности оперативного вмешательства у детей I и II группы.

Операция	I группа (n = 34)	II группа (n = 30)	t	p
Время операции (мин.)	64,1±21,88	29,3±5,31	8,969	<0,05

Это обусловлено малоинвазивностью разработанного нами нового способа, позволяющего отказаться от обширного доступа при хирургическом вмешательстве – применение локальных точечных доступов (рис. 4.1.).

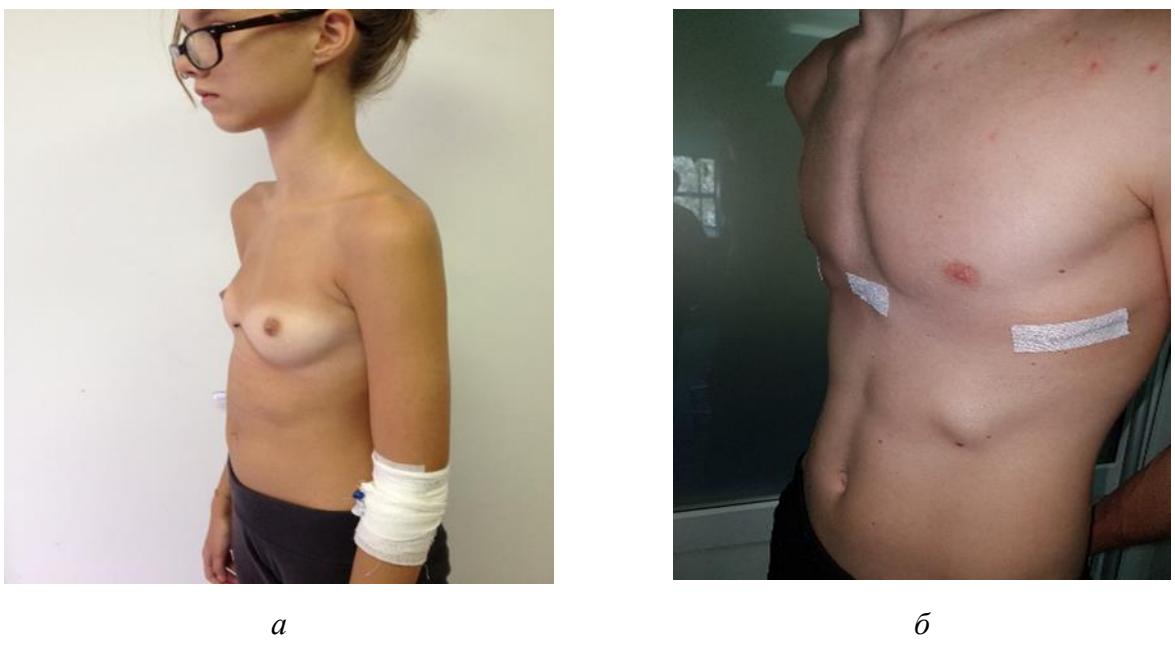
*a**b*

**Рисунок 4.2.** Внешний вид оперативных доступов при хирургической коррекции АсКДГК:  
*a* – с использованием малоинвазивной методики; *б* – открытым способом.

*Высота «киля».* Следует отметить, что в результате оперативного лечения отмечена существенная положительная коррекция этого показателя у больных обеих групп без достоверного различия между ними: основная группа –  $5,2 \pm 0,3$  мм; контрольная –  $7,4 \pm 0,2$  мм ( $p > 0,05$ ) (Таблица 4.8. и рис. 4.3.).

**Таблица 4.8.** Сравнительные данные ИКД у наблюдавших больных до оперативного лечения

Показатель	Усл. ед. (M ± m)		t	p
	I гр.	II гр.		
Индекс килевидной деформации (ИКД)	7,2±0,3	7,4±0,5	1,909	>0,05



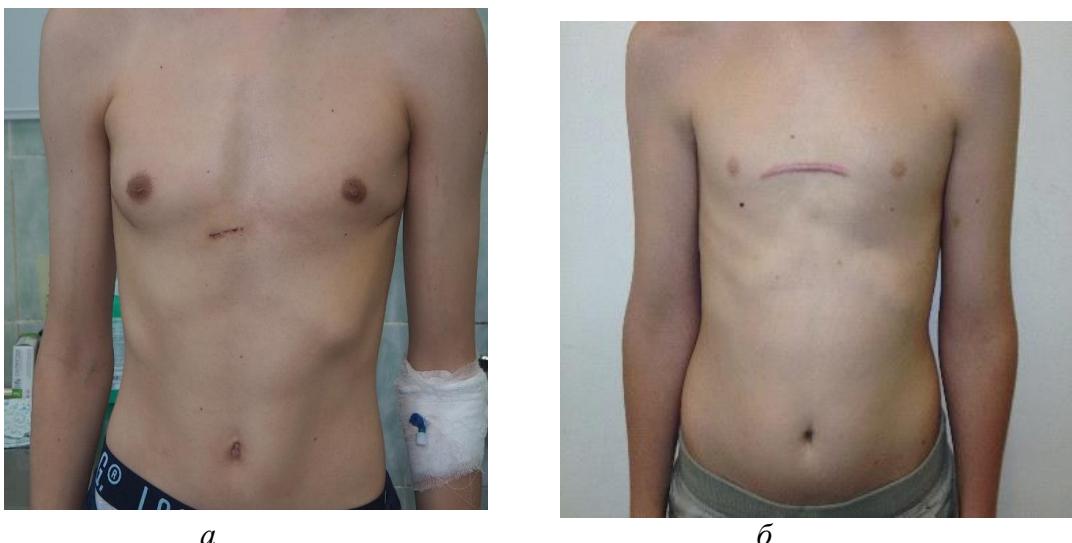
**Рисунок 4.3.** Внешний вид больных в боковой проекции после хирургической коррекции АсКДГК: *а* – при использовании малоинвазивной методики; *б* – после применения открытого способа.

*Площадь послеоперационных рубцов* у больных основной группы составила  $68,5 \pm 5,6$   $\text{мм}^2$ , что, практически в 2 раза меньше, чем у больных, оперированных открытым способом –  $150,3 \pm 8,4$   $\text{мм}^2$  ( $p < 0,05$ ) (Таблица 4.9.)

**Таблица 4.9.** Сравнительные данные площади рубцов у детей I и II группы

Показатель	$\text{мм}^2 (M \pm m)$		t	p
	I гр.	II гр.		
Площадь послеоперационных рубцов	$150,3 \pm 8,4$	$68,5 \pm 5,6$	46,305	$< 0,05$

То есть, рубцы у больных контрольной группы внешне выглядят менее эстетично и визуально привлекают внимание в большей степени, чем косметически выгодные небольшие рубцы у пациентов основной группы (рис. 4.4.).



**Рисунок 4.4.** Внешний вид больных с послеоперационными рубцами передней грудной стенки: *а* – после применения малоинвазивной методики; *б* – после открытой операции.

#### **4.4. Оценка результатов оперативного лечения АсКДГК по результатам анкетирования**

Нами был проведен опрос пациентов и их родителей на предмет оценки удовлетворенности проведенным вмешательством и его результатом. Основным показателем эффективности лечения было сопоставление косметического дефекта деформации и косметических дефект вследствие послеоперационного рубцового процесса. Опрос проводился как методом телефонного интервьюирования, так и с применением печатной формы «Личностная оценка эстетического результата операции» (Таблица 4.10.).

**Таблица 4.10.** Сравнительная эмоциональная оценка респондентов на послеоперационные рубцы передней грудной стенки после хирургической коррекции АсКДГК малоинвазивной методикой и после открытой операции.

Вопросы респондентам	Утвердительные ответы респондентов - да (%)					
	I группа		II группа		t	p
	P <sub>1</sub>	m <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	m <sub>2</sub>		
Хотели бы иметь «лучший рубец», но имеющийся, в принципе, устраивает	17 (27%)	8,57	3 (5%)	5,48	3,930	<0,05
Желаете провести дополнительное оперативное	4 (6%)	5,53	0	0	2,130	<0,05

лечение, улучшающее качество рубца(ов) из-за проблем со сверстниками						
Испытываете трудности в выборе будущей профессии, обусловленные проведенным оперативным лечением и наличием заметных шрамов в области грудной клетки	1 (2%)	4,86	0	0	1,810	>0,05

В группе детей, оперированных открытым способом (контрольная группа), результаты опроса распределились следующим образом: 50% из опрошенных хотели бы иметь «лучший рубец», заключая в понятие «лучший» малозаметность шрама на коже грудной клетки, меньшие его размеры, однако данный рубец, в принципе, их устраивает. Желание провести дополнительное оперативное лечение, улучшающее качество рубца, высказали 12% человек, мотивируя свое решение определённой закомплексованностью при общении со сверстниками, обусловленную наличием хорошо видного рубца. Однако, лишь 3% детей предполагают в будущем возможные трудности в выборе профессии, обусловленные наличием большого шрама вследствие оперативного лечения.

В основной группе результаты опроса показали, что только 10% из опрошенных хотели бы иметь «лучший рубец», при этом никто из детей в данной группе не высказал желание провести хирургическое лечение, улучшающее качество рубцов, из-за проблем со сверстниками, а также не высказали опасений о трудностях при выборе профессии в будущем.

Косметический результат оперативного лечения АсКДГК оценивался нами как хороший, удовлетворительный и неудовлетворительный. Критериями этих результатов были:

- хороший результат – отсутствие жалоб на косметический дефект и полное устранение килевидного выбухания («киля»); наличие малозаметного послеоперационного рубца (рубцов) на коже грудной клетки, не вызывающего у ребенка отрицательных эмоций;

- удовлетворительный результат – жалобы на незначительные ограниченные выбухания (до 10 мм) грудины и/или рёбер в зоне операции, которые не очень заметны со стороны и не вызывают беспокойства пациента; желание ребенка иметь менее заметный послеоперационный рубец (рубцы) на передней поверхности грудной клетки, по сравнению с имеющимися, но стремления к достижению такого рубца за счет проведения оперативного вмешательства нет, как нет и страдания от негативной реакции сверстников;
- неудовлетворительный результат – жалобы на неудовлетворённость косметическим результатом, обусловленную неполным устранением «киля» – остаточное килевидное выбухание (более 10 мм) грудной клетки в зоне операции, которое хорошо визуализируется и оказывает негативное воздействие на психологическое состояние пациента; наличие хорошо заметного рубца (рубцов), вызывающего готовность подвергнуться дополнительному хирургическому вмешательству по устраниению рубцов, из-за проблем со сверстниками и переживаний о трудностях при выборе профессии.

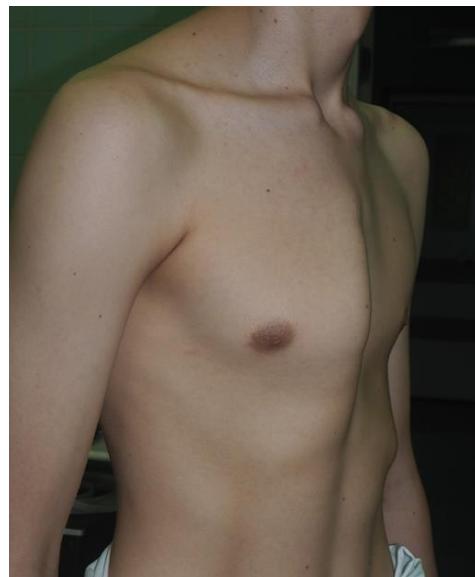
Следует отметить, что разработанный нами новый способ хирургической коррекции асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей позволяет достичь хороших результатов в 90% случаев против 50% при сравнении с открытым способом. При этом неудовлетворительных результатов в нашей серии не было, в контрольной группе – 12% случаев.

Таким образом, разработанная и внедренная в практическую деятельность малоинвазивная методика хирургической коррекции АсКДГК у детей является современным и высокотехнологичным хирургическим вмешательством позволяющим достичь хороших результатов в подавляющем большинстве случаев, по сравнению с традиционным открытым способом позволяет достигать лучшего эстетического результата, обусловленного тщательным предоперационным планированием, выбором оптимальной формы корrigирующей пластины и сроков жёсткой стабилизацией грудино-реберного комплекса в положении необходимой коррекции.

### **Клинические примеры**

### Клинический пример 1.

Больной, 14 лет, поступил с диагнозом: «асимметричная килевидная деформация грудной клетки». При осмотре определяется килевидное выбухание в области правой половины грудины (рис. 4.5.).



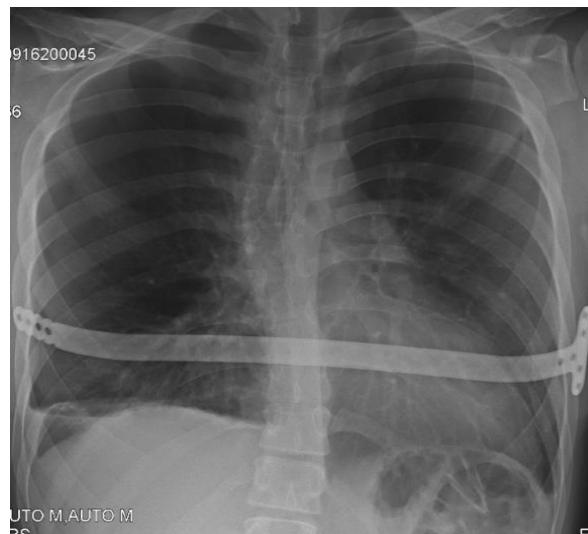
**Рисунок 4.5.** Внешний вид больного 14 лет до операции: килевидная деформация в области правой половины грудино-рёберного комплекса.

Выполнена хирургическая коррекция порока с использованием разработанной малоинвазивной методики, килевидная деформация грудной клетки устранена полностью (рис. 4.6.).



**Рисунок 4.6.** Внешний вид больного 14 лет после операции:  
килевидная деформация грудной клетки устранена.

Через сутки после операции была выполнена контрольная рентгенограмма грудной клетки (рис. 4.7.): пластина сохраняет стабильное положение запланированной коррекции.



**Рисунок 4.7.** Рентгенограмма грудной клетки больного 14 лет через сутки после операции: корригирующая пластина сохраняет положение запланированной коррекции.

Больной был выписан на шестые сутки в удовлетворительном состоянии. Осмотрен через 6 месяцев после операции: положение пластины в правильной позиции, воспалительных изменений в области ран нет. Пациент удовлетворен достигнутым положительным косметическим эффектом (рис. 4.8.).

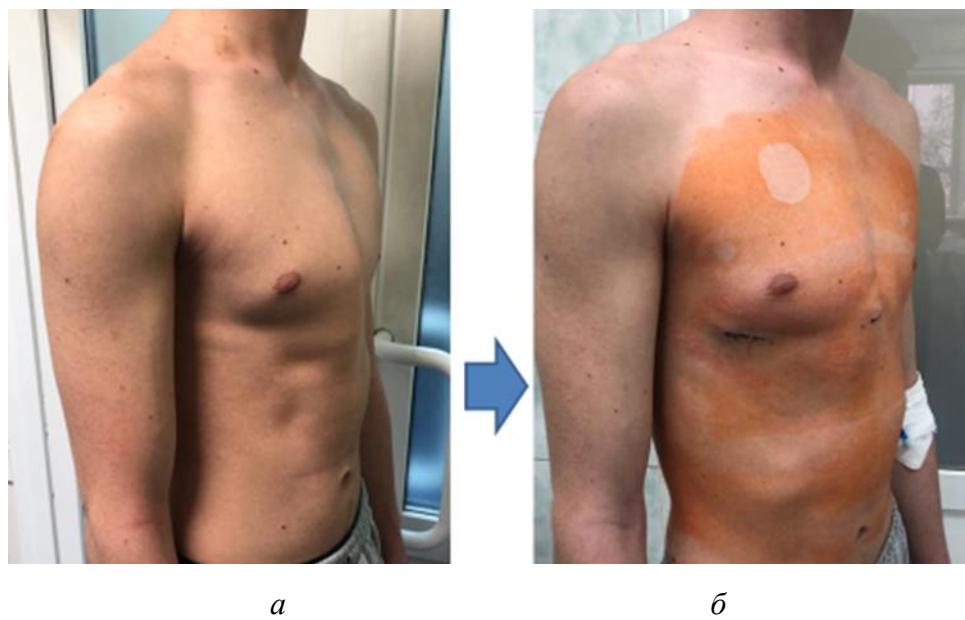


**Рисунок 4.8.** Внешний вид больного 14 лет в отдалённом периоде (через 6 месяцев) после операции.

### Клинический пример 2.

Пациент К., 15 лет, поступил с диагнозом: врожденная килевидная деформация грудной клетки. В отделении проведено клинико-лабораторное обследование, не выявившее отклонений от возрастной нормы. По данным рентгенографии выявлена асимметричная килевидная деформация грудной клетки.

Под эндотрахеальным наркозом с мониторингом жизненно важных функций произведено малоинвазивное хирургическое вмешательство по разработанной нами методике. Ранний послеоперационный период гладкий. Болевой синдром не выражен. На трети сутки больной активизирован, стал самостоятельно ходить, обслуживать себя. Швы сняты на седьмые сутки (рис. 4.9.) и выписан под наблюдение врача- детского хирурга в поликлинике по месту жительства.



**Рисунок 4.9.** Фото больного К., 15 лет: *а* – внешний вид до операции; *б* - внешний вид на 7-е сутки после операции.

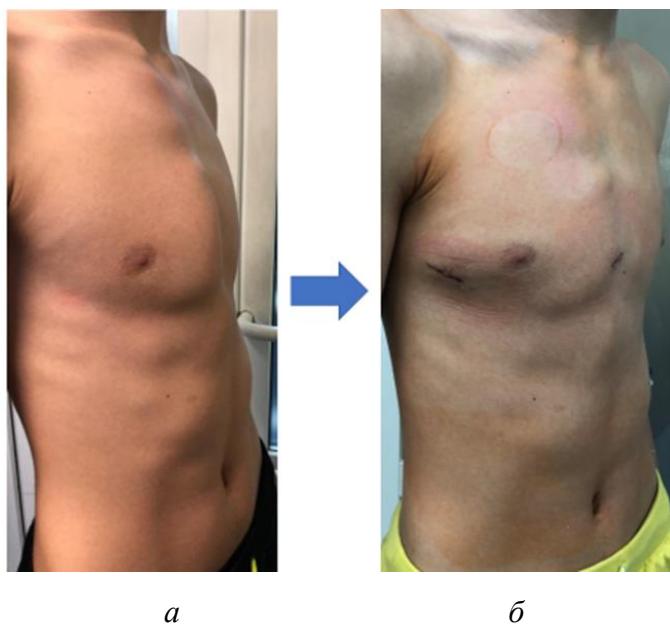
Металлоконструкция была удалена через три года, по результатам проведенного лечения выстояние грудины было устранено, грудная клетка приобрела правильную форму, рецидива деформации нет. Ребёнок и его родители удовлетворены формой грудной клетки, отмечено улучшение общего психоэмоционального статуса мальчика.

### Клинический пример 3.

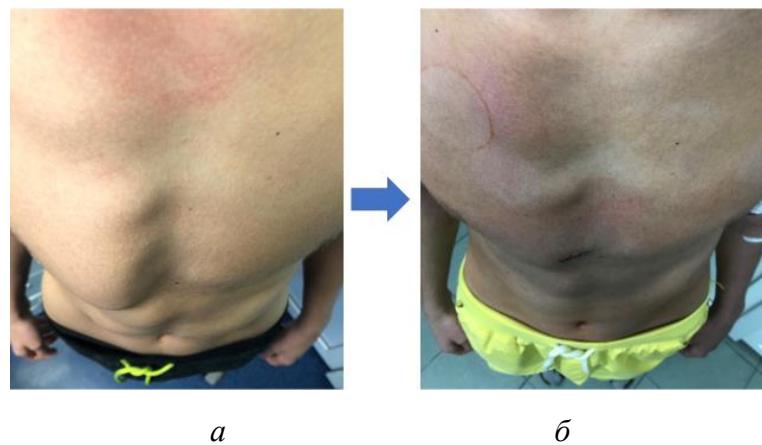
Пациент К., 14 лет, поступил с диагнозом: врождённая килевидная деформация грудной клетки. В отделении проведено клинико-лабораторное обследование не выявило отклонений от референтных значений. По результатам проведенной КТ выявлена асимметричная килевидная деформация грудной клетки.

Под эндотрахеальным наркозом с мониторингом жизненно важных функций произведена операция: малоинвазивная хирургическая коррекция килевидной деформации грудной клетки разработанным нами способом. Ранний послеоперационный период гладкий, болевой синдром выражен. На трети сутки больной активизирован, стал самостоятельно ходить, самостоятельно себя обслуживать.

Швы сняты на седьмые сутки (рис. 4.9., 4.10.). Проведена спирография – нарушений функции внешнего дыхания легких не выявлено, ЖЕЛ – 98 %.



**Рисунок 4.9.** Внешний вид грудной клетки пациента К., 14 лет (вид сбоку): *а* – до операции; *б* – на 7-е сутки после операции.



**Рисунок 4.10.** Внешний вид грудной клетки пациента К., 14 лет (вид спереди и сверху): *а* – до операции; *б* – на 7-е сутки после операции.

Металлоконструкция была удалена через три года, после удаления грудная клетка имеет правильную форму, рецидива деформации нет. Ребёнок и его родители удовлетворены формой грудной клетки. Отмечено, что проведенная операция по устраниению деформации грудной клетки положительно повлияла на психоэмоциональный статус подростка.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Асимметрическая килевидная деформации грудной клетки (АсКДГК) обусловлена неравномерным развитием одной из её половин и проявляется характерным клиническим признаком в виде односторонней протрузии рёберных хрящей с ротацией грудины к противоположную сторону. При этом практически у всех пациентов с АсКДГК первой и, зачастую, единственной жалобой является косметический визуальный дефект, такие признаки как сердцебиение, снижение массы тела, одышка и утомляемость при физической нагрузке если и присутствуют, то выходят на второй план.

Одной из наиболее актуальных проблем в области хирургического лечения КДГК является поиск оптимального метода хирургической коррекции у пациентов с асимметричным вариантом. Применяемые методики хирургической коррекции КДГК «открытым» способом являются довольно травматичными, так как требуют корригирующих резекций костно-хрящевой и широкой мобилизации мышечной тканей грудной клетки. При этом данные хирургические вмешательства выполняются широким операционным доступом, сопровождаются значительной кровопотерей, а также сопряжены со значительным риском развития интра- и послеоперационных осложнений. Все это в значительной степени актуализирует необходимость активного внедрения методик коррекции АсКДГК с применением малоинвазивных способов.

Предложенный D. Nuss малоинвазивный способ хирургического лечения деформаций грудной клетки и получивший широкое распространение во всем мире, активно применяется на клинической базе кафедры хирургических болезней детского возраста Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, Министерства здравоохранения Российской Федерации – Детской городской клинической больницы № 13 им. Н. Ф. Филатова ДЗМ г. Москва. Накопленный опыт практического использования методики Насса, позволил распространить его применение как базовой малоинвазивной хирургической технологии для коррекции симметричной, и даже асимметричной деформаций грудной клетки у детей. Для возможности

рекомендовать данный способ лечения к более широкому внедрению в детскую практику необходимо провести глубокий анализа полученных результатов, оценить практичность и эффективность нового способа малоинвазивной хирургической коррекции АсКДГК у детей.

С целью улучшения косметического результата и повышения безопасности малоинвазивного хирургического вмешательства нами разработан «Способ хирургической коррекции врожденной асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей» (патент РФ на изобретение № RU2748958C1), позволяющий надёжно интраоперационно корректировать деформацию грудино-рёберного комплекса без дополнительных вмешательств на костно-хрящевых образованиях грудной клетки со стабильной фиксацией в корректированном положении, снижающий интраоперационный риск органов грудной полости, сопровождающийся уменьшением времени проведения операции и сроков послеоперационной реабилитации, обеспечивающий хороший косметический результат с сохранением общего объёма грудной клетки и улучшением качества жизни пациентов.

Данным способом оперировано 30 больных (основная группа) с АсКДГК в возрасте от 13 до 17 лет в соотношении мальчики : девочки – 6,5 : 1 со средним возрастом  $15 \pm 1,41$  лет. Для оценки клинической эффективности нового способа оперативного лечения больных с АсКДГК в сравнительном аспекте изучены отдаленные результаты хирургической коррекции данной патологии открытым способом у 34 детей (группа сравнения) в возрасте от 13 до 17 лет в соотношении мальчики : девочки - 6 : 1 со средним возрастом  $14,9 \pm 1,30$  лет. Анализировались следующие параметры: продолжительность операции, хирургические осложнения, длительность пребывания в стационаре, коррекционная динамика высоты «киля» (мм), площадь послеоперационных рубцов ( $\text{мм}^2$ ), субъективная оценка больных. Косметический результат оперативного лечения АсКДГК оценивался как хороший, удовлетворительный и неудовлетворительный.

В результате изучения сравнительном аспекте отдалённых результатов хирургической коррекции АсКДГК малоинвазивной хирургической методикой

(основная группа) и с использованием открытого способа (группа сравнения) установлены существенные преимущества малоинвазивного способа. Так, продолжительность операции малоинвазивным способом составила  $29,3 \pm 5,31$  минуты, при открытом способе существенно больше –  $64,1 \pm 21,88$  минут ( $p < 0,05$ ), что обусловлено малоинвазивностью разработанной методики, позволяющей отказаться от обширного доступа при хирургическом вмешательстве.

*Операционная кровопотеря* в группе лечения также в значительной степени меньше, чем в группе сравнения –  $31,19 \pm 1,88$  мл и  $97,65 \pm 4,05$  мл соответственно ( $p < 0,05$ ). То есть, у больных, оперированных открытым способом, величина повышенной кровопотери в процессе хирургического вмешательства связана с выполнением обширного доступа. В то же время при использовании малоинвазивной методики хирургическое вмешательство осуществляется с использованием локальных слабо кровоточащих точечных доступов.

*Время нахождения в отделении интенсивной терапии* больных группы лечения составило  $5,95 \pm 0,80$  часов, что существенно меньше ( $p < 0,05$ ) такового показателя у больных группы сравнения –  $9,73 \pm 3,72$  часов, так как у больных, оперированных открытым способом, отмечена необходимость более длительного периода обезболивания в послеоперационном периоде,

*Осложнения* в процессе оперативного лечения в меньшей степени имели место в группе больных, леченных по оригинальной малоинвазивной методике (6%), в сравнении с группой больных, оперированных открытым способом – в 13%.

*Высота «киля»* в обеих группах больных до операции не имела существенного ( $p > 0,05$ ) различия. Данный показатель у больных группы лечения составил  $39,4 \pm 3,7$  мм, в группе сравнения –  $40,1 \pm 5,3$  мм. При этом в результате оперативной коррекции отмечена существенная положительная коррекция этого показателя у больных обеих групп без достоверного различия между ними: группа лечения –  $5,2 \pm 0,3$  мм; группа сравнения –  $7,4 \pm 0,2$  мм ( $p > 0,05$ ).

*Площадь послеоперационных рубцов* у больных группы лечения составила  $68,5 \pm 5,6$  мм<sup>2</sup>, у больных, оперированных открытым способом в 2,2 раза больше –  $150,3 \pm 8,4$  мм<sup>2</sup>. То есть, рубцы у больных, оперированных открытым способом, внешне выглядели менее эстетично и визуально привлекали внимание посторонних лиц в большей степени, чем рубцы у пациентов группы лечения. При этом в группе детей, оперированных открытым способом 49,1% из опрошенных, хотели бы иметь «лучший рубец», заключая в понятие «лучший» малозаметность шрама на передней поверхности грудной клетки и меньшие его размеры. В группе лечения этот процент значительно меньше – 14,3%.

В группе больных, оперированных открытым способом, в большинстве случаев (50%), по совокупности признаков, зафиксирован удовлетворительный результат. При этом неудовлетворительный результат отмечен у 12% больных, что, в первую очередь, обусловлено наличием хорошо заметного рубца, создающего психологические проблемы со сверстниками и в выборе профессии. В группе больных, оперированных разработанной нами малоинвазивной методикой неудовлетворительных результатов не отмечено и в подавляющем большинстве случаев зафиксированы хорошие результаты - 90%.

Таким образом, согласно полученным данным, можно сделать вывод о том, что разработанная малоинвазивная методика хирургической коррекции АсКДГК у детей является современным и высокотехнологичным хирургическим вмешательством, по сравнению с традиционным открытым способом, и, в подавляющем большинстве случаев, позволяет достигать более значимого эстетического результата, обусловленного предварительными чёткими расчётами в процессе предоперационного планирования оптимальной формы корригирующей пластины и длительной жёсткой стабилизацией грудино-рёберного комплекса в положении необходимой коррекции.

## ВЫВОДЫ

1. Инновационная методика малоинвазивной хирургической коррекции асимметричной килевидной деформации грудной клетки значимо минимизирует риск интраоперационных осложнений, увеличивая объём визуализации операционной зоны через промежуточный доступ у края грудины, что обеспечивает оптимальное контактное корrigирующее воздействие имплантируемой пластины на деформированный грудино-реберный комплекс.

2. Малоинвазивная авторская методика при хирургической коррекции АсКДГК у детей является эффективным и высокотехнологичным хирургическим вмешательством. В подавляющем большинстве случаев предлагаемая методика позволяет достичь значимого эстетического результата, в сочетании с предварительным предоперационным планированием и индивидуальным подбором оптимальной формы корригирующей пластины, а также и длительной жёсткой стабилизации грудино-реберного комплекса в положении необходимой коррекции.

3. При сравнительном анализе результатов хирургического лечения АсКДГК с использованием малоинвазивной хирургической технологии и традиционным способом выявлено сокращение продолжительности операции в 2 раза, сокращение сроков госпитализации в 1,7 раз и уменьшение площади послеоперационных рубцов в 2,2 раза.

4. Клиническое применение новой методики малоинвазивной хирургической коррекции АсКДГК у детей позволяет в подавляющем большинстве (90%) случаев достичь хороших результатов лечения и исключить неудовлетворительные исходы при её применении.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Малоинвазивная торакопластика у детей при асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей должна выполняться бригадой врачей-торакальной хирургии, имеющих подготовку по торакальной хирургии, в условиях специализированного детского лечебного учреждения.
2. В случаях рубцового сращения перикарда с внутренней поверхностью грудино-рёберного комплекса методика малоинвазивной хирургической коррекции асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей с формированием загрудинного тоннеля должна осуществляться под контролем видеоторакоскопии.
3. С целью профилактики послеоперационных осложнений, рецидивов и повторных хирургических вмешательств при асимметричной килевидной деформации грудной клетки у детей корrigирующие пластины удаляют не ранее, чем через три года от момента их установки, то есть, после достижения гарантированной каркасности грудино-рёберного комплекса.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- АсКДГК – асимметричная килевидная деформация грудной клетки  
ГРК – грудино-рёберный комплекс  
ДГКБ – детская городская клиническая больница  
ДМЗ – Департамент здравоохранения города Москвы  
ДИ – доверительный интервал  
ИКД – индекс килевидной деформации  
КДГК – килевидная деформация грудной клетки  
КТ – компьютерная томография  
ОАК – общий анализ крови  
ОАМ – общий анализ мочи  
РАН – Российская академия наук  
УЗИ – ультразвуковое исследование  
ФГАОУ ВО РНИМУ – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФЭГДС – фиброзофагогастродуоденоскопия  
ЭКГ – электрокардиография  
ЭХО-КГ – эхокардиография

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акатова, Е. В. Недифференцированные дисплазии соединительной ткани (проект клинических рекомендаций) / Е. В. Акатова, В. В. Аникин, В. Г. Арсентьев // Терапия. – 2019. – Т. 33, № 7. – С. 9–42.
2. Аксельров, М. А. Килевидная деформация грудной клетки / М. А. Аксельров, М. П. Разин, М. Н. Сатывалдаев [и др.] // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 45–52.
3. Аксельров, М. А. Первый опыт применения малоинвазивных технологий в лечении килевидной деформации грудной клетки у детей / М. А. Аксельров, С. П. Сахаров, А. В. Кернс // Хірургія дитячого віку. – 2017. – № 1. – С. 9–11.
4. Аксельров, П. М. Можно ли улучшить результаты операции при килевидной деформации грудной клетки? Модификация операции Абрамсона / П. М. Аксельров // Актуальные проблемы современной медицины и фармации 2021: сб. тез. докл. LXXV Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, Минск, 14-16 апр. 2020 г. – Минск, 2021. – С. 368.
5. Андреев, П. С. Лечение килевидной деформации грудной клетки у детей и подростков / П. С. Андреев, А. П. Скворцов // Практическая медицина. – 2018. – Т. 16, № 7-1. – С. 16–19.
6. Дмитриенко, А. П. Хирургическая коррекция килевидной деформации грудной клетки у детей с использованием малоинвазивных технологий : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.19 / Дмитриенко Анастасия Прокопьевна. – Омск, 2014. – 107 с.
7. Захариу, З. Килевидная деформация грудной клетки: обзор и результат ортопедической компрессионной терапии / З. Захариу // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2016. – Т. 11, № 2. – С. 150–152.
8. Кадурина, Т. И. Дисплазия соединительной ткани: руководство для врачей / Т. И. Кадурина, В. Н. Горбунова. – СПб.: Элби, 2009. – 704 с.

9. Касымов, Х. А. Деформации грудной клетки / Х. А. Касымов, И. Ю. Ходжанов, Ф. Х. Умаров [и др.] // Современные аспекты травматологии, ортопедии и реконструктивной хирургии : мат. науч.-практ. конф. с международным участием, посвящённой 90-летию со дня рождения профессора Н. П. Демичева (Астрахань, 22–23 марта 2019 г.) / под ред. С. В. Дианова, А. Н. Тарасова. – Астрахань : Изд-во Астраханского государственного медицинского университета, 2019. – С. 44–45.
10. Касымов, Х. Спирометрические показатели при корсетной коррекции килевидной деформации грудной клетки у детей / Х. А. Касымов, И. Ю. Ходжанов, Х. Ф. Умаров [и др.] // Scientific Collection «InterConf»: мат. 6-ой науч.-практ. конф. «International Forum: Problems and Scientific Solutions», (Мельбурн, Австралия, 6-8 ноября 2020 г.). – Мельбурн, 2020. – Т. 34, № 1. – С. 506–509.
11. Комиссаров, И. А. Деформации грудной клетки у детей / И. А. Комиссаров, И. А. Комолкин, А. П. Афанасьев // Педиатр. – 2010. – № 1. – С. 63–66.
12. Комолкин, И. А. Анализ эффективности различных вариантов торакопластик при килевидной деформации грудной клетки у детей / И. А. Комолкин, А. П. Афанасьев, Д. В. Щеголев // Медицина: теория и практика. – 2019. – № 5. – С. 271.
13. Комолкин, И. А. Врожденные пороки развития грудной клетки: трехплоскостная модель, классификация и количественная оценка (новый подход к тактической систематизации патологии) / И. А. Комолкин, А. Ю. Мушкин, Э. В. Ульрих // Медицинский альянс. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 57–65.
14. Комолкин, И. А. Роль наследственности в происхождении врожденных деформаций грудной клетки (обзор литературы) / И. А. Комолкин, А. П. Афанасьев, Д. В. Щеголев // Гений ортопедии. – 2012. – № 2. – С. 152–156.
15. Кондратенко, П. Г. Гастроинтестинальная эндоскопия : практическое руководство / П. Г. Кондратенко, А. А. Стукало, Е. Е. Раденко. – Донецк :

Изд-во Донецкого государственного медицинского университета, 2007. – 374 с.

16. Курков, А. В. Изменения реберного хряща при воронковидной и килевидной деформации грудной клетки у детей / А. В. Курков [и др.] // Архив патологии. – 2018. – Т. 80, № 5. – С. 8–15.
17. Курков, А. В. Морфологические проявления дисплазии соединительной ткани в реберных хрящах при воронковидной и килевидной деформациях грудной клетки у детей : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.02 / Курков Александр Витальевич. – Москва, 2019. – 181 с.
18. Митупов, З. Б. Результаты коррекции килевидной деформации грудной клетки / З. Б. Митупов, А. Ю. Разумовский, А. Б. Алхасов [и др.] // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – № 10. – С. 104.
19. Мовсесян, Л. А. Результаты применения консервативного метода лечения детей с килевидной деформацией грудной клетки / Л. А. Мовсесян // Актуальные вопросы хирургии, анестезиологии и реаниматологии детского возраста. – 2021. – С. 52–53.
20. Москалюк, О. Н. Диспластикозависимые изменения позвоночника и грудной клетки у детей / О. Н. Москалюк, Л. Ф. Чалая // Университетская клиника. – 2018. – Т. 28, № 3. – С. 63–67.
21. Нарходжаев, Н. С. Хирургическое лечение килевидной деформации грудной клетки у детей / Н. С. Нарходжаев, И. Ж. Турметов, А. К. Карабеков // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2018. – № 5. – С. 81–85.
22. Нечаева, Г. И. Дисплазия соединительной ткани: сердечно-сосудистые изменения, современные подходы к диагностике и лечению / Г. И. Нечаева, А. И. Мартынов. – М. : Медицинское информационное агентство, 2017. – 400 с.
23. Павлов, А. А. Хирургическая коррекция воронкообразной деформации грудной клетки методом Насса : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.35 / Павлов Анатолий Александрович. – Москва, 2005. – 76 с.

24. Разумовский, А. Ю. Килевидная деформация грудной клетки / А. Ю. Разумовский, М. О. Савчук, А. А. Павлов // Детская хирургия. – 2009. – № 1. – С. 45–50.
25. Разумовский, А. Ю. Лапароскопическая декомпрессия чревного ствола при компрессионном стенозе у детей / А. Ю. Разумовский, З. Б. Митупов, Е. В. Феоктистова [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2017. – № 10. – С. 44–51.
26. Разумовский, А. Ю. Минимально инвазивные технологии в хирургии грудной стенки у детей. / А. Ю. Разумовский, А. Б. Алхасов, З. Б. Митупов [и др.] // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2019. – № 27. – С. 687–692.
27. Разумовский, А. Ю. Торакопластика при килевидной деформации грудной клетки у детей / А. Ю. Разумовский, А. Б. Алхасов, В. Е. Рачков [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2011. – № 4. – С. 25–31.
28. Савчук, М. О. Хирургическое лечение килевидной грудной клетки у детей : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.19 / Савчук Михаил Олегович. – Москва, 2010. – 71 с.
29. Сатывалдаев, М. Н. Эволюция лечения килевидной деформации груди в Тюмени / М. Н. Сатывалдаев, М. А. Аксельров, В. А. Мальчевский [и др.] // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2018. – Т. 8, № S2. – С. 135.
30. Солохиддинов, Б. И. Первый опыт операции Абрамсона при КДГК / Б. И. Солохиддинов, М. А. Аксельров // Медицинские этюды : мат. науч. сессии молодых учёных и студентов (Нижний Новгород, 21–22 марта 2018 г.). – Нижний Новгород : Приволжский исследовательский медицинский университет, 2018. – С. 323–324.
31. Стальмахович, В. Н. Лечение врожденной килевидной деформации грудной клетки у детей / В. Н. Стальмахович, А. П. Дмитриенко, А. Л. Тележкин [и др.] // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 10, № S. – С. 162–162.

32. Стальмахович, В. Н. Хирургическая коррекция килевидной деформации грудной клетки у детей с использованием малоинвазивных методов / В. Н. Стальмахович, А. А. Дюков, А. П. Дмитриенко // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2013. – Т. 3, № 1. – С. 94–98.
33. Титова, Е. А. Ультразвуковые аспекты экстравазальной компрессии чревного ствола (синдрома срединной дугообразной связки) у детей-подростков. Обзор литературы и клинические наблюдения / Е. А. Титова, Е. В. Феоктистова, А. И. Гуревич [и др.] // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2017. – № 4. – С. 20–31.
34. Хаспеков, Д. В. Сравнительный анализ хирургических методов лечения воронкообразной деформации грудной клетки у детей и подростков : дис. ... канд. мед. наук : 3.1.8. / Хаспеков Дмитрий Викторович. – Москва, 2021. – 147 с.
35. Шоминова, А. О. Консервативное лечение деформаций грудной клетки у детей / А. О. Шоминова, З. Б. Митупов // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 10, № 5. – С. 198.
36. Шульга, Д. И. Малоинвазивный способ передней пластики – новый метод лечения врожденной килевидной деформации грудной клетки у детей / Д. И. Шульга, Е. Е. Лойко, А. И. Сасюк [и др.] // Новые технологии в педиатрии и детской хирургии : мат. Респ. науч.-практ. конф. (Алушта, 28–29 октября 2010 г.) // Труды Крымского гос. мед. ун-та им. С. И. Георгиевского. – Симферополь, 2010. – Т. 146, ч. VII. – С. 74–76.
37. Юлчиев, К. С. Лечение килевидной деформации грудной клетки у детей / К. С. Юлчиев, Д. К. Каримов // Re-health journal. – 2020. – Т. 7, № 3-2. – С. 153–155.
38. Яковлев, В. М. Дисплазия соединительной ткани в практике врачей первичного звена здравоохранения : руководство для врачей / В. М. Яковлев, Г. И., Нечаева А. И. Мартынов, И. А. Викторова. – М. : КСТ Интерфорум, 2016. – 520 с.

39. Abramson, H. A 5-year experience with a minimally invasive technique for pectus carinatum repair / H. Abramson, J. D'Agostino, S. Wuscovi // Journal of Pediatric Surgery. – 2009. – Vol. 44, № 1. – P. 118–123. – (На англ.)
40. Abramson, H. Método miniinvasivo para la corrección del pectus carinatum. Comunicación preliminar / H. Abramson // Archivos de Bronconeumología. – 2005. – Vol. 41, № 6. – P. 349–351. – (На исп.)
41. Abramson, H. Minimally invasive repair of pectus carinatum and how to deal with complications / H. Abramson, X. Aragone, J. B. Blanco [et al.] // Journal of Visualized Surgery. – 2016. – Vol. 2. – Article no. 132. – (На англ.)
42. Alaca, N. Comparison of physical functions and psychosocial conditions between adolescents with pectus excavatum, pectus carinatum and healthy controls / N. Alaca, M. Yüksel // Pediatric Surgery International. – 2021. – Vol. 37, № 6. – P. 765–775. – (На англ.)
43. Alqadi, G. O. Analysis of psychological assessments affecting patients undergoing treatment for chest wall deformities / G. O. Alqadi, A. K. Saxena // The American Surgeon. – 2023. – Vol. 89, № 5. – P. 1923–1929. – (На англ.)
44. Bahadir, A. T. Psychosocial functioning in pediatric patients with pectus excavatum and pectus carinatum / A. T. Bahadir, P. Kuru Bektaşoğlu, A. Çakiroğlu Eser [et al.] // Turkish Journal of Medical Sciences. – 2017. – Vol. 47, № 3. – P. 771–777. – (На англ.)
45. Banever, G. T. Nonoperative correction of pectus carinatum with orthotic bracing / G. T. Banever, S. H. Konefal, K. Gettens, K. P. Moriarty // Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques. Part A. – 2006. – Vol. 16, № 2. – P. 164–167. – (На англ.)
46. Bellia-Munzon, G. Zip to the rib: sternal pull-back (zipback): innovative approach for pectus excavatum / G. Bellia-Munzon, J. L. Martinez, C. Millan [et al.] // Proceedings of the 27th Annual Congress for Endosurgery in Children (IPEG 2018), April 10–14, 2018, Seattle, USA. – Seattle, 2018. – (На англ.)

47. Bilgin M. Early results of minimal invasive surgery in patients with pectus carinatum / M. Bilgin // Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2012. – Vol. 20, No. 3. – P. 307–311. – (На англ.)
48. Borisova, N. V. Analysis of collagen hydroxypyridinium crosslinks in samples of tissues and urine of patients with inherited connective tissue disorders / N. V. Borisova, A. Ya. Pokrovskaya., E. Ya. Zakharova, K. D. Krasnopol'skaya // Connective Tissue Research. – 1994. – Vol. 30, No. 3. – P. 177–190. – (На англ.)
49. Bostanci, K. Quality of life of patients who have undergone the minimally invasive repair of pectus carinatum / K. Bostanci, M. H. Ozalper, B. Eldem [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2013. – Vol. 43, No. 1. – P. 122–126. – (На англ.).
50. Brochhausen, C. Pectus carinatum – first ultrastructural findings of a potential metabolic lesion / C. Brochhausen, F. K. Müller, S. Turial [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2012. – Vol. 41, No. 3. – P. 705–706. – (На англ.).
51. Buziashvili, D. An Evidence-Based Approach to Management of Pectus Excavatum and Carinatum / D. Buziashvili, J. M. Gopman, H. Weissler [et al.] // Annals of Plastic Surgery. – 2019. – Vol. 82, No. 3. – P. 352–358. – (На англ.).
52. Cohee, A. S. Staged management of pectus carinatum / A. S. Cohee, J. R. Lin, F. W. Frantz [et al.] // Journal of Pediatric Surgery. – 2013. – Vol. 48, No. 2. – P. 315–320. – (На англ.).
53. Colombani, P. M. Preoperative assessment of chest wall deformities / P. M. Colombani // Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2009. – Vol. 21, No. 1. – P. 58–63. – (На англ.).
54. Colozza, S. Bracing in pediatric patients with pectus carinatum is effective and improves quality of life / S. Colozza, A. Bütter // Journal of Pediatric Surgery. – 2013. – Vol. 48, No. 5. – P. 1055–1059. – (На англ.).
55. Coskun, Z. K. The prevalence and effects of pectus excavatum and pectus carinatum on the respiratory function in children between 7–14 years old / Z. K.

- Coskun, H. B. Demirsoy, S. Turgut, A. Cansu // Indian Journal of Pediatrics. – 2010. – Vol. 77. – P. 1017–1019. – (На англ.).
56. Del Frari, B. Complications related to pectus carinatum correction: lessons learned from 15 years' experience. Management and literature review / B. Del Frari, S. Sigl, A. H. Schwabegger // Plastic and Reconstructive Surgery. – 2016. – Vol. 138, No. 2. – P. 317e–329e. – (На англ.).
57. Del Frari, B. Ten-year experience with the muscle-split technique, bioabsorbable plates, and postoperative bracing for correction of pectus carinatum: the Innsbruck protocol / B. Del Frari, A. H. Schwabegger // Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2011. – Vol. 141. – P. 1403–1409. – (На англ.).
58. Desmarais, T. J. Pectus carinatum / T. J. Desmarais, M. S. Keller // Current Opinion in Pediatrics. – 2013. – Vol. 25, No. 3. – P. 375–381. – (На англ.).
59. Edward, K. R. Ten-year experience with staged management of pectus carinatum: results and lessons learned / K. R. Edward, O. R. John, G. M. Jay [et al.] // Journal of Pediatric Surgery. – 2021. – Vol. 56, No. 10. – P. 1835–1840. – (На англ.).
60. Emil, S. Current options for the treatment of pectus carinatum: when to brace and when to operate? / S. Emil // European Journal of Pediatric Surgery. – 2018. – Vol. 28, No. 4. – P. 347–354. – (На англ.).
61. Emil, S. Success and duration of dynamic bracing for pectus carinatum: a four-year prospective study / S. Emil, M. Sévigny, K. Montpetit [et al.] // Journal of Pediatric Surgery. – 2017. – Vol. 52, No. 1. – P. 124–129. – (На англ.).
62. Fokin, A. A. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities / A. A. Fokin, N. M. Steuerwald, W. A. Ahrens, K. E. Allen // Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2009. – Vol. 21, No. 1. – P. 44–57. – (На англ.).
63. Fonkalsrud, E. W. Less extensive techniques for repair of pectus carinatum: the undertreated chest deformity / E. W. Fonkalsrud, D. M. Anselmo // Journal of the American College of Surgeons. – 2004. – Vol. 198, No. 6. – P. 898–905. – (На англ.).

64. Fonkalsrud, E. W. Surgical management of pectus carinatum: 30 years' experience / E. W. Fonkalsrud, S. Beanes // World Journal of Surgery. – 2001. – Vol. 25, No. 7. – P. 898–903. – (На англ.).
65. Frey, A. S. Nonoperative management of pectus carinatum / A. S. Frey, V. F. Garcia, R. L. Brown [et al.] // Journal of Pediatric Surgery. – 2006. – Vol. 41, No. 1. – P. 40–45. – (На англ.).
66. Geraedts, T. C. M. Minimally invasive repair of pectus carinatum by the Abramson method: a systematic review / T. C. M. Geraedts, J. H. T. Daemen, Y. L. J. Vissers [et al.] // Journal of Pediatric Surgery. – 2021. – Vol. 56. – Article ID S0022-3468(21)00829-0. – (На англ.).
67. Haje, S. A. Considerações sobre deformidades da parede torácica anterior e apresentação de tratamento conservador para as formas com componentes de protrusão / S. A. Haje, J. L. P. Raymundo // Revista Brasileira de Ortopedia. – 1979. – Vol. 14, No. 4. – P. 167–178. – (На португ.).
68. Haje, S. A. Growth disturbance of the sternum and pectus deformities: imaging studies and clinical correlation / S. A. Haje, H. T. Harcke, J. R. Bowen // Pediatric Radiology. – 1999. – Vol. 29, No. 5. – P. 334–341. – (На англ.).
69. Hoffmann, T. Surgical correction of pectus carinatum / T. Hoffmann, N. Katballe, T. S. Nørlinger [et al.] // Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery. – 2020. – Article ID mmz056. – (На англ.).
70. İşık, H. Demographic characteristics of pectus deformities across Turkey / H. İşık, E. Çaylak, S. Sapmaz [et al.] // Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2020. – Vol. 28, No. 2. – P. 322–330. – (На англ.).
71. **Jones, K. L.** Smith's Recognizable Patterns of Human Malformation / K. L. Jones, M. C. Jones, M. Del Campo. – Elsevier Health Sciences, 2013. – 979 с. – (На англ.).
72. Jung, J. Brace compression for treatment of pectus carinatum / J. Jung, S. H. Chung, J. K. Cho [et al.] // Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2012. – Vol. 45, No. 6. – P. 396–400. – (На англ.).

73. Kang, D. Y. Factors affecting patient compliance with compressive brace therapy for pectus carinatum / D. Y. Kang, J. Jung, S. Chung [et al.] // Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery. – 2014. – Vol. 19, No. 6. – P. 900–903. – (На англ.).
74. Katrancioglu, O. Is the Abramson technique effective in pectus carinatum repair? / O. Katrancioglu, Y. Akkas, S. Karadayi [et al.] // Asian Journal of Surgery. – 2018. – Vol. 41, No. 1. – P. 73–76. – (На англ.).
75. Kelly, R. E. Jr. Outcomes, quality of life, and long-term results after pectus repair from around the globe / R. E. Kelly Jr., A. Daniel // Seminars in Pediatric Surgery. – 2018. – Vol. 27, No. 3. – P. 170–174. – (На англ.).
76. Kim, S. Minimally invasive thoracoscopic repair of unilateral pectus carinatum / S. Kim, O. Idowu // Journal of Pediatric Surgery. – 2009. – Vol. 44, No. 2. – P. 471–474. – (На англ.).
77. Knudsen, M. V. Surgical correction of pectus carinatum improves perceived body image, mental health and self-esteem / M. V. Knudsen, K. Grosen, H. K. Pilegaard, S. Laustsen // Journal of Pediatric Surgery. – 2015. – Vol. 50, No. 9. – P. 1472–1476. – (На англ.).
78. Kocher, G. Minimally invasive repair of pectus carinatum using the Abramson technique / G. Kocher, K. Gioutsos, T. L. Nguyen, S. Sesia // Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery. – 2021. – Article ID mmae017. – (На англ.).
79. Kotzot, D. Etiology of chest wall deformities: a genetic review for the treating physician / D. Kotzot, A. H. Schwabegger // Journal of Pediatric Surgery. – 2009. – Vol. 44, No. 10. – P. 2004–2011. – (На англ.).
80. Kravarusic, D. The Calgary protocol for bracing of pectus carinatum: a preliminary report / D. Kravarusic, B. J. Dicken, R. Dewar, G. Harder, D. L. Al-Assiri, B. M. Sigalet // Journal of Pediatric Surgery. – 2006. – Vol. 41, No. 5. – P. 923–926. – (На англ.).
81. Krille, S. Self- and social perception of physical appearance in chest wall deformity / S. Krille, A. Müller, C. Steinmann [et al.] // Body Image. – 2012. – Vol. 9. – P. 246–252. – (На англ.).

82. Kuru, P. Pectus excavatum and pectus carinatum: associated conditions, family history, and postoperative patient satisfaction / P. Kuru, A. Cakiroglu, A. Er [et al.] // Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2016. – Vol. 49, No. 1. – P. 29–34. – (На англ.).
83. Loeys, B. L. The revised Ghent nosology for the Marfan syndrome / B. L. Loeys, H. C. Dietz, A. C. Braverman [et al.] // Journal of Medical Genetics. – 2010. – Vol. 47. – P. 476–485. – (На англ.).
84. Martinez-Ferro, M. Dynamic compression system for the correction of pectus carinatum / M. Martinez-Ferro, C. Fraire, S. Bernard // Seminars in Pediatric Surgery. – 2008. – Vol. 17. – P. 194–200. – (На англ.).
85. Martinez-Ferro, M. Pectus carinatum: when less is more / M. Martinez-Ferro, G. Bellia-Munzon, I. A. Schewitz, L. Toselli // African Journal of Thoracic and Critical Care Medicine. – 2019. – Vol. 25, No. 3. – DOI: 10.7196/AJTCCM.2019.v25i3.019. – (На англ.).
86. McHam, B. Pectus carinatum [Электронный ресурс] / B. McHam, L. Winkler // StatPearls. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539754/> (дата обращения: 26.10.2025). – (На англ.).
87. Moon, D. H. Long-term results of compressive brace therapy for pectus carinatum / D. H. Moon, M. K. Kang, H. S. Lee, S. Lee // The Thoracic and Cardiovascular Surgeon. – 2019. – Vol. 67, No. 1. – P. 67–72. – (На англ.).
88. Orrick, B. A. Changes in self-image after pectus carinatum brace treatment / B. A. Orrick, A. L. Pierce, S. F. McElroy // Journal of Pediatric Surgery. – 2021. – Article ID S0022-3468(21)00832-0. – (На англ.).
89. Özkaya, M. Minimally invasive repair of pectus carinatum by modification of the Abramson technique / M. Özkaya, M. Bilgin // Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques. – 2018. – Vol. 13, No. 3. – P. 383–387. – (На англ.).
90. Özkaya, M. Minimally invasive repair of pectus carinatum: a retrospective analysis based on a single surgeon's 10 years of experience / M. Özkaya, M.

- Bilgin // General Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2018. – Vol. 66, No. 11. – P. 653–657. – (На англ.).
91. Paulson, J. F. Development and validation of the Pectus Carinatum Body Image Quality of Life (PeCBI-QOL) questionnaire / J. F. Paulson, K. Ellis, R. J. Obermeyer [et al.] // Journal of Pediatric Surgery. – 2019. – Vol. 54, No. 11. – P. 2257–2260. – (На англ.).
  92. Ping, W. A new minimally invasive technique for correction of pectus carinatum / W. Ping, Y. Fu, F. Li [et al.] // Journal of Cardiothoracic Surgery. – 2021. – Vol. 16, No. 1. – P. 280. – (На англ.).
  93. Pollock, L. The musculoskeletal manifestations of Marfan syndrome: diagnosis, impact and management / L. Pollock, A. Ridout, J. Teh [et al.] // Current Rheumatology Reports. – 2021. – Vol. 23, No. 11. – P. 81. – (На англ.).
  94. Port, E. Echocardiography reveals heart abnormalities in pediatric pectus carinatum / E. Port, C. J. Hunter, C. Buonpane [et al.] // Journal of Surgical Research. – 2020. – Vol. 256. – P. 364–367. – (На англ.).
  95. Ramadan, S. Cardiopulmonary function in adolescent patients with pectus excavatum or carinatum / S. Ramadan, J. Wilde, A. Tabard-Fougère [et al.] // BMJ Open Respiratory Research. – 2021. – Vol. 8, No. 1. – P. e001020. – (На англ.).
  96. Ravitch, M. M. The operative correction of pectus carinatum / M. M. Ravitch // Bulletin de la Société Internationale de Chirurgie. – 1975. – Vol. 34, No. 2. – P. 117–120. – (На англ.).
  97. Robicsek, F. The surgical treatment of chondrosternal prominence (pectus carinatum) / F. Robicsek, P. W. Sanger, F. H. Taylor [et al.] // Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 1963. – Vol. 45. – P. 691–701. – (На англ.).
  98. Scarci, M. Open repair of pectus carinatum / M. Scarci, L. Bertolaccini, N. Panagiotopoulos, B. J. Hofmann // Journal of Visualized Surgery. – 2016. – Vol. 2. – P. 50. – (На англ.).
  99. Schaarschmidt, K. New Berlin-Buch “reversed Nuss,” endoscopic pectus carinatum repair using eight-hole stabilizers, submuscular CO<sub>2</sub> and presternal Nuss bar compression: first results in 35 patients / K. Schaarschmidt, M. Lempe-

- Sellin, F. Schlesinger [et al.] // Journal of Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques A. – 2011. – Vol. 21, No. 3. – P. 283–286. – (На англ.).
100. Schaarschmidt, K. New endoscopic minimal access pectus carinatum repair using subpectoral carbon dioxide / K. Schaarschmidt, A. Kolberg-Schwerdt, M. Lempe-Sellin, F. Schlesinger // Annals of Thoracic Surgery. – 2006. – Vol. 81, No. 3. – P. 1099–1103. – (На англ.).
101. Shamberger, R. C. Surgical correction of pectus carinatum / R. C. Shamberger, K. J. Welch // Journal of Pediatric Surgery. – 1987. – Vol. 22, No. 1. – P. 48–53. – (На англ.).
102. Shang, Z. Orthotic bracing or minimally invasive surgery? A summary of 767 pectus carinatum cases for 9 years / Z. Shang, C. Hong, X. Duan [et al.] // BioMed Research International. – 2021. – Vol. 2021. – Article ID 6942329. – (На англ.).
103. Stacey, M. W. Decorin expression, straw-like structure, and differentiation of human costal cartilage / M. W. Stacey, J. Grubbs, A. Asmar [et al.] // Connective Tissue Research. – 2012. – Vol. 53, No. 5. – P. 415–421. – (На англ.).
104. Steinmann, C. Pectus excavatum and pectus carinatum patients suffer from lower quality of life and impaired body image: a control group comparison of psychological characteristics prior to surgical correction / C. Steinmann, S. Krille, A. Mueller [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2011. – Vol. 40, No. 5. – P. 1138–1145. – (На англ.).
105. Swanson, J. W. Reactive pectus carinatum in patients treated for pectus excavatum / J. W. Swanson, P. M. Colombani // Journal of Pediatric Surgery. – 2008. – Vol. 43. – P. 1468–1473. – (На англ.).
106. Tarhan, T. Combined extra-/intrathoracic correction of pectus carinatum and other asymmetric chest wall deformities: a novel technique / T. Tarhan, A. Meurer, O. Tarhan // Operative Orthopädie und Traumatologie. – 2018. – Vol. 30, No. 6. – P. 469–478. – (На англ.).
107. Thaker, S. Pectus carinatum: factors that contribute to success and failure of nonoperative treatment / S. Thaker, M. Anderson, J. Fezio [et al.] // Connecticut Medicine. – 2017. – Vol. 81, No. 4. – P. 203–208. – (На англ.).

108. Van der Burgt, I. Noonan syndrome / I. Van der Burgt // Orphanet Journal of Rare Diseases. – 2007. – Vol. 2. – P. 4. – (На англ.).
109. Van Steensel, M. A. Poland anomaly: not unilateral or bilateral but mosaic / M. A. Van Steensel // American Journal of Medical Genetics A. – 2004. – Vol. 125A. – P. 211–212. – (На англ.).
110. Varela, P. Thoracoscopic cartilage resection with partial perichondrium preservation in unilateral pectus carinatum: preliminary results / P. Varela, M. Torre // Journal of Pediatric Surgery. – 2011. – Vol. 46, No. 1. – P. 263–266. – (На англ.).
111. Waters, P. Scoliosis in children with pectus excavatum and pectus carinatum / P. Waters, K. Welch, L. J. Micheli [et al.] // Journal of Pediatric Orthopaedics. – 1989. – Vol. 9. – P. 551–556. – (На англ.).
112. Westphal, F. L. Prevalence of pectus carinatum and pectus excavatum in students in the city of Manaus, Brazil / F. L. Westphal, L. C. Lima, J. C. Lima Neto [et al.] // Jornal Brasileiro de Pneumologia. – 2009. – Vol. 35. – P. 221–226. – (На англ.).
113. Willital, G. H. Chest deformities: a proposal for a classification / G. H. Willital, A. K. Saxena, U. Schütze [et al.] // World Journal of Pediatrics. – 2011. – Vol. 7, No. 2. – P. 118–123. – (На англ.).
114. Yuksel, M. Minimally invasive repair of pectus carinatum / M. Yuksel, T. Lacin, N. O. Ermerak [et al.] // Annals of Thoracic Surgery. – 2018. – Vol. 105. – P. 915–923. – (На англ.).
115. Yüksel, M. Minimally invasive repair of pectus carinatum using a newly designed bar and stabilizer: a single-institution experience / M. Yüksel, K. Bostancı, S. Evman // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2011. – Vol. 40. – P. 339–342. – (На англ.).