

*На правах рукописи*

**Шомина Алёна Олеговна**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМНОГО КОЛОКОЛА  
ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВОРОНКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ  
ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ДЕТЕЙ**

3.1.11 – Детская хирургия

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание  
учёной степени кандидата медицинских наук

Москва  
2025

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:** **Митупов Зорикто Батоевич,**  
доктор медицинских наук, доцент

**Официальные оппоненты:** **Наливкин Александр Евгеньевич,**  
доктор медицинских наук,  
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт М.Ф. Владимирского», профессор кафедры детских болезней факультета усовершенствования врачей, г. Москва

**Афанасьев Ардан Петрович,**  
кандидат медицинских наук, Санкт-Петербургский государственный университет Клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова, врач травматолог-ортопед, торакальный хирург

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская Медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Диссертационного совета 21.2.058.10 на базе ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) по адресу: 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д.1, стр. 6.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) по адресу 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1, стр. 6 и на сайте <http://rsmu.ru>.

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор медицинских наук

 **Ануров Михаил Владимирович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Воронкообразная деформация грудной клетки (ВДГК), наиболее часто встречающийся вид деформации грудной клетки, характеризующаяся западением грудины и прилежащих частей ребер (Разумовский А.Ю., 2021; Fokin A.A. et al., 2009; Кулик И.О., 2013). На сегодняшний день во всем мире «золотым стандартом» при оперативной коррекции ВДГК, является предложенная Дональдом Нассом в 1998 году малоинвазивная торакопластика (Разумовский А.Ю., 2021; Haecker F.M., 2023; Saxena A.K., 2017). Ее основными преимуществами являются: минимальная инвазивность и травматичность, отличный косметический результат. Однако, данная методика имеет потенциальный риск возникновения интра- и послеоперационных осложнений, а также необходимость в повторном оперативном вмешательстве для удаления корригирующей пластины (Haecker F.M., 2023; Saxena A.K., 2017; Сушко А.А., 2024). В связи с этим, продолжается поиск альтернативных безоперационных способов коррекции ВДГК.

За последние десятилетия изменился подход к лечению данной патологии, это связано с изобретением Экхартом Клобом в 1992 году специального устройства – вакуумного колокола (ВК) (Lei W. 2024; Haecker F.M., 2016). Это устройство, состоящее из силиконового кольца и смотрового стекла, которое корригирует деформацию посредством вакуума, создаваемого при помощи груши-насоса. ВК может использоваться, как в качестве неинвазивной монотерапии, так и интраоперационно для элевации грудины во время торакопластики (Saxena A.K., 2017; Elsayed H., 2015; Kwong J.Z., 2024).

В настоящее время метод неинвазивной монотерапии с использованием ВК становится все более популярным и существует большое количество публикаций, посвященных данной теме. Однако, отсутствует единое мнение о показаниях, сроках консервативного лечения и выборе оптимального возраста для начала использования ВК (Saxena A.K., 2017; Kwong J.Z. 2024). В доступной литературе не определены параметры, дающие возможность прогнозировать успех консервативного лечения ВК, а также отсутствует анализ причин неудачных результатов. На сегодняшний день имеются лишь единичные работы, описывающие ложноположительные результаты за счет гипертрофии подкожно-жировой клетчатки (ПЖК) в области деформации грудной стенки в процессе лечения ВК (Furuta S., 2020). Также отсутствуют работы, посвященные диффе-

ренцированному подходу и тактике лечения ВДГК в зависимости от анатомических особенностей грудной стенки и варианта деформации.

**Цель исследования** – улучшить результаты лечения детей с воронкообразной деформацией грудной клетки с использованием вакуумного колокола.

**Задачи исследования:**

1. Оценить эффективность использования вакуумного колокола при лечении воронкообразной деформации у детей.
2. Провести сравнительный анализ результатов лечения детей с воронкообразной деформацией грудной клетки, использовавших вакуумного колокола.
3. Изучить причины неудовлетворительных результатов лечения в зависимости от сроков лечения, продолжительности ежедневного использования колокола, тяжести деформации и возраста пациентов.
4. Обосновать дифференцированный подход в лечении детей с воронкообразной деформацией грудной клетки и разработать алгоритм контроля результатов на этапах лечения.

**Научная новизна.** В детской хирургии впервые проведена комплексная оценка результатов консервативного способа лечения детей с ВДГК, использовавших ВК в качестве неинвазивной монотерапии, а также научно обоснована эффективность его применения.

В ходе исследования проведен сравнительный анализ результатов лечения ВДГК с использованием ВК, в ходе которого впервые были установлены наиболее значимые предикторы, влияющие на результат.

В процессе исследования были впервые предложены формулы для расчета основных параметров оценки динамики данных компьютерной томографии (КТ) до и после лечения, разработана бальная шкала комплексной оценки эффективности лечения, которая учитывает процент коррекции изменения внешней глубины деформации и данных КТ (индекс Галлера (ИГ), глубины деформации (ГД), индекса асимметрии (ИА), индекса депрессии (ИД), индекса коррекции (ИК), ПЖК).

Разработан метод дифференцированного подхода в лечении ВДГК с использованием КТ диагностики, а также алгоритм контроля результатов лечения.

**Научно-практическая значимость работы.** Исследование показало, что технология лечения с использованием ВК является реальной альтернативой у пациентов, отказывающихся от хирургического лечения, а также имеющих противопоказания к нему.

Продемонстрировано, что лечение пациентов с использованием ВК осуществляется полностью амбулаторно и не ограничивает пациентов в ведении обычного образа жизни, также данная технология является безопасной и не требует дорогостоящего оборудования.

Установлено, что факторами, влияющими на результат лечения с использованием ВК, являются: время ежедневного использования ВК, занятия спортом и тяжесть ВДГК (глубина деформации и индекс Галлера).

Разработаны диагностические критерии оценки эффективности использования ВК на этапах лечения.

Определено, что гипертрофия ПЖК в области деформации при лечении ВК формирует ложноположительный результат. В связи с этим, установлено, что наиболее информативным методом контроля результатов лечения ВК, позволяющим выявить ложноположительные результаты, является КТ грудной клетки на этапах лечения.

Результаты проведенного исследования предоставили научные основания для выбора метода лечения ВДГК у детей с помощью КТ диагностики.

Использование ВК не исключает последующего оперативного лечения в случае получения неудовлетворительного результата или отказа от продолжения лечения.

**Методология и методы исследования.** Методология исследования включала оценку эффективности лечения воронкообразной деформации грудной клетки у детей с помощью ВК. Исследование построено по принципам доказательной медицины – метод репрезентативной выборки пациентов и статистическая обработка результатов. Работа выполнена в виде ретро- и проспективного обсервационного когортного исследования.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Использование ВК, в качестве неинвазивной монотерапии является эффективным методом лечения ВДГК у детей разных возрастных групп, и может использоваться в качестве реальной альтернативы у пациентов, отказывающихся от хирургического лечения, а также имеющих противопоказания к нему.

2. Основными факторами, влияющими на результат лечения, являются регулярность и время ежедневного использования ВК, продолжительность лечения, занятия спортом, анатомические особенности и тяжесть деформации грудной клетки.

3. Нарушение технологии использования ВК приводит к гипертрофии ПЖК в области деформации и формирует ложноположительный результат.

4. КТ диагностика является обязательным методом исследования для оценки эффективности лечения ВДГК с помощью вакуумного колокола.

**Внедрение результатов исследования в практику.** Результаты и алгоритмы по ведению пациентов внедрены и используются в работе отделения торакальной хирургии и КДЦ ГБУЗ ДГКБ им. Н.Ф. Филатова ДЗМ, в учебном процессе кафедры детской хирургии педиатрического факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России для обучения студентов, ординаторов, аспирантов.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность результатов исследования определяется репрезентативным объемом выборки обследованных пациентов. Достоверность результатов исследования подтверждена методами статистической обработки данных, которые соответствовали поставленным задачам.

Материалы и основные положения диссертации представлены и доложены на заседании: Общества детских хирургов города Москвы и Московской области № 607 (28.01.2021), № 617 (27.01.2022), №631 (30.05.2023), VIII, IX, X Форуме детских хирургов России с международным участием (22.10.2021, 11.11.2023, 26.10.2024), на научно-практических конференциях кафедры детской хирургии РНИМУ им. Н.И. Пирогова и сотрудников ДГКБ им. Н.И. Филатова (02.05.2021; 26.05.2022), XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов (декабрь 2022), Всероссийский научно-практический форум с международным участием «Неотложная детская хирургия и травматология» Конкурс молодых ученых (февраль 2024 г), I Международный форум «Дни детской хирургии в Азербайджане» (17 июня 2024), Национальный конгресс с международным участием «Здоровые дети – будущее страны» Санкт-Петербург (02 июня 2024).

Апробация результатов диссертационного исследования состоялась на научно-практической конференции сотрудников кафедры детской хирургии педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова и сотрудников хирургических отделений ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова» Департамента здравоохранения города Москвы. Протокол заседания № 7 от 20.06.2024.

**Объём и структура диссертации.** Диссертационная работа изложена на 110 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных

обозначений, списка литературы и приложения. Список литературы включает 104 источников, из которых 17 отечественных и 87 – зарубежных. Работа иллюстрирована 38 таблицами, 38 рисунками.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

Исследование основано на анализе результатов лечения детей с ВДГК, использовавших ВК. Всего с 2017 по 2023 гг. в качестве неинвазивной монотерапии получало лечение 210 детей. В работу включено 56 пациентов в возрасте от 3х до 17 лет, которые полностью закончили лечение. Критериями включения являлись наличие КТ до и после лечения, катамнез от 6 месяцев до 2-х лет. Из 56 пациентов, включенных в исследование, девочек было 14 (25 %), мальчиков – 42 (75 %), соотношение составило 1:3 соответственно. Медиана возраста на момент начала лечения составила 10 (Q<sub>1</sub>–Q<sub>3</sub>: 6–14) лет.

Всем пациентам проводился клинический осмотр (измерение глубины, оценка симметричности деформации в динамике), индивидуальный подбор вакуумного колокола (рис. 1) с измерением приложенного отрицательного давления. Также всем пациентам выполнялись инструментальные методы обследования: эхокардиография (ЭХО-КГ), электрокардиограмма (ЭКГ), спирометрия, КТ грудной клетки до и после лечения.



Рис. 1. Вакуумные колокола производитель Россия

Для оценки результатов, нами была разработана бальная шкала (табл. 1), по которой оценивалась эффективность лечения у каждого пациента. За основу данной шкалы брались проценты коррекции изменения внешней глубины де-

формации и данных КТ (индекс Галлера, глубины деформации, индекса асимметрии, индекса депрессии, индекса коррекции, ПЖК).

**Таблица 1**– Комплексная оценка результата лечения

	< 50 %	≥ 50 < 75	≥ 75 %	Баллы
Внешняя глубина деформации	0	1	2	
Индекс Галлера	0	1	2	
Глубина по КТ	0	1	2	
Индекс Депрессии	0	1	2	
Индекс Асимметрии	0	1	2	
Индекс Коррекции	0	1	2	
	< 50 %	50–100 %	≥ 100 %	
ПЖК	2	1	0	
<b>ИТОГО</b>				<b>Макс. 14 б</b>

При общем количестве баллов от 0 до 6, результат считался неудовлетворительным, от 7 до 14 баллов оценивался как хороший.

На основании данных бальной шкалы все пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от результата лечения:

**1 группа** (n = 30, 53,6 %) – хороший результат. Пациенты, у которых были отмечены значимые изменения внешней глубины деформации и данных КТ после лечения (общий балл коррекции  $\geq 7$ ).

**2 группа** (n = 26, 46,4 %) – неудовлетворительный результат. Пациенты, у которых отсутствовали значимые изменения по данным КТ (общий балл коррекции  $< 7$ ).

Вторая группа в зависимости от внешнего результата была разделена на две подгруппы:

– 1 подгруппа (n = 13, 23,2 %) – пациенты с недостаточной коррекцией, с отсутствием изменений внешней глубины деформации.

– 2 подгруппа (n = 13, 23,2 %) – пациенты с ложноположительным результатом, у которых имелось значимое изменение внешней глубины деформации за счет увеличения ПЖК в месте деформации более чем на 100 %.

### **Методы статистической обработки данных**

Статистическая обработка данных проведена в программе StatTech v. 3.1.6 (разработчик – ООО «Статтех», Россия) и Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### **Особенности клинической картины и результатов обследования у пациентов.**

У большинства пациентов, вошедших в исследование, не наблюдалось значимых кардиореспираторных нарушений по данным обследования, однако жалобы на плохую переносимость физической нагрузки предъявляли 5 (8,9 %) пациентов. У 18 (32,1 %) пациентов имелась нормальная кардиограмма. У 38 (67,9 %) пациентов имелись различные изменения в ЭКГ. Наиболее часто встречалось отклонение электрической оси сердца (ЭОС) – 16 (28,6 %) пациентов, в комбинации с неполной блокадой правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ) у 12 (21,4 %) пациентов, изолировано НБПНПГ встречалась у 10 (17,9 %) пациентов. По данным ЭХО-КГ у 17 пациентов никаких отклонений выявлено не было, у 37 (66,1 %) пациентов наблюдалась регургитация 1 степени на клапане легочной артерии и/или трикуспидальном клапане, из них у 6 пациентов регургитация 1 степени отмечалась и на митральном клапане. Данные изменения оценивались кардиологами и специалистами функциональной диагностики как вариант нормы.

### **Оценка показателей внешней глубины и данных КТ в динамике**

Для оценки эффективности ВК был проведен анализ изменения внешней глубины деформации и данных КТ (индекс Галлера, глубина деформации по КТ, индекс асимметрии, индекс депрессии, индекс коррекции) до и после лечения.

В группе с хорошими результатами Ме внешней глубины деформации до лечения составляла 2,0 см, после 0,60 ( $p < 0,001$ ), а по данным КТ Ме глубины до лечения была 2,25 см, после 1,1 см ( $p < 0,001$ ). По данным КТ также отмечались статистически и клинически значимые изменения индекса Галлера (Ме (до) = 3,5, Ме (после) = 2,85,  $p < 0,001$ ), индекса депрессии (Ме (до) = 1,6, Ме (после) = 1,3,  $p < 0,001$ ), индекса коррекции (Ме (до) = 30,5, Ме (после) = 16,85,  $p < 0,001$ ), индекса асимметрии (Ме до = 1,0 ( $Q_1$ – $Q_3$ : 1,0–1,08), Ме после = 1,0, ( $Q_1$ – $Q_3$ : 1,0–1,0),  $p < 0,001$ ).

Степень тяжести деформации согласно классификации определялась по индексу Галлера. Нами был проведен анализ динамики степени тяжести ВДГК в двух группах (рис. 2).

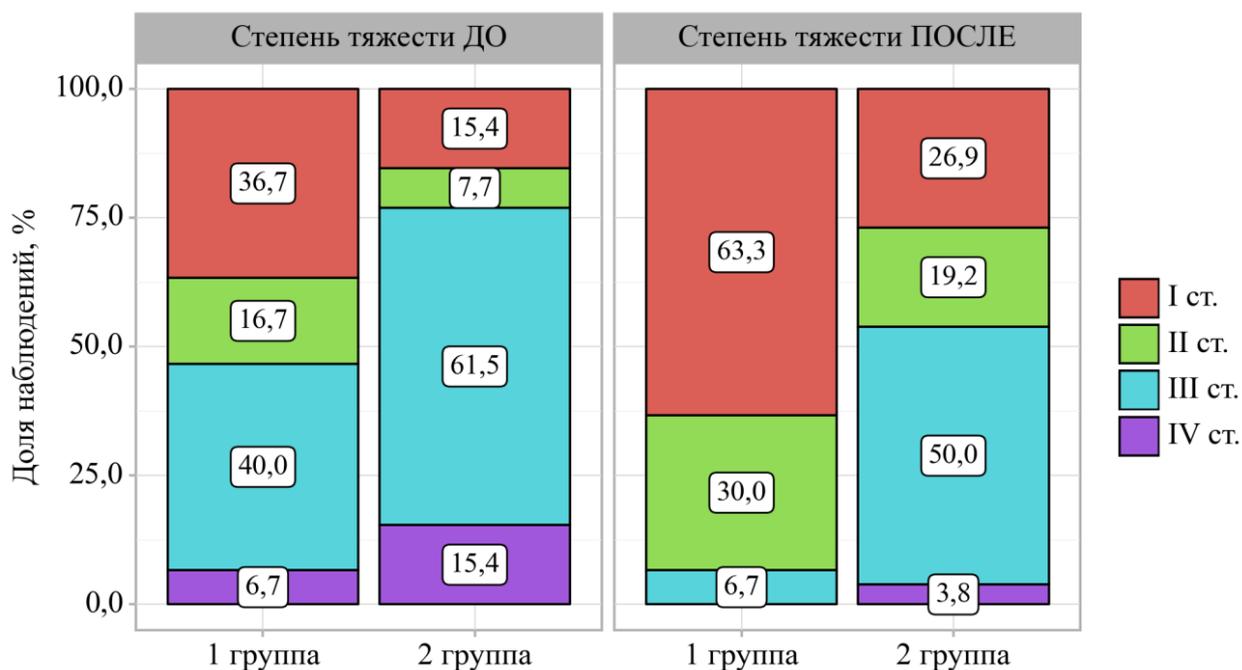


Рис. 2. Анализ динамики степени тяжести в 2-х группах

В процессе анализа в 1-й группе были выявлены статистически значимые изменения степени деформации до и после лечения ( $p < 0,001$ ), так часть пациентов (46,7 %) до лечения имела 3–4 степень деформации, после лечения только 6,7 % пациентов имели 3 степень (используемый метод: критерий Уилкоксона). В процессе анализа 2-й группы нами были выявлены статистически значимые изменения до и после лечения ( $p = 0,003$ ) (используемый метод: критерий Уилкоксона), однако большая часть пациентов как до, так и после лечения имела 3 степень тяжести ВДГК.

Таким образом, у пациентов с хорошими результатами ( $n = 30$ ) мы наблюдали клинически и статистически значимые улучшения коррекции деформации как внешне, так и по данным КТ, эффективность данного метода лечения в нашем исследовании составила 53,6 %.

### **Сравнительный анализ групп по результатам лечения.**

При сравнительном анализе групп по результатам лечения нами были выявлены основные факторы, влияющие на эффективность лечения.

#### **Возраст начала лечения**

При анализе возраста начала лечения в зависимости от результата лечения статистически значимых различий выявлено не было ( $p = 0,369$ ) (табл. 2).

**Таблица 2** – Анализ возраста начала в зависимости от результата лечения

Показатель	Категории	Возраст			p
		Me	Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub>	n	
Результат лечения	1 группа	9,5	6,0–13,8	30	0,369
	2 группа	11,0	8,0–14,0	26	

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); используемый метод: U–критерий Манна–Уитни

### Время ежедневного применения

Всем пациентам было рекомендовано использование ВК максимально возможное время в течение дня, но не менее 6 часов в сутки. Выполнен анализ от времени ежедневного использования ВК в зависимости от результатов лечения (табл. 3).

**Таблица 3** – Анализ времени ежедневного использования в зависимости от результата лечения

Показатель	Категории	Время ежедневного использования			p
		Me	Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub>	n	
Результат лечения	1 группа	8,00	6,00–8,00	30	< 0,001*
	2 группа	5,00	4,00–6,75	26	

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); используемый метод: U–критерий Манна–Уитни

При сравнительном анализе времени ежедневного использования в зависимости от результата лечения выявлены статистически значимые различия ( $p < 0,001$ ). Me ежедневного использования ВК у детей в группе с хорошими результатами составила 8 часов (Q–Q<sub>3</sub>: 6–8 часов), а у детей в группе с неудовлетворительными результатами Me 5 часов (Q<sub>1</sub>–Q<sub>3</sub>: 4,0–6,75 часов).

### Продолжительность лечения

При анализе продолжительности лечения ВК в двух группах нам не удалось выявить статистически значимых различий ( $p = 0,594$ ). В основном, продолжительность лечения в двух группах составила 12 месяцев.

### Степень тяжести ВДГК

Согласно представленной ниже таблице при сравнении степени тяжести ВДГК в зависимости от результата лечения, были выявлены статистически значимые различия ( $p = 0,021$ ) (табл. 4).

**Таблица 4** – Анализ степени тяжести ВДГК в зависимости от результата лечения

Показатель	Категории	Результат лечения		p
		1 группа	2 группа	
Степень тяжести ВДГК	I–II степень	16 (53,3)	6 (23,1)	0,021*
	III–IV степень	14 (46,7)	20 (76,9)	

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); используемый метод: Хи-квадрат Пирсона

Так, большая часть пациентов (53,3 %) 1-й группы имели I–II степень тяжести ВДГК ( $ИГ \leq 3,5$ ), а пациенты 2-й группы с неудовлетворительными результатами в основном (76,9 %) имели III–IV степень ( $ИГ > 3,5$ ).

### Занятия спортом

Установлено, что одним из основных факторов влияющих на результат лечения является регулярные занятия спортом ( $p = 0,004$ ) (табл. 5).

**Таблица 5** – Анализ результатов лечения в зависимости от занятий спортом

Показатель	Категории	Результат лечения		p
		1 группа	2 группа	
Занятие спортом	Нет	8 (26,7)	17 (65,4)	0,004*
	Есть	22 (73,3)	9 (34,6)	

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); используемый метод: Хи-квадрат Пирсона

В группе с хорошими результатами 22 пациента (73,3 %) регулярно занимались различными видами спорта в спортивных секциях, часть пациентов имели спортивный разряд.

### **Анализ неудовлетворительных результатов лечения**

Наиболее часто встречающимися побочными явлениями при использовании ВК являются: боль в грудной клетки ( $n = 22$ , 9,3 %); различные кожные проявления (петехиальная сыпь, везикулы, мацерация кожи) ( $n = 30$ , 53,6 %); у девушек подросткового возраста боль в области молочных желез ( $n = 4$ , 7,1 %); мастопатии у пациентов пубертатного возраста (3,6 %). Все побочные явления не требовали специального лечения и проходили самостоятельно после прекращения использования ВК.

При анализе зависимости приложенного отрицательного давления от возраста пациента была установлена высокой тесноты прямая связь (коэффициент корреляции Спирмена ( $\rho = 0,787$ ), чем старше пациент, тем выше приложенное отрицательное давление, тем ригиднее грудная клетка ( $p < 0,001$ ). Также при анализе наличия болевого синдрома от возраста было установлено что пороговое значение возраста пациента, выше которого вероятность наличия болевого синдрома значительно возрастает, составило 10 лет (чувствительность 90,9 %, специфичность 64,7 %,  $p < 0,001$ ). Это может говорить о том, что пациенты старшего возраста могут отказываться от дальнейшего лечения из-за болевого синдрома и/или использовать небольшое приложенное отрицательное давление, тем самым повышая вероятность развития неудовлетворительного результата.

Учитывая данные анализа проведенного выше, нами были выделены основные факторы, которые могут влиять на неудовлетворительный результат, а также проведен их анализ (табл. 6).

При использовании ВК менее 5 часов в сутки шансы развития неудовлетворительного результата были в 8 раз выше (95 % ДИ: 2,3–27,7,  $p < 0,001$ ). У детей, не занимающихся регулярно спортом, шансы неудовлетворительного результата лечения были выше в 5,2 раза (95 % ДИ: 1,7–16,3,  $p = 0,002$ ). Пациенты с глубиной деформации более 2,2 см по КТ и индексом Галлера более 3,5 имели шансы развития неудовлетворительного результата в 3,3 и 3,8 раза (соответственно) выше (95 % ДИ: 1,045–10,628,  $p = 0,038$ ; 95 % ДИ: 1,194–12,158,  $p = 0,021$  соответственно).

**Таблица 6** – Оценка шансов (ОШ) неудовлетворительного результата при наличии факторов риска

Фактор	Простая логистическая регрессия	
	ОШ (95 % ДИ)	p
Время ежедневного использования менее 5 ч/день	8,0 (2,3–27,7)	< 0,001*
Отсутствие спорта	5,2 (1,7–16,3)	0,002*
Возраст старше 10	1,9 (0,642–5,559)	0,246
Глубина деформации по КТ >2,2	3,3 (1,045–10,628)	0,038*
Индекс Галлера более 3,5	3,8 (1,194–12,159)	0,021*

\* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ )

При анализе ложноположительных результатов в зависимости от ИМТ, статистически значимых различий выявлено не было ( $p = 0,774$ ). Было установлено, что наличие ложноположительного результата было связано с нарушением техники установки ВК, когда пациенты используют небольшое отрицательное давление в системе, которого недостаточно для элевации грудины. Еще одной причиной является неправильно подобранный размер/тип ВК или активный рост пациента, когда ВК имеет недостаточный диаметр, а также толщину силиконового кольца.

Рецидив ВДГК мы наблюдали у 4 пациентов (7,1 %). У двоих пациентов рецидив деформации мы связываем со скачком роста в подростковом периоде, а у двоих с непродолжительным использованием ВК (менее 12 месяцев). Торакопластика по Нассу в последующем была выполнена 6 пациентам с неудовлетворительными результатами. Все пациенты были подросткового возраста.

С целью оценки тяжести ВДГК, а также выбора тактике лечения, с последующим контролем и оценкой результатов лечения необходимо выполнение КТ грудной клетки. При оценке степени тяжести и дальнейшего контроля динамики

ки лечения необходимо учитывать не только значение индекса Галлера, так как данный показатель во многом зависит от формы грудной клетки, но оценивать в комплексе такие показатели как глубина деформации, индекс депрессии, индекс коррекции, индекс асимметрии. С целью исключения ложноположительных результатов при лечении ВДГК с помощью ВК показано выполнение КТ до, на этапах и после лечения.

На базе ДГКБ им.Н.Ф. Филатова в процессе исследования был разработан и внедрен в практику алгоритм определения тактики лечения пациентов с ВДГК (рис. 3). При сомнительной визуальной эффективности ВК у пациентов с избыточной массой тела и/или с глубокой ассиметричной деформацией ГК, для определения дальнейшей тактики и оценкой возможности консервативного лечения может быть проведена компьютерная томография с установленным ВК. Было определено, что ВК неэффективен у девушек пубертатного возраста с развитыми молочными железами, в связи с технической невозможностью правильной установки ВК.



Рис. 3. Алгоритм определения метода лечения у пациентов с ВДГК

## ВЫВОДЫ

1. Вакуумный колокол является эффективным методом лечения воронкообразной деформации грудной клетки. Хороший результат лечения был достигнут в 53,6 % случаев ( $n = 30$ ).

2. Эффективность вакуумного колокола во многом зависит от времени ежедневного использования (Ме 1 группы 8 часов, 2 группы 5 часов,  $p < 0,001$ ), регулярных занятий спортом (в 1 группе  $n = 22$  (73,3 %), во 2-й группе  $n = 9$  (34,6 %)  $p = 0,004$ ) и степени тяжести деформации (I–II в 1-й группе  $n = 16$  (53,3 %), во 2-й группе  $n = 6$  (23,1 %)  $p = 0,021$ ). Статистически значимой разницы возраста начала лечения в двух группах выявлено не было ( $p = 0,369$ ). Продолжительность лечения также не была статистически значимой, в основном все пациенты использовали вакуумный колокол в течение 12 месяцев (Ме 12 месяцев,  $p = 0,594$ ).

3. Основными предикторами неудовлетворительных результатов являются время ежедневного использования менее 5 часов в сутки (ОШ = 8,  $p < 0,001$ ), отсутствие занятий спортом (ОШ = 5,2,  $p = 0,002$ ), индекс Галлера  $> 3,5$  (ОШ = 3,8,  $p = 0,021$ ), глубина деформации по КТ  $> 2,2$  см (ОШ = 3,3,  $p = 0,038$ ). Вакуумный колокол неэффективен у девушек пубертатного возраста с асимметричной деформацией, в связи с технической невозможностью установки вакуумного колокола в правильное положение. Основными причинами ложноположительных результатов являются нарушение техники использования или несоответствие размера/ типа вакуумного колокола с деформацией.

4. Разработан алгоритм диагностики и определения тактики лечения пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки. При достижении полной коррекции деформации при первичной установке вакуумного колокола рекомендовано консервативное лечение с помощью вакуумного колокола. В случаях, когда не удастся достичь полной коррекции, то рекомендовано оперативное лечение. В случаях сомнительной эффективности вакуумного колокола при визуальной оценке, рекомендовано проведение КТ грудной клетки с установленным вакуумным колоколом. Если по данным КТ получена достаточная коррекция деформации, то рекомендовано продолжить лечение с использованием данного устройства, если достаточная коррекция не получена, то рекомендовано оперативное лечение. Всем пациентам, использующим вакуумный колокол в качестве монотерапии воронкообразной деформации грудной клетки, с целью контроля лечения и исключения ложноположительных результатов, необходимо выполнять КТ грудной клетки до и после лечения, а также при наличии мягкотканого компонента в проекции грудины на этапах лечения.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Технология лечения с использованием ВК в равной степени эффективна у детей разных возрастных групп.
2. ВК может использоваться, как в качестве неинвазивной монотерапии, так и интраоперационно для элевации грудины во время торакопластики.
3. Средняя продолжительность лечения с использованием ВК составляет не менее 12 месяцев.
4. Минимальное время использования ВК для достижения хорошего результата составляет в среднем 8 часов/сутки.
5. Обязательным компонентом консервативного лечения ВДГК является регулярное занятие физкультурой и спортом. Выполнение упражнений на укрепление мышц спины, груди и пресса, дыхательная гимнастика.
6. В течение периода адаптации при начале лечения ВК требуется постепенное увеличение времени ношения колокола, увеличивая время его ежедневного использования на 15 мин (в среднем доводя до 3 ч в день за 2 недели), ориентируясь на самочувствие ребенка.
7. В период адаптации возможны головокружения, появление местных реакций мягких тканей грудной стенки (кровоподтеки, петехии, мацерация), боли в спине или пояснице, «покалывание» в руках.
8. Рекомендуем использовать разработанную бальную шкалу оценки эффективности лечения у каждого пациента с ВДГК, которая учитывает процент коррекции изменения внешней глубины деформации и данных КТ (индекс Галлера, глубины деформации, индекса асимметрии, индекса депрессии, индекса коррекции, ПЖК).
9. При анализе результатов лечения необходима комплексная оценка внешней глубины деформации и данных КТ, что позволяет выделить группы пациентов с хорошими и неудовлетворительными результатами.
10. При сомнении в эффективности элевации грудины при первичной установке ВК у пациентов с избыточной массой тела, у пациенток подросткового возраста с асимметричной деформацией с развитыми молочными железами, у пациентов с тяжелыми ассиметричными деформациями, мы рекомендуем выполнение КТ грудной клетки с установленным ВК для оценки возможной коррекции деформации.

11. Наиболее информативным методом контроля результатов лечения ВК, позволяющим выявить ложноположительные результаты, является КТ грудной клетки на этапах лечения. Определено, что гипертрофия ПЖК в области деформации при лечении ВК формирует ложноположительный результат.

12. ВК неэффективен у девушек пубертатного возраста с асимметричной ВДГК, в связи с технической невозможностью установки ВК в правильное положение.

13. Основными факторами, определяющими ложноположительный результат, является неправильная техника установки ВК и неправильно подобранный типоразмер ВК.

14. В ряде случаев даже кратковременное применение ВК может быть использовано в качестве предоперационной подготовки перед торакопластикой по Нассу.

**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

1. Шоминава, А. О. Первый опыт применения вакуумного колокола в лечении воронкообразной деформации грудной клетки у детей / А.О. Шоминава, З.Б. Митупов, А.Ю. Разумовский // **Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии.** – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 311–318.

2. Шоминава, А. О. Использование вакуумного колокола при торакопластике по Нассу / А.О. Шоминава, З.Б. Митупов, А.Ю. Разумовский, Г.Ю. Чумакова, А.А. Павлов // **Детская хирургия.** – 2024. – Т. 28, № 1. – С. 33–42.

3. Шоминава, А. О. Лечение воронкообразной деформации грудной клетки у детей с помощью вакуумного колокола: обзор литературы / А.О. Шоминава, З.Б. Митупов, А.Ю. Разумовский, В.И. Нурик, Г.С. Гынку, А.А. Павлов // **Детская хирургия.** – 2024. –Т. 28, № 2. – С. 194–205.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

**ВДГК** – воронкообразная деформация грудной клетки

**ВК** – вакуумный колокол

**ГД** – глубина деформации

**ИА** – индекс асимметрии

**ИД** – индекс депрессии

**ИГ** – индекс Галлера

**ИК** – индекс коррекции

**ИМТ** – индекс массы тела

**КТ** – компьютерная томография

**НБППГ** – неполная блокада правой ножки пучка Гисса

**ОШ** – оценка шансов

**ПЖК** – подкожно жировая клетчатка

**ЭКГ** – электрокардиограмма

**ЭОС** – электрическая ось сердца

**ЭХО-КГ** – эхокардиография

