

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ХИРУРГИИ ИМЕНИ А.В. ВИШНЕВСКОГО
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Леднев Алексей Николаевич

**КРИОАБЛЯЦИЯ МЕЖРЕБЕРНЫХ НЕРВОВ В ПРОФИЛАКТИКЕ
БОЛЕВОГО СИНДРОМА ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ ВОРОНКООБРАЗНОЙ
ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ВЗРОСЛЫХ**

3.1.9. Хирургия (медицинские науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Вишневская Галина Александровна

Москва – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ..... | 9 |
| 1.1 Определение, эпидемиология, классификация и лечение воронкообразной деформации грудной клетки (ВДГК)..... | 9 |
| 1.2 Методы аналгезии..... | 16 |
| 1.2.1 Системная аналгезия | 16 |
| 1.2.2 Региональная аналгезия..... | 19 |
| 1.3 Криоаналгезия | 23 |
| 1.4 Криоаналгезия в торакальной хирургии | 29 |
| 1.5 Выводы по главе 1 | 35 |
| ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ | 37 |
| 2.1 Дизайн исследования | 37 |
| 2.2 Статистическая обработка | 38 |
| 2.3 Характеристика обследованных больных и групп сравнения..... | 38 |
| 2.4 Методы обследования..... | 41 |
| 2.5 Описание методов регионарной аналгезии | 53 |
| 2.6 Тензотермоальгометрия как способ объективизации болевого синдрома .. | 55 |
| ГЛАВА III. МЕТОДИКА КРИОАБЛЯЦИИ МЕЖРЕБЕРНЫХ НЕРВОВ ПРИ КОРРЕКЦИИ ВДГК МЕТОДОМ Д.НАССА..... | 58 |
| 3.1 Механизм криоабляции | 58 |
| 3.2 Инструментальное обеспечение..... | 59 |
| 3.3 Техника криоабляции межреберных нервов | 65 |
| 3.4 Техника установки пластины | 67 |
| ГЛАВА IV. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ КРИОАБЛЯЦИИ МЕЖРЕБЕРНЫХ НЕРВОВ ПРИ КОРРЕКЦИИ ВДГК МЕТОДОМ Д. НАССА..... | 70 |
| 4.1 Оценка уровня болевого синдрома | 70 |
| 4.2 Оценка уровня порога болевой чувствительности | 73 |

| | | |
|--|--|-----|
| 4.3 | Оценка объема потребления опиоидных анальгетиков | 74 |
| 4.4 | Оценка сроков пребывания в стационаре после операции..... | 76 |
| 4.5 | Оценка безопасности криоабляции межреберных нервов и анализ послеоперационных осложнений..... | 78 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | | 88 |
| ВЫВОДЫ | | 94 |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ..... | | 96 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ | | 97 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | | 98 |
| Приложение А..... | | 110 |
| Приложение Б..... | | 111 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Воронкообразная деформация грудной клетки (ВДГК) – наиболее частый порок развития грудной клетки, со средней распространенностью 0,1–0,8 на 100 новорожденных. Соотношение среди мужского и женского пола составляет 6:1 [4, 44]. Патология характеризуется западением грудино-реберного комплекса, в результате чего на передней грудной стенке формируется различная по форме и размерам деформация. Клинические проявления варьируют в зависимости от степени ВДГК. При выраженных деформациях возникает снижение толерантности к физическим нагрузкам, одышка, боль в грудной клетке, косметический дискомфорт, что приводит к психосоциальным проблемам [57, 59].

Длительное время «золотым стандартом» лечения ВДГК служила операция Равича, включающая поднадкостничную резекцию измененных хрящевых отрезков и поперечную стернотомию [89]. В 1998 году Дональд Насс представил свой малоинвазивный вариант коррекции ВДГК, подразумевающий размещение загрудинной металлической пластины для создания давления на грудино-реберный комплекс изнутри [80]. Операция Насса значительно сокращает время и травматичность операции, длительность иммобилизации, однако выраженность болевого синдрома при сравнении с операцией Равича, значимо выше [78, 84].

Хирургия деформаций грудной клетки сопряжена с выраженным болевым синдромом в послеоперационном периоде. Это происходит вследствие развитой иннервации внутренней поверхности грудной клетки, обширной нейронной сети париетальной плевры и постоянных дыхательных движений. Как правило, наркотические анальгетики используются в качестве основного способа контроля боли, при этом остальные методики используют в качестве вспомогательных средств.

Операция по методике D. Nuss характеризуется пролонгированным болевым синдромом вследствие давления пластиной на заднюю поверхность грудины, это обуславливает особую актуальность применения методов продленной анестезии.

В качестве профилактики болевого синдрома после коррекции ВДГК применялись различные подходы, в том числе эпидуральная аналгезия, паравертебральная блокада, блокада межреберных нервов, установка межреберных инфузионных катетеров, контролируемое пациентом обезболивание и мультимодальная аналгезия, однако оптимальный метод до сих пор не определен [52, 66, 68, 93, 95, 97]. Контроль боли и профилактика осложнений, связанных с применением наркотических анальгетиков остаются актуальным вопросом в лечении пациентов с ВДГК.

Криотерапию используют на протяжении нескольких десятилетий для лечения болевого синдрома, в том числе невралгии лицевого нерва, периферической нейропатии и хронических суставных болей [101]. В 1970-х годах эту методику применяли у пациентов, перенесших торакотомию с целью контроля послеоперационной боли [79]. Исследования показали, что применение криотерапии после торакотомии снижает количество потребляемых наркотических анальгетиков и способствует профилактике легочных осложнений [30, 62, 73]. Несмотря на многообещающие результаты, использование криотерапии в профилактике болевого синдрома у пациентов после коррекции ВДГК на сегодняшний день не нашло широкого применения. Некоторые авторы описывают применение подобной процедуры у пациентов при коррекции ВДГК в детском возрасте, сокращая тем самым количество наркотических анальгетиков и время пребывания в стационаре [43, 48].

На территории Российской Федерации исследование влияния криооблечения межреберных нервов при коррекции ВДГК у взрослых и оценка эффективности различных методов проводниковой аналгезии на степень выраженности болевого синдрома и течения раннего послеоперационного периода как отдельного компонента единого протокола периоперационного ведения проводится впервые.

Цель исследования

Улучшить результаты хирургического лечения взрослых пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки за счет снижения болевого синдрома в послеоперационном периоде.

Задачи исследования:

1. Разработать методику криоабляции межреберных нервов при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых.
2. Провести рандомизированное, проспективное, одноцентровое исследование применения криоабляции межреберных нервов в сравнении с эпидуральной аналгезией при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых.
3. Оценить безопасность и эффективность применения криоабляции межреберных нервов при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых.
4. Провести сравнительный анализ непосредственных и отдаленных результатов применения криоабляции межреберных нервов и эпидуральной аналгезии при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых.

Научная новизна исследования

Разработана методика криоабляции межреберных нервов при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых. Изучены результаты применения криоабляции межреберных нервов и эпидуральной аналгезии при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых. Разработана оригинальная шкала оценки течения послеоперационного периода после коррекции воронкообразной деформации грудной клетки. Продемонстрирована эффективность криоабляции межреберных нервов в профилактике болевого синдрома после коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых в сравнении с традиционным методом эпидуральной аналгезии.

Практическая значимость

На основании разработанной методики криоабляции межреберных нервов предложен метод профилактики послеоперационной боли при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых. Доказано, что криоабляция межреберных нервов является безопасным и эффективным методом регионарной аналгезии при коррекции воронкообразной деформации грудной

клетки у взрослых. Предложенный метод позволяет снизить выраженность болевого синдрома, потребность в наркотических анальгетиках, продолжительность стационарного лечения. Разработанная шкала оценки течения послеоперационного периода после коррекции воронкообразной деформации грудной клетки может быть использована в специализированных лечебных учреждениях.

Положения, выносимые на защиту:

1. Криоабляция межреберных нервов при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых – безопасный, эффективный и воспроизводимый метод профилактики болевого синдрома в послеоперационном периоде.

2. Криоабляция межреберных нервов при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых может выступать в качестве альтернативы эпидуральной аналгезии.

3. При конституциональных особенностях пациента, отсутствии технической возможности постановки эпидурального катетера применение криоабляции межреберных нервов целесообразно в качестве приоритетного метода регионарной аналгезии при коррекции ВДГК у взрослых.

Внедрение результатов исследования в практику

Разработанная методика внедрена в повседневную практику и успешно применяется в отделении торакальной хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России при хирургическом лечении взрослых пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки.

Апробация результатов исследования

Основные положения диссертационной работы доложены на следующих конгрессах и конференциях:

1. VI Международный конгресс «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии», 9 – 11 июня 2019 года, г. Санкт-Петербург.

2. VIII Московский международный фестиваль эндоскопии и хирургии 4-8 декабря 2021 года, г. Москва, Сколково.

Публикации

По теме диссертационной работы опубликовано 5 научных работ, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

Объем и структура диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 113 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы (105 источников), иллюстрирована 40 рисунками и содержит 16 таблиц, 2 приложения.

ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Определение, эпидемиология, классификация и лечение воронкообразной деформации грудной клетки (ВДГК)

ВДГК – наиболее частый порок развития среди врожденных аномалий грудной клетки со средней распространенностью 0,1–0,8 на 100 новорожденных. Соотношение среди лиц мужского и женского полов составляет 6:1, соотношение воронкообразной к килевидной деформации 9:1 [5, 44]. Патология характеризуется западением грудино-реберного комплекса, в результате чего на передней грудной стенке формируется различная по форме и размерам деформация. Более 80% детей с ВДГК рождаются с первой степенью деформации или нормальным строением грудной клетки, а тяжелые деформации развиваются в более старшем возрасте [13, 20].

Этиология и патогенез. Причина развития воронкообразной деформации до сих пор не ясна. Предложено множество теорий возникновения данной патологии. Идея о влиянии дефицита витаминов, микроэлементов или других веществ, вероятно, не имеет особого значения, в то время как патология соединительной ткани и генетическая предрасположенность играют важную роль в развитии воронкообразной деформации.

По данным R.E. Kelly (2008), до 40 % случаев заболевания носят наследственный характер, реже у родственников встречаются иные аномалии грудной клетки, такие как килевидная деформация [57]. Несмотря на это до сих пор не обнаружено конкретного генетического дефекта [45, 58].

По мнению некоторых авторов, одним из патогенетических механизмов, приводящим к развитию ВДГК, может быть ускоренный рост реберного хряща [5, 44]. Немаловажную роль играет нарушение обмена коллагена 2 типа, повышение экспрессии или снижение регуляции некоторых генов, участвующих в метаболизме хрящевой и соединительной ткани (гены коллагена, матрикса металлопротеиназы, фактор некроза опухоли альфа, филамин) [51].

Классификация. В настоящее время предложено множество классификаций ВДГК, однако это лишнее подтверждает сложности в создании универсальной и совершенной системы. В Российской Федерации наибольшую популярность приобрела классификация В.К. Урмоноса и Н.И. Кондрашина, датируемая 1983 годом [20]. Основное ее преимущество в оценке сочетания основных показателей при ВДГК: степень выраженности деформации, ее форма и клинические проявления заболевания (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Классификация ВДГК В.К. Урмонос и Н.И. Кондрашин

| Критерии | Разделение по критериям | | |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | Форма деформации | Обычная | Плосковороночная |
| Тип деформации | Симметричная | Асимметричная правосторонняя | Асимметричная левосторонняя |
| Разновидность искривления грудины | Типичная | Винтовая | Седловидная |
| Степень деформации | Первая | Вторая | Третья |
| Стадия заболевания | Компенсированная | Субкомпенсированная | Декомпенсированная |
| Сочетание с другой патологией | Не сочетанная | | Сочетанная |

По форме ВДГК подразделяют на обычную и плосковороночную. Обычная деформация может быть блюдцевидной или желобовидной, плосковороночная характеризуется сочетанием 2 видов деформации грудной клетки (плоской и воронкообразной). В хирургической практике большую роль играет распределение деформации на 2 вида – симметричную и асимметричную. При симметричной

ВДГК обе половины грудной клетки развиты равномерно. При асимметричном варианте наблюдается депрессия полуокружности грудной клетки с одной стороны. В некоторых случаях к ВДГК прибавляются дополнительные элементы искривления. Она может иметь не только вогнутый компонент, но и быть перекрученной по своей продольной оси, так называемая винтовидная деформация, а также иметь дугообразный изгиб (седловидная деформация).

В определении степени ВДГК наиболее часто используют классификации, предложенные I. Gizycka и J. Haller. Индекс Gizycka – это отношение наименьшего (А-В) и наибольшего (В-Г) измерения грудино-позвоночного пространства между задней поверхностью грудины и передней поверхностью тел позвонков, измеренного с помощью боковых рентгенограмм грудной клетки. Расстояние более 0,7-1,0 – 1 степень деформации, от 0,7 до 0,5 -2 степень, менее 0,5 -3 степень.

J.A. Haller и др. (1987) для определения степени ВДГК начали применять компьютерную томографию и измерять Haller-индекс с оценкой переднезаднего размера по аксиальным сканам. Он представляет собой отношение поперечного расстояния грудной клетки на переднезадний размер в области максимального западения. В норме составляет около 2,5. При индексе 3,25 и выше показано оперативное лечение [53].

Клинические проявления. ВДГК, обнаруженная в раннем детстве, редко ассоциируется с конкретными симптомами. Пациенты могут отмечать жалобы в покое, однако чаще клинические проявления возникают при выполнении физических нагрузок. Наиболее распространенными среди них являются быстрая утомляемость, одышка, сниженная толерантность к физическим нагрузкам, сердцебиение, боль в спине.

При выраженных деформациях может изменяться конфигурация и положение сердца, уменьшаться объем жизненной емкости легких, что приводит к появлению одышки при физической нагрузке, перебоям в работе сердца, боли в грудной клетке [59, 63]. Сложность при выполнении физических упражнений может быть обусловлена снижением компенсаторных возможностей дыхательной и сердечной системы за счет невозможности достигнуть полноценного

дыхательного объема и увеличить сердечный выброс для обеспечения возросших метаболических потребностей [7].

У детей старшего возраста важным аспектом выступает психологическая проблема, вызванная наличием деформации, когда быстрый рост вызывает значимое визуальное проявление дефекта. В результате многие дети склонны избегать участия в групповых физических упражнениях, что может существенно влиять на физическое и социальное развитие.

Показания к хирургической коррекции ВДГК

На сегодняшний день выделяют три основных группы показаний к оперативному лечению: функциональные, ортопедические, косметические. Функциональные показания основаны на уменьшении переднезаднего размера и объема грудной клетки, что напрямую отражается на функциональном состоянии органов грудной полости. Ю.П. Воронцов с соавт. (1982) впервые предложили общую концепцию функциональных нарушений, суть которых в следующем:

- ВДГК, уменьшая объем грудной полости и нарушая механику дыхания (парадокс вдоха), приводит к недостаточному расправлению легких, снижает легочную вентиляцию;
- для компенсации нарушений организм усиливает перфузию легких, что сопровождается гипертрофией правого желудочка и снижает массу тела, снижая тем самым суммарное потребление кислорода;
- гиперперфузия легких приводит к физиологическому легочному шунту, что объясняет наличие при ВДГК скрытой гипоксемии.

Косметические показания к хирургическому лечению – желание больного избавиться от угнетающего косметического дефекта. В подобных случаях должен быть тщательно оценен риск оперативного вмешательства и результат суждения доступным языком доведен до пациента и его родственников.

Ортопедические показания в основном сводятся к влиянию ВДГК на статику позвоночника. Деформации позвоночника встречаются у 30-60% пациентов с ВДГК и КДГК [20].

Лечение. Единственным радикальным методом лечения ВДГК выступает

операция. Предложено более 50 вариантов хирургической коррекции, большинство из которых имеют историческое значение [18].

Первые попытки коррекции ВДГК были предприняты в начале 20 века. В 1949 году М. Ravitch описал методику хирургического лечения воронкообразной деформации грудной клетки, включающую субперихондриальную резекцию деформированных реберных хрящей, иссечение мечевидного отростка и поперечную остеотомию грудины ее последующей передней фиксацией [89]. С незначительными изменениями эта операция оставалась процедурой выбора на протяжении около 50 лет. Операцию выполняют из срединного продольного разреза вдоль грудины у мужчин и субмаммарного разреза кожи у женщин, резекции деформированных реберных хрящей, полной мобилизации грудины и ее поперечной остеотомии. Окончательная форма коррекции грудины в правильном положении осуществляется с помощью фиксации каудального конца грудины к мечевидному отростку и местам крепления прямых мышц живота. Время операции при открытой коррекции колеблется от 2,5 до 5 часов и сопряжено со значительной кровопотерей. Первые 3-4 суток пациенты вынуждены придерживаться строгого постельного режима на ровной поверхности и выписываются из стационара в среднем через 8 дней после операции (рисунок 1.1).

В 1998 году D. Nuss с соавт. [80] представили свой 10-летний опыт применения малоинвазивной техники коррекции ВДГК в качестве альтернативы стандартной открытой операции.

При торакопластике по D.Nuss коррекция ВДГК осуществляют с помощью установки под торакоскопическим контролем металлической пластины позади грудины, которая осуществляет давление извне и фиксирует грудную клетку в правильном положении.

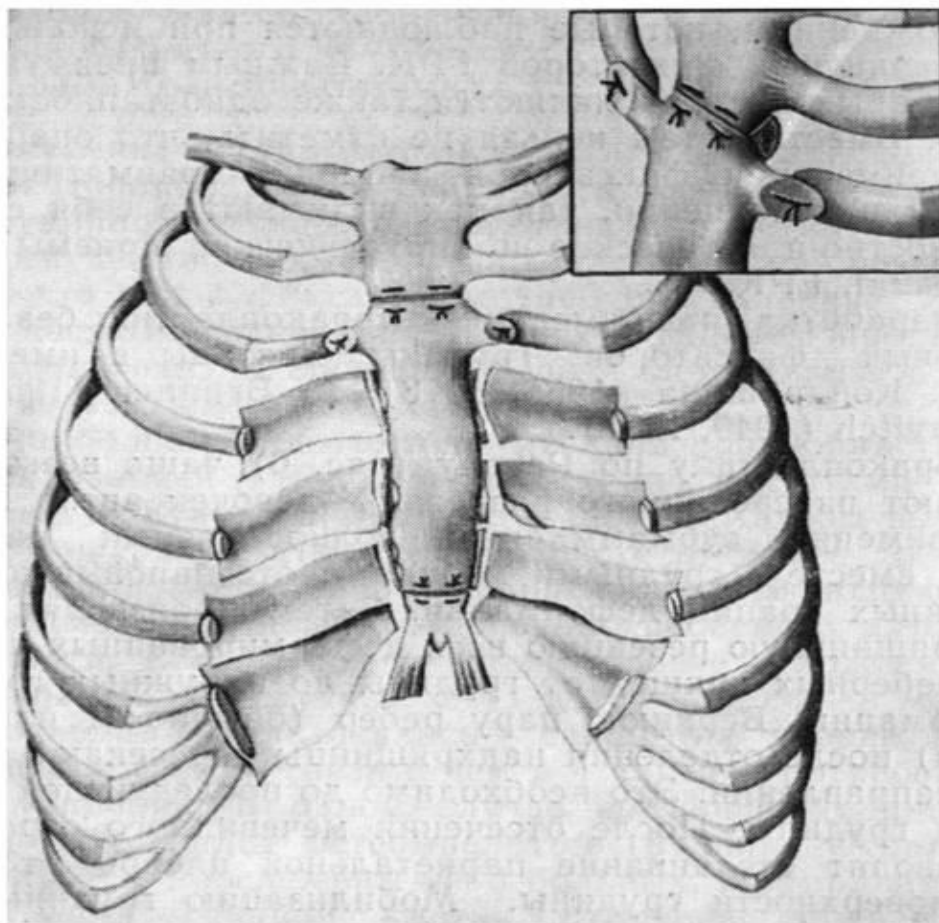


Рисунок 1.1 – Схема операции по М. Ravitch [89]

Основной принцип заключается в гибкости грудино-реберного комплекса у молодых пациентов, что делает возможной эффективную коррекцию без обширной резекции реберных хрящей или остеотомии грудины (рисунок 1.2). В отличие от детского возраста, у взрослых пациентов часто приходится сталкиваться с ригидной грудной клеткой, что технически усложняет как саму операцию, так и послеоперационный период и характеризуется более выраженным болевым синдромом. Техника регулярно модифицируется, но принципиально состоит из установки одной или нескольких фигурных стальных пластин под грудиной через небольшие двусторонние доступы в грудной стенке [81].

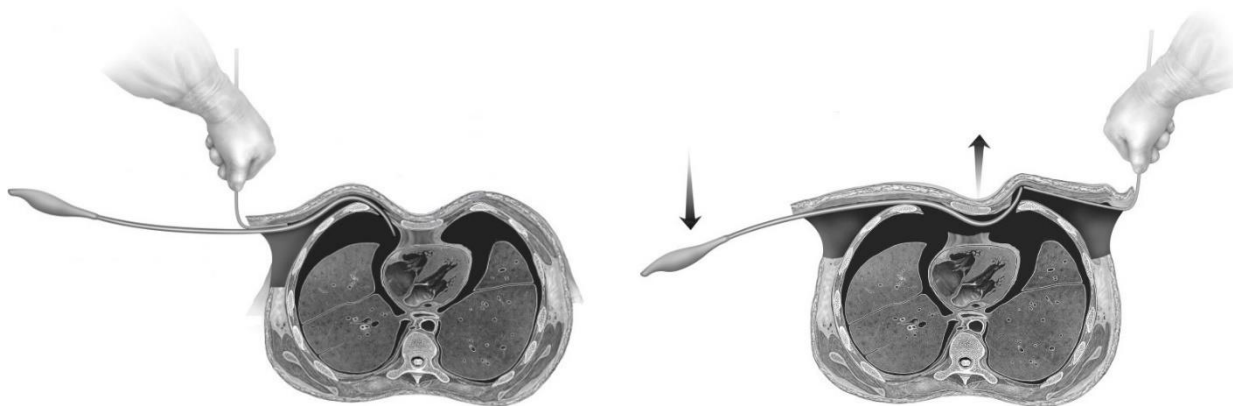


Рисунок 1.2 – Схема операции D. Nuss [81]

Среди нехирургических методов лечения легких степеней ВДГК определенную распространенность получила технология под названием вакуумный колокол (VB-vacuum bell). В 1992 году Е. Кlobe, страдающий ВДГК, разработал устройство для консервативной коррекции деформации. Помещенный на грудную клетку прибор осуществляет эффект элевации за счет создания отрицательного давления с помощью ручного насоса каждый день в течение нескольких месяцев [50]. Schier F. с соавт. продемонстрировали, что вакуумный колокол может быть альтернативой хирургическому лечению при легкой степени деформации, либо в рамках предоперационной подготовки [92].

Принимая во внимание разнообразие степеней тяжести и конфигураций ВДГК, универсальной методики операции с возможностью применения для всех видов деформации не существует.

Ввиду своего малоинвазивного подхода, отсутствию обширной резекции хрящевых отрезков ребер и остеотомии, возможностью более ранней активизации и более привлекательного косметического эффекта операция D.Nuss в настоящее время получила наиболее широкое распространение.

Оперативное лечение ВДГК, вне зависимости от типа коррекции, сопровождается значительной послеоперационной болью [58]. Несмотря на то, что операция D. Nuss является малоинвазивным методом лечения, степень выраженности болевого синдрома в послеоперационном периоде коррелирует с открытыми методами коррекции, такими как операция M.Ravitch [86]. При

операции D. Nuss основной корригирующий эффект достигается за счет высокого давления на заднюю поверхность грудины и фиксации ГРК с помощью пластины под большим давлением, это сопровождается большим болевым синдромом, чего не наблюдается при операции M. Ravitch.

Адекватный подход в лечении болевого синдрома влияет на все объективные показатели у пациентов после коррекции ВДГК, которые включают возможность глубокого дыхания, раннюю мобилизацию, тяжесть и количество осложнений, длительность пребывания в стационаре [95].

Несмотря на эволюцию хирургических методов лечения ВДГК и минимизации травмы при малоинвазивной коррекции, актуальным вопросом остается обеспечение оптимального анальгетического пособия. По данным ряда авторов, проблема послеоперационного обезболивания у пациентов, перенесших коррекцию ВДГК до сих пор не решена [36, 46].

1.2 Методы аналгезии

Разнообразие методик аналгезии и техника их проведения в большей степени эквивалентны как при открытом подходе (операция M. Ravitch), так и при малоинвазивном (операция D. Nuss), а также их модификациях. В зависимости от механизма действия их можно разделить на: системную аналгезию, регионарную аналгезию и смешанные методики.

1.2.1 Системная аналгезия

Среди системных методов обезболивания в послеоперационном периоде выделяют опиоидные анальгетики, нестероидные противовоспалительные средства, а также их комбинацию.

Опиоидные анальгетики

Традиционная терапия послеоперационного болевого синдрома состоит из внутривенного или внутримышечного применения системных опиоидных

анальгетиков [32]. Действие наркотических анальгетиков опосредуется через опиоидные рецепторы. В результате действия наркотических анальгетиков на высшие отделы ЦНС изменяется эмоциональная оценка боли, снижается ее восприятие (даже если чувство боли сохраняется, оно значительно меньше беспокоит больного). Одна из основных клинических проблем – достаточно узкое терапевтическое окно. Пренебрежение рекомендуемым дозировкам и неверный расчет доз может приводить к серьезным побочным эффектам, таким как рвота, угнетение сознания и дыхательной функции, что наиболее актуально после воздействия общей анестезии и применении летучих форм анестезиологических препаратов [39, 40]. Системные опиоидные анальгетики считают базовой схемой терапии послеоперационной боли, с которой сравнивают альтернативные методы лечения [28, 69].

Разница в объеме потребляемых опиоидных анальгетиков хорошо прослеживается при оценке пациентов разных возрастных групп, что может быть частично объяснено различной ригидностью грудной клетки. Weber et al. [103] и Nagasao et al. [77] в своих работах отметили меньшее количество потребляемых опиоидных анальгетиков у детей и подростков.

Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС)

НПВС за счет ингибирования фермента циклооксигеназы, регулирующих выработку простагландинов и тромбаксана, обладают обезболивающим, жаропонижающим и противовоспалительным эффектом.

Авторы оценили обезболивающий эффект этих препаратов после операций на грудной клетке [25]. С клинической точки зрения потенциальные побочные эффекты включают желудочно-кишечные кровотечения, нарушение почечной функции и коагулопатию, связанную с дисфункцией тромбоцитов. Однако при кратковременном применении риск их развития минимален. Благодаря удобству внутривенного и внутримышечного применения, отсутствию привыкания, серьезных побочных действий со стороны ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной систем НПВС широко используют в клинической практике.

В исследовании Ravy T. et al., применение индометацина у пациентов после

торакотомии (200 мг после операции и 100 мг два раза в день в течение 48 часов; n=24) привело к снижению показателей болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) на 60% и снижению потребления опиоидных анальгетиков на 30% по сравнению с плацебо (n=28) [85].

В настоящее время НПВС используют в качестве вспомогательного лекарственного средства в терапии послеоперационного болевого синдрома.

Пациент-контролируемая аналгезия

Обезболивание, контролируемое пациентом (patient-controlled analgesia – PCA) – это система доставки анальгетических препаратов, с помощью которой пациенты могут самостоятельно принимать заранее определенные дозы обезболивающих средств. Компьютеризированная помпа, прикрепленная к капельнице, позволяет выполнить введение обезболивающего, нажав ручную кнопку в момент появления болевых ощущений. С момента появления в начале 1980-х годов использование PCA во всем мире значительно возросло из-за его преимуществ по сравнению с обычными внутримышечными инъекциями. К основным относятся улучшенный обезболивающий эффект и большая удовлетворенность пациентов. Режимы PCA содержат следующие переменные, устанавливаемые специалистом: начальная нагрузочная доза, доза по потребности, интервал блокировки, скорость фоновой инфузии и 1-часовая или 4-часовая предельная доза. Наиболее изученным и используемым внутривенным препаратом при PCA является морфин.

Среди побочных эффектов PCA с использованием опиоидных анальгетиков выделяют тошноту и рвоту, зуд, угнетение дыхания, седативный эффект, спутанность сознания и задержку мочи.

Несмотря на то, что внутривенный путь введения препаратов наиболее популярен и изучен, существуют альтернативные пути: PCA с помощью эпидурального, паравerteбрального введения. Применение PCA при блокаде периферических и нейроаксиальных нервов позволяет избежать развитие толерантности к опиоидам, наблюдаемой при внутривенном введении [72].

В 2020 году Sujka et al., провели многоцентровое рандомизированное

исследование по сравнению результатов применения эпидуральной аналгезии и внутривенного PCA. При анализе результатов авторы пришли к выводам, что PCA так же эффективна, как и эпидуральная аналгезия для снижения болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде после минимально инвазивной коррекции воронкообразной грудной клетки у детей, однако сопровождается меньшими рисками развития осложнений [98].

По данным других авторов, внутривенное PCA не показало какого-либо превосходства перед эпидуральной аналгезией при коррекции ВДГК [29, 95, 97].

Систематический обзор по сравнению эпидуральной аналгезии с PCA после малоинвазивной коррекции ВДГК не определил значительной разницы, поскольку они имели сопоставимую эффективность и безопасность, показатели в контроле болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде не были клинически значимыми, время пребывания в стационаре также статистически не различалось [96].

1.2.2 Региональная аналгезия

Нервные волокна по их диаметру и скорости проведения возбуждения принято подразделять на три типа: А, В, С. Особенности проведения возбуждения в нервных волокнах зависят от их строения и свойств. Волокна типа С, ответственные за вегетативную висцеральную боль, имеют большое количество опиоидных рецепторов, что позволяет добиться хорошего ответа при терапии опиоидными анальгетиками. Волокна типа А (дельта), отвечающие за болевую, температурную и тактильную чувствительность, содержат мало этих рецепторов [37]. Соответственно, опиоидные анальгетики имеют ограниченную эффективность в контроле послеоперационной боли. Местные анестетики являются неотъемлемым компонентом большинства методов регионарной аналгезии и эффективны в отношении всех типов нервных волокон. За последние десятилетия методики регионарной аналгезии стали основными средствами обеспечения оптимального контроля болевого синдрома при коррекции ВДГК.

Среди них выделяют блокаду межреберного нерва, эпидуральную аналгезию, паравертебральную аналгезия, криоаналгезия.

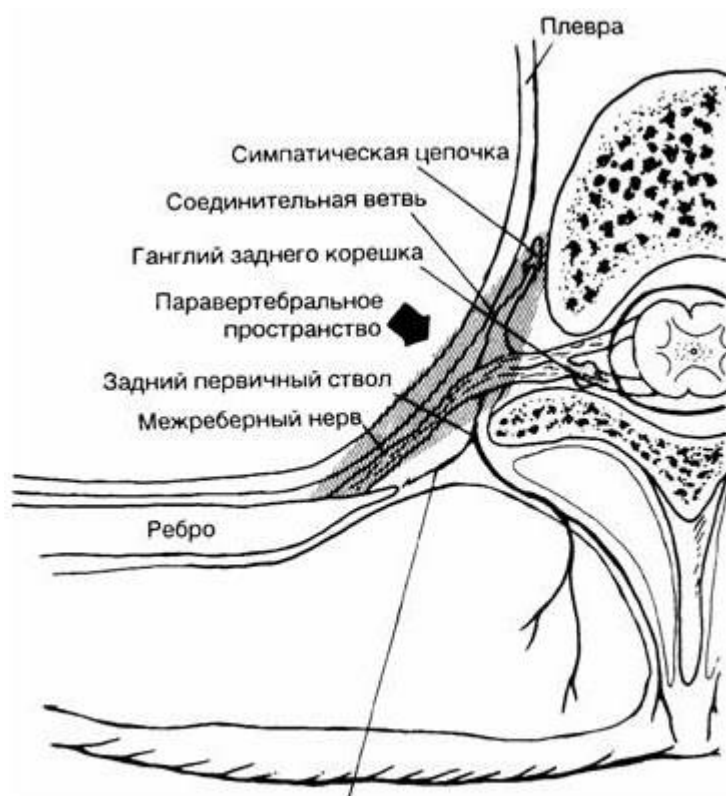
Блокада межреберного нерва

При выполнении блокады местный анестетик с помощью иглы вводят в непосредственной близости от межреберного нерва, со стороны анатомического расположения – в реберной борозде на внутренней поверхности ребра. Топографически межреберный нерв расположен в промежутке между наружной и внутренней межберерными мышцами, каудальнее артерии и вены. Блокаду межреберного нерва возможно выполнять в нескольких положениях пациента: на боку, на спине и на животе. Ввиду наличия перекрестной иннервации блокаду осуществляют минимум на 1 уровень выше и 1 уровень ниже желаемой области аналгезии. Большинство работ по применению данной методики посвящены влиянию блокады межреберного нерва на послеоперационный период после выполнения торакотомии и торакоскопии по поводу различных заболеваний органов грудной полости [21, 61, 102].

Процедура характеризуется умеренным анальгетическим эффектом, основной цели в обеспечении адекватного пролонгированного обезболивания после коррекции ВДГК она не достигает. После однократной инъекции достигается ограниченный по времени обезболивающий эффект, который сохраняется в течении 5-12 часов [68].

Паравертебральная блокада (ПВБ)

Впервые использована в 1905 году доктором Hugo Sellheim. ПВБ получил определенную популярность в клинической работе, однако с середины 20 века отмечился значительный спад в его использовании [91]. Интерес к этой методике возрождается на протяжении двух последних десятилетий, преимущественно в Европе. ПВБ – это метод, при котором анестетик вводят в паравертебральное пространство грудной клетки. Паравертебральное пространство представляет собой узкую щель треугольной формы, непосредственно примыкающую к латеральной поверхности тел позвонков (рисунок 1.3).



Верхняя реберно-поперечная связка

Рисунок 1.3 – Паравертебральное пространство

Анатомически пространство по форме напоминает клин. Сзади оно ограничено верхней реберно-поперечной связкой, в переднебоковом отделе париетальной плеврой, а сверху и снизу головками и шейками соседних ребер. Основанием этого клиновидного пространства служат тела позвонков и межпозвоночные отверстия. В боковом отделе паравертебральное пространство переходит в межреберное пространство.

Торакальная ПВБ является проксимальной межреберной блокадой, при которой нервные корешки анестезируются непосредственно в паравертебральном пространстве, как раз после их выхода из межпозвоночного отверстия. По данным Marret E. et al., паравертебральная блокада в комбинации с внутривенной анальгезией является альтернативой эпидуральному обезболиванию после торакотомии. Непрерывное введение 0,5% раствора ропивакаина улучшает качество обезбоживания после торакальной операции при использовании мультимодальной анальгезии [70]. Aydin G. et al., в своем исследовании сравнили

ПВБ и ЭА при миниинвазивной коррекции ВДГК у 32 пациентов по следующим критериям: демографические показатели, вариант деформации, потребность в опиоидах (количество), уровень болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), время до первой потребности в опиоидах в часах, удовлетворенность обезболивания и время госпитализации. Согласно их данным, продемонстрированы аналогичные результаты. Однако, ввиду локального действия анестетика сохраняется менее выраженный обезболивающий эффект из-за остаточной иннервации выше и ниже лежащих нервов относительно установленной пластины в группе ПВБ [24].

Эпидуральная аналгезия

В 1880-х годах невролог J. Leonard Corning впервые предложил вводить раствор анестетика в эпидуральное пространство. В настоящее время показания к эпидуральной анальгезии значительно расширили. Методика вошла во всеобщее применение. Местный анестетик, попадая в эпидуральное пространство, блокирует проводящие нервные волокна, напрямую связанные со спинным мозгом. Эпидуральная блокада обеспечивает хирургическую анестезию, интраоперационное расслабление мышц, а также контроль болевого синдрома после операции с опосредованным прямым и непрямым воздействием на отдельные физиологические процессы. При коррекции ВДГК эпидуральный катетер для введения анестетика устанавливают на уровне Th3–5. Длительность проведения ЭА не менее 3 дней [60]. Местные анестетики (новокаин, лидокаин, бупивакаин) и опиоиды (трамадол, морфин) являются основными классами препаратов, используемых для эпидуральной аналгезии.

В начале 1980-х годов морфин для эпидурального введения в торакальной хирургии применяли ввиду его гемодинамической стабильности и относительно длительной продолжительности действия [60]. Риск угнетения дыхания и медленное начало терапевтического эффекта морфина способствовали поиску альтернативных препаратов для эпидурального введения.

В настоящее время наиболее популярны комбинации местных анестетиков и опиоидов. Одно из основных преимуществ – пролонгированный многоуровневый

анальгетический эффект. В сравнительных исследованиях ЭА превосходит внутривенную аналгезию опиатами, демонстрируя меньший уровень болевого синдрома, более раннюю активизацию и снижение длительности стационарного лечения [94, 104]. Несмотря на явные превосходства среди регионарных методов аналгезии, ЭА на грудном уровне характеризуется наибольшей сложностью выполнения и рядом анатомических особенностей. Эпидуральное пространство на уровне грудных позвонков сложнее идентифицировать из-за анатомических различий в строении грудных позвонков. По данным Dolin et al., частота дисфункциональных эпидуральных катетеров составляет более чем 16%. Это число отражает как непреднамеренное прекращение эпидуральной аналгезии, так и технические сложности в ходе установки катетера [38]. В исследовании St. Peter et al., эта частота достигает 35% [95, 96]. Процедура установки эпидурального катетера может осложняться таким тяжелым осложнением, как возникновение эпидуральной гематомы. Точную частоту встречаемости данного осложнения при коррекции ВДГК определить затруднительно, поскольку наиболее крупные исследования, оценивающие риск осложнений после ЭА, включают в анализ эпидуральную аналгезию на уровне поясничных позвонков, а также разнородную когорту пациентов по характеру оперативных вмешательств и первичных заболеваний [33].

1.3 Криоаналгезия

В XIX веке J. Arnott впервые описал положительные стороны применения низких температур для снижения болевого синдрома [23]. Помимо попыток аналгезии он применял солевой раствор, содержащий колотый лед при температуре от -18°C до -24°C для лечения запущенных форм рака груди и матки, преследуя цель редуцировать объемы первичной опухоли для продления жизни на терминальных стадиях заболеваний.

В 1930-х годах L. Lortat-Jacobs и G. Solente начали применять жидкий углекислый газ с помощью медных наконечников в гинекологической практике

[67].

Первые экспериментальные исследования в России в 1935 году были посвящены влиянию низкой температуры на функциональное состояние клеток центральной нервной системы, что можно найти в работах А.Д. Сперанского, описавшего эффекты замораживания ткани коры головного мозга для лечения эпилепсии [19]. В 1938 г. вышла книга М.А. Беридзе «К вопросу о применении криотерапии в дерматологии», в которой подробно и образно была описана методика и представлены отдаленные результаты лечения [2].

Применение в клинической практике жидкого азота в лечебных целях впервые описал Н. Allington в 1950 г. Он обнаружил, что свойства жидкого азота сходны с жидким воздухом и кислородом, а по летучести превосходят последние [22].

Началом современной эпохи криохирургии считают 1961 год, когда I. Cooper и A. Lee разработали криохирургический зонд для лечения паркинсонизма и других заболеваний нервной системы [31, 34, 35]. Конструкция зонда представлена тремя концентрическими трубками. Внутренняя труба является каналом для подачи жидкого азота к наконечнику. Свободное пространство между внутренней и средней трубкой обеспечивает путь для выхода газа от наконечника зонда. Пространство между средней и внешней трубками выполняет роль вакуумной изоляции, препятствующей потере достигнутой температуры в области наконечника (рисунок 1.4). После отвода температуры от ткани жидкий азот становится газообразным и выходит через внешнюю трубку.

В СССР основоположниками криохирургии были врач-нейрохирург Э.И. Кандель и физик А.И. Шальников. В схожий период времени Э.И. Кандель обратил внимание на возможности использования сверхнизкой температуры в нейрохирургии.

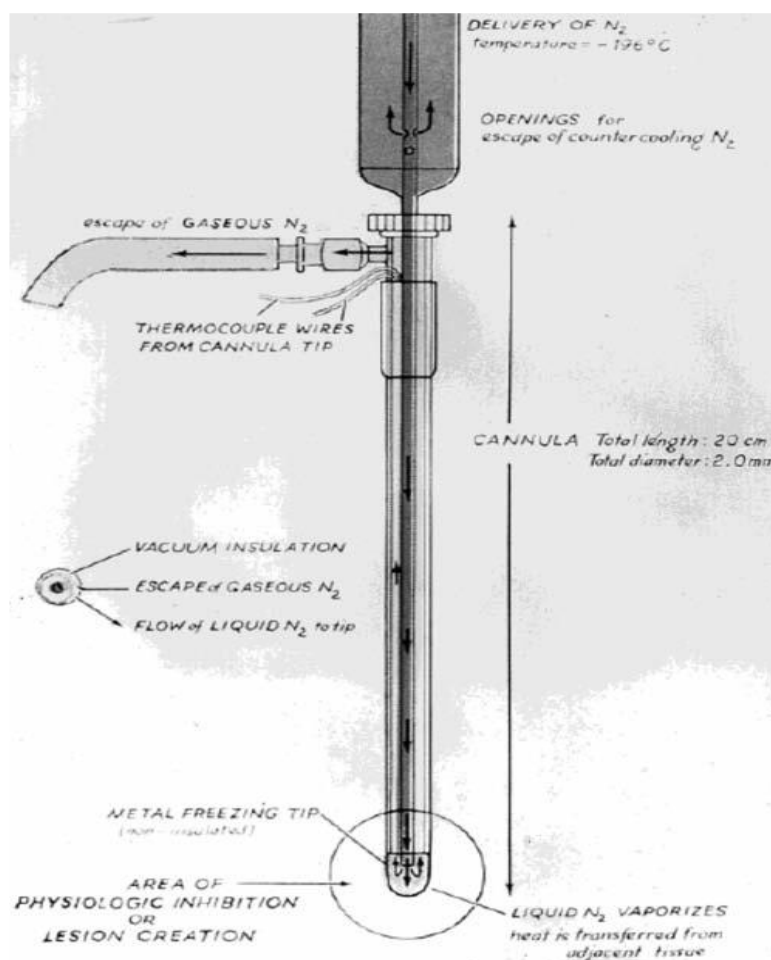


Рисунок 1.4 – Схема первого криозонда, разработанного Купером и Ли для лечения паркинсонизма [34]

В начале 60-х годов XX века под руководством и при непосредственном участии А.И. Шальникова создали криохирургические устройства и аппараты для практического применения. Экспериментальные работы на животных показали, что криовоздействие можно применить в ряде различных областей медицины. Это позволяет разрушать отдельные участки мозга, подвергать деструкции опухоли, а также патологические очаги в различных органах.

Разработка и внедрение альтернативных методов лечения и новых фармакологических препаратов явилось причиной снижения интереса к криохирургии в 1970-е годы. Например, использование криохирургии при болезни Паркинсона стало неактуальным после введения в широкую практику Леводопы (L-дофа). Эволюция более простого метода лечения геморроя путем перевязки и трансмукозных инъекций склерозантов также привело к сокращению

использования криохирургии в данной области.

Однако на фоне снижения популярности криохирургии на Западе, в 1972 г. в Харькове был организован Научно-исследовательский институт проблем криобиологии и криомедицины. Многолетние исследования коллектива института позволили ответить на многие вопросы теории криовоздействия, выработать практические рекомендации по методике их применения в криохирургии [8]. В 1974 г. вышла первая монография под редакцией Э.И. Канделя «Криохирургия», обобщившая опыт применения криохирургических технологий в разных областях практической медицины [10].

Дальнейшая разработка современных аппаратов с малым диаметром поверхности, вакуумной изоляцией и рабочей температурой до -200° позволило расширить применение криохирургии в онкологии, дерматологии, гастроэнтерологии, оториноларингологии, офтальмологии, пульмонологии, урологии, челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, гинекологии, маммологии [1, 3, 6, 9, 12, 14, 17, 27, 83, 87, 105].

В нейрохирургии с помощью высокоточного криозонда выполняли деструкцию отдельных участков мозга при паркинсонизме, торсионной дистонии, атетозе, спастической кривошеи и других различных гиперкинезах, эпилепсии, болевых синдромах, деструкцию опухолей головного мозга и сосудистых мальформаций [11, 15, 16, 100].

Таким образом, применение криотехнологий, ввиду своей единой физиологической модели, относительной универсальности методики, безопасности и доступности, нашло точки приложения в различных областях медицины.

Идея применения криозонда для блокады проведения нервных импульсов и достижения обезболивания возникла с целью улучшения результатов лечения острой и хронической боли и получения продолжительного обезболивающего эффекта. Впервые термин «криоаналгезия» предложил Lloyd J. et al., в 1976 году. Он разработал и начал активно применять методику криовоздействия для контроля над болью [64]. В исследование вошло 64 пациента с различными причинами

болевого синдрома: межреберная боль – 17 пациентов, люмбалгия – 17, лицевая невралгия – 6, злокачественные опухоли – 28 (криовоздействие применяли к пораженному регионарному нерву или же в область наиболее болезненных очагов). По его данным, криоаналгезия превосходила другие существующие методы деструкции периферических нервов, таких как алкоголизация, применение раствора фенола или хирургический невролиз вследствие меньшей частоты развития неврита или невралгии, а также более выраженного клинического эффекта.

Barnard J., Lloyd J., Evans P. и Green C. популяризовали крионейроабляцию в 1980-х годах, однако с тех пор существует относительно мало публикаций, посвященных указанной тематике [26, 42, 49, 64].

В ходе дальнейших экспериментальных исследований сформулированы механизмы криоаналгезии. Применение низких температур к нервным тканям создает блокаду проводимости, похожую на действие местных анестетиков. При 10 С° крупные миелиновые волокна перестают проводить нервные импульсы, а при -20 С° все нервные волокна. Степень и продолжительность эффекта нарушения проводимости напрямую зависит от уровня температуры и времени воздействия [41]. Долгосрочное обезболивание при криоаналгезии происходит вследствие повреждения кристаллами льда сосудов *vasa nervorum* и появления эндоневрального отека. Давление эндоневральной жидкости увеличивается примерно на 20 мм спустя 90 минут после криовоздействия. Изменения периневрия сопровождаются максимальным уменьшением давления внеклеточной жидкости в течение 24 часов с последующим постепенным увеличением и достижением плато спустя шесть дней после повреждения. Указанный процесс нарушает нервную структуру и создает эффект Валлеровского перерождения (дистрофия и распад нервных волокон, возникающее при поражении клеточных тел нейронов), но оставляет миелиновую оболочку и эндоневрий неповрежденными [76].

Sunderland S. в 1968 г. в ходе экспериментальных работ продемонстрировал, что в случае интактного эндоневрия не происходит образования невромы, и нерв способен восстанавливаться со скоростью 1 – 1,5 мм / нед. [99]. Он описал пять

категорий повреждения нерва на основании гистологического исследования и прогноза.

Первая степень (нейропраксия) – повреждение с минимальными гистологическими изменениями, при которой нарушена проводимость, но сохранена анатомическая непрерывность нерва. Восстановление проводимости нервных импульсов происходит от нескольких дней до месяцев.

Вторая степень (аксонотмезис) – повреждение, сопровождающееся потерей целостности аксонов, при котором присутствует перерыв аксонов с валлеровским перерождением нервных волокон дистальнее места повреждения, тогда как соединительнотканые структуры (эндоневрий, периневрий, эпиневррий) остаются сохранными. Эта степень является целью криоабляции нервов.

Третья, четвертая и пятая степени (нейротмезис) связаны с нейронной и стромальной деструкцией нерва (рисунок 1.5).

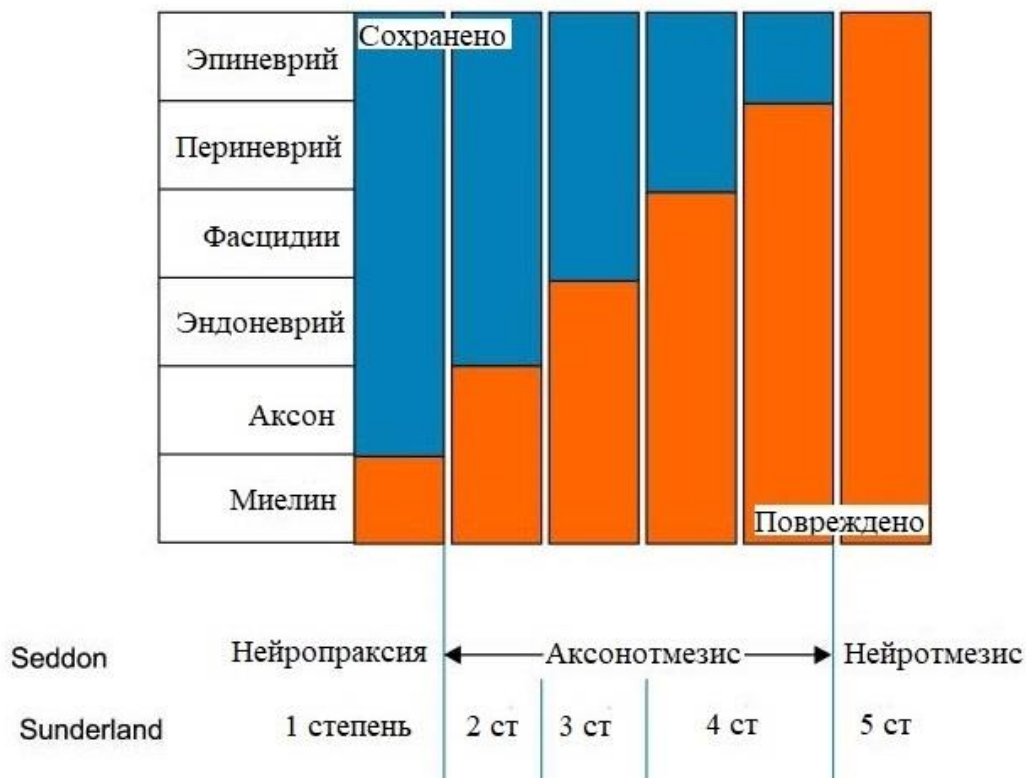


Рисунок 1.5 – Классификация повреждений нервов по Seddon и Sunderland

Степень повреждение нерва при криоабляции зависит от ряда условий: 1) близость криозонда к нерву, 2) диаметр криозонда, 3) величина образовавшегося ледяного шара, 4) характеристика замораживания (скорость и продолжительность) и 5) температура тканей в непосредственной близости к зонду (например, спинномозговая жидкость / кровоток). Интенсивность и продолжительность обезболивания зависит от степени поражения нервов [88].

На основании фундаментальных данных, полученных в ходе вышеуказанных исследований, сформированы теоретические предпосылки к применению криоабляции нервов для снижения болевого синдрома в торакальной хирургии.

Среди основных показаний к криоабляции нервов выделяют болевой синдром в раннем послеоперационном периоде, хронический болевой синдром, низкую эффективность консервативных методов лечения.

1.4 Криоаналгезия в торакальной хирургии

Торакотомия – это один из наиболее болезненных хирургических доступов [65]. Боль после торакотомии является следствием травмы мягких тканей, ребер, мышц и периферических нервов, при этом болевой импульс поступает в ЦНС по афферентным путям межреберных нервов от грудной стенки и плевры, по диафрагмальному нерву из средостения, по блуждающему нерву и плечевому сплетению. Поиск оптимального метода обезболивания долгое время был предметом научных изысканий.

Впервые криоаналгезия в торакальной хирургии была использована в целях купирования болевого синдрома после торакотомии. В 1974 году Nelson K. et al. впервые описал интраоперационный межреберный крионевролиз [79]. По его данным техника наиболее эффективна для купирования послеоперационного болевого синдрома и имела ограниченную эффективность при хронической висцеральной боли.

Богатая иннервация грудной клетки, множество разнообразных генераторов нервных импульсов, участвующих в патогенезе послеоперационной торакалгии, не

допускает применение крионейроабляции в качестве единственного метода лечения болевого синдрома и достигает наилучшего результата в комбинации с консервативной терапией. В 1980 году Glynn C. с соавт. провели сравнительное исследование эффективности крионейроабляции при торакотомии. Послеоперационная боль и потребность в опиоидах, как в ближайшем, так и отдаленном послеоперационном периоде, были ниже в группе крионейроабляции [47]. Orr I. et al. [82] в своем исследовании при торакотомии рандомизировали 45 пациентов на 3 группы: получающая морфин в/м, группа криоанальгезии и группа продленной инфузии морфина. Всем пациентам проведен наркоз с использованием искусственной вентиляции легких. Во время операции в контрольной группе и группе продленной инфузии морфина выполняли блокаду ребер с 0,5% бупивакаином, а группа криоанальгезии подверглась 45 секундному замораживанию межреберного нерва под визуальным контролем в послеоперационном периоде. Потребность в опиоидных анальгетиках и выраженность болевого синдрома была меньше в группе криоанальгезии. Авторы отметили, что этап крионейроабляции добавил около 20 минут к общему времени операции, но дал преимущество в послеоперационном обезболивании.

Green C. et al. изучали эффективность криоанальгезии у 43 пациентов при постгерпетической и межреберной невралгии. Половина пациентов отметили значительное облегчение на протяжении 3 месяцев после процедуры. Ни у одного пациента не развился неврит, после процедуры отмечено возвращение сенсорной функции [49].

Актуальным вопросом оставалось гистологическое исследование нервных волокон после криовоздействия и определение уровня изменений нерва и окружающей ткани, начальные попытки оценки которого отмечены еще 1981 году [76].

В 2001 году N. Moorjani et al. провели исследование, включающее клиническую и экспериментальную часть. В эксперименте исследовали нерв после выполнения криоанальгезии у 6 собак. Межреберные нервы подвергались воздействию различной продолжительности криоабляции (30, 60, 90 и 120 с).

После этого нервы подвергали гистологическому исследованию через равные промежутки времени в течение последующих 6 месяцев. По результатам гистологического исследования спустя 2 минуты криовоздействия была отмечена дегенерация аксонов, накопление отечной жидкости и капиллярный стаз, однако эндоневрий остался интактным (рисунок 1.6 А). Через 1 неделю отек аксонов разрешился и появились признаки пролиферации Шванновских клеток. Восстановление межреберного нерва было завершено через 1 месяц для групп 30 и 60 секунд (рисунок 1.6 Б). Для нервов, подвергшихся более длительной криоаналгезии, время до полного восстановления было пропорционально увеличено. В клиническом исследовании 200 пациентов, перенесших торакотомию, были рандомизированы в группу криоаналгезии и традиционной (парентеральные опиаты) аналгезии. Среди сравниваемых показателей оценивали баллы послеоперационной боли, дыхательные тесты и потребность в опиоидных анальгетиках. Клинически было отмечено статистически значимое снижение показателей уровня послеоперационной боли, потребности в опиоидах и улучшение показателей тестирования дыхательной функции у пациентов в группе криоаналгезии [73].

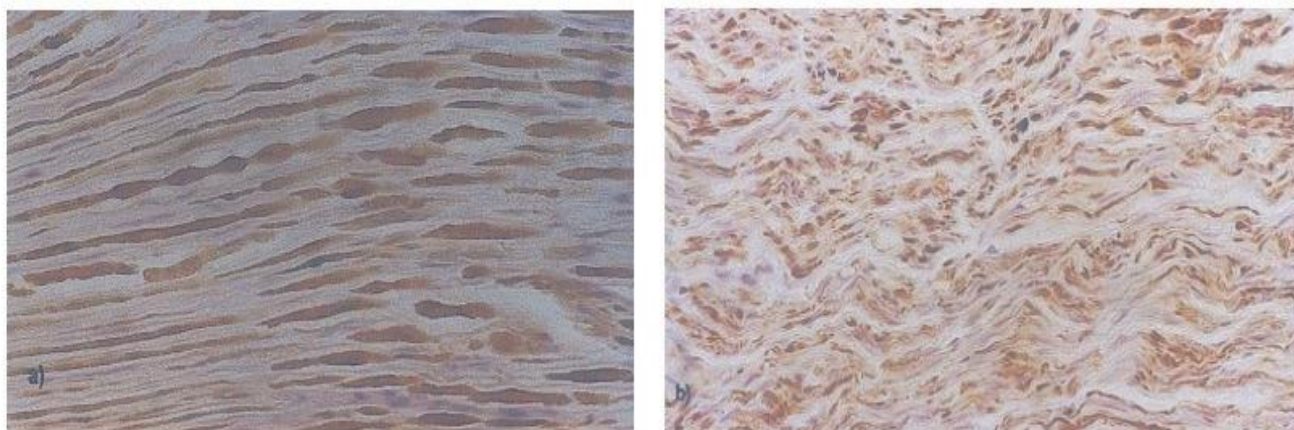


Рисунок 1.6 – А) Гистологическая картина нервной ткани спустя 2 минуты криовоздействия, 1 день Б) гистологическая картина нервной ткани через 1 месяц после криовоздействия. Увеличение 2,5 x 40

Интерес к криоаналгезии в области хирургии врожденных деформаций грудной клетки возник сравнительно недавно, основная масса работ датирована второй декадой XXI века. Опубликован ряд работ о применении КМН (криоабляция межреберных нервов) в педиатрической практике с хорошим клиническим результатом в профилактике послеоперационной боли после коррекции ВДГК.

В 2016 году Keller et al. провели сравнительное нерандомизированное исследование 52 детей с воронкообразной деформацией грудной клетки. Эпидуральные катетеры были установлены в качестве регионарной анестезии. В послеоперационном периоде КМН выполнена 26 пациентам. Среди общих анализируемых показателей оценивали возраст, пол, индекс Галлера, состояние физического здоровья по шкале ASA. Среди специфических показателей продолжительность пребывания в больнице после операции, время операции, общее количество внутривенного употребления опиоидов и продолжительность их приема. Субъективным показателем выступали оценка уровня болевого синдрома. Процедуру КМН проводили с помощью прибора cryoICE Probe от компании ©AtriCure для нервного блока в течении 2 минут с температурой $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1.7).

Согласно полученным данным, КМН увеличивает время операции в среднем на 20 минут, однако ее дополнение к мультимодальной анальгетической терапии привело к снижению продолжительности госпитализации после операции по сравнению с группой пациентов, получавшими эпидуральную анестезию. Сокращение продолжительности пребывания в стационаре компенсирует дополнительные расходы на увеличение времени работы в операционной и стоимости процедуры КМН. Кроме того, происходит уменьшение общего операционного времени ввиду отсутствия установки эпидурального катетера. Потребление опиоидных анальгетиков в группе криоабляции также было ниже относительно контрольной группы [56].

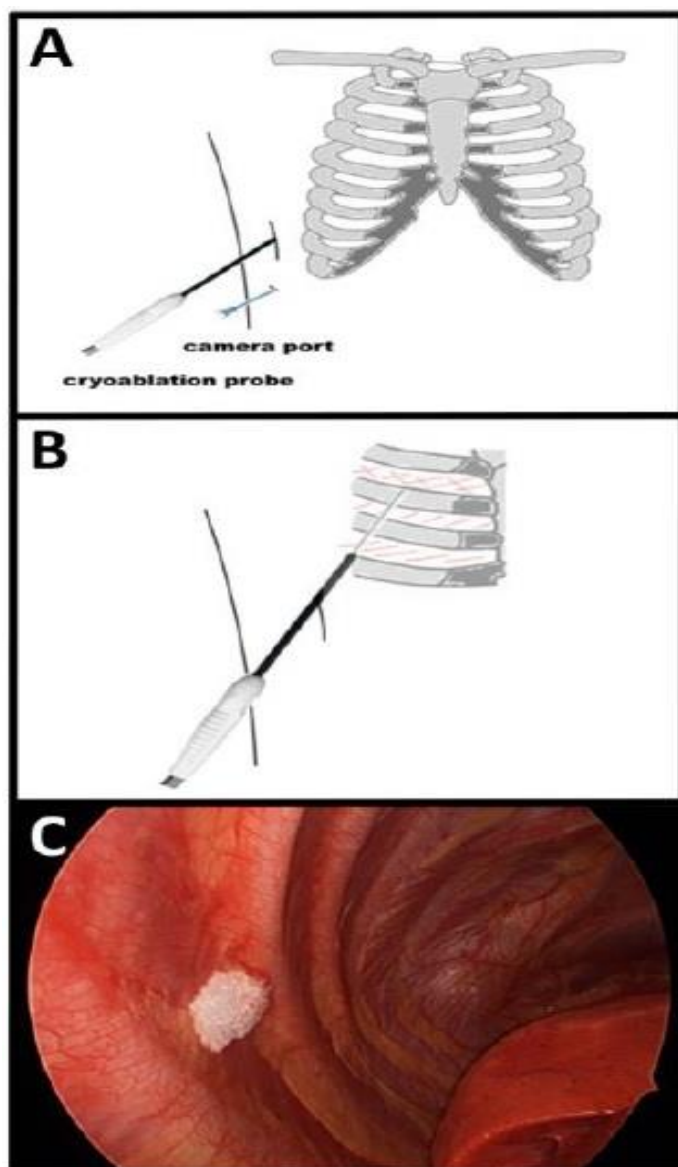


Рисунок 1.7 – Схема проведения криоабляции межреберных нервов справа и внешний вид со стороны плевральной полости непосредственно после воздействия

В публикации Morikawa et al. от 2018 года описан опыт проведения КМН у 6 детей после торакопластики по Нассу. Проведено сравнительное нерандомизированное исследование с ретроспективной группой до начала использования криоаналгезии. Авторы предложили методику проведения КМН изнутри плевральной полости с установкой дополнительного торакопорта для доставки устройства cryoICE Probe (рисунок 1.8).

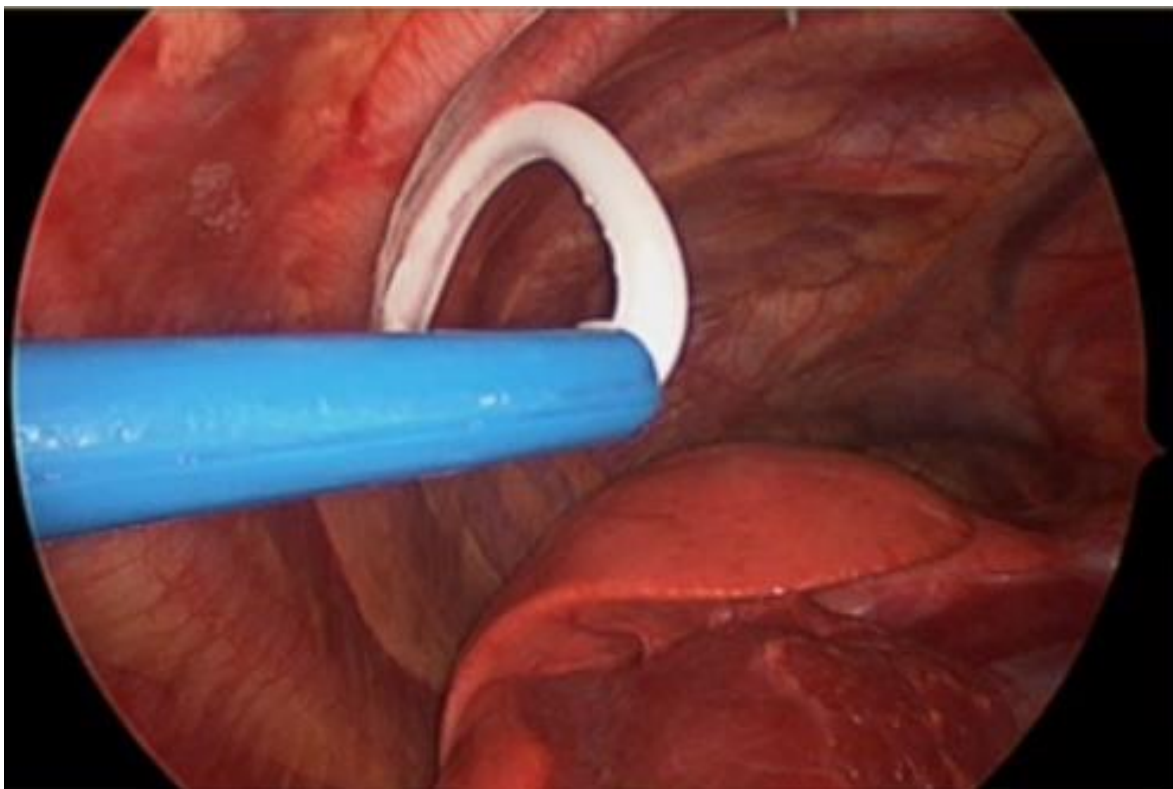


Рисунок 1.8 – Процедура криоабляции межреберного нерва. Вид изнутри плевральной полости

Авторы отметили снижение потребления опиоидных анальгетиков, сокращение послеоперационных сроков нахождения в стационаре в группе КМН. Указанная модификация процедуры обеспечивает удовлетворительный обезболивающий эффект [74].

Dekonenco et al. в 2020 году опубликовали результаты проспективного сравнительного исследования применения КМН, ЭА и РСА у детей при коррекции ВДГК. В исследование вошло 100 пациентов. Количественное распределение по группам было в равном соотношении. Среднее потребление опиоидных анальгетиков, показатели болевого синдрома и средний срок пребывания в стационаре в послеоперационном периоде были ниже в группе КМН.

Побочным эффектом КМН является временное снижение чувствительности после операции. Время восстановления иннервации составляет 1-3 месяца у большинства пациентов, но может продолжаться до 6 месяцев в отдельных наблюдениях [73].

По данным Rettig et al. применение КМН позволяет выписать пациента из стационара в день операции. Средняя продолжительность госпитализации составила 11,9 часов. После выписки отсутствие потребности в опиоидных анальгетиках была у 66,7 % пациентов [90].

Все работы по изучению влияния КМН на уровень болевого синдрома и вытекающие из этого особенности течения послеоперационного периода проводили у детей, что может иметь качественные отличия в результатах применения указанной методики у взрослых. Этому существует ряд обоснований, основное из которых различная ригидность в строении грудной клетки.

В 2014 году Johnson et al. провели систематический обзор хирургических методов лечения взрослых пациентов и детей с ВДГК. В исследование было отобрано 39 научных работ, опубликованных на английском языке с января 1949 года по июль 2012 года. Авторы рекомендуют проводить неосложненным педиатрическим пациентам с симптоматической ВДГК коррекцию по методу Насса, который продемонстрировал свои преимущества у детей в ряде исследований. Основные показатели интра- и послеоперационного периода в группе детей и пациентов старшего возраста статистически значимо не отличались. Однако существует дефицит исследований по оценке результатов коррекции ВДГК у взрослых [55].

1.5 Выводы по главе 1

Проанализировав литературные данные по вопросу снижения болевого синдрома в послеоперационном периоде при коррекции ВДГК у взрослых, стоит обратить внимание на разнообразие и различную популярность методов регионарной анальгезии в разных странах, что указывает на отсутствие единого алгоритма проведения анальгетической терапии. КМН продемонстрировала свою эффективность у пациентов после торакотомии и при коррекции ВДГК у детей. Однако в настоящее время нет работ, посвященных стандартизированной оценке результатов КМН при коррекции ВДГК у взрослых. Эти факты подтверждают

актуальность и необходимость проведения исследований в указанном направлении.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период с сентября 2019 по май 2021 гг. в отделении торакальной хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России проведено проспективное рандомизированное исследование у 40 пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки II-III степени старше 18 лет.

2.1 Дизайн исследования

В исследование вошло 40 больных ВДГК II и III степени. С целью объективной оценки результатов в исследование не включали пациентов с выраженной ВДГК (Индекс Халлера более 5,5) и наличием тяжелой ассиметричной деформации, требующей установки 2 и более пластин. Таким образом основной пул пациентов составили больные с симметричной и ассиметричной воронкообразной деформацией грудины 2-3 степени. Все пациенты были разделены методом конвертной рандомизации на 2 группы в равном соотношении (рисунок 2.1).

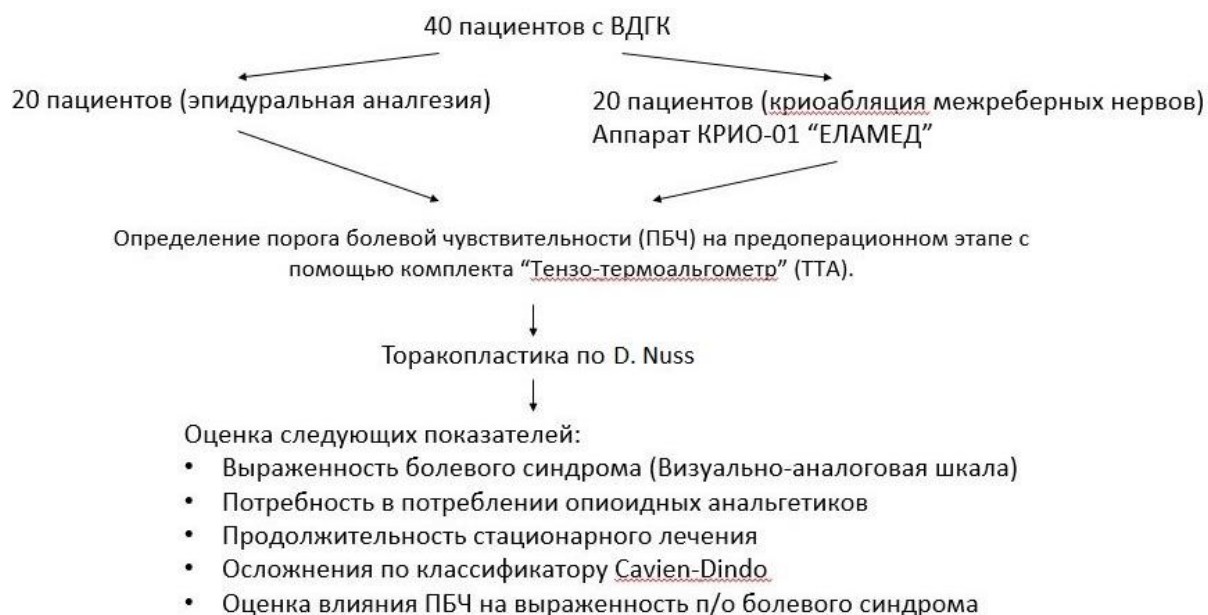


Рисунок 2.1 – Дизайн исследования

Предоперационно всем пациентам проведена оценка исходного уровня болевого порога с помощью аппарата ТТА ГНЦ РФ-ИМБП с целью объективизации болевого синдрома в обеих группах. В основной группе пациентам в качестве регионарного метода анальгезии проводили двустороннюю КМН. В контрольной группе пациентам устанавливали эпидуральный катетер для пролонгированного поступления анестетика. Протокол ведения пациентов в послеоперационном периоде был единым для обеих групп. Завершающим этапом исследования был анализ результатов оперативного лечения и критериев оценки болевого синдрома в группе КМН и ЭА. Создана база данных на основе программы Microsoft Excel. Внесены сведения по 40 больным, включающие информацию по более чем 30 клинико-инструментальным параметрам.

2.2 Статистическая обработка

Для анализа материала исследования использовали статистические методы для ненормального распределения данных: медиана, среднее арифметическое значение. С учетом наличия двух групп пациентов для обработки количественных показателей был использован ранговый критерий Краскела-Уоллиса, однофакторный дисперсионный анализ. Для качественных данных применяли точный критерий Фишера, критерий хи-квадрат (произвольная таблица). При сравнении двух групп для анализа количественных параметров использован критерий Уилкоксона-Манна-Уитни. Вычисления проводились в программе SPSS version 22.0 software (SPSS, Inc., Chicago, IL).

Поскольку индексы Галлера имеют стандартное распределение, для их сравнения использовался t-критерий Стьюдента. Для сравнения НСС использовался критерий хи-квадрат.

2.3 Характеристика обследованных больных и групп сравнения

Среди пациентов, включенных в исследование, преобладали мужчины – 32

(80%), женщин было 8 (20%), соотношение полов 1:4. Возраст больных варьировал от 18 до 38 лет, в среднем составил $25,1 \pm 3,9$. Распределение пациентов по возрасту и полу представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Распределение больных с воронкообразной деформацией грудной клетки по возрасту и полу

| Возраст | Мужчины | | Женщины | | Всего | |
|-------------|---------|------|---------|------|-------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| 18-20 | 6 | 12,5 | 2 | 4,2 | 8 | 16,7 |
| 21-25 | 14 | 35,4 | 3 | 6,9 | 16 | 42,3 |
| 25-30 | 9 | 23,6 | 2 | 13,2 | 11 | 36,8 |
| 31 и старше | 3 | 2,8 | 1 | 1,4 | 4 | 4,2 |
| Итого | 32 | 80 | 8 | 20 | | |

Все пациенты обследованы по единому предоперационному протоколу. Всем больных коррекция воронкообразной деформации выполнена по методике D.Nuss. В соответствии с поставленными задачами исследования были сформулированы следующие группы с различными методами регионарной аналгезии:

Основная группа (n=20) – в данную группу включены пациенты, которым по поводу ВДГК выполнена торакопластика по D.Nuss. Интраоперационно выполнена двусторонняя КМН с помощью аппарата КРИО-01 «ЕЛАМЕД».

Контрольная группа (n=20) – в данную группу включены пациенты, которым по поводу ВДГК была выполнена торакопластика по D. Nuss. Перед началом операции пациентам был установлен эпидуральный катетер на уровне Th7-10 с целью продленного поступления анальгетического препарата в послеоперационном периоде.

Средний возраст больных в основной группе составил $25,9 \pm 3,8$, в контрольной группе – $23,6 \pm 4,03$ года (таблица 2.2).

Для разделения пациентов в зависимости от типа деформации была использована анатомическая классификация ВДГК, предложенная H.J. Park (2008)

(рисунок 2.2). Согласно данной классификации, доля пациентов с симметричной деформацией (СД) (тип 1А и 1В по классификации Парка) составила 85% (34 человека), доля пациентов с легкой асимметричной деформацией (ЛАД) (тип 2А1 и 2А2 по классификации Парка) составила 15% (6 человек).

Таблица 2.2 – Демографические данные в группах сравнения

| | КМН (n=20) | ЭА (n=20) |
|---|------------|-----------|
| Средний возраст | 24,05 | 25,5 |
| Пол | | |
| мужчины (%) | 14 | 17 |
| женщины (%) | 6 | 3 |
| Средний индекс Халлера | 4,6 (1,46) | 4,4 (1,2) |
| Оценка физического статуса по шкале ASA | 1 (1-2) | 1 (1-2) |

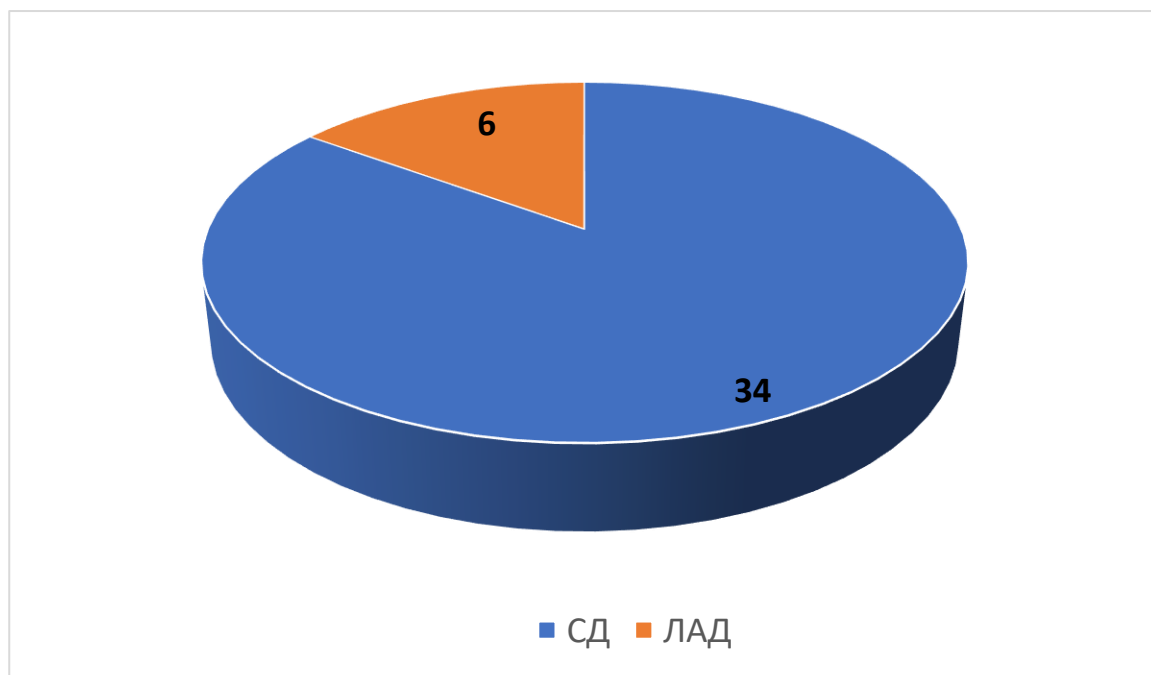


Рисунок 2.2 – Распределение пациентов в зависимости от типа деформации при симметричной деформации (СД) и легкой ассиметричной деформации (ЛАД)

2.4 Методы обследования

Предоперационное обследование

Визуальный осмотр. При визуальном осмотре определяли тип деформации. При симметричном типе деформации (СД) обе половины грудной клетки развиты одинаково, центр депрессии совпадает с центром грудины (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Симметричный тип ВДГК

Легкий асимметричный тип деформации (ЛАД) – половины грудной клетки развиты несимметрично, имеется локальная зона депрессии, центр которой не совпадает с центром грудины (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Легкий ассиметричный тип ВДГК

При поступлении в стационар у всех больных регистрировали рост, вес, ИМТ. Клинический анализ крови, общий анализ мочи и биохимические исследования выполняли унифицированным методом в клинко-диагностической лаборатории НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского.

В качестве инструментальных методов исследования всем больным выполняли МСКТ ОГК, ЭХО-КГ, дуплексное сканирование вен нижних конечностей и исследование ФВД. Указанные исследования проводились как на аппаратуре НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского, так и в сторонних диагностических центрах, преимущественно по месту жительства больных. При осмотре оценивали степень ригидности грудной клетки и оценивали эластические свойства с помощью пробы Вальсальвы: глубокий вдох и форсированный выдох с задержкой дыхания и последующей оценкой подвижности передней грудной стенки. Положительный результат зафиксирован у 14 больных из группы КМН и у 16 больных из группы ЭА.

Рентгенологическое исследование. Одним из важных исследований, но менее актуальным в последнее десятилетие, в предоперационном периоде является

рентгенография органов грудной клетки в прямой и боковой проекциях (рисунок 2.5). Из особенностей можно отметить: правая граница сердца не видна на рентгеновском снимке в прямой проекции. У больных с ВДГК грудина располагается аномально кзади, вследствие чего сердце смещается влево. На рентгеновском снимке в боковой проекции визуализировано положение грудины и ее задняя граница, что позволяло определить степень деформации согласно индексу Гижицкой (ИГ). ИГ представляет собой частное от деления минимального зазора между задней поверхностью грудины и передним контуром позвоночника на максимальный. Первой степени ВДГК соответствуют значения индекса от 1 до 0,7, второй степени – 0,7-0,5, третьей – менее 0,5.



а

б

Рисунок 2.5 – Рентгенография грудной клетки в прямой (а) и боковой проекции (б) (объяснение в тексте)

Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки. Исследование выполняли как на компьютерном томографе «Philips Ingenuity СТ», установленном в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского, так и компьютерных томографов других лечебно-профилактических учреждений. С

помощью МСКТ ОГК уточняли геометрию грудной стенки, степень деформации в соответствии с классификацией J.A. Haller, конфигурацию деформации (симметричная/ассиметричная), разновидность ассиметричной деформации (правосторонняя, левосторонняя) (рисунок 2.6). Также оценивалась степень депрессии и смещения органов средостения.

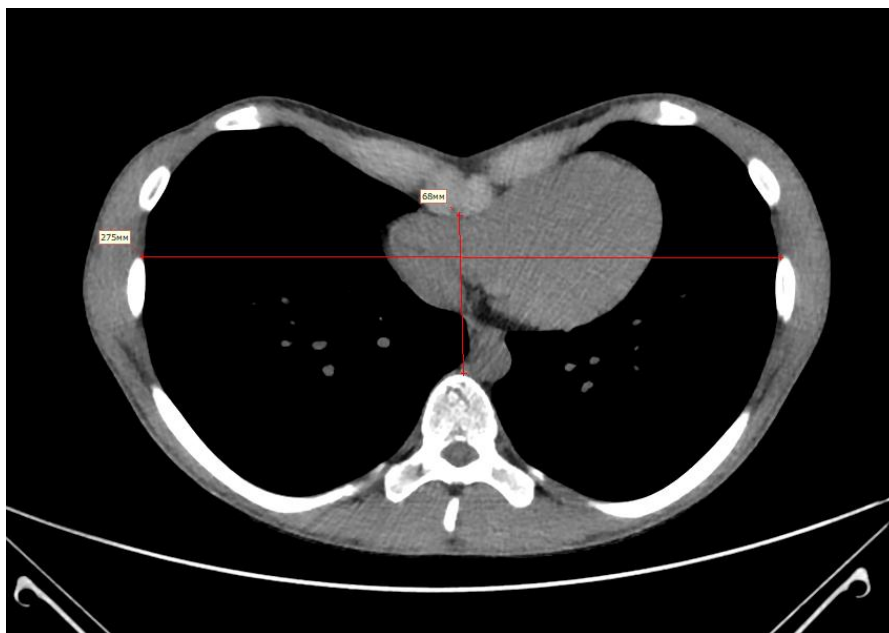


Рисунок 2.6 – Определение степени воронкообразной деформации с помощью индекса Hallera (горизонтальная ось (275 мм)/вертикальная ось (68 мм) = ИХ 4,04)

Всем пациентам выполняли МСКТ 3Д-моделирование в прямой и полу-боковой проекциях для предоперационного планирования уровня и конфигурации установки пластины в межреберных промежутках (рисунок 2.7).

ЭКГ. Электрокардиография входит в число базовых методов обследования пациентов перед оперативным лечением. Характерных изменений электрокардиограммы у пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки нет. Смещение правого желудочка кзади вызывает формирование правограммы. Смещение переходной зоны влево может являться признаком смещения кзади левого желудочка. У большинства пациентов выявляются различные степени блокады правой ножки пучка Гиса, что было зарегистрировано у 16 (40%) пациентов.

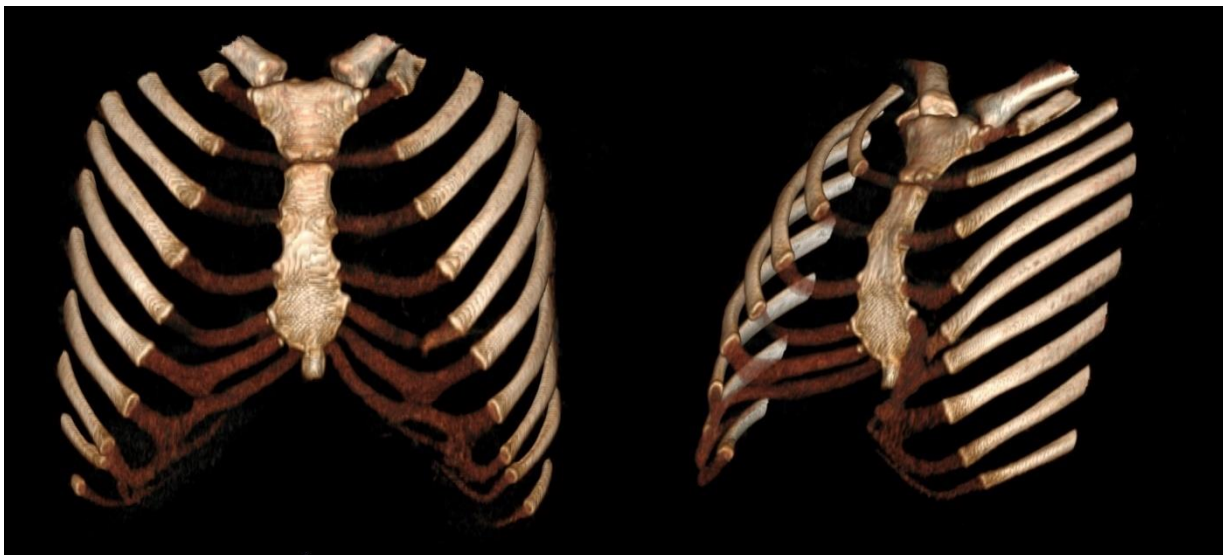


Рисунок 2.7 – МСКТ-3Д моделирование

ЭХО-КГ. Обязательный метод исследования для определения возможных сочетанных пороков развития сердца. Выраженные формы деформации оказывают значительное негативное влияние на функцию органов дыхания и деятельность сердечно-сосудистой системы. В зависимости от глубины деформации имеет место большей или меньшей степени дислокация сердца. При первой степени деформации смещения сердца не возникает. Вторая степень характеризуется смещением сердца со своего обычного места на расстояние до 3 см. При деформации грудной клетки больших степеней смещение сердца еще более увеличивается. Традиционно дислокацию сердца измеряют по данным рентгенологического и томографического исследований.

При ультразвуковом исследовании диагностический поиск проводили в отношении различных проявлений соединительнотканной дисплазии сердца, преимущественно касающихся клапанного аппарата, что может выступать проявлением генетически обусловленных изменений (таблица 2.3).

Согласно полученным данным, гемодинамически значимых изменений при выполнении ЭХО-КГ не обнаружено ни у одного пациента. У 12 (30%) пациентов зарегистрирован пролапс митрального клапана 1-2 степени, без значимой регургитации.

Таблица 2.3 – Эхокардиографические показатели, полученные при обследовании 40 пациентов с ВДГК 2–3-й степени

| Показатели | Полученные данные | Нормальные значения |
|--|-------------------|---------------------|
| Диаметр аорты, мм | $31,13 \pm 4,67$ | 30,0–35,0 |
| Раскрытие створок аортального клапана, мм | $17,7 \pm 2,9$ | 13,0–19,0 |
| Конечный диастолический размер левого желудочка, мм | $52,93 \pm 5,54$ | 46,0–57,0 |
| Толщина межжелудочковой перегородки (систолический), мм | $12,62 \pm 0,86$ | 11,0–16,0 |
| Толщина задней стенки левого желудочка (систолический), мм | $14,7 \pm 0,87$ | 12,0–18,0 |
| Фракция выброса (метод Гейхольц, %) | $65,73 \pm 3,39$ | выше 60 |
| Ударный объем, мл | $65,7 \pm 17,13$ | 60-90 |
| Конечный диастолический размер правого желудочка, мм | $21,18 \pm 3,13$ | 10,0–28,0 |
| Легочная артерия, мм | $21,61 \pm 2,94$ | до 29,5 |
| Митральный клапан: | | |
| Е/А | $3,2 \pm 0,26$ | |
| Максимальная скорость потока в м/сек | $0,7 \pm 0,03$ | 2,5-3,5 |
| | | <1 |
| | | <3 |
| Градиент в мм рт. ст. | $2,14 \pm 0,86$ | |
| Аортальный клапан: | | |
| Максимальная скорость потока в м/сек. | $1,3 \pm 0,4$ | 1-2 <25 |

Продолжение таблицы 2.3

| | | |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Градиент в мм рт. ст. | $19 \pm 3,7$ | |
| Трикуспидальный клапан: | | |
| Е/А | $1,4 \pm 1,24$ | |
| Максимальная скорость потока в м/сек | $0,6 \pm 0,3$ | 0,7-2,8 0,3-0,7 <4 |
| Градиент в мм рт. ст. | $1,87 \pm 0,81$ | |
| Пульмональный клапан: | | |
| Максимальная скорость потока в м/сек | $0,9 \pm 0,85$ | 1,64 6,7-10,8 |
| Градиент в мм рт. ст. | $7,59 \pm 0,34$ | |

Спирометрия. Одной из основных жалоб пациентов с ВДГК является чувство нехватки воздуха при физической нагрузке, одышка. Оценку функции внешнего дыхания проводили при помощи портативного спирометра MIR Spirobank (MIR, Италия), подключенного к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением WinSpiro Pro. Исследование выполняли в положении сидя с использованием носового зажима. Участнику подробно объяснялась процедура выполнения маневра форсированного выдоха. Спирометрию проводили согласно рекомендациям и критериям АТО/ЕРО [71].

Фиксировали следующие респираторные параметры: ФЖЕЛ в литрах (л), ОФВ₁ в л, отношение ОФВ₁ к ФЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ). Эти параметры обладают высокой воспроизводимостью при повторных исследованиях и являются независимым предикторами дыхательной патологии. Для получения достоверного и воспроизводимого результата минимально выполняли три маневра форсированного выдоха, максимально – восемь. Из трех приемлемых кривых «поток-объем», полученных во время маневров, рассчитывали разницу между значениями ОФВ₁ и ФЖЕЛ, в отдельности. Если по двум максимальным значениям для каждого из этих показателей разница составляла менее 150 мл (если ФЖЕЛ ≤

1 л, разница не должна превышать 100 мл), результат спирометрического исследования считали воспроизводимым (таблица 2.4). Для респираторных параметров использовали референсные величины, предложенные Глобальной инициативой по изучению функции легких (GLI 2012) [88], как наиболее современные, позволяющие рассчитать должные значения без ограничений по возрасту. Для оценки пригодности спирометрического исследования был использован искусственно созданный уровень достижения критериев АТО/ЕРО. Самый высокий или первый уровень присваивали, когда достигали все критерии АТО/ЕРО. Второй уровень, если достигали все критерии АТО/ЕРО, за исключением длительности выдоха (выдох менее 6 секунд); третий уровень, если на спирограмме присутствовали артефакты после первой секунды выполнения маневра форсированного выдоха, при соблюдении остальных критериев АТО/ЕРО. В этом случае результат считали пригодным для интерпретации. Четвертый уровень – критерии АТО/ЕРО не были достигнуты.

Таблица 2.4 – Сравнительные характеристики участников с различными значениями ОФВ₁ и ФЖЕЛ

| Параметр | ОФВ ₁ | | | ФЖЕЛ | | |
|--------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Выше значений нижнего квартиля, n=12 | В пределах значений нижнего квартиля, n=18 | Ниже значений нижнего квартиля, n=10 | Выше значений нижнего квартиля, n=4 | В пределах значений нижнего квартиля, n=15 | Ниже значений нижнего квартиля, n=21 |
| Средний возраст ± СО | 27,4±5,2 | 24,6±6,5 | 23,4±5,2 | 24,5±5,4 | 26,1±6,5 | 25,5±5,4 |
| Мужчины, n (%) | 10 (30,4) | 15 (30,3) | 6 (55,8) | 110 (30,4) | 37 (30,3) | 1 (60,8) |
| Женщины, n (%) | 2 (69,6) | 3 (69,7) | 4 (44,2) | 252 (69,6) | 85 (69,7) | 1 (60,8) |
| Возрастная группа, n (%) | | | | | | |
| До 25 лет | 5 (61,6) | 12 (27,9) | 6 (60,8) | 1 (60,8) | 10 (30,3) | 1 (60,8) |
| 25 лет и старше | 7 (38,4) | 6 (72,1) | 4 (60,8) | 3 (39,2) | 5 (69,7) | 1 (60,8) |

Послеоперационное обследование

Рентгенография органов грудной клетки в 2-х проекциях. Исследование проводили на аппарате «ZEXIRA» модель DREX-ZX80. На обзорной рентгенограмме в первые часы после оперативного вмешательства оценивали положение пластины, положение установленных дренажей, наличие воздуха или жидкости в плевральных полостях. Исследование повторяли после удаления дренажей из плевральных полостей, перед выпиской и при возникновении клинических проявлений пневмонии, ухудшения самочувствия, повышении температуры тела (рисунок 2.8).

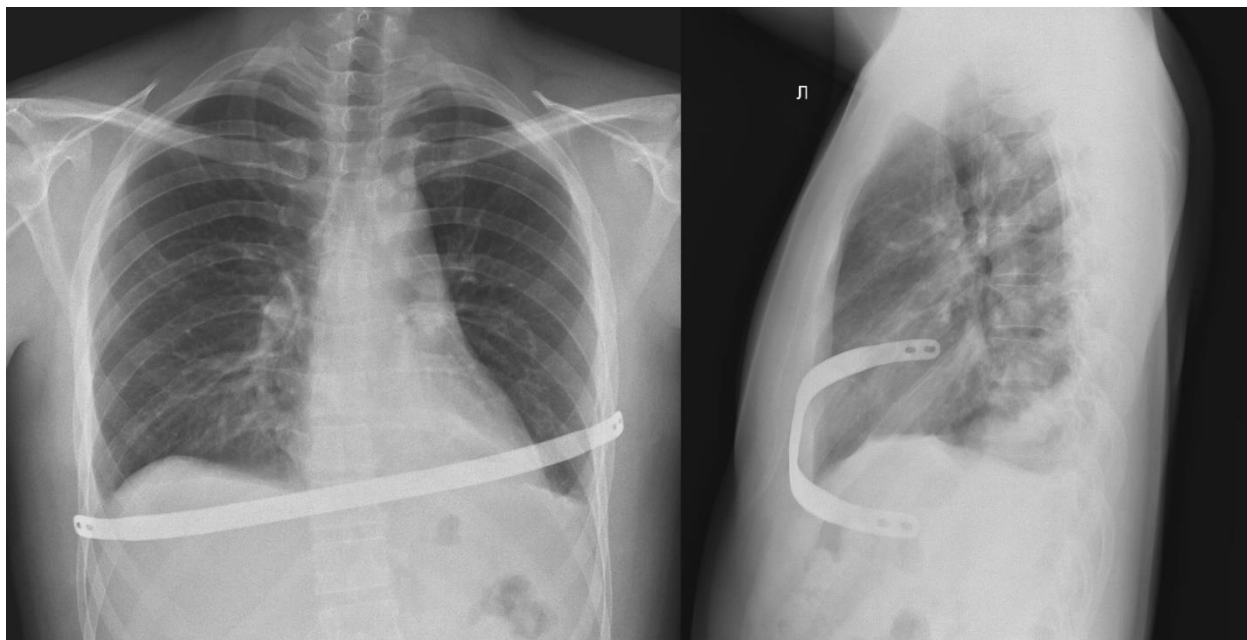


Рисунок 2.8 – Рентгенограмма после установки пластины (прямая и левая боковая проекция). Косое положение пластины

Ультразвуковое исследование (УЗИ) плевральных полостей. Выполняли для оценки наличия свободной жидкости в плевральных полостях. Выполняли по стандартной методике конвексным датчиком с частотой сканирования 2-6МГц; линейным датчиком с частотой 4-13МГц. Укладка пациента в вертикальном положении сидя при свободном дыхании. В указанной позе проводили межреберное продольное сканирование по паравертебральной линии, оценивали базальные отделы легких, наличие жидкости в реберно-диафрагмальных синусах,

экскурсию куполов диафрагмы. Затем перемещали датчик латерально для осмотра боковых отделов плевральных синусов. Исследование выполняли на 4-5 послеоперационные сутки.

Течение послеоперационного периода. Все пациенты проведены по стандартному медикаментозному протоколу ведения, в который входило применение мультимодальной анальгезии и опиоидных анальгетиков при выраженном болевом синдроме.

В первые часы после операции в отделении реанимации и интенсивной терапии всем пациентам выполняли обзорную рентгенографию с целью определения состояния легочной паренхимы, положения пластины и дренажных трубок, исключение ателектазов, гидро- и пневмоторакса.

На сегодняшний день большинство методов для оценки болевого синдрома основывается на интерпретации показаний самих пациентов. Наиболее популярны так называемые «аналоговые шкалы боли», подразумевающий ассоциацию выраженности боли с цветом («цветовая шкала») или с длиной отрезка, определяемыми обследуемым между точками «боли нет» и «невыносимая боль» согласно ВАШ. Линия возможна как горизонтальная, так и вертикальная. Обследуемому предлагают выполнить отметку на этой линии, определяющую интенсивность испытываемых им болей. Разные вариации ВАШ именуют графической рейтинговой шкалой. Наиболее простой способ измерения – цифровая рейтинговая шкала. Для оценки болевых ощущений обследуемому предлагали шкалу с градуировкой от 0 до 10 (рисунок 2.9). Пациент отмечает цифру, которая наиболее определяет силу испытываемой боли. В ходе анализа выраженности болевого синдрома была принята следующая градация степеней тяжести боли:

- слабая боль – 1-4 балла (по цифровой оценочной шкале от 0 до 10 баллов);
- умеренная боль (5-6 баллов);
- сильная боль (7-10 баллов).

На протяжении всего послеоперационного периода для количественной оценки восприятия выраженности болевого синдрома проводилась его оценка.

Для этого просили пациента на отрезке прямой линии длиной 100 мм (градуированной в миллиметрах от 0 до 100) изобразить силу боли, которую он испытывает на момент обследования. Ноль соответствовал отсутствию боли, а конечная цифра шкалы – максимально выраженной боли, которую он испытывал когда-либо в жизни. Основными ее преимуществами выступает высокая степень «чувствительности», информативность, доступность и простота использования. Основным же ее минусом является крайняя субъективность оценки выраженности болевого синдрома, не адаптированную под больных с различного вида когнитивными нарушениями или эмоциональной лабильностью, в следствии чего всем больным была проведена ТГА для объективизации уровня болевого синдрома.

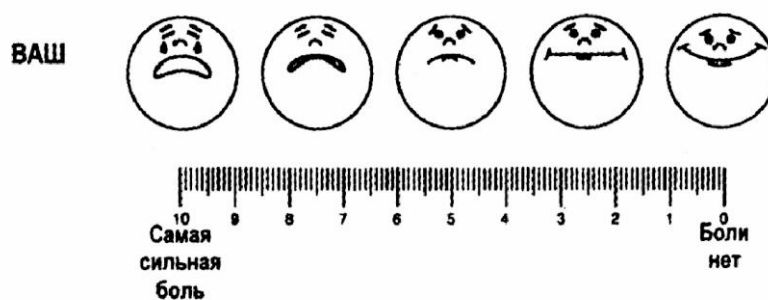


Рисунок 2.9 – Визуально-аналоговая шкала оценки болевого синдрома

С целью оценки течения раннего послеоперационного периода и качества жизни был создан оригинальный опросник, включающий в себя оценку четырех показателей: физические симптомы, физиологические функции, психосоциальная адаптация и активность. Каждый показатель представлен группой вопросов. Результаты представляются в виде оценок в баллах по 4 шкалам (симптом отсутствует, симптом присутствует редко, часто, постоянно), составленных таким образом, при котором более низкая оценка указывает на более высокий уровень качества течения послеоперационного периода (приложение А).

2.5 Описание методов регионарной аналгезии

Эпидуральная аналгезия

Для проведения ЭА применяли катетеры фирмы В. Braun, снабженные антибактериальными фильтрами. Пункцию эпидурального пространства выполняли по общепринятой методике, центральным доступом на уровне Th7–Th8, Th9–Th10 в положении пациента на правом боку. Анестезия места пункции: лидокаин гидрохлорида 2% – 3-5 мл. После идентификации эпидурального пространства катетер проводили на глубину 3-4 см краниально. Попадание просвета иглы в эпидуральное пространство контролировали по общепринятой методике, используя следующие признаки:

- ощущение «провала» иглы;
- утрата сопротивления, т.е. отсутствие сопротивления при введении жидкости шприцом через иглу, когда пузырек воздуха в шприце не деформируется;
- отсутствие вытекания спинномозговой жидкости или крови;
- висячая капля. На павильон иглы «подвешивается» капля жидкости, которая втягивается внутрь во время вдоха при попадании просвета иглы в эпидуральное пространство;
- свободное продвижение катетера за пределами просвета иглы.

После успешной идентификации эпидурального пространства проводили аспирационную пробу. Затем катетер проводили вверх на 3 см, фиксировали к коже лейкопластырем на всем протяжении, в месте пункции накладывалась стерильная повязка. В качестве анестетика для ПЭА использовали 0,2% раствор ропивакаина гидрохлорида. Применяли следующий режим введения препаратов: вводили тест-дозу МА – 0,2% раствора ропивакаина гидрохлорида в количестве 4 мг. Проводили контроль отсутствия моторного блока как показателя развития спинномозговой анестезии. Затем вводили стартовую дозу 0,2% раствора ропивакаина гидрохлорида в объеме 10-15 мл. Начальную дозу определяли выраженностью болевого синдрома, она должна быть достаточной для формирования аналгезии.

После достижения эффекта анальгезии и оценки уровня боли по шкале Расстригина Н.Н. и Шнайдера Б.В. Препарат вводили в виде непрерывной инфузии со скоростью 7-9 мл/ч. Скорость введения препарата подбирали индивидуально по мере необходимости, в зависимости от интенсивности боли, состояния пациента.

В ходе исследования выявлено, что в данной группе время от начала обезболивания до развития анальгетического эффекта составило $17,0 \pm 3,2$ мин, время от развития анальгетического эффекта до его окончания составило $504,5 \pm 120,8$ мин.

Криоаналгезия межреберных нервов (КМН)

Методика КМН при коррекции ВДГК с использованием аппарата КРИО-01 «ЕЛАМЕД» разработана в отделении торакальной хирургии НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского.

С целью прецизионного криовоздействия был адаптирован криоинструмент Кри 06/165, комплект принадлежностей и сменных насадок, в который входят насадки контактные с различными формой и диаметром рабочей части 7 мм для проведения локального замораживания или охлаждения биологической ткани контактным способом с помощью криоапликатора ГИКС.943139.133 с конусной 15° рабочей поверхностью длиной 30 мм.

Получен патент на изобретение способа хирургического лечения воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых с криообляцией межреберных нервов №2754388 (приложение Б).

Описание метода: двухпросветная интубация легких с возможностью последовательного отключения. Малоинвазивную коррекцию ВДГК по Нассу начинали по стандартной методике с выполнения двух симметричных доступов по передней подмышечной линии в области боковой поверхности грудной стенки справа и слева в зависимости от конфигурации деформации. Мобилизовали мышечно-фасциальные лоскуты большой грудной, зубчатой мышц и формировали тоннели по направлению к парастернальным линиям. После завершения мобилизации и предварительной разметки положения металлоконструкции начинали этап криообляции межреберных нервов. С помощью аппарата КРИО-01

«ЕЛАМЕД» и насадки для КМН поочередно справа и слева, после частичной мобилизации межреберных мышц проводили локальное воздействие на проекционную область межреберного нерва по нижнему краю двух ребер выше и двух ниже относительно места установки пластины по средней подмышечной линии. Первая точка режимного воздействия межреберный нерв на уровне двух межреберий выше установленной пластины, далее каждый межреберный нерв на четыре межреберья ниже пластины. Конечная точка межреберный нерв на два межреберья ниже установленной пластины. Процедура проводится поочередно справа и слева. Режим работы аппарата основан на экспериментальном исследовании с клинической группой пациентов после торакотомии, где обосновано поверхностное повреждение нервного волокна с возможностью последующей регенерации при 2-х минутном температурном воздействии -60°C на одно межреберье [73]. После двусторонней КМН под видеоторакоскопическим контролем проводили установку пластины. Операцию завершали креплением металлоконструкции, установкой плевральных дренажей и послойным ушиванием раны.

Проводили оценку степени выраженности болевого синдрома с помощью ВАШ 4 раза в сутки на протяжении всей госпитализации, контрольными точками считали 1,3,5,7 сутки и через месяц после операции. После выписки из стационара проводили количественный подсчет доз опиоидного анальгетика, полученного за весь период госпитализации.

2.6 Тензотермоальгометрия как способ объективизации болевого синдрома

С целью минимизации возможной статистической погрешности при анализе результатов применения различных методов регионарной анальгезии и стандартизации показателей болевого синдрома в послеоперационном периоде в обеих группах всем пациентам перед операцией проводили ТТА для оценки ПБЧ.

Болевой синдром является одной из ключевых проблем хирургии воронкообразной деформации грудной клетки. С возрастом у людей в

периферических нервах усиливаются процессы валлеровской дегенерации миелинизированных и немиелинизированных волокон. Число и размер сенсорных нейронов в ганглиях задних корешков также уменьшаются.

Поиск новых технологий послеоперационного обезболивания сопряжен с решением ряда проблем, первостепенная из которых объективизация болевого синдрома. Для создания эффективного метода профилактики послеоперационной боли, основанного на принципах обратной связи с пациентом (управляемой корреляции ноцицепции и антиноцицепции), необходима объективизация болевого синдрома и его постоянный мониторинг в послеоперационном периоде.

Метод альгометрии заключается в количественном измерении субъективного отчета о боли при предъявлении нарастающих по интенсивности болевых стимулов. Существуют различные типы альгометров, среди которых механический тип является наиболее распространенным. С этой целью был заключен договор о сотрудничестве с Государственным Научным Центром Российской Федерации (ГНЦ РФ), Институтом Медикобиологических проблем (ИМБП) Российской академии наук. Для выполнения указанного эксперимента был использован комплект «Тензо-термоальгометр», ОАО «ЭФА-медика» (г. Санкт-Петербург) (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Комплект «Тензо-термоальгометр» (ТТА)

Оценку ПБЧ выполняют двумя способами: механическим (тензоальгометрия) и термическим (термоальгометрия). Для оценки ПБЧ способом тензоальгометрии пациент располагает средний палец правой руки в нишу механизма (тензощуп) на задней поверхности корпуса ТТА, включает кнопку тензощупа на передней панели прибора и удерживает ее, в этот момент металлический цилиндр (тензошток) мягко, с равномерно увеличивающимся усилием осуществляет давление на подушечку пальца. При появлении дискомфорта ощущения пациент отпускает кнопку, давление на палец заканчивается и устройство записывает нумерационный показатель компрессии тензоштока. Указанный показатель выступает количественной оценкой порога болевой чувствительности.

С целью оценки ПБЧ способом термоальгометрии применяется входящая в состав ТТА укладки «Термощуп». Больной фиксирует устройство термощупа в процессе нагревания к внутренней стороне предплечья, после чего зажимает кнопку включения термощупа и удерживает ее. Рабочая часть постепенно нагревается, при появлении дискомфортных ощущений пациент отпускает кнопку. Нагревание рабочей части приостанавливается, записанный при этом нумерационный показатель температуры пластины выступает дополнительной количественной оценкой порога болевой чувствительности.

ГЛАВА III. МЕТОДИКА КРИОАБЛЯЦИИ МЕЖРЕБЕРНЫХ НЕРВОВ ПРИ КОРРЕКЦИИ ВДГК МЕТОДОМ Д.НАССА

С 2012 года в отделении торакальной хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» в клинической практике применяется малоинвазивная коррекция ВДГК методом Д.Насса. По мере освоения метода некоторые аспекты операции были модифицированы с учетом особенностей инструментария и расходных материалов, однако основные этапы оригинальной методики остались без изменения.

3.1 Механизм криоабляции

При проведении первого цикла формирования ледяного шара наблюдается рефлекторный спазм эпинеуральных сосудов. В процессе разморозки, ввиду температурного повреждения сосудистой стенки, внутрисосудистая жидкость выводится наружу через эндотелий, с формированием эндоневрального отека. При проведении второго цикла термического воздействия процесс воспроизводится аналогичным образом, при этом область поражения расширяется. Возникающая затем вазодилатация содействует повышению скорости эндоневрального отека [103]. За последующие 90 мин после криовоздействия давление эндоневральной жидкости возрастает на 20 мм рт. ст. Влияние низкой температуры, периодичность циклов замораживания/размораживания, а также возрастающий отек создают условия для развития валлеровой дегенерации. Шванновские клетки погибают, оставляя базальные пластинки и эндоневрий интактными. В следствии сохранения базальных мембран клеток Шванна возникновения невромы не наблюдается и нерв сохраняет регенерационную способность. В среднем ее скорость составляет 1–1,5 мм/неделю [76].

Помимо указанных механизмов, существуют так называемые «аутоиммунные феномены». Во время воздействия низких температур и высвобождения секвестрированных протеинов формируется целенаправленный аутоиммунный

ответ к поврежденным тканям. Он, наиболее вероятно, и объясняет долговременные эффекты криоаналгезии [54].

Периодичность циклов увеличивает площадь воздействия и уменьшает локальную температуру, создавая условия для увеличения участка замораживания нерва. Криозонд необходимо извлекать только после полного оттаивания его от поверхности ледяного шара, так как при преждевременном извлечении повышается риск травматического повреждения нерва.

Эффективность работы и качество обезболивания зависят от многих факторов. Для получения хорошего результата необходим точный диагноз, знание анатомии и ее вариантов, знание клинических синдромов; получение хорошего анальгетического ответа на двукратный тестовый блок заинтересованной структуры (чтобы исключить эффект плацебо); наличие ультразвуковой или КТ-навигации; размер (толщина) криозонда; размер ледяного шара; длительность и кратность заморозки.

3.2 Инструментальное обеспечение

В качестве опорных конструкций для коррекции ВДГК использовали пластины изготовленные фирмой ЗАО «КИМПФ». Система биологических и механических совместимых имплантов, выпускаемых производителем, сочетает в себе биологическую совместимость импланта с адекватностью его механического поведения и двигательной активностью элементов организма человека. Материал изготовления – никелид титана (NiTi).

В заводском виде пластины имеют вид ровных продольных металлических пластин с сужением и отверстиями на краях (рисунок 3.1). Длина продольного размера пластины колеблется в зависимости от анатомических особенностей пациента и варьируется в пределах от 280 мм до 420 мм. Замеры проводятся индивидуально перед операцией: измеряется размер от правой передней подмышечной линии до левой передней подмышечной линии на уровне максимального западения грудины или планируемой установки пластины при

косом расположении. Интраоперационно с помощью измерительного шаблона выполняют уточняющие замеры.



Рисунок 3.1 – Внешний вид пластины

С целью придания пластине необходимой формы интраоперационно применяли инструмент для моделирования пластин, представленный на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Инструмент для моделирования пластин из никелида титана

В качестве туннелятора для формирования позадигрудинного канала применяли проводники фирмы ЗАО «КИМПФ» с различной степенью

заостренности рабочей части и изгибом (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Инструменты проводники-туннеляторы

Переворот пластины на 180° осуществляли с помощью ротаторов (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Инструменты для ротации пластин

КМН выполняли с помощью аппарата КРИО-01 «ЕЛАМЕД» (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Аппарат КРИО-01 «ЕЛАМЕД»

Многофункциональный криоаппарат (криодеструктор) КРИО-01 «Еламед» предназначен для проведения оперативных криовмешательств (криодеструкции):

- на поверхностных патологических образованиях;
- в полостной, в том числе абдоминальной и торакальной хирургии;
- при операциях с лапароскопическим доступом;
- выполнения криотерапевтических процедур.

Среди комплектующих аппарата выделяют:

- 1) Источник хладагента – промышленный сосуд Дьюара СК-16 емкостью 17,5 литров (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Сосуд Дьюара

2) Криотруборовод с рабочим расстоянием от корпуса криоаппарата до криоинструмента (предполагаемой области операционного поля около 150 см (рисунок 3.7)). Он выполняет функцию доставщика жидкого криоагента из сосуда Дьюара в криоинструмент и вывода газообразного криоагента в атмосферу. Присоединяется к сосуду с помощью байонетного соединения, а к криоинструменту – стыковочным узлом с резьбовым соединением, в котором расположен подогреватель для формирования положительной температуры на прилегающих поверхностях составных частей.



Рисунок 3.7 – Криотруборовод

3) Контактная насадка (криоапликатор) с диаметром рабочей части 7 мм для проведения локального замораживания или охлаждения биологической ткани контактным способом (рисунок 3.8):

- ручка криоинструмента
- насадка контактная с конусной 15° рабочей поверхностью длиной 20 мм



Рисунок 3.8 – Криоапликатор для КМН

3.3 Техника криоабляции межреберных нервов

Оперативное вмешательство проводили под комбинированным эндотрахеальным наркозом двухпросветной интубационной трубкой с возможностью последовательного отключения.

Положение больного на спине с приподнятыми, согнутыми в локтевых суставах и фиксированными к дуге верхними конечностями (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 – Положение пациента на операционном столе

После разметки операционного поля выполняли два симметричных разреза по передней подмышечной линии в области боковой поверхности грудной стенки справа и слева в зависимости от конфигурации деформации. Наиболее часто разрезы выполняли на уровне максимального западения грудино-реберного комплекса, исключение составляли отобранные случаи ассиметричных деформаций, где в ходе предоперационного планирования предполагали косое положение пластины.

Послойное рассечение кожи, подкожно-жировой клетчатки, мышц, мобилизация мышечно-фасциальных лоскутов большой грудной и зубчатых мышц. Формировали карман и свободное пространство боковых поверхностей

двух ребер выше и двух ниже предполагаемого места установки пластины на глубину от передней подмышечной линии до границы средней и задней подмышечной линии. Указанный карман впоследствии служил пространством для расположения и фиксации дистальных краев пластины.

После завершения мобилизации начинали этап КМН. Поочередно справа и слева на двух ребрах выше и двух ребрах ниже предполагаемого места установки пластины по нижнему краю ребра с целью уменьшения расстояния и объема тканей по направлению к межреберным нервам выполняли частичную мобилизацию межреберных мышц на расстоянии до 1 см по средним подмышечным линиям. С помощью аппарата КРИО-01 «ЕЛАМЕД», помещенного в стерильный рукав криотрубопровода и насадки для криоабляции (рисунок 3.10), проводили локальное воздействие на проекционную область межреберного нерва по нижнему краю двух ребер выше и двух ниже относительно места установки пластины по средней подмышечной линии (рисунок 3.11). Зону воздействия проецировали относительно позиции металлоконструкции (рисунок 3.12). С учетом отсутствия необходимости полного разрушения нерва процедуру выполняли в виде одного цикла. Режим работы аппарата устанавливали заранее: на одно межреберье 2 минуты температурного воздействия -60°C . Процедуру выполняли поочередно с двух сторон.



Рисунок 3.10 – Насадка (рабочая часть) для криоабляции межреберных нервов



Рисунок 3.11 – Процесс криоабляции межреберных нервов

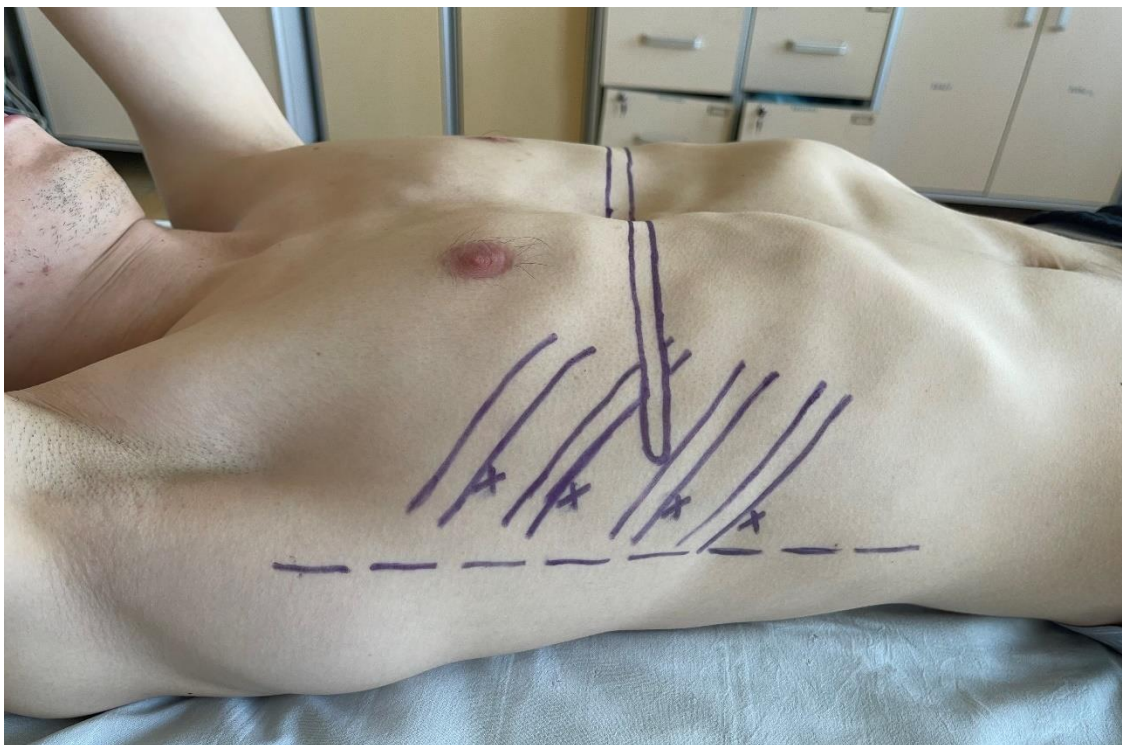


Рисунок 3.12 – Схематичное изображение точек для криовоздействия

3.4 Техника установки пластины

После выполнения процедуры криоабляции межреберных нервов формировали канал между мышечным массивом и поверхностью передней

грудной стенки по направлению к парастернальным линиям тупым способом.

На одно межреберье ниже планируемого места установки пластины вводили 2 торакопорта размерами 10 мм с обеих сторон. С помощью видеоторакоскопа проводили ревизию плевральных полостей и под контролем вблизи грудины в указанных межреберьях тупым путем формировали отверстия для проведения туннелятора и будущего расположения пластины.

Размер и будущую форму пластины определяли с помощью шаблона. По модели шаблона с помощью изгибателя пластины моделировали подобную конфигурацию (рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 – Моделирование формы пластины с помощью изгибателя

Под контролем видеоторакоскопии с помощью туннелятора в заданном межреберье вблизи грудины формировали позадигрудинный канал с выходом на контралатеральную сторону в запланированном межреберье.

Далее за конец проведенного туннелятора фиксировали нить, к противоположному концу которой привязывали смоделированную пластину. Проведение пластины позадигрудинно и вывод на контралатеральной стороне изогнутыми концами кверху.

Затем с помощью ротаторов осуществляли переворот пластины на 180° , в результате чего достигали коррекцию воронкообразной деформации. Проводили видеоторакоскопическую ревизию плевральных полостей на предмет оценки отсутствия продолжающегося кровотечения. Наличие пневмомедиастинума выступало показателем успешной коррекции воронкообразной деформации грудины.

Пластину фиксировали к ребрам нитью 1/0, устанавливали плевральные дренажи и послойно ушивали раны.

ГЛАВА IV. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ КРИОАБЛЯЦИИ МЕЖРЕБЕРНЫХ НЕРВОВ ПРИ КОРРЕКЦИИ ВДГК МЕТОДОМ Д. НАССА

До 2012 года в отделении торакальной хирургии НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского в лечении воронкообразной деформации грудной клетки «золотым стандартом» выступала операция Равича в различных ее модификациях, в том числе с укреплением грудино-реберного комплекса металлической пластиной с эффектом памяти формы. С 2012 года начала активно внедряться в клиническую практику малотравматичная операция Д. Насса. С накоплением опыта решен ряд технических и организационных проблем, неминуемо сопровождающих новую технологию на этапе «кривой обучения». С целью оценки влияния низких температур и криоабляции межреберных нервов на выраженность болевого синдрома в послеоперационном периоде проанализирован ряд значимых показателей у пациентов обеих групп.

4.1 Оценка уровня болевого синдрома

Клиническую оценку интенсивности периоперационного болевого синдрома в исследуемых группах пациентов осуществляли с помощью ВАШ. Длительность и интенсивность боли после коррекции ВДГК крайне важный показатель и предиктор возможности ранней активизации, определении риска формирования послеоперационного хронического болевого синдрома, степени дальнейших реабилитационных потенциалов. В данной работе являлось важным оценить разницу выраженности болевого синдрома среди пациентов с различными методами регионарной аналгезии на фоне стандартной мультимодальной аналгезии.

Мультимодальная аналгезия – одновременное применение нескольких (двух и более) обезболивающих препаратов и методов обезболивания с различными механизмами действия, позволяющее достичь анальгетический эффект с

минимумом побочных действий, возможных при назначении больших доз одного анальгетика в режиме монотерапии.

Ее основой является комбинация неопиоидных анальгетиков (НПВС: кетопрофена и парацетамола), которое у пациентов с болевым синдромом средней и высокой интенсивности сочетается с использованием опиоидных анальгетиков (при выраженном болевом синдроме, отсутствием эффекта от неопиоидных анальгетиков, ВАШ более 5) и методами регионарной аналгезии.

Согласно протоколам «Российского общества по изучению боли (РОИБ)» выраженность болевого синдрома в обеих группах контролировали перед операцией и ежедневно после операции 4 раза в сутки с помощью опросников ВАШ.

За контрольные точки приняты следующие временные интервалы:

1 сутки после операции

– сразу после экстубации

– 19:00

– 22:00

3, 5, 7 сутки после операции

– 7:00

– 12:00

– 19:00

– 22:00

1 месяц после операции

После получения числовых данных вычисляли среднее арифметическое значение. Для расчета использовали формулу среднего арифметического значения.

При статистической обработке полученных данных уровень болевого синдрома выше в группе ЭА, по сравнению с группой криоабляции, что представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Оценка выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале

| Оцениваемый параметр | | Группа ЭА Me [15;45] | Группа КМН Me [15;45] |
|----------------------|---------|-------------------------|--------------------------|
| Количество пациентов | | 20 | 20 |
| ВАШ | 1 сутки | 6,1 [2,3;7,1] | 5,2 [3,7;6,1] |
| | 3 сутки | 4,2 [3,8;5,6] | 3,9 [3,7;5,2] |
| | 5 сутки | 3,1 [2,8;5,1] | 2,2 [2;4,3] |
| | 7 сутки | 2 [1,7;4,2] | 1,5 [1,3;4] |
| | 1 месяц | 0,4 [0,3;1,8] | 0,3 [0;2,1] |

Для оценки выраженности болевого синдрома в отдаленном периоде после операции проводили оценку по ВАШ через 1 месяц. В группе ЭА болевой синдром выше 5 отмечен у 2 пациентов (10%). У 12 пациентов (60%) болевой синдром в покое отсутствовал, у 6 пациентов (30%) был незначительным (менее 3 по ВАШ). В группе криоабляции межреберных нервов болевой синдром выше 5 зарегистрирован у 1 пациента (5%). У 7 пациентов (20%) болевой синдром был незначительным. У 12 пациентов болевой синдром отсутствовал. Однако у 5 больных (25%) сохранялись жалобы на отсутствие чувствительности в области переднебоковых поверхностей грудной клетки в зоне оперативного вмешательства, не приносящие значимого дискомфорта.

Анализ течения послеоперационного периода проводили через 1 месяц после операции (рисунок 4.1, таблица 4.2). Использован оригинальный опросник, включающий оценку физического, физиологического, психоэмоционального состояния и уровень активности (приложение Б).

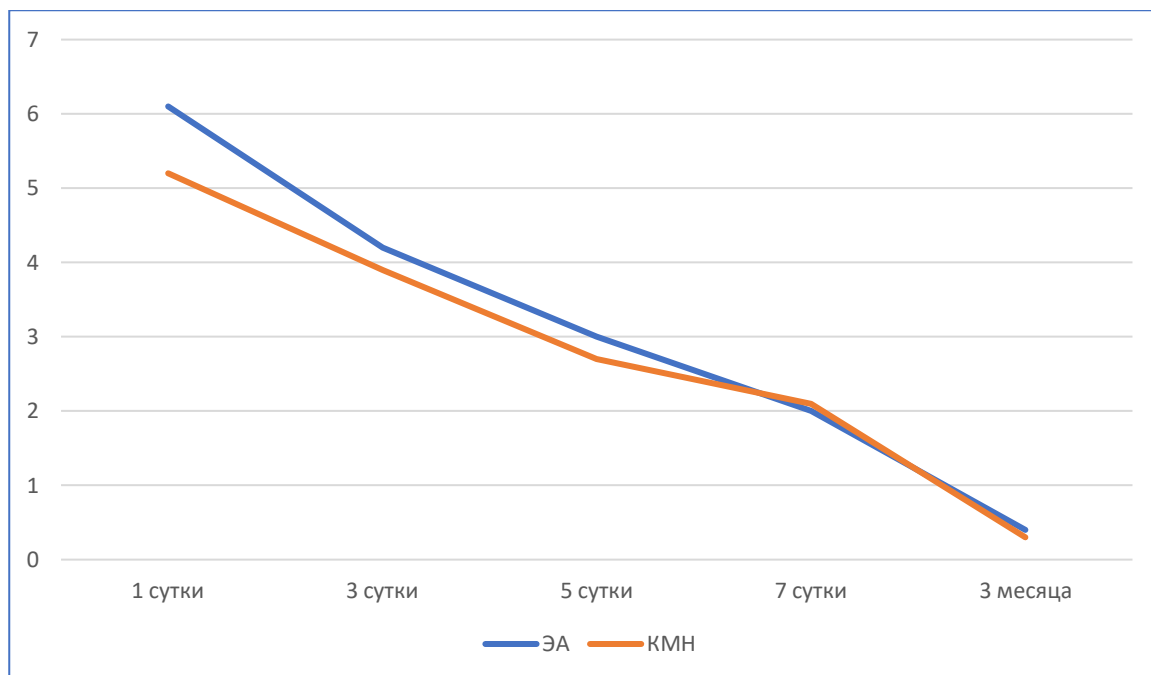


Рисунок 4.1 – Динамика выраженности болевого синдрома по ВАШ в послеоперационном периоде

Таблица 4.2 – Оценка течения послеоперационного периода через 1 месяц после операции

| Отличное | Крио | ЭА |
|----------------------|------|----|
| | 5 | 3 |
| Хорошее | 7 | 11 |
| Удовлетворительное | 8 | 7 |
| Неудовлетворительное | 0 | 0 |

4.2 Оценка уровня порога болевой чувствительности

Определение порога болевой чувствительности (ПБЧ) всем пациентам проводили до операции. Тензоальгометрию проводили 3-хкратно с интервалом 2 минуты. Полученные показатели оценивали в килограмм-сила (кгС) – сила давления штока, когда обследуемый отпускал палец ввиду развившегося болевого синдрома. Термоальгометрию проводили однократно. Полученные показатели оценивали в градусах Цельсия (°С) – температура, при которой обследуемый

отмечал нестерпимый дискомфорт.

Проведенная тензоальгометрия выявила порог болевой чувствительности несколько выше в группе криоабляции межреберных нервов при сравнении с группой эпидуральной аналгезии. В результатах термоальгометрии отмечена более высокая температурная чувствительность в группе эпидуральной аналгезии (таблица 4.3). С учетом характера выполненной хирургической операции основное влияние на предсказуемость динамики болевого синдрома в послеоперационном периоде оказывает тензоальгометрия, ввиду схожего механизма возникновения боли. Суммарный индекс порога болевой чувствительности (ΣT) в группе криоабляции межреберных нервов был также выше, чем в группе ЭА. Полученные данные позволяют нам сделать вывод, что выраженность болевого синдрома ожидаема выше в группе КМН.

Таблица 4.3 – Оценка уровня порога болевой чувствительности

| Оцениваемый параметр | Группа ЭА Me[25;75] | Группа КМН Me[25;75] |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Количество | 20 | 20 |
| Тензоальгометрия (кгС) | 2,8 [4,3;5,1] | 2,4 [2,1;3,3] |
| Термоальгометрия (°С) | 44,3 [39,5;51,1] | 45,7 [41,3;44,3] |

4.3 Оценка объема потребления опиоидных анальгетиков

В ходе послеоперационного периода все пациенты проведены по единому протоколу мультимодальной аналгезии, которая включала в себя кетопрофен 2 мл 100 мг х 3 раза в сутки внутримышечно, парацетамол 1000 мг внутривенно капельно. При возникновении жалоб на болевой синдром более 5 баллов по ВАШ применяли опиоидный анальгетик (ОА) – трамадол 2 мл 5% внутримышечно.

Снижение потребления опиоидных анальгетиков – одна из основных целей альтернативных методов аналгезии, а также косвенный метод оценки их

эффективности. Количественная оценка объема потребляемых опиоидных анальгетиков является значимым показателем в оценке течения послеоперационного периода у пациентов хирургического профиля. С учетом большей ригидности грудной клетки у пациентов с ВДГК старшего возраста ожидаемо большее количество потребляемых ОА относительно пациентов младшего возраста.

При оценке потребления опиоидов, как одного из основных критериев эффективности и сравнения регионарного компонента мультимодальной послеоперационной анальгезии, были выявлены различия между группами ЭА и КМН (таблица 4.4). При попарных сравнениях можно увидеть, что дополнение схемы мультимодальной анальгезии криоабляцией межреберных нервов снижает потребность в дополнительном назначении ОА (рисунок 4.2).

Таблица 4.4 – Оценка количества потребляемых опиоидных анальгетиков

| Оцениваемый параметр | | Группа ЭА | Группа КМН |
|---|-------|-----------|------------|
| Количество пациентов | | 20 | 20 |
| Количество потребляемых ОА (инъекции) | 0 | 0 | 1 |
| | 2-4 | 3 | 5 |
| | 5-7 | 8 | 7 |
| | 8-10 | 7 | 6 |
| | 11-13 | 2 | 1 |

В группе ЭА дополнительное введение трамадола потребовалось 100% пациентов с суммарным количеством 56 инъекций.

В группе КМН потребность в дополнительном обезболивании наркотическими анальгетиками возникла в 95% случаев с суммарным количеством 42 инъекции.

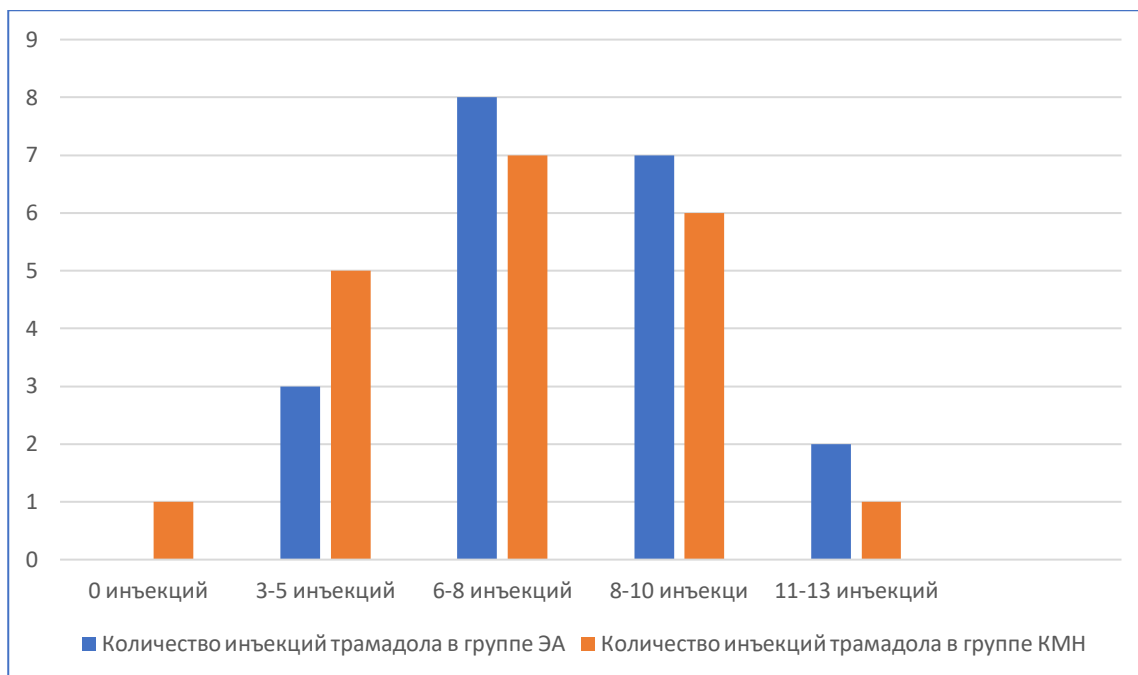


Рисунок 4.2 – Оценка количества потребляемых опиоидных анальгетиков

4.4 Оценка сроков пребывания в стационаре после операции

На сегодняшний день сроки пребывания больного на стационарном лечении – один из важнейших медицинских и экономических вопросов современной медицины. От того, какое количество дней проведет пациент в стационаре, зависит эффективность коечного фонда и стоимость лечения. В Российской Федерации в настоящее время, согласно МЭС, возможная длительность пребывания пациента в стационаре с диагнозом воронкообразная деформация грудной клетки, составляет 30 дней. В настоящий временной период входят предоперационное пребывание в стационаре, операция, послеоперационные койко-дни, реабилитационный период до полного восстановления функции поврежденного органа (грудино-реберного комплекса, мышечной функции).

Продолжительность пребывания в стационаре после операции в обеих группах складывалась из различных факторов, но одним из критериев количества послеоперационных койко-дней служили послеоперационные осложнения (возникновение осложнений увеличивало сроки госпитализации). С учетом ранней

активизации среди всех пациентов отсутствовали осложнения, связанные с длительной иммобилизацией, такие как тромбоэмболические осложнения, гипостатические инфекционные осложнения (пневмония). Полную функциональную независимость и возможность самостоятельного обслуживания физиологических потребностей пациенты достигали на 3-4 сутки после операции. Под этим подразумевали возможность самостоятельного подъема с кровати, прохождении до перевязочного кабинета и обратно в палату, приема пищи, самостоятельного похода в туалет и удовлетворение минимальных личных потребностей. Критерием к выписке служили наличие полной функциональной независимости, отсутствие выраженного болевого синдрома, лихорадки, отсутствие данных за значимый объем жидкости или газа в плевральных полостях по результатам рентгенологических методов исследования, отсутствие или положительная динамика воспалительных изменений крови/мочи по результатам лабораторных методов исследований.

При оценке сроков пребывания в стационаре после операции, как значимого критерия эффективности течения послеоперационного периода, были выявлены различия между группами ЭА и КМН (таблица 4.5).

При сравнении можно увидеть, что дополнение схемы мультимодальной анальгезии криоабляцией межреберных нервов снижает сроки стационарного лечения после операции: в группе ЭА среднее количество дней пребывания в стационаре составило 8,5 суток, тогда как в группе КМН среднее время послеоперационного койко-дня составило 7,2. 1 пациент из группы КМН выписан на 5 сутки после операции ввиду отсутствия болевого синдрома, функциональной реабилитации и отсутствия показаний к продолжению стационарного лечения по результатам обследования.

Таблица 4.5 – Количество послеоперационных койко-дней

| | 3-5 дней | 5-7 дней | 7-10 дней | Более 10 дней | Среднее количество дней пребывания в стационаре п/о | Общее количество пациентов n=40 |
|---------------|-------------|-------------|--------------|------------------|--|--|
| Группа ЭА | – | 10 | 6 | 4 | 8.5±1,9 | 20 |
| Группа КМН | 1 | 12 | 6 | 1 | 7.2±1,6 | 20 |

4.5 Оценка безопасности криоабляции межреберных нервов и анализ послеоперационных осложнений

Послеоперационные осложнения наблюдали у 3 (15%) пациентов группы криоаналгезии и 5 (25%) группы ЭА. У всех пациентов с осложненным течением послеоперационного периода осложнения носили одиночный характер. Тяжесть послеоперационных осложнений оценивалась по классификации Clavien-Dindo. Проведен подробный анализ течения послеоперационного периода у пациентов разных групп и развившихся послеоперационных осложнений. Результаты представлены в таблице 4.6. Спектр осложнений представлен в таблице 4.7.

Таблица 4.6 – Оценка частоты и тяжести послеоперационных осложнений по классификации Clavien-Dindo

| Оцениваемый параметр | Группа ЭА n (%) | Группа КМН n (%) |
|----------------------|--------------------|---------------------|
| Количество пациентов | 20 | 20 |

Продолжение таблицы 4.6

| | | | |
|--|---------------|----------|---------|
| Общее количество пациентов с осложнениями | | 5 (25 %) | 4 (20%) |
| Послеоперационные осложнения | Степень I | – | – |
| | Степень II | 1 (5%) | 1 (5%) |
| | Степень III–а | 3 (15%) | 2 (10%) |
| | Степень III–b | 1(5%) | 1 (5%) |
| | Степень IV | – | – |
| | Степень V | – | – |

Таблица 4.7 – Оценка характера послеоперационных осложнений в обеих группах

| Оцениваемый параметр | Группа ЭА n (%) | Группа КМН n (%) |
|--|--------------------|---------------------|
| Количество пациентов | 20 | 20 |
| Общее количество пациентов с осложнениями | 5 (25%) | 4 (20%) |
| Легочные осложнения: | 3 (15%) | 2 (10%) |
| – гидроторакс (пункция) | 2 (10%) | 1 (5%) |
| – пневмоторакс | 1 (5%) | 1 (5%) |
| – ателектаз | – | – |
| – пневмония | – | – |
| Кардиальные осложнения | – | – |
| Смещение пластины | 1 (5%) | – |
| Гематома мягких тканей | 1 (5%) | 1 (5%) |
| Осложнения со стороны ЖКТ | – | – |
| Неврологические осложнения | – | 1 (5%) |
| Тромбоэмболические осложнения | – | – |

В случае гладкого течения послеоперационного периода (отсутствие отделяемого по дренажам, лихорадки, выраженного болевого синдрома и функциональной активизации) на 6-7 сутки после операции пациенты были подготовлены к выписке.

В группе эпидуральной аналгезии у одного пациента (5%) потребовалось проведения гемотрансфузии для коррекции послеоперационной анемии. У двоих пациентов (10%) после удаления плевральных дренажей отмечен двусторонний гидроторакс. Выполняли двустороннюю пункцию плевральных полостей не требующие применения общего обезболивания. В одном наблюдении (5%) выполнено дренирование плевральной полости по поводу субтотального пневмоторакса слева. После расправления легкого по результатам рентгенологических методов исследования и отсутствия сброса воздуха дренаж удален.

Относительно осложнений, требующих проведения общей анестезии, выполнена ревизия послеоперационной раны, эвакуация гематомы, гемостаз по поводу послеоперационной гематомы мягких тканей. Источником кровотечения явилась мышечная ветвь боковой грудной артерии.

В группе криоабляции одному пациенту (5%) потребовалось двухстороннее дренирование плевральных полостей по поводу развившегося двухстороннего пневмоторакса после удаления плевральных дренажей на 2 сутки после операции. Интраоперационно без особенностей. Предположительный источник недостаточности аэростаза справа – булла верхней доли правого легкого, слева – патологических изменений не найдено. После расправления легкого по результатам рентгенологического исследования органов грудной клетки и отсутствия сброса воздуха выполнено удаление плевральных дренажей на 6 сутки после операции.

Одному пациенту потребовалось проведение гемотрансфузии по поводу гемморагического отделяемого по плевральному дренажу справа (за сутки 500), максимальное снижение уровня гемоглобина отмечали до 78 г/л. На фоне трансфузии эритроцитарной массы и свежезамороженной плазмы отделяемое

прекратилось, плевральные дренажи удалены на 5 сутки после операции. Выписан в удовлетворительном состоянии на 8 сутки.

У третьего пациента (5%) наблюдали редкое неврологическое осложнение, заслуживающее подробного описания.

У одного пациента (5%) произошло смещение пластины в раннем послеоперационном периоде (клиническое наблюдение №1).

Клиническое наблюдение №1

Пациент Г., 23 года, диагноз ВДГК 2 степени (Индекс Галлера – 4,4) (рисунок 4.3).

21.06.21 торакопластика по Нассу с установкой одной опорной пластины. Послеоперационный период протекал гладко. Швы состоятельны, без признаков воспаления, заживление первичным натяжением. Дренажи из плевральных полостей удалены на 3 сутки после операции. По данным рентгенографии органов грудной клетки в динамике без отклонений, пластина находится в корректном положении (рисунок 4.4).

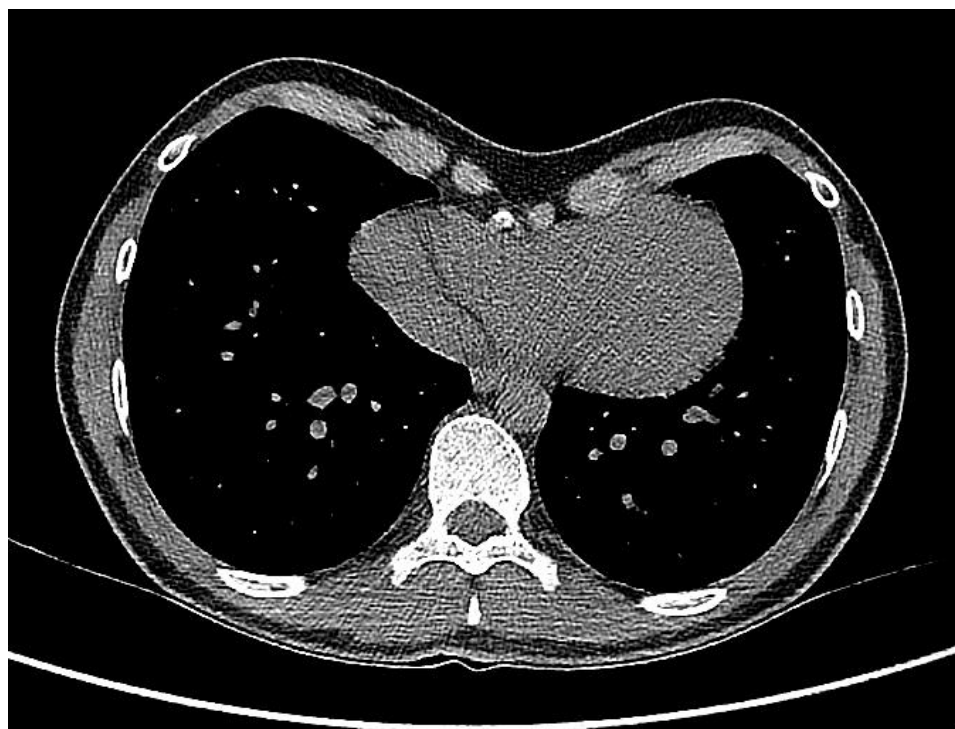


Рисунок 4.3 – МСКТ ОГК пациента до операции. Легкая ассиметричная ВДГК 2 степени. ИХ-4,6

Лабораторные показатели в пределах референсных значений. Выписан в удовлетворительном состоянии на 7 сутки после операции.

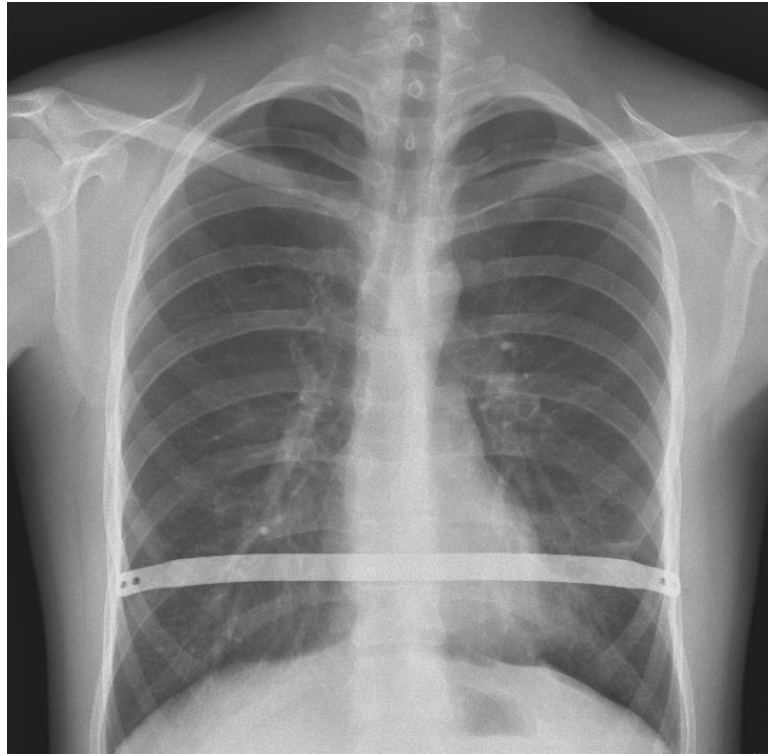


Рисунок 4.4 – Рентгенологическое исследование органов грудной клетки перед выпиской. Данных за гидро-, пневмоторакс нет, удовлетворительное положение пластины

На 15 сутки после операции, после чрезмерной функциональной активности операции пациент отметил появление жгучей боли в области грудной клетки справа и слева. Выполнено рентгенологическое исследование органов грудной клетки, отмечена миграция и переворот пластины на 90° (рисунок 4.5).

07.07.21 выполнена репозиция ранее установленной пластины в правильное положение, установка дополнительного металлического фиксатора. Послеоперационный период протекал гладко, выписан в удовлетворительном состоянии на 3 сутки после операции. До настоящего времени данных за смещение пластины нет.

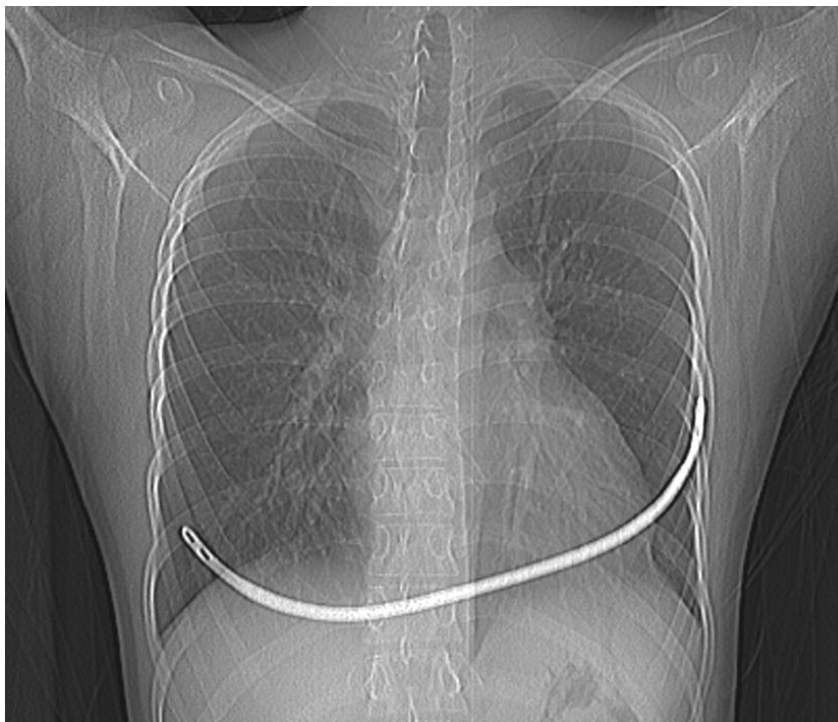


Рисунок 4.5 – Рентгенологическое исследование органов грудной клетки перед выпиской. Смещение пластины

Клиническое наблюдение №2

Пациент С., 23 года, обратился с жалобами на наличие деформации грудной клетки, одышку умеренной при физической нагрузке. По данным МСКТ ОГК отмечена симметричная, протяженная от манубрио-стернального синдесмоза до мечевидного отростка, воронкообразная деформация, с давлением и смещением сердца в левый гемиторакс (рисунок 4.6). Индекс Галлера составил 5,5, что соответствует 3 степени деформации (рисунок 4.7).



Рисунок 4.6 – Внешний вид пациента до операции



Рисунок 4.7 – МСКТ ОГК до операции. Симметричная ВДГК. ИХ-4,8

В плановом порядке выполнена торакопластика по Нассу с криоабляцией межреберных нервов и установкой одной опорной пластины. На протяжении операции положение больного на спине с поднятием рук в плечевых суставах и сгибом в локтевых суставах. Продолжительность операции 83 мин. Кровопотеря минимальная.

После перевода в палату реанимационного отделения больной отметил жалобы на слабость верхних конечностей, больше слева, снижение чувствительности. По шкале оценки мышечной силы левая дельтовидная мышца, двуглавая мышца плеча и плечелучевая мышца имели 2/5 баллов. Консультирован неврологом, предположен позиционный плексит, назначена противоотечная терапия.

Вследствие отсутствия улучшения на фоне терапии на 4 сутки после операции выполнена МСКТ ОГК, где отмечено сужение реберно-ключичного промежутка после операции с 7,38 мм до 3,76 мм (рисунок 4.8).

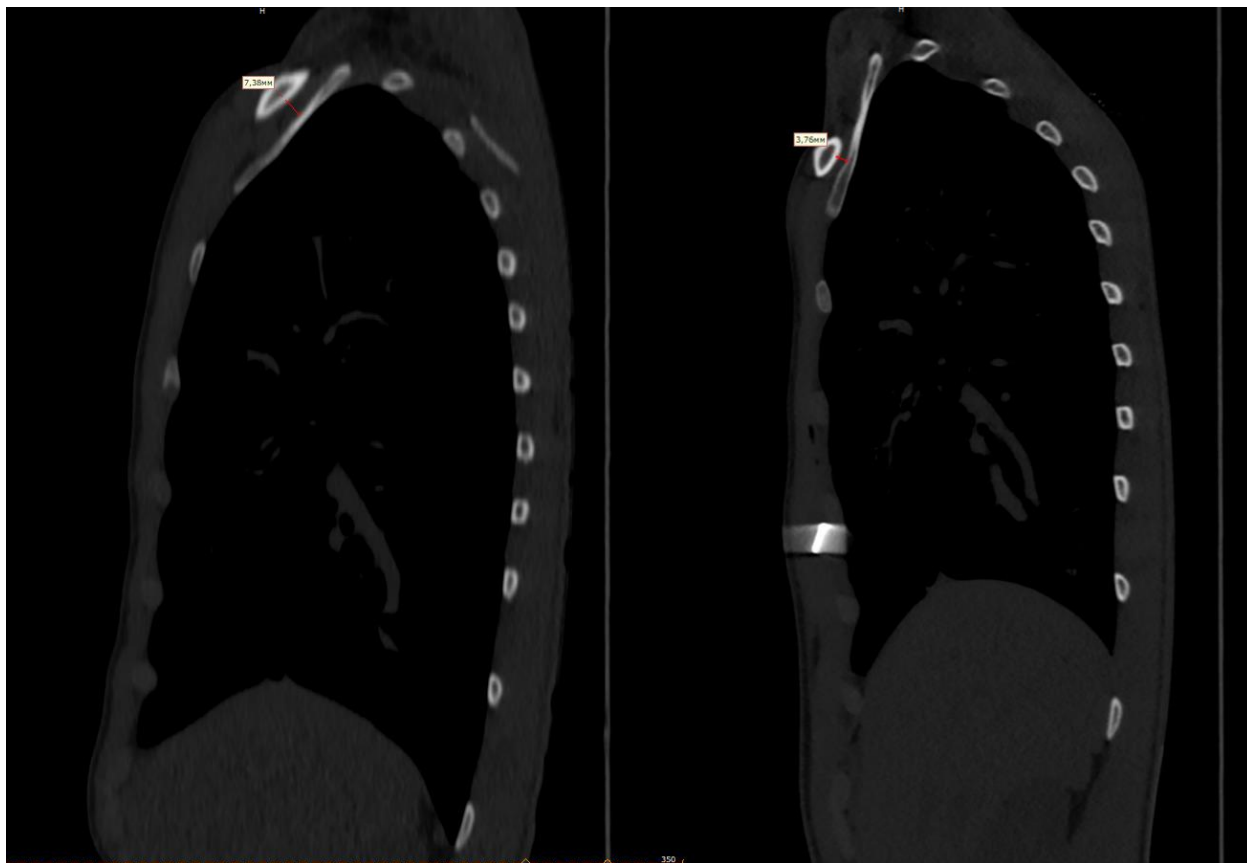


Рисунок 4.8 – Сагиттальный скан МСКТ ОГК до операции и после коррекции ВДГК (сужение реберно-ключичного промежутка)

Ввиду отсутствия положительной динамики, признаков компрессии плечевого сплетения в суженном реберно-ключичном промежутке на 4 сутки выполнено удаление пластины. Расстояние реберно-ключичного промежутка было

увеличено до 6,51 мм. На вторые сутки после удаления металлоконструкции интерференционные паттерны дельтовидной, двуглавой и плечевой мышцы были увеличены при несколько сниженных значениях проводимости. На 30-й день после повторной операции сила левой дельтовидной, двуглавой и плечевой мышц была выше 3/5 степени по шкале количественной оценки мышечной силы. Полное восстановление двигательной и чувствительно функции было достигнуто на 45 сутки после удаления пластины. При анализе российской литературы подобных осложнений после операции Насса не описано. В зарубежной литературе найдено несколько публикаций, ограничивающимися описанием подобного клинического случая. Аналогично нашему опыту, функциональный дефицит регрессировал через 2 месяца после удаления металлоконструкции.

При анализе послеоперационных осложнений основной объем не имел каких-либо грубых отличительных особенностей, связанных напрямую с регионарными методами анальгезии.

Общеизвестные осложнения ЭА, такие как гипотония, затруднение мочеиспускания при накопленном опыте успешно поддаются профилактике и коррекции. Наиболее грозного осложнения ЭА – эпидуральной гематомы у больных обеих групп не наблюдали. Летальных исходов не было.

При оценке удовлетворенности результатами лечения, несмотря на развившиеся у ограниченного числа пациентов осложнений, 39 (95%) были удовлетворены конечным эффектом операции. В вышеописанном наблюдении (5%), при котором потребовалось удаление металлоконструкции из-за развития неврологического дефицита окончательный результат лечения был не удовлетворительный.

В группе ЭА и КМН оценка внешнего вида сопоставима в обеих группах. Неминуемо при оценке эффекта лечения необходимо учитывать психологическую сторону вопроса. Положительную роль играет повышенная самооценка, связанная с изменением внешности и улучшением межличностных отношений.

Согласно полученным данным, процедура КМН не сопровождается увеличением интраоперационных рисков, характерных для операции Насса.

Специфических осложнений среди исследуемых больных не выявлено. Таким образом можно оценивать процедуру КМН как безопасную методику анальгезии при коррекции ВДГК у взрослых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургическое лечение ВДГК сопряжено с выраженным болевым синдромом в послеоперационном периоде. На сегодняшний день существует ряд методик по купированию болевого синдрома, включающих как системные методы анальгезии, так и регионарные.

Несмотря на применение малоинвазивного метода оперативного лечения, существование различных методов и комбинированных схем терапии по снижению интенсивности боли в послеоперационном периоде, вопрос обеспечения адекватной анальгетической терапии до конца не решен.

Среди регионарных методов наибольшую популярность в настоящее время имеет эпидуральная анальгезия. По мимо неоспоримых плюсов, данная методика имеет абсолютные и относительны противопоказания. К абсолютным противопоказаниям относят отказ пациента, нарушение свертываемости крови, инфекционный процесс в зоне постановки катетера. К относительным относят повышенное внутричерепное давление, искривление позвоночника, нарушения ритма сердца, низкое артериальное давление (ниже 100 мм.рт.ст.). Среди побочных эффектов в послеоперационном периоде наиболее распространены затруднение мочеиспускания, гипотония, дискомфорт в области фиксации ЭА к коже, риски, связанные с установкой и удалением, такие как образование эпидуральных гематом. Все это не способствует снижению сроков госпитализации, а также не содействует более раннему восстановлению работоспособности пациентов.

Отсутствие приоритетных методов и единых алгоритмов анальгезии у пациентов после коррекции ВДГК подталкивает клиницистов на поиск новых, более совершенных подходов в коррекции болевого синдрома в послеоперационном периоде.

КМН – достаточно изученная методика в торакальной хирургии, основную популярность она имела в конце 20 века. Описаны положительные результаты применения криоабляции после торакотомии, способствующих снижению болевого синдрома, возможности ранней активизации пациента и снижению

послеоперационного койко-дня и в то же время общих затрат на лечение. Определенные коррективы внесло бурное развитие малоинвазивных технологий и минимизации хирургической травмы, способное более эффективно решить существующие вышеуказанные проблемы. Меньшее применение в клинической практике больших разрезов повлекло за собой снижение интереса к методу.

Проблема болевого синдрома на всем протяжении истории сопровождала хирургическое лечение ВДГК. После популяризации собственного опыта малоинвазивной коррекции ВДГК в 1998 году Д.Нассом ожидалась новая эра в хирургическом лечении ВДГК, главным образом уменьшающая болевой синдром, сроки иммобилизации и увеличивающая сроки восстановления. Однако при накоплении многоцентрового опыта, стало понятно, что проблема болевого синдрома не только не решена, но и по данным ряда авторов приобрела новую актуальность.

При операции Насса установка титановой пластины за счет тотального изменения конфигурации грудино-реберного комплекса и высокого внутреннего давления на грудину сопровождается выраженной послеоперационной болью.

Идея применения КМН в хирургической коррекции ВДГК родилась сравнительно недавно. Первые публикации о ее использовании в международных источниках появились в 2016 году. По данным всемирного поискового научного ресурса PubMed с 2016 года по 2021 наблюдается рост публикационной активности на тему КМН при операции Насса.

Несомненно, зарубежный опыт применения криоабляции межреберных нервов при коррекции ВДГК позволяет одобрительно взглянуть на новую методику в данной области, однако стоит обратить внимание, что все существующие работы проведены у пациентов детского возраста в педиатрических стационарах. Возрастные особенности анатомо-функциональных изменений костно-хрящевой ткани предполагают закономерную разницу в результатах применения криоабляции межреберных нервов у взрослых. В торакальном отделении НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского проводят лечение пациентов с ВДГК исключительно старшего возраста. Стоит отметить, что опыт операции

Насса у взрослых ограничен, как в Российской Федерации, так и за рубежом.

Исходя из вышесказанного, актуальность оценки эффективности применения криоабляции межреберных нервов при операции Насса у пациентов старшего возраста очевидна.

В исследование вошло 40 пациентов с ВДГК старше 18 лет. Методом конвертной рандомизации сформированы 2 группы по 20 больных. Обе группы проведены по единому периоперационному протоколу, с единственным отличием в регионарном методе анальгезии. В первой группе в качестве регионарного метода анальгезии применяли ЭА, во второй группе – КМН. Предоперационное обследование включало в себя анатомо-функциональную оценку сердечно-легочной систем и конфигурации грудной клетки. С целью снизить погрешность результатов исследования, в него не включались пациенты, которым выполнялась установка более 1 пластины. Согласно проведенному предоперационному обследованию, общие клинические данные в обеих группах были идентичны.

Первым этапом для проведения основного этапа исследования, на основании опыта зарубежных коллег и с учетом особенностей инструментария была разработана техника КМН при операции Насса. Ключевой этап операции выполнен с помощью аппарата КРИО-01 «ЕЛАМЕД», производство г. Рязань. Он представляет собой многофункциональный криоаппарат, предназначенный для проведения оперативных криопродур на поверхностных патологических образованиях, в полостной, в том числе абдоминальной и торакальной хирургии.

В аналитической части работы изучены результаты исследования по ряду основных показателей. Оценка болевого синдрома проведена с помощью ВАШ в контрольные периоды после операции: 1, 3, 5, 7 сутки после операции (таблица 5.1). Для оценки развития болевого синдрома в отдаленном периоде всем пациентам проведено измерение болевого синдрома по ВАШ через месяц после операции. При сравнительном анализе показателей в обеих группах отмечено статистически достоверное снижение уровня болевого синдрома в группе КМН.

Таблица 5.1 – Оценка выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале

| Оцениваемый параметр | | Группа ЭА Me [15;45] | Группа КМН Me [15;45] |
|----------------------|---------|-------------------------|--------------------------|
| Количество пациентов | | 20 | 20 |
| ВАШ | 1 сутки | 6,1 [3;5] | 5,2 [4;5] |
| | 3 сутки | 4,2 [2;4] | 3,9 [4;5] |
| | 5 сутки | 3 [2;3] | 2,7 [3;4] |
| | 7 сутки | 2 [2;3] | 2,1 [3;4] |
| | 1 месяц | 0,4 [2;3] | 0,3 [2;3] |

Для оценки формирования хронического болевого синдрома проведена оценка выраженности боли по ВАШ через 3 месяца после операции. При сравнительном анализе статистически значимых различий между группами не получено. Среднее значение ВАШ в группе криоабляции межреберных нервов и ЭА было 0,3;0,4 соответственно.

Определение ПБЧ напрямую отражает возможные различия результатов в обеих группах. С помощью аппарата «Тензо-термоальгометр» (ТТА), ОАО «ЭФА-медика» (г. Санкт-Петербург) на предоперационном этапе обследованы пациенты обеих групп.

В анализируемые показатели входили результаты тензоальгометрии (максимальная сила давления штока (кГс) на средний палец, при котором у обследуемого появляется нетерпимый дискомфорт) и термоальгометрии (максимальная температура щупа на внутреннюю сторону предплечья, при которой у обследуемого возникает нетерпимый дискомфорт). При анализе полученных результатов, в группе КМН средний болевой порог был ниже (2,4 кГс), при сравнении с группой ЭА (2,8 кГс). Это косвенно указывает на прогнозируемо более выраженный болевой синдром в группе КМН. Температурная чувствительность была выше в группе КМН, 45,7 °С и 44,3 °С в группе ЭА соответственно.

Среднее время проведения КМН составило 17 ± 14 минут. С учетом выполнения процедуры время операции было выше в группе КМН (89 ± 21 минута), тогда как в группе ЭА время операции составило (71 ± 33 минуты).

Анализ величины интраоперационной кровопотери показал следующие значения, в группе ЭА – $86.7 \pm 52,4$ мл, в группе КМН – 74.5 ± 63.2 мл. Таким образом, средняя величина интраоперационной кровопотери в группах применения ЭА и КМН были сопоставимы.

Объем потребляемых опиоидных анальгетиков высчитывали согласно количеству введенных инъекций трамадола 5% – 2 мл. Введения выполнялись при ВАШ более 5 на фоне стандартной мультимодальной аналгезии, что считалось выраженным болевым синдромом и не эффективной терапией неопиоидными анальгетиками. При оценке потребления опиоидов, были выявлены различия между группами ЭА и КМН (рисунок 5.1). Пациентам в группе КМН потребовалось меньшее количество опиоидных анальгетиков.

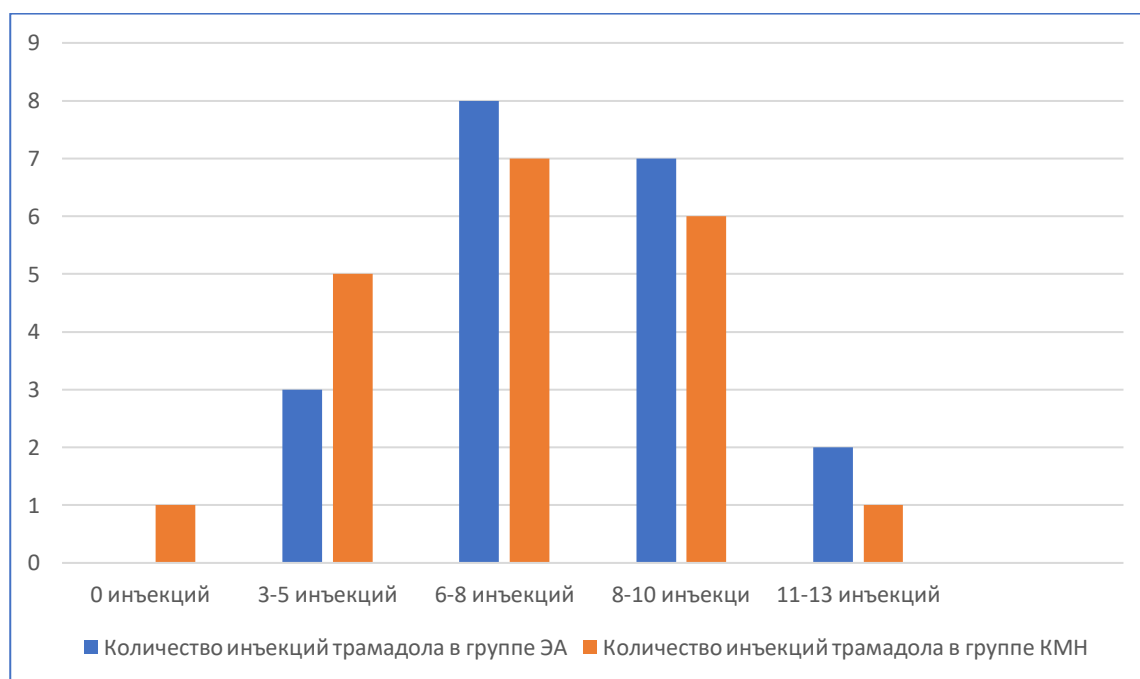


Рисунок 5.1 – Оценка количества потребляемых опиоидных анальгетиков

Следующим критерием сравнения была оценка сроков нахождения пациентов в стационаре после операции. Дополнение схемы мультимодальной

аналгезии КМН снижает сроки стационарного лечения после операции: в группе ЭА среднее количество дней пребывания в стационаре составило $8,5 \pm 1,9$ суток, тогда как в группе КМН среднее время послеоперационного койко-дня составило $7,2 \pm 1,6$. 1 пациент из группы КМН выписан на 5 сутки после операции ввиду отсутствия болевого синдрома, функциональной реабилитации и отсутствия показаний к продолжению стационарного лечения по результатам обследования.

Заключительным критерием сравнения была оценка послеоперационных осложнений. Послеоперационные осложнения наблюдали у 3 (15%) пациентов группы КМН и 5 (25%) группы ЭА. Специфических осложнений регионарных методов аналгезии не зафиксировано. Основные осложнения включали в себя гемоторакс, пневмоторакс, межмышечную гематому, гидроторакс, смещение металлоконструкции. Летальных исходов не было.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика криообляции межреберных нервов при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых при помощи аппарата КРИО-01 «ЕЛАМЕД». Криообляцию межреберных нервов следует проводить в двух межреберьях выше и ниже установленной пластины по средней подмышечной линии. Оптимальный рабочий температурный режим должен составлять -60°C в течении двух минут на каждое межреберье. Среднее время проведения криообляции межреберных нервов составило 17 ± 14 минут.

2. Проведено рандомизированное проспективное одноцентровое когортное исследование применения криообляции межреберных нервов в сравнении с эпидуральной аналгезией при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых. В созданном алгоритме периоперационного ведения единственным различием среди двух групп пациентов была методика регионарной аналгезии, благодаря чему получены оптимальные условия для подробного анализа послеоперационных результатов.

3. Криообляция межреберных нервов – безопасный, эффективный и воспроизводимый метод регионарной аналгезии при коррекции ВДГК у взрослых с отсутствием интраоперационных осложнений.

4. При сравнительном анализе непосредственных и отдаленных результатов в группах криообляции межреберных нервов и эпидуральной аналгезии при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых получены статистически достоверные результаты менее выраженного болевого синдрома в группе криообляции межреберных нервов на 1,3,5 сутки ($p=0,03$). Отдаленные результаты выраженности болевого синдрома в группах не различались. Применение криообляции межреберных нервов позволило сократить средний послеоперационный койко-день до $7,2 \pm 1,6$, в сравнении $8,5 \pm 1,9$ в группе эпидуральной аналгезии ($p < 0,05$). Суммарное потребление опиоидных анальгетиков было достоверно ниже в группе криообляции межреберных нервов и составило 42 инъекции, в группе эпидуральной аналгезии 56 инъекций.

Специфических осложнений не было.

5. При конституциональных особенностях пациента, отсутствии технической возможности постановки эпидурального катетера криоабляция межреберных нервов может быть использована в качестве приоритетного метода регионарной аналгезии при коррекции ВДГК у взрослых.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

1. Для планирования предполагаемой конфигурации установки пластины следует выполнять МСКТ ОГК с 3Д-моделированием.

2. Перед операцией следует получить консультацию анестезиолога для определения абсолютных и относительных противопоказаний к установке эпидурального катетера.

3. Для выполнения криоабляции межреберных нервов при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых рекомендуется использовать аппарат для криовоздействия с регулируемым режимом температурного воздействия.

4. Процедуру криоабляции межреберных нервов необходимо выполнять на уровне двух межреберий выше и ниже предполагаемого места установки пластины с обеих сторон.

5. Режим температурного воздействия рекомендуется в диапазоне – 55-65 °С в течении двух минут на каждое межреберье.

6. Криоабляция межреберных нервов при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки является приоритетным методом при наличии абсолютных или относительных противопоказаний к установке эпидурального катетера.

7. Криоабляция межреберных нервов не сопровождается развитием системных побочных эффектов, присущих ЭА, ввиду локального воздействия.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ASA – Американское общество анестезиологов

РСА – patient-controlled analgesia

ВАШ – визуально-аналоговая шкала

ВДГК – воронкообразная деформация грудной клетки

ГРК – грудино-реберный комплекс

ИМТ – индекс массы тела

КМН – криоабляция межреберных нервов

ЛАД – легкая ассиметричная деформация

МСКТ ОГК – мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки

НПВС – нестероидные противовоспалительные средства

ОФВ1 – объем форсированного выдоха за 1 секунду

ПБЧ – порог болевой чувствительности

ПВБ – паравертебральная блокада

СД – симметричная деформация

ТГА – тензотермоальгометрия

ФВД – функции внешнего дыхания

ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких

ЦНС – центральная нервная система

ЭА – эпидуральная аналгезия

ЭХО-КГ – эхокардиография

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альперович, Б.И. Исторический очерк криохирургии в России. Криохирургия в гепатологии / Б.И. Альперович // Достижения криомедицины. Материалы Международного симпозиума. – СПб.: Наука, 2001. – С. 4-21.
2. Беридзе, М.А. К вопросу о применении криотерапии в дерматологии / М.А. Беридзе. – Тбилиси, 1938. – 40 с.
3. Васильев, А.В. Криодеструкция опухолей челюстно-лицевой локализации и пути повышения ее эффективности: (Клинико-эксперим. исслед.): автореферат дис. ... канд. мед. наук: 14.00.21 / А.В. Васильев. – Ленинград: [б. и.], 1979. – 14 с.
4. Виноградов, А.В. Воронкообразные деформации грудной клетки у детей / А.В. Виноградов // Медицинская газета. – 2003. – № 48 (6380). – С. 9.
5. Виноградов, А.В. Организация амбулаторного наблюдения за детьми с деформациями грудной клетки / А.В. Виноградов, П.Я. Фищенко, Е.Г. Сологубов [и др.] // Паллиативная медицина и реабилитация. – 2003. – № 2. – С. 101.
6. Галай, О.О. Криогенный метод лечения новообразований головы и шеи различной локализации / О.О. Галай, С.Г. Бондаренко, О.Р. Дуда [и др.] // Материалы конференции «Криохирургия, современные методы и инновационные технологии». – Санкт-Петербург, 2007.
7. Горемыкин, И.В. Тип дыхания у детей до и после хирургического лечения воронкообразной деформации грудной клетки и возможность его коррекции с помощью биорегуляции / И.В. Горемыкин, К.Л. Погосян, Е.А. Лукьяненко // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 5-2. – С. 266-270.
8. Грищенко, В.И. Практическая криомедицина / В.И. Грищенко. – Киев, 1987.
9. Иванов, А.Е. Опыт криолечения предопухолевых заболеваний шейки матки / А.Е. Иванов, А.М. Сдвижков, В.И. Борисов [и др.] // Сборник докладов первой общероссийской научно-практической конференции «Криомедицина. Современные методы». – Москва, 2007.

10. Кандель, Э.И. Криохирurgia / Э.И. Кандель. – М.: Медицина, 1974.
11. Кандель, Э.И. Усовершенствование методики локального замораживания подкорковых структур при стереотаксических операциях на головном мозге / Э.И. Кандель, А.В. Кукин, А.И. Шальников [и др.] // Вопросы нейрохирургии. – 1962. – № 4. – С. 51-54.
12. Козлов, В.А. Селективная проксимальная криовагоденервация перфоративной язвы двенадцатиперстной кишки / В.А. Козлов, И.В. Зеленцов, И.В. Козлов [и др.] // Материалы международной научно-практической конференции «Новое в практической медицинской криологии». – Москва, 2004. – С. 13-14.
13. Кондрашин, Н.И. Врожденная воронкообразная деформация грудной клетки у детей: автореферат дис. ... доктора медицинских наук / Н.И. Кондрашин; 2-й Моск. гос. мед. ин-т им. Н. И. Пирогова. – Москва: [б. и.], 1968. – 32 с.
14. Косенок, В.К. Методика криолимфодиссекции при раке легкого / В.К. Косенок, М.С. Возлюбленный, Е.И. Пелепас [и др.] // Сборник докладов первой общероссийской научно-практической конференции «Криомедицина. Современные методы». – Москва, 2007.
15. Мартынов, Б.В. Роль стереотаксической криотомии в лечении глиобластом / Б.В. Мартынов, В.Е. Парфенов, А.И. Холявин [и др.] // Материалы IV съезда нейрохирургов России. – Москва, 2006. – С. 195.
16. Низковолос, В.Б. Стереотаксическое лечение опухолей мозга с применением криохирургии и позитронно-эмиссионной томографии / В.Б. Низковолос, А.Ф. Гурчин, А.И. Холявин [и др.] // Сборник докладов первой общероссийской научно-практической конференции «Криомедицина. Современные методы». – Москва, 2007. – С. 44.
17. Патютко, Ю.И. Место криохирургии в лечении опухолей печени и поджелудочной железы / Ю.И. Патютко, Д.В. Подлужный, И.В. Сагайдак [и др.] // Сборник докладов первой общероссийской научно-практической конференции «Криомедицина. Современные методы». – Москва, 2007.
18. Разумовский, А.Ю. Сравнительная характеристика эффективности различных способов оперативного лечения воронкообразной деформации грудной

клетки у детей: мультицентровое исследование / А.Ю. Разумовский, А.Б. Алхасов, М.П. Разин [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2018. – Т. 6, № 1. – С. 5-13. – doi: 10.17816/PTORS615-13

19. Сперанский А.Д. Элементы построения теории медицины / А.Д. Сперанский. – Москва; Ленинград: Изд-во Всес. ин-та эксперимент. медицины, 1935. – 344 с.

20. Урмонас, В.К. Воронкообразная грудная клетка / В.К. Урмонас, Н.И. Кондрашин. – Вильнюс: Мокслас, 1983.

21. Ahmed, Z. Role of intercostal nerve block in reducing postoperative pain following video-assisted thoracoscopy: A randomized controlled trial / Z. Ahmed, K. Samad, H. Ullah // Saudi journal of anaesthesia. – 2017. – Vol. 11, № 1. – P. 54-57. – doi:10.4103/1658-354X.197342

22. Allington, H.V. Liquid nitrogen in the treatment of skin diseases / H.V. Allington // California Medicine. – 1950. – Vol. 72, № 3. – P. 153-155.

23. Arnott, J. Practical illustrations of the remedial efficacy of a very low or anaesthetic temperature. I. In cancer / J. Arnott // Lancet. – 1850. – Vol. 2. – P. 257-259.

24. Aydin, G. Which Is More Effective for Minimally Invasive Pectus Repair: Epidural or Paravertebral Block? / G. Aydin, A.T. Sahin, I. Gencay [et al.] // Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques. – 2020. – Vol. 30, № 1. – P. 81-86. – doi: 10.1089/lap.2019.0403

25. Bainbridge, D. NSAID-analgesia, pain control and morbidity in cardiothoracic surgery / D. Bainbridge, D.C. Cheng, J.E. Martin [et al.] // Canadian Journal of Anesthesia. – 2006. – Vol. 53, № 1. – P. 46-59. – doi:10.1007/BF03021527

26. Barnard, J.D. Cryoanalgesia / J.D. Barnard, J.W. Lloyd // Nursing Times. – 1977. – Vol. 73, № 24. – P. 897-899.

27. Baust, J. Underlying mechanisms of damage and new concepts in cryosurgical instrumentation / J. Baust, Z. Hang // Cryosurgery: Mechanism and Applications / L. Lucas, ed. – Paris: International Institute of Refrigeration, 1995.

28. Benzon, H.T. A randomized double-blind comparison of epidural fentanyl infusion versus patient-controlled analgesia with morphine for postthoracotomy pain /

H.T. Benzon, H.Y. Wong, A.M. Belavic [et al.] // *Anesthesia & Analgesia*. – 1993. – Vol. 76, № 2. – P. 316-322.

29. Butkovic, D. Postoperative analgesia with intravenous fentanyl PCA vs epidural block after thoracoscopic pectus excavatum repair in children / D. Butkovic, S. Kralik, M. Matolic [et al.] // *British journal of anaesthesia*. – 2007. – Vol. 98, № 5. – P. 677-681.

30. Byas-Smith, M.G. Ultrasound-guided intercostal nerve cryoablation / M.G. Byas-Smith, A. Gulati [et al.] // *Anesthesia & Analgesia*. – 2006. – Vol. 103, № 4. – P. 1033-1035.

31. Cailletet, L. Recherches sur la liquéfaction des gaz / L. Cailletet // *Ann Chimie Physique*. – 1878. – Vol. 15. – P. 132-144.

32. Conachr ID: Pain relief following thoracic surgery, *Thoracic Surgery*. Bailliere's Clinical Anaesthesiology. Volume 1 / Ed. by J.W.W. Gothard. – London, Baillerc-Tindall, 1987. P. 235-257.

33. Cook, T.M. Major complications of central neuraxial block: report on the Third National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists / T.M. Cook, D. Counsell, J.A.W. Wildsmith // *British journal of anaesthesia*. – 2009. – Vol. 102, № 2. – P. 179-190.

34. Cooper, I.S. Cryostatic congelation: a system for producing a limited, controlled region of cooling or freezing of biologic tissues / I.S. Cooper, A.S.J. Lee // *The Journal of nervous and mental disease*. – 1961. – Vol. 133, № 3. – P. 259-263.

35. Cooper, S.M. The history of cryosurgery / S.M. Cooper, R.P.R. Dawber // *Journal of the royal society of medicine*. – 2001. – Vol. 94, № 4. – P. 196-201.

36. Densmore, J.C. Initial surgical and pain management outcomes after Nuss procedure / J.C. Densmore, D.B. Peterson, L.L. Stahovic [et al.] // *Journal of pediatric surgery*. – 2010. – Vol. 45, № 9. – P. 1767-1771.

37. Dickenson, A.H. Spinal cord pharmacology of pain / A.H. Dickenson // *British journal of anaesthesia*. – 1995. – Vol. 75, № 2. – P. 193-200.

38. Dolin, S.J. Effectiveness of acute postoperative pain management: I. Evidence from published data / S.J. Dolin, J.N. Cashman, J.M. Bland // *British journal of*

anaesthesia. – 2002. – Vol. 89, № 3. – P. 409-423.

39. Dolin, S.J. Tolerability of acute postoperative pain management: nausea, vomiting, sedation, pruritis, and urinary retention. Evidence from published data / S.J. Dolin, J.N. Cashman // *British journal of anaesthesia*. – 2005. – Vol. 95, № 5. – P. 584-591.

40. Etches, R.C. Respiratory depression associated with patient-controlled analgesia: a review of eight cases / R.C. Etches // *Canadian journal of anaesthesia*. – 1994. – Vol. 41, № 2. – P. 125-132.

41. Evans, P.J.D. Cryoanalgesia for intractable perineal pain / P.J.D. Evans, J.W. Lloyd, T.M. Jack // *Journal of the Royal Society of Medicine*. – 1981. – Vol. 74, № 11. – P. 804-809.

42. Evans, P.J.D. Cryoanalgesia: the response to alterations in freeze cycle and temperature / P.J.D. Evans, J.W. Lloyd, C.J. Green // *British Journal of Anaesthesia*. – 1981. – Vol. 53, № 11. – P. 1121-1127.

43. Ewais, M.A. Outcomes in adult pectus excavatum patients undergoing Nuss repair / M.A. Ewais, S. Chaparala, R. Uhl [et al.] // *Patient Related Outcome Measures*. – 2018. – Vol. 9. – P. 65.

44. Fokin, A.A. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities / A.A. Fokin, N.M. Steuerwald, W.A. Ahrens [et al.] // *Seminars in thoracic and cardiovascular surgery*. – WB Saunders, 2009. – Vol. 21, № 1. – P. 44-57. – doi: 10.1053/j.semtcvs.2009.03.001

45. Fonkalsrud, E.W. Repair of pectus excavatum deformities: 30 years of experience with 375 patients / E.W. Fonkalsrud, J.C.Y. Dunn, J.B. Atkinson // *Annals of surgery*. – 2000. – Vol. 231, № 3. – P. 443-448.

46. Futagawa, K. Anesthetic management for the minimally invasive Nuss procedure in 21 patients with pectus excavatum / K. Futagawa, I. Suwa, T. Okuda [et al.] // *Journal of anesthesia*. – 2006. – Vol. 20, № 1. – P. 48-50.

47. Glynn, C.J. Cryoanalgesia in the management of pain after thoracotomy / C.J. Glynn, J.W. Lloyd, J.D. Barnard // *Thorax*. – 1980. – Vol. 35, № 5. – P. 325-327.

48. Graves, C.E. Intraoperative intercostal nerve cryoablation during the Nuss

procedure reduces length of stay and opioid requirement: a randomized clinical trial / C.E. Graves, J. Moyer, M.J. Zobel [et al.] // *Journal of pediatric surgery*. – 2019. – Vol. 54, № 11. – P. 2250-2256.

49. Green, C.R. Long-Term Follow Up of Cryoanalgesia for Chronic Thoracic Pain / C.R. Green, A.M. DeRosayro, A.P. Tait [et al.] // *Regional Anesthesia: The Journal of Neural Blockade in Obstetrics, Surgery, & Pain Control*. – 1993. – Vol. 18, № 2. – P. 46.

50. Haecker, F.M. The vacuum bell for conservative treatment of pectus excavatum: the Basle experience / F.M. Haecker // *Pediatric surgery international*. – 2011. – Vol. 27, № 6. – P. 623-627.

51. 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, № 5. – P. 334-341.

52. Hall Burton, D.M. A comparison of paravertebral nerve block catheters and thoracic epidural catheters for postoperative analgesia following the Nuss procedure for pectus excavatum repair / D.M. Hall Burton, K.R. Boretsky // *Pediatric Anesthesia*. – 2014. – Vol. 24, № 5. – P. 516-520.

53. Haller Jr, J.A. Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary report / J.A. Haller Jr, S.S. Kramer, S.A. Lietman // *Journal of pediatric surgery*. – 1987. – Vol. 22, № 10. – P. 904-906.

54. Holden, H. *Practical Cryosurgery* / H. Holden. – L.: Pitman, 1975. – 168 p.

55. Johnson, W.R. Systematic review of surgical treatment techniques for adult and pediatric patients with pectus excavatum / W.R. Johnson, D. Fedor, S. Singhal // *Journal of cardiothoracic surgery*. – 2014. – Vol. 9, № 1. – P. 1-13. – doi:10.1186/1749-8090-9-25

56. Keller, B.A. Intercostal nerve cryoablation versus thoracic epidural catheters for postoperative analgesia following pectus excavatum repair: preliminary outcomes in twenty-six cryoablation patients / B.A. Keller, S.K. Kabagambe, J.C. Becker [et al.] // *Journal of pediatric surgery*. – 2016. – Vol. 51, № 12. – P. 2033-2038. – doi:10.1016/j.jpedsurg.2016.09.034

57. Kelly Jr, R.E. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation / R.E. Kelly Jr // *Seminars in pediatric surgery*. – WB Saunders, 2008. – Vol. 17, № 3. – P. 181-193. – doi: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002

58. Kelly Jr, R.E. Prospective multicenter study of surgical correction of pectus excavatum: design, perioperative complications, pain, and baseline pulmonary function facilitated by internet-based data collection / R.E. Kelly Jr, R.C. Shamberger, R.B. Mellins [et al.] // *Journal of the American College of Surgeons*. – 2007. – Vol. 205, № 2. – P. 205-216.

59. Kelly Jr, R.E. Surgical repair of pectus excavatum markedly improves body image and perceived ability for physical activity: multicenter study / R.E. Kelly Jr, T.F. Cash, R.C. Shamberger [et al.] // *Pediatrics*. – 2008. – Vol. 122, № 6. – P. 1218-1222. – doi: 10.1542/peds.2007-2723

60. Kelly, R.E. Twenty-one years of experience with minimally invasive repair of pectus excavatum by the Nuss procedure in 1215 patients / R.E. Kelly, M.J. Goretsky, R. Obermeyer [et al.] // *Annals of surgery*. – 2010. – Vol. 252, № 6. – P. 1072-1081.

61. Khalil, K.G. Operative intercostal nerve blocks with long-acting bupivacaine liposome for pain control after thoracotomy / K.G. Khalil, M.L. Boutrous, A.D. Irani [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2015. – Vol. 100, № 6. – P. 2013-2018. – doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.08.017

62. Koethe, Y. Image-guided nerve cryoablation for post-thoracotomy pain syndrome / Y. Koethe, A.J. Mannes, B.J. Wood // *Cardiovascular and interventional radiology*. – 2014. – Vol. 37, № 3. – P. 843-846.

63. Kubiak, R. Pulmonary function following completion of minimally invasive repair for pectus excavatum (MIRPE) / R. Kubiak, S. Habelt, J. Hammer [et al.] // *European journal of pediatric surgery*. – 2007. – Vol. 17, № 04. – P. 255-260.

64. Lloyd, J.W. Cryoanalgesia: a new approach to pain relief / J.W. Lloyd, J.D.W. Barnard, C.J. Glynn // *The Lancet*. – 1976. – Vol. 308, № 7992. – P. 932-934.

65. Loan, W.B. Clinical assessment of pain / W.B. Loan, J.W. Dundee // *Practitioner*. – 1967. – Vol. 198. – P. 759-768.

66. Loftus, P.D. Paravertebral regional blocks decrease length of stay following surgery for pectus excavatum in children / P.D. Loftus, C.T. Elder, K.W. Russell [et al.] // *Journal of Pediatric Surgery*. – 2016. – Vol. 51, № 1. – P. 149-153.
67. Lortat-Jacobs, L. La cryotherapie / L. Lortat-Jacobs, G. Solente. – Paris: Maisson et Cie, 1930.
68. Lukosiene, L. Postoperative pain management in pediatric patients undergoing minimally invasive repair of pectus excavatum: the role of intercostal block / L. Lukosiene, D.C. Rugeyte, A. Macas [et al.] // *Journal of Pediatric Surgery*. – 2013. – Vol. 48, № 12. – P. 2425-2430.
69. Mann, L.J. Intrapleural bupivacaine in the control of postthoracotomy pain / L.J. Mann, G.R. Young, J.K. Williams [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 1992. – Vol. 53, № 3. – P. 449-454.
70. Marret, E. Paravertebral block with ropivacaine 0.5% versus systemic analgesia for pain relief after thoracotomy / E. Marret, B. Bazelly, G. Taylor [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2005. – Vol. 79, № 6. – P. 2109-2113.
71. Miller, M.R. Standardisation of spirometry / M.R. Miller, J. Hankinson, V. Brusasco [et al.] // *European Respiratory Journal*. – 2005. – Vol. 26. – P. 319-338.
72. Momeni, M. Patient-controlled analgesia in the management of postoperative pain / M. Momeni, M. Crucitti, M. De Kock // *Drugs*. – 2006. – Vol. 66, № 18. – P. 2321-2337. – doi: 10.2165/00003495-200666180-00005
73. Moorjani, N. Effects of cryoanalgesia on post-thoracotomy pain and on the structure of intercostal nerves: a human prospective randomized trial and a histological study / N. Moorjani, F. Zhao, Y. Tian [et al.] // *European journal of cardio-thoracic surgery*. – 2001. – Vol. 20, № 3. – P. 502-507. -tdoi: 10.1016/s1010-7940(01)00815-6
74. Morikawa, N. Cryoanalgesia in patients undergoing Nuss repair of pectus excavatum: technique modification and early results / N. Morikawa, N. Laferriere, S. Koo [et al.] // *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*. – 2018. – Vol. 28, № 9. – P. 1148-1151. – doi: 10.1089/lap.2017.0665
75. Myers, R.R. Axonal viability and the persistence of thermal hyperalgesia after partial freeze lesions of nerve / R.R. Myers, H.M. Heckman, H.C. Powell // *Journal*

of the neurological sciences. – 1996. – Vol. 139, № 1. – P. 28-38.

76. Myers, R.R. Biophysical and pathological effects of cryogenic nerve lesion / R.R. Myers, H.C. Powell, H.M. Heckman [et al.] // *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. – 1981. – Vol. 10, № 5. – P. 478-485.

77. Nagasao, T. Stress distribution on the thorax after the Nuss procedure for pectus excavatum results in different patterns between adult and child patients / T. Nagasao, J. Miyamoto, T. Tamaki [et al.] // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2007. – Vol. 134, № 6. – P. 1502-1507.

78. Nasr, A. Comparison of the Nuss and the Ravitch procedure for pectus excavatum repair: a meta-analysis / A. Nasr, A. Fecteau, P.W. Wales // *Journal of pediatric surgery*. – 2010. – Vol. 45, № 5. – P. 880-886.

79. Nelson, K.M. Intraoperative intercostal nerve freezing to prevent postthoracotomy pain / K.M. Nelson, R.G. Vincent, R.S. Bourke [et al.] // *The Annals of Thoracic Surgery*. – 1974. – Vol. 18, № 3. – P. 280-285.

80. Nuss, D. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum / D. Nuss, R.E. Kelly Jr, D.P. Croitoru [et al.] // *Journal of pediatric surgery*. – 1998. – Vol. 33, № 4. – P. 545-552.

81. Nuss, D. Minimally invasive surgical repair of pectus excavatum / D. Nuss // *Seminars in pediatric surgery*. – WB Saunders, 2008. – Vol. 17, № 3. – P. 209-217.

82. Orr, I.A. Improved pain relief after thoracotomy: use of cryoprobe and morphine infusion / I.A. Orr, D.J. Keenan, J.W. Dundee // *Br Med J (Clin Res Ed)*. – 1981. – Vol. 283, № 6297. – P. 945-948.

83. Papalkar, D. Cavernous haemangioma in the orbital apex: stereotactic-guided transcranial cryoextraction / D. Papalkar, I.C. Francis, M. Stoodley [et al.] // *Clinical & experimental ophthalmology (Australia)*. – 2005. – Vol. 33(4). – P. 421-423.

84. Papic, J.C. Postoperative opioid analgesic use after Nuss versus Ravitch pectus excavatum repair / J.C. Papic, S.M.E. Finnell, A.M. Howenstein [et al.] // *Journal of Pediatric Surgery*. – 2014. – Vol. 49, № 6. – P. 919-923.

85. Pavy, T. Effect of indomethacin on pain relief after thoracotomy / T. Pavy,

C. Medley, D.F. Murphy // *BJA: British Journal of Anaesthesia*. – 1990. – Vol. 65, № 5. – P. 624-627.

86. Pilegaard, H.K. Editorial comment: Postoperative pain location following the Nuss procedure – what is the evidence and does it make a difference? / H.K. Pilegaard, K. Grosen // *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. – 2010. – Vol. 38, № 2. – P. 208-209.

87. Pusey, W.A. The use of carbon dioxide snow in the treatment of nevi and other lesions of the skin. a preliminary report / W.A. Pusey // *Journal of the American Medical Association*. – 1907. – Vol. 49, № 16. – P. 1354-1356.

88. Quanjer, P.H. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations / P.H. Quanjer, S. Stanojevic, T.J. Cole [et al.] // *Eur Respir J*. – 2012. – Vol. 40. – P. 1324-1343.

89. Ravitch, M.M. The operative treatment of pectus excavatum / M.M. Ravitch // *Annals of surgery*. – 1949. – Vol. 129, № 4. – P. 429-444.

90. Rettig, R.L. Same day discharge for pectus excavatum – is it possible? / R.L. Rettig, A.G. Rudikoff, H.Y.A. Lo [et al.] // *Journal of Pediatric Surgery*. – 2021. – doi: 10.1016/j.jpedsurg.2021.02.007

91. Richardson, J. Thoracic paravertebral block / J. Richardson, P.A. Lönnqvist // *Br J Anaesth*. – 1998. – Vol. 81 (2). – P. 230-238. – doi: 10.1093/bja/81.2.230

92. Schier, F. The vacuum chest wall lifter: an innovative, nonsurgical addition to the management of pectus excavatum / F. Schier, M. Bahr, E. Klobe // *Journal of pediatric surgery*. – 2005. – Vol. 40, № 3. – P. 496-500.

93. Singhal, N.R. Multimodal anesthesia with the addition of methadone is superior to epidural analgesia: a retrospective comparison of intraoperative anesthetic techniques and pain management for 124 pediatric patients undergoing the Nuss procedure / N.R. Singhal, J. Jones, J. Semenova [et al.] // *Journal of pediatric surgery*. – 2016. – Vol. 51, № 4. – P. 612-616.

94. Soliman, I.E. Intravenous versus epidural analgesia after surgical repair of pectus excavatum / I.E. Soliman, J.S. Apuya, K.M. Fertil [et al.] // *American journal of therapeutics*. – 2009. – Vol. 16, № 5. – P. 398-403.

95. St Peter, S.D. Epidural vs patient-controlled analgesia for postoperative pain after pectus excavatum repair: a prospective, randomized trial / S.D. St Peter, K.A. Weesner, E.E. Weissend [et al.] // *Journal of pediatric surgery*. – 2012. – Vol. 47, № 1. – P. 148-153.
96. St Peter, S.D. Is epidural anesthesia truly the best pain management strategy after minimally invasive pectus excavatum repair? / S.D. St Peter, K.A. Weesner, R.J. Sharp [et al.] // *Journal of pediatric surgery*. – 2008. – Vol. 43, № 1. – P. 79-82.
97. Stroud, A.M. Epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia following minimally invasive pectus excavatum repair: a systematic review and meta-analysis / A.M. Stroud, D.D. Tulanont, T.E. Coates [et al.] // *Journal of pediatric surgery*. – 2014. – Vol. 49, № 5. – P. 798-806.
98. Sujka, J.A. Epidural versus PCA pain management after pectus excavatum repair: a multi-institutional prospective randomized trial / J.A. Sujka, C. Dekonenko, D.L. Millspaugh [et al.] // *European Journal of Pediatric Surgery*. – 2020. – Vol. 30, № 05. – P. 465-471. – doi: 10.1055/s-0039-1697911
99. Sunderland, S. *Nerves and Nerve Injuries* / S. Sunderland. – Edinburgh & London: Livingstone, 1968. – 180 p.
100. Tarnecki, R. Cryopallidotomy in Parkinson disease. Effect on somatosensory potentials / R. Tarnecki, E. Mempel, A. Kołodziejak [et al.] // *Neurologia i neurochirurgia polska*. – 2000. – Vol. 34 (2). – P. 329-338.
101. Trescot, A.M. Cryoanalgesia in interventional pain management / A.M. Trescot // *Pain physician*. – 2003. – Vol. 6, № 3. – P. 345-360.
102. Wang, Y. Ropivacaine for intercostal nerve block improves early postoperative cognitive dysfunction in patients following thoracotomy for esophageal cancer / Y. Wang, J. Cheng, L. Yang [et al.] // *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. – 2019. – Vol. 25. – P. 460-465. – doi:10.12659/MSM.912328
103. Weber, P.G. Forces to be overcome in correction of pectus excavatum / P.G. Weber, H.P. Huemmer, B. Reingruber // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2006. – Vol. 132, № 6. – P. 1369-1373.

104. Weber, T. Superior postoperative pain relief with thoracic epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia after minimally invasive pectus excavatum repair / T. Weber, J. Mätzl, A. Rokitansky [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2007. – Vol. 134, № 4. – P. 865-870.

105. White, A.C. Liquid air: its application in medicine and surgery / A.C. White // Med Rec. – 1899. – Vol. 56, № 4. – P. 109-112.

Приложение А



Рисунок А.1 – Патент на способ хирургического лечения воронкообразной деформации грудной клетки у взрослых с криоабляцией межреберных нервов

Приложение Б

Таблица Б.1 – Шкала оценки течения послеоперационного периода (ч. 1)

| Физические симптомы | | | Физиологические функции | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| | Крио (20) | ЭА (20) | | Крио (20) | ЭА (20) |
| Боль | 0-нет | 0-нет | Нарушение пищеварения | 0-нет | 0-нет |
| | 1-редко | 1-редко | | 1-редко | 1-редко |
| | 2-часто | 2-часто | | 2-часто | 2-часто |
| | 3- постоянно | 3- постоянно | | 3- постоянно | 3- постоянно |
| Тошнота | 0-нет | 0-нет | Нарушение мочеиспускания | 0-нет | 0-нет |
| | 1-редко | 1-редко | | 1-редко | 1-редко |
| | 2-часто | 2-часто | | 2-часто | 2-часто |
| | 3- постоянно | 3- постоянно | | 3- постоянно | 3- постоянно |
| Слабость | 0-нет | 0-нет | Мышечная слабость | 0-нет | 0-нет |
| | 1-редко | 1-редко | | 1-редко | 1-редко |
| | 2-часто | 2-часто | | 2-часто | 2-часто |
| | 3- постоянно | 3- постоянно | | 3- постоянно | 3- постоянно |
| Нарушение сна | 0-нет | 0-нет | | 0-нет | 0-нет |
| | 1-редко | 1-редко | | 1-редко | 1-редко |

| | | | | | |
|--|----------------------------|----------------------------|--|----------------------------|----------------------------|
| | 2-часто 3- постоянно | 2-часто 3- постоянно | | 2-часто 3- постоянно | 2-часто 3- постоянно |
|--|----------------------------|----------------------------|--|----------------------------|----------------------------|

Таблица Б.2 – Шкала оценки течения послеоперационного периода (ч. 2)

| Психосоциальная адаптация | | | Активность | | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|--|-----------------|-----------------|
| | Крио (20) | ЭА (20) | | Крио (20) | ЭА (20) |
| Беспокойство и тревога | 0-нет | 0-нет | Ограничение движения из-за боли | 0-нет | 0-нет |
| | 1-редко | 1-редко | | 1-редко | 1-редко |
| | 2-часто | 2-часто | | 2-часто | 2-часто |
| | 3- постоянно | 3- постоянно | | 3- постоянно | 3- постоянно |
| | о | о | | о | о |
| Трудности концентрации и | 0-нет | 0-нет | Вынужденное положение тела | 0-нет | 0-нет |
| | 1-редко | 1-редко | | 1-редко | 1-редко |
| | 2-часто | 2-часто | | 2-часто | 2-часто |
| | 3- постоянно | 3- постоянно | | 3- постоянно | 3- постоянно |
| | о | о | | о | о |
| Чувство стеснения своего тела | 0-нет | 0-нет | Необходимость посторонней помощи | 0-нет | 0-нет |
| | 1-редко | 1-редко | | 1-редко | 1-редко |
| | 2-часто | 2-часто | | 2-часто | 2-часто |

| | | | | | |
|--|---------------------|---------------------|--|---------------------|---------------------|
| | 3- ПОСТОЯНН о | 3- ПОСТОЯНН о | | 3- ПОСТОЯНН о | 3- ПОСТОЯНН о |
|--|---------------------|---------------------|--|---------------------|---------------------|

Таблица Б.3 – Шкала оценки течения послеоперационного периода (ч. 3)

| | | |
|----------------------|------|----|
| | Крио | ЭА |
| Отличное | | |
| Хорошее | | |
| Удовлетворительное | | |
| Неудовлетворительное | | |

Оценка результатов:

0-5 – отлично

5-10 – хорошо

10-16 – удовлетворительно

16-21 – неудовлетворительно