

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Волгоградский государственный медицинский
университет Министерства здравоохранения Российской Федерации**

На правах рукописи

САЛИМОВ ДМИТРИЙ ШАМИЛЬЕВИЧ

**Новые хирургические технологии лечения патологии плевры
(клинико-экспериментальное исследование)**

Научная специальность: 3.1.9. Хирургия

**Диссертация на соискание ученой степени
доктора медицинских наук**

**Научный консультант:
доктор медицинских наук, доцент
Крайнюков Павел Евгеньевич**

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ СОПРОВОЖДАЮЩИЕ СОСТОЯНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ГИДРОПНЕВМОТОРАКСОМ И ПАТОЛОГИЕЙ ПЛЕВРЫ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)	23
1.1. ДРЕНИРОВАНИЕ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЯХ В ТОРАКАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ	23
1.1.1. Исторические сведения.....	23
1.1.2. Выбор места дренирования, контроль дренажа, длительность стояния дренажей.....	31
1.1.3. Ошибки и осложнения дренирования плевральной полости.....	35
1.2. ПРИМЕНЕНИЕ АУТОЛОГИЧНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЮ СТИМУЛЯЦИИ ПРОЦЕССОВ РЕПАРАЦИИ И АДГЕЗИОГЕНЕЗА.....	45
ГЛАВА II. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ, ЕГО МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ	50
2.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	50
2.2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	54
2.2.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЖИВОТНЫХ	54
2.2.1.1. Экспериментальная модель адгезиогенеза в плевральной полости после торакотомии, сопровождающейся переломом ребер.....	59
2.2.1.2. Экспериментальная модель эмпиемы плевры	64
2.2.2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТИМУЛЯЦИИ ПЛЕВРОДЕЗА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЖИВОТНЫХ	69
2.2.2.1. Экспериментальные методы «химической» стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости у животных.....	69
2.2.2.2. Экспериментальные методы «физической» стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости у животных.....	71
2.2.2.3. Экспериментальные методы биологической стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости у животных.....	73

2.2.2.3.1. Получение плазмы, обогащенной тромбоцитами, с целью биологической стимуляции адгезиогенеза.....	73
2.2.2.3.2. Получение аутологичной жировой ткани с целью биологической стимуляции адгезиогенеза.....	74
2.2.2.3.3. Применение плазмы, обогащенной тромбоцитами, в комбинации с аутологичной жировой тканью с целью биологической стимуляции адгезиогенеза в эксперименте на животных.....	75
2.2.3. АУТОПСИЙНЫЙ БЛОК ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	76
2.2.4. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.	81
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ И МЕТОДОВ СТИМУЛЯЦИИ АДГЕЗИОГЕНЕЗА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЖИВОТНЫХ	83
3.1. РЕЗУЛЬТАТЫ СТИМУЛЯЦИИ АДГЕЗИОГЕНЕЗА В ПРОЦЕССЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТОРАКОТОМИИ, СОПРОВОЖДАЮЩЕЙСЯ ПЕРЕЛОМОМ РЕБЕР.....	83
3.2. РЕЗУЛЬТАТЫ СТИМУЛЯЦИИ АДГЕЗИОГЕНЕЗА В ПРОЦЕССЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОЙ ПОЛОСТИ (ЭМПИЕМА ПЛЕВРЫ).	105
ГЛАВА IV. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ В УСЛОВИЯХ АУТОПСИИ	116
4.1. ОСОБЕННОСТИ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ АНАТОМИЧЕСКИХ ЗОНАХ	117
4.2. ПРИМЕНЕНИЕ В АНАТОМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПОЗИЦИОНИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В ПРОЦЕССЕ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ	119
4.3. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ФУНКЦИИ ПЛЕВРАЛЬНОГО ДРЕНАЖА	125
4.4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИИ ПЛЕВРАЛЬНОГО ДРЕНАЖА ПРИ ГИДРОТОРАКСЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА ПАЦИЕНТА.	130
ГЛАВА V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	

ГРУДНОЙ КЛЕТКИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ.....	149
ГЛАВА VI. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ПНЕВМОТОРАКСЕ И/ЛИ ГИДРОТОРАКСЕ В КЛИНИЧЕСКИХ ГРУППАХ НАБЛЮДЕНИЯ.	167
1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКИХ ГРУПП, СФОРМИРОВАННЫХ ИЗ ПАЦИЕНТОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ДРЕНИРОВАНИЮ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ... 	167
1.2. РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В КЛИНИЧЕСКИХ ГРУППАХ	173
6.2.1. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ НЕПРАВИЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОГО ДРЕНАЖА.....	175
6.2.2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ДИСЛОКАЦИИ ИЛИ МИГРАЦИИ ПЛЕВРАЛЬНОГО ДРЕНАЖА.....	178
6.2.3. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ПЕРЕПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ТРУБКИ, РЕДРЕНИРОВАНИЯ ИЛИ УСТАНОВКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ДРЕНАЖЕЙ.....	184
6.2.4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ОСЛОЖНЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ НЕПОСРЕДСТВЕННО С ДРЕНИРОВАНИЕМ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ	188
6.2.5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ И ЛЕЧЕБНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛЕВРАЛЬНОГО ДРЕНАЖА, ПОТРЕБНОСТИ В ИЗМЕНЕНИИ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ, ПЕРЕХОДЕ К ТОРАКОСКОПИИ ИЛИ ТОРАКОТОМИИ.	191
6.2.6. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ПОТРЕБНОСТИ В ПРОВЕДЕНИИ АКТИВНОЙ/ПАССИВНОЙ АСПИРАЦИИ.	194
6.2.7. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ РАЗВИТИЯ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С КОНТРОЛЕМ ЭКСТРАПЛЕВРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДРЕНАЖА.....	196
6.2.8. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДРЕНАЖА.....	199
6.2.9. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В ГРУППАХ НАБЛЮДЕНИЯ ПО КРИТЕРИЮ БОЛЕВЫХ ОЩУЩЕНИЙ И ДИСКОМФОРТА, СВЯЗАННЫХ СО СТОЯНИЕМ ПЛЕВРАЛЬНОГО ДРЕНАЖА.....	201

1.3. Клиническая оценка особенностей функционирования плеврального дренажа в условиях изменения положения тела пациента	205
ГЛАВА VII. ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ПНЕВМОТОРАКСЕ И/ИЛИ ГИДРОТОРАКСЕ.....	210
7.1. Возможности применения гибкой внутрисветной торакоскопии при дренировании плевральной полости в ходе ликвидации состояний, связанных с пневмогидротораксом.....	210
7.2. Дренирование плевральной полости в ходе ликвидации состояний, связанных с пневмо- и/или гемотораксом на этапах медицинской эвакуации.....	227
7.3. Методы стимуляции адгезиогенеза с помощью комбинированного применения биологических аутологичных материалов при состояниях, сопровождающихся образованием остаточной полости	231
7.4. Оценка показателей функции внешнего дыхания в условиях стояния плеврального дренажа.....	238
7.4. Особенности торакальной хирургии «красной» зоны и обеспечения безопасности персонала в условиях инфекции COVID-19.....	243
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	252
ВЫВОДЫ.....	271
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	276

Список сокращений и условных обозначений

ЖЕЛ – жизненная емкость легких

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИВЛ – искусственная вентиляция легких

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОЛР – отек легкого после его расправления

ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за 1 секунду

ПДКВ – положительное давление в конце выдоха

ПЖК – подкожно-жировая клетчатка

УЗИ – ультразвуковое исследование

ФВД – функция внешнего дыхания

ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

COVID-19 – новая коронавирусная инфекция

Введение

Актуальность проблемы

Дренирование плевральной полости – одна из наиболее часто выполняемых манипуляций в торакальной (и не только) хирургии. Во многих случаях дренирование является не только основным, но и окончательным методом лечения (до 95% пациентов) [22], [43], [52], [119], [203], [220], [252]. Его применяют для ликвидации из внутригрудного пространства воздуха (при пневмотораксе) с целью расправления коллабированного легкого и устранения смещения средостения, жидкости (выпот в плевральной полости, кровь, лимфа или гной (эмпиема)), а также при различных сочетаниях этих компонентов [32], [38], [65], [95], [180], [210], [224], [240]. Следует отметить, что заболевания и патологические состояния, при которых выполняют дренирование, весьма многообразны, и их очень сложно систематизировать и даже перечислить.

Противопоказаний к дренированию плевральной полости почти не существует. Относительными противопоказаниями считают терминальное состояние пациента или нестабильную гемодинамику при наличии менее 500 мл жидкости в плевральной полости, рефрактерную коагулопатию, в том числе тромбоцитопению менее $150 \times 10^9/\text{л}$, прием антикоагулянтов (с МНО более 3), диафрагмальную грыжу и даже гидроторакс, вызванный заболеваниями печени, особенно без возможности УЗИ-навигации при малом количестве жидкости менее 500 мл [254], однако всеми ими можно пренебречь, если выполнение дренирования необходимо по жизненным показаниям.

Дренирование, зачастую, выполняют «вслепую», что предъявляет высокие требования к тщательной всесторонней оценке ситуации, соблюдению последовательности действий, выбору места/мест установки дренажа, поскольку универсального способа дренирования не существует, а имеющиеся в распоряжении хирурга методы не позволяют одновременно и одинаково качественно купировать оба эти процесса (удаление воздуха и

жидкости). Необходимым условием разумного применения дренажных устройств является понимание хирургической анатомии, физиологии и патологии грудной клетки, плеврального пространства и средостения, а также физики всасывающего дренажа [222]. При этом «неверно подобранный способ удаления патологического содержимого может не только не принести пользы, но даже усугубить патологическое состояние организма» [63].

Обычно считается, что установка плеврального дренажа – довольно простая процедура. Однако это является заблуждением, и иногда процесс дренирования плевральной полости может развиваться весьма драматично, вплоть до смертельных исходов [32], [94], [116], [151], [172], [188], [217]. Значительно варьируют мнения о частоте развития осложнений (от 24 до 54%, в среднем 38%) [185]. Согласно профессиональным стандартам, установленным Министерством труда и социального развития, «...плевральную пункцию может выполнять врач-пульмонолог, врач анестезиолог-реаниматолог, врач-хирург, врач сердечно-сосудистый хирург». Однако, следует учитывать, что большинство пациентов, которым требуется установка плеврального дренажа в связи с пневмо- или гидротораксом в экстренном или неотложном порядке, поступают в лечебные учреждения, в штате которых не предусмотрены торакальные хирурги, и помощь им оказывается, как правило, хирургами общего профиля, что, при отсутствии должного опыта, негативно сказывается на результатах [2], [55], [192].

На данный момент, в мире отсутствует единая общепризнанная классификация осложнений дренирования плевральной полости. Предложенная в 2015 году специалистами Клиники Мэйо классификация [68] пока что не получила широкого распространения.

В качестве основных факторов, связанных с инцидентами в ходе дренирования, выделяют: неоптимальное место установки дренажной трубки; неадекватный контроль функции дренажа; неправильное расположение пациента; несоблюдение инструкций производителя дренажных систем; отсутствие опыта и незнание опубликованных руководств [146]. С целью

уменьшения вероятности развития осложнений и нежелательных явлений имплементированы даже специальные тренажеры и симуляционные модели грудной клетки, предназначенные для отработки навыков торакоцентеза [49], [238].

Значительная частота неудач в процессе дренирования плевральной полости связана, в частности, с тем, что не всегда учитываются особенности телосложения пациента. Например, в исследовании в которое были включены 4204 пациента с травмой грудной клетки, продемонстрировано, что применение «стандартного» катетера с длиной «рабочей» части 5 см не сможет обеспечить доступ к плевральной полости у, по крайней мере, 1/3 женщин и 1/10 мужчин, независимо от места пункции [69]. Соответственно, недоучет топографоанатомических параметров грудной клетки не будет сопровождаться надежным проникновением в плевральную полость от 4 до 100% пациентов [211], [280], [294]. Вместе с тем, до настоящего времени практически не проводилось научных исследований, посвященных анализу на основе данных компьютерной томографии индивидуальных особенностей строения грудной клетки пациента (за исключением толщины подкожножировой клетчатки) внутриплевральных топографоанатомических взаимоотношений, способных повлиять на эффективность дренирования плевральной полости.

В последние годы внимание исследователей привлекают проблемы, связанные с изучением возможностей и целесообразностью применения в клинической практике плевродеза, стимулированного с помощью физических, химических или биологических методов, при определённых видах патологии плевральной полости и при наличии противопоказаний к применению других, более агрессивных способов, включая хирургическое лечение [15], [20], [67], [221]. Так, одним из типичных вариантов течения эмпиемы плевры является формирование очага хронической инфекции в виде остаточной полости. Следует отметить, что эффективность средств, направленных на ликвидацию этого патологического состояния, зачастую недостаточная, что обуславливает

целесообразность разработки новых путей решений. Отношение хирургов к адгезиогенезу в плевральной полости неоднозначно. С одной стороны, спаечный процесс, который почти всегда сопровождает оперативные вмешательства на органах грудной клетки или ее травматические повреждения, а также нагноительные заболевания в плевральной полости, является негативным фактором и может существенно компрометировать функцию легких, препятствуя их экскурсии. С другой стороны, контролируемый адгезиогенез может являться необходимым или, по крайней мере, полезным элементом лечения пациентов с рецидивирующим спонтанным пневмотораксом, метастатическим гидротораксом и при ряде других состояний [17], [295], поскольку спайки являются барьером, отграничивающим, например, зону нагноения или воспаления от здоровых тканей, способствуя локализации патологического процесса, а не его генерализации. Набор средств и приемов, применяющихся с данной целью, весьма широк. Некоторые из них в настоящее время практически оставлены и представляют только исторический интерес, другие – получают развитие и новое осмысление благодаря внедрению не применявшихся ранее технологий. Следует отметить, что в последние годы сообщения о применении методов воздействия на адгезиогенез становятся все более и более многочисленными, причем исследования касаются самых разных разделов клинической медицины – комбустиологии, челюстно-лицевой хирургии, травматологии-ортопедии и др. [14]. В настоящее время, создание искусственного адгезиогенеза успешно применено с обнадеживающими результатами в ходе лечения пациентов с рецидивирующим пневмотораксом [21], [40], [42], [44], [161], [201], деструктивными процессами в легких (в основном, туберкулезной этиологии или онкологических заболеваний) [5], [35], [256]. Вместе с тем, доказательная база целесообразности их применения по-прежнему явно недостаточная.

Степень научной разработанности проблемы

Научно-практическими вопросами, ранее освещенными в

недостаточной степени или вообще неразработанными, так же как и ранее не применявшимися технологиями, являются, в частности, следующие: - определение потенциальной эффективности дренирования плевральной полости с помощью позиционирующих устройств; - условия, влияющие на функцию плеврального дренажа при сочетании пневмо- и гидроторакса (местоположение плеврального дренажа по отношению к границам разделения воздушной и жидкостной сред, смещение уровня жидкости при изменении положения тела и др.); - применение методов биологической стимуляции адгезиогенеза в процессе комплексного лечения эмпиемы плевры; - применение фиброторакоскопии в ходе ликвидации патологических состояний в плевральной полости; - изучение на основании данных компьютерной томографии топографоанатомических взаимоотношений органов грудной клетки, способных повлиять на эффективность дренирования плевральной полости; - исследование функции внешнего дыхания в условиях стояния плеврального дренажа; - анализ особенностей дренирования плевральной полости и защиты медицинского персонала и пациентов в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19, а также ряд других частных вопросов.

Цель исследования: улучшение результатов хирургического лечения пациентов при состояниях, сопровождающихся пневмотораксом, гидротораксом и/или патологией плевры.

Задачи исследования:

1. Разработать экспериментальные модели патологических процессов в плевральной полости (травма грудной клетки, эмпиема плевры, гидроторакс, локальный спаечный процесс), позволяющие определять эффективные способы их купирования.
2. В эксперименте на животных разработать и дать характеристику различных методов стимуляции адгезиогенеза для лечения локальной травмой грудной клетки и ликвидации остаточной полости вследствие эмпиемы плевры.

3. Разработать и апробировать в анатомическом эксперименте на нефиксированных трупах без изъятия органокомплекса устройство для одномоментной ликвидации пневмогидроторакса установкой двух дренажей в плевральную полость с возможностью точного позиционирования дренажных трубок, обусловленного конструктивными особенностями изделия. Провести сравнительную оценку эффективности установки дренажей с использованием позиционирующих устройств рандомными группами испытуемых с разным хирургическим опытом.
4. Определить в условиях анатомического эксперимента влияние различных положений тела пациента на функциональную полноценность плеврального дренажа при гидротораксе и внедрить его результаты в клиническую практику.
5. Определить на основании компьютерной томографии хирургические топографо-анатомические характеристики грудной клетки и оценить целесообразность их использования в клинической практике для повышения эффективности и безопасности дренирования плевральной полости.
6. Провести сравнительную оценку клинической эффективности и безопасности разработанных в эксперименте способов дренирования плевральной полости, контроля течения патологического процесса и профилактики осложнений при состояниях, вызванных пневмотораксом, гидротораксом и/или патологией плевры.
7. Обосновать эффективность дренирования плевральной полости в V межреберье, выполненного на этапах медицинской эвакуации раненым с проникающими ранениями грудной клетки.
8. Определить новые возможности применения фиброторакоскопии в ходе диагностики, контроля и ликвидации состояний, связанных с пневмотораксом, гидротораксом и/или патологией плевры.
9. Дать характеристику особенностей дренирования плевральной полости при пневмогидротораксе, осложняющем течение новой коронавирусной

инфекции COVID-19, разработать и внедрить устройство по обеспечению эпидемиологической безопасности путем дезинфекции отделяемого субстрата из дренажных систем.

Научная новизна исследования

Впервые в условиях эксперимента на животных проведена сравнительная оценка эффективности различных методов стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости (химический, физический, биологический) после альтерации в результате торакотомии или при экспериментальной эмпиеме плевры. Установлены статистически значимые различия между группами наблюдения по выраженности адгезиогенеза и по характеру спаек. Доказано, что биологически активные аутологичные материалы потенцируют и ускоряют плевродез, с близким к физиологическому течением процессов репарации и более предпочтительным функциональным результатом.

В ходе экспериментального исследования разработано и апробировано позиционирующее устройство для дренирования плевральной полости, позволяющее обеспечить минимальнотравматичную одномоментную ликвидацию гидро- и пневмоторакса (Патент на изобретение № 2709131, зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 16.12.2019 г.). Доказано, что применение позиционирующих устройств облегчает процесс дренирования плевральной полости, позволяет избежать характерных ятрогенных осложнений и по эффективности превосходит результаты без их использования (при выполнении дренирования хирургами, не имеющими опыта).

Обоснована целесообразность установки плеврального дренажа в V межреберном промежутке, в том числе при необходимости одномоментного дренирования верхнего и нижнего этажей плевральной полости.

Продемонстрирована целесообразность оценки в клинической практике топографо-анатомических характеристик грудной клетки на основании компьютерной томографии на этапе, предшествующем дренированию

плевральной полости. Определены варианты телосложения, сопровождающиеся техническими сложностями в процессе установки плеврального дренажа, в том числе при деформации костного скелета.

Впервые в клинической практике применена фиброволоконная торакоскопия, позволяющая выполнить управляемое дренирование плевральной полости и, при необходимости, санацию патологического очага под визуальным контролем, в том числе в сложных клинических ситуациях, когда установка плеврального дренажа затруднена.

Впервые в практике торакальной хирургии применена методика стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости с помощью биологически активных аутологичных материалов при состояниях, сопровождающихся образованием остаточной полости (Патент РФ на изобретение № 2625002, зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 11.07.2017 г.; Патент на изобретение № 2716451, зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 11.03.2020 г.).

Впервые исследованы в динамике показатели функции внешнего дыхания в условиях дренирования плевральной полости. Доказано негативное влияние плеврального дренажа дыхательный процесс сохраняющееся даже после устранения патологического субстрата, по поводу которого был установлен дренаж.

Разработаны мероприятия, направленные на снижение риска заражения других пациентов и медицинского персонала из-за аэролизации вируса SARS-Cov-2 при выполнении дренирования плевральной полости в условиях, связанных с работой в «красной зоне» отделений для лечения пациентов с COVID-19.

Теоретическая и практическая значимость исследования

В результате клинической имплементации разработанных в эксперименте методик установки и контроля плеврального дренажа улучшены результаты лечения пациентов с заболеваниями и травмами грудной клетки, состояниями, связанными с развитием пневмогидроторакса.

Разработаны надежные и, в то же время, простые и воспроизводимые экспериментальные модели локальной травмы грудной клетки, сопровождающейся переломами ребер; остаточной полости в результате эмпиемы плевры; дренирования плевральной полости с помощью позиционирующих устройств; дренирования при локальном спаечном процессе; функции дренажа в условиях гидроторакса.

Продемонстрирована в условиях эксперимента на животных на основании сравнительной оценки эффективности различных методов стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости (химический, физический, биологический) предпочтительность применения биологически активных аутологичных материалов, в результате чего процессы репарации протекают более физиологично и, соответственно, могут приводить к более предпочтительному функциональному результату. Метод биологической стимуляции плевродеза и пломбировки остаточной полости грудной клетки с помощью биологически активных аутологичных материалов (жировая ткань, плазма, обогащенная тромбоцитами) внедрен в клиническую практику.

Доказана целесообразность применения позиционирующих устройств в процессе дренирования плевральной полости (особенно, при выполнении вмешательства хирургами, не имеющими опыта), поскольку они облегчают манипуляции и позволяют избежать характерных ятрогенных осложнений – установки дренажа вне плевральной полости, кровотечения, дислокации и/или перегиба дренажной трубки. Разработано оригинальное позиционирующее устройство для дренирования плевральной полости, позволяющее обеспечить одномоментную ликвидацию пневмогидроторакса.

Определено и обосновано оптимальное место установки плевральных дренажей, вне зависимости от характера патологического процесса (воздух, жидкость) – V межреберье между передней и средней подмышечной линиями: эта зона удалена от важных анатомических образований, имеет небольшую толщину тканей грудной стенки, проходимых в процессе дренирования (как у мужчин, так и у женщин, при любом типе телосложения), а также

предоставляет возможность нахождения пациента в любом требуемом положении (Фовлера, Тренделенбурга, прон-позиции, на боку).

Определены факторы, влияющие на эффективность функционирования плеврального дренажа, в том числе в зависимости от взаиморасположения дренажной трубки и патологического очага, спаечного процесса в плевральной полости, положения тела пациента, количества отверстий дренажной трубки.

Обоснована целесообразность учета топографо-анатомических характеристик грудной клетки на основании данных компьютерной томографии, на этапе, предшествующем выполнению дренирования плевральной полости. Определены варианты телосложения, при которых вероятны дополнительные технические сложности в процессе установки плеврального дренажа.

Изучены возможности, роль и место фиброторакоскопии в ходе ликвидации состояний, связанных с пневмогидротораксом. Продемонстрировано, что в сложных клинических ситуациях, когда установка плеврального дренажа затруднена (выраженный спаечный процесс в плевральной полости, осумкованные жидкостные образования и плевриты, эмпиема плевры и др.), применение фиброволоконной торакоскопии позволяет выполнить управляемое дренирование плевральной полости и, при необходимости, санацию патологического очага под визуальным контролем.

Продемонстрирована целесообразность исследования показателей функции внешнего дыхания у пациентов с дренажом плевральной полости с целью определения тактики в отношении продолжения стояния дренажной трубки или ее удаления в связи с негативным влиянием на дыхательный процесс.

Изучены особенности течения осложнений новой коронавирусной инфекции COVID-19 со стороны плевральной полости, требующих дренирования. Обоснованы мероприятия по обеспечению безопасности других пациентов и медицинского персонала вследствие аэролизации

вируса SARS-Cov-2. Разработано оригинальное устройство для включения в контур дренажной системы, предназначенное для дезинфекции ультрафиолетовым облучением отделяемого из плевральной полости (кровь, жидкость, воздух).

Обоснована эффективность лечения осложнений, вызванных повреждениями плевральной части пищевода, и несостоятельностью пищеводно-дигестивного анастомоза, путем внутрисветной установки VAC-системы в комбинации с дренированием плевральной полости.

Методология и методы исследования

Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Волгоградского Государственного медицинского университета (г. Волгоград) и индивидуальным планом работы докторанта. Исследование проведено в период с 2016 по 2022 гг.

Основой информации для аналитического обзора литературы по проблеме послужили научные публикации (299 источников), а также интернет-ресурсы.

Методология исследования была сформулирована в соответствии с целью и задачами, степенью разработанности проблемы. Методы исследования включали в себя: историческое сопоставление, экспериментальные исследования на животных и анатомический эксперимент, клинические исследования, статистический анализ.

В соответствии с методологией исследования автор применил ряд оригинальных научно-практических разработок, более подробная информация о которых представлена в Главах II-VII.

Содержание и научные положения диссертации соответствуют паспорту научной специальности 3.1.9 – Хирургия; результаты проведенного исследования соответствуют областям исследования по пунктам 1, 2, 4, 6.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработанные экспериментальные модели патологических процессов в плевральной полости и предлагаемые хирургические методики их

устранения отличаются простотой, воспроизводимостью и позволяют получить результаты, значимые для апробирования в реальной клинической практике.

2. Экспериментальные методы биологической стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости у животных в предложенных модификациях превосходят по своей эффективности химический и физический метод стимуляции плевродеза.
3. Разработанное и запатентованное устройство для одномоментного дренирования плевральной полости, выполненное по технологиям 3D печати, безопасно в использовании, имеет возможность точного топографо-анатомического позиционирования дренажных трубок при пневмо- и гидротораксе, доказанное в условиях анатомического эксперимента, и целесообразно для дальнейшей сертификации как медицинского изделия.
4. Полноценное дренирование плевральной полости при гидротораксе в анатомическом эксперименте возможно только с учетом дифференцированного подхода к различным положениям тела пациента.
5. Определение топографо-анатомических характеристик грудной клетки, полученных на основании компьютерной томографии, позволяет выбрать безопасное место для дренирования плевральной полости, оптимальный размер троакар-адаптера, определить требуемую длину внутривнутриплевральной части дренажа.
6. Применение в клинической практике разработанных и обоснованных в анатомическом эксперименте методик и технических приемов превосходит по своей эффективности стандартные методы дренирования плевральной полости.
7. Дренирование плевральной полости в V межреберье, выполненное на этапах медицинской эвакуации раненым с повреждением органов грудной клетки, характеризуется меньшей частотой осложнений по сравнению со стандартными методами (во II и VII межреберьях), эффективно и безопасно.
8. Применение фиброторакоскопа при «трудном» дренировании плевральной

полости значительно повышает эффективность диагностики, контроля и ликвидации состояний, связанных с пневмотораксом, гидротораксом и/или патологией плевры. Фиброволоконная торакоскопия позволяет выполнять точное позиционирование дренажа, даже в условиях спаечного процесса, с одновременной санацией патологического очага и проведением дополнительных диагностических и лечебных процедур.

9. Дренирование плевральной полости при осложнениях коронавирусной инфекции COVID-19 имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать в лечебной тактике и в обеспечении эпидемиологической безопасности. В качестве конечного резервуара трубок, необходимо использовать разработанные закрытые нами дренажные системы с дополнительными фильтрами и дезинфекцией отделяемого субстрата ультрафиолетовым излучением.

Внедрение результатов исследования в практику

Практические результаты диссертационного исследования внедрены в клиническую практику: в Центральном военном клиническом госпитале им. П.В. Мандрыка Министерства обороны Российской Федерации, Москва; в Военном госпитале № 413 Министерства обороны Российской Федерации, Волгоград; в Городской клинической больнице, Пятигорск; Межрайонном противотуберкулезном диспансере, Пятигорск; Медсанчасти МВД России по Волгоградской области, Волгоград. Научные результаты исследования внедрены в научно-исследовательский и педагогический процесс кафедр: военно-полевой хирургии филиала Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Москва; оперативной хирургии и топографической анатомии, патологической физиологии, нормальной физиологии, факультетской хирургии, госпитальной хирургии, хирургических болезней педиатрического и стоматологического факультетов, лучевой диагностики и лучевой терапии Волгоградского Государственного медицинского университета, Волгоград.

Личное участие в проведении исследования

Автором разработана концепция исследования, сформулированы цель и

задачи, определены методики, необходимые для их реализации. Осуществлены сбор, компоновка, анализ и статистическая обработка первичных данных. Проведены экспериментальные исследования на лабораторных животных (совместно с зав. кафедрой хирургических дисциплин Пятигорского медико-фармацевтического института к.м.н. доцентом А.В. Калашниковым). Лично выполнены все анатомические эксперименты по изучению функции плеврального дренажа и влиянию на нее изменения положения тела. Осуществлены организация и контроль анатомического эксперимента по выполнению с применением позиционирующих устройств хирургами, не имеющими опыта дренирования плевральной полости. Лично проведен отбор и анализ компьютерных томограмм из рентгенологического архива с целью изучения влияния топографоанатомических характеристик грудной клетки на эффективность установки плеврального дренажа. Лично выполнены оперативные вмешательства, вошедшие в клинический раздел исследования, проанализированы их результаты. Сформулированы выводы, практические рекомендации. Проведено внедрение разработанных в исследовании методических материалов в практику. Осуществлены выступления с докладами по теме исследования на профильных медицинских форумах.

Апробация работы и публикации.

Основные положения диссертационного исследования обсуждены и доложены: XI съезде хирургов Российской Федерации (Волгоград, 2011); Всероссийской конференции, посвященной 65-летию общества хирургов и 25-летию общества хирургов Кавминвод (Пятигорск, 2011); XII съезде хирургов Российской Федерации «Актуальные вопросы хирургии» совместно со Съездом Российского общества хирургов (Ростов-на-Дону, 2015); VI съезде хирургов Юга России (Пятигорск, 2016); XIV Медицинском Форуме «Здравоохранение и курортная медицина» (Ессентуки, 2017); международной научно-практической конференции «Инновации, технологии, наука» (Пермь, 2017); Российском Сепсис Форуме «Современные технологии диагностики,

лечения и профилактики в интенсивной терапии. Сепсис. Проблемы и современные решения» (Пятигорск, 2018); научно-практической конференции с международным участием «Современная медицина: новые подходы и актуальные исследования» (Грозный, 2018); X Международном симпозиуме хирургов и клинических анатомов «X International symposium on clinical and applied anatomy (ISCAA)», (Москва, 2018); конференции, посвященной 100-летию Центрального военного клинического госпиталя им. П.В. Мандрыка (Москва, 2019); XVIII и XXI Международно-практических конференциях «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки» (Fundamental Science and Technology - Promising Developments), North Charleston, США, 2019, 2020; XIII Съезде хирургов Российской Федерации (Москва, 2020); VII Съезде хирургов Юга России с международным участием (Пятигорск, 2021); ежегодных итоговых научных конференциях Волгоградского государственного медицинского университета (Волгоград, 2011-2021).

Работа прошла апробацию 30.11.2022 г. на заседании проблемной комиссии Волгоградского государственного медицинского университета по хирургии совместно с сотрудниками кафедр факультетской хирургии, госпитальной хирургии, хирургических болезней педиатрического и стоматологического факультетов, хирургических болезней и нейрохирургии ФУВ, патологической анатомии, нормальной физиологии, нормальной анатомии, лучевой диагностики и лучевой терапии, оперативной хирургии и топографической анатомии, кафедры хирургических дисциплин и кафедры морфологии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России.

По теме диссертации опубликованы 32 научные работы, из которых 21 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации основных положений диссертационных исследований, 4 – индексированы в Международных реферативных базах (Scopus, Web of Science). Получены 4 патента РФ на изобретения, изданы методические рекомендации и

монография.

Объём и структура диссертации

Диссертация состоит из: введения; обзора литературы; главы, содержащей характеристику материалов и методов исследования; 5 глав, излагающих результаты собственных исследований; заключения, включающего обсуждение полученных результатов; выводов; практических рекомендаций; библиографического указателя. Текст диссертации изложен на 295 страницах машинописного текста компьютерного набора, содержит 20 таблиц, иллюстрирован 88 рисунками. Список литературы содержит 299 источников, в том числе 67 на русском языке и 232 на иностранных языках.

ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ СОПРОВОЖДАЮЩИЕ СОСТОЯНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ГИДРО-ПНЕВМОТОРАКСОМ И ПАТОЛОГИЕЙ ПЛЕВРЫ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

1.1. Дренирование плевральной полости при неотложных состояниях в торакальной хирургии

1.1.1. Исторические сведения

На скелете неандертальца, обнаруженного в пещере Шанидар в Ираке, можно увидеть зажившую проникающую рану, идущую сквозь девятое ребро слева. У второго скелета в той же пещере были зажившие множественные переломы ребер [22]. Вероятно, первым упоминанием о возможности лечения ранений грудной клетки является «Папирус Эдвина Смита» («Хирургический папирус»), относящийся приблизительно к 1500 году до нашей эры и, в свою очередь, представляющий незавершенную копию более раннего текста, датированного 2686—2181 годами до нашей эры. В «Папирусе» описаны 48 случаев травмы, каждый из которых содержит описание анатомического характера повреждения, обследования, лечения и прогноза; случаи 39-46, так или иначе, связаны с грудной клеткой, включая «раны груди», «зараженные раны груди», «переломы ребер», «смещения ребер», а также «переломы и вывихи ключицы». Пять из них признаны излечимыми, один – состоянием, с которым следует бороться, один – неизлечимым.

Собственно, концепция дренирования грудной клетки была впервые изложена в трудах Гиппократов, где он описал лечение эмпиемы с помощью разреза, прижигания и вставки металлических трубок [156].

В средние века, уже в ходе Крестовых походов, после ранения груди выполняли торакоцентез острым стилетом для эвакуации гноя. Примечательно, что тогда же, уже в XI-XII вв. в Европе и на Востоке имело место лицензирование деятельности практикующих врачей, а также существовали наказания за неблагоприятные последствия лечения (изгнание из города; ампутация большого пальца с целью исключения возможности

дальнейшей практики; повешение) [219]. В XV веке Цельс описал методику дренирования плевральной полости с резекцией ребер, которую выполнял, используя инструменты, подобные тем, которые доступны и в настоящее время - троакар, а затем металлическую канюлю для дренажа [157].

Larrey, в его «Хирургических воспоминаниях о походах в России, Германии и Франции» (1817-1823) описал случай успешного лечения молодого солдата, который получил огнестрельное ранение в грудь, позже осложнившееся эмпиемой: *«необходимо было сделать встречное отверстие в грудной клетке, в точке, которая была ближе по отношению к инородному телу /это было сделано/, и через отверстие я получил значительное количество гноя и пулю»*.

В конце XVIII - начале XIX века признавали, что скопление жидкости в плевральной полости должно быть эвакуировано, при наличии угрожающих симптомов, однако результаты попыток подобных процедур оставляли желать лучшего и ставили под сомнение эффективность метода. Velpeau (1839) отмечал, что *«... на самом деле только спустя два столетия, преимущества и недостатки /дренирования/ были оценены и снова привлекают внимание хирурга. В настоящее время оно используется редко, возможно, слишком редко, и еще предстоит продемонстрировать, является ли тот запрет, который мы, современные люди, наложили на его выполнение, законным и справедливым во всех его аспектах»* [157]. Тем не менее, в начале-середине XIX века хирурги не сходились во мнениях, ни как это должно быть выполнено, ни в какой период болезни, ни сколько жидкости должно быть удалено, и как быстро. К тому же, существовала путаница, связанная с определением терминов, отличающимся от современных. Например, Bennett в 1843 году, а до него Pierre Dionis в 1695 году называли «эмпиемой» не скопление гноя в плевральной полости, а хирургическую процедуру. В 1836-37 гг. состоялись заседания Академии Медицины в Париже, в ходе которых, разногласия относительно метода лечения только усилились. По причине отсутствия консенсуса и плохих результатов, достигнутых хирургическим

путем, врачи того периода обычно предпочитали медикаментозную терапию. Они также не различали тактику в отношении пациентов с серозным или гнойным выпотом вплоть до 1854 года, когда Marrott указал на различия [157]. Одним из драматичных моментов, отражающих остроту дискуссии по проблеме, является судьба великого французского хирурга Гийома Дюпюитрена (Guillaume Dupuytren), который, помимо других болезней, страдал хроническим экссудативным плевритом. Имея сведения об успехе других хирургов в лечении подобных пациентов посредством троакарной торакоцентрии (и о «нулевом» успехе при эмпиеме), он решил пригласить специалиста (Sanson), чтобы тот выполнил вмешательство. Дюпюитрен был консультирован пятью врачами; мнения о целесообразности операции разделились, поэтому он отказался от своего первоначального замысла. В результате, как писал Н.В. Склифосовский: *«Великий хирург Франции, хирург, решившийся впервые вонзить нож в мозг живому человеку для извлечения из него гноя, этот лучший представитель медицинских знаний своего времени, с грустной улыбкой ответил: “Я скорее предпочту умереть от руки Бога, чем от руки врача”»*. Альтернативная версия причин отказа Дюпюитрена от торакоцентеза представлена Видалем (Vidal): *«Несмотря на свою великую проницательность в диагностике, у Дюпюитрена оставались сомнения относительно наличия выпота в его груди до последних дней его жизни. Когда он, наконец, убедился в этом, он думал, что жидкость инкапсулирована в нескольких кистоподобных областях. Вот почему он отказался от операции, которую сам запросил 12 дней назад. Он сказал г-ну Сансону: “Я размышлял, наблюдая за собой всю прошлую ночь. Вы видите, операция при эмпиеме была бы бесполезна, потому что есть несколько очагов. Я думаю, вы сможете опорожнить только один из них.”»*.

Активная аспирация содержимого плевральной полости также имеет длительную историю. Предположительно, первую плевральную пункцию выполнил Herman Voerhaave в первой половине XVIII века [284]. Zang (1818) привел подробное описание лечения пациента с эмпиемой методом

торакоцентеза, в ходе которого один из четырех ассистентов управлял шприцем. Примечательно, что, как это часто бывает, Zang и его ассистенты использовали то, чего как бы не существовало: первые шприцы для медицинских целей впервые были представлены только в 1853 году Правацем и Вудом, независимо друг от друга, а четыремя годами позже – Фурнье, который изобрел стеклянный шприц, хотя первые упоминания о подобных устройствах датируются V веком до н. э. в трудах Гиппократ, который использовал кишку животного и тонкую соломинку вместо иглы, а к XV веку применяли устройства, имеющие цилиндрический корпус с полым наконечником и поршень, изготавливаемые из различных металлов.

В 1876 году Fraentzel отмечал, что *«для предотвращения попадания значительного количества воздуха в плевральную полость, мы на протяжении многих лет отказались от практики открытия /плевральной полости/ скальпелем в пользу троакара. Однако только недавно мы стали использовать вместо этого ... так называемую “полую иглу”, ... особенно в сочетании с аспирацией. В частности, это было предложено Dieulafoy (1870) во Франции, который разработал аспирационную пневматическую технику sous-cutanee для прямой эвакуации плеврального содержимого. Этот инструмент состоит из иглы или троакара и канюли, прикрепленной к аспирационному шприцу».*

Уже к 1878 году, по сообщению Dieulafoy, были доступны *«33 аспиратора различных размеров и форм ... для удовлетворения потребностей тех, кто использует их для эвакуации внутриплевральной жидкости»* [157]. С помощью подобного инструмента и, усовершенствовав конструкцию, Mosler (1879) и его помощники выполнили 29 торакоцентезов с отличными результатами, *«главным образом потому, что шприц предохраняет от проникновения воздуха в плевральную полость».* Мослер поделился мнением, разделяемым многими его коллегами, что *«попадание в плевральную полость даже небольшого количества воздуха способствует преобразованию серозного экссудата в гнойную или гнилостную эмпиему».*

В 1910 году S. Robinson добавил к методике дренирования грудной клетки активную аспирацию с помощью вакуумного воздушного насоса [251]. Технически более простой метод, включающий использование пары бутылок, предложил Н. Lilienthal [197], [198].

Вплоть до пандемии гриппа 1918-19 годов закрытое дренирование постпневмонической эмпиемы почти не применялось, и первое задокументированное упоминание относится к труду К. Роур в книге «Joel», у 22-месячного младенца. В свою очередь, Graham отметил связь увеличения смертности пациентов, которым выполнено дренирование по поводу постпневмонической эмпиемы без создания разрежения в плевральной полости в виде водяного замка, со слабо выраженным спаечным процессом, в связи с чем, создавались условия для коллабирования легкого [138].

О небесспорном, даже в середине XX века, подходе, показывающем целесообразность активного дренирования плевральной полости при пневмотораксе, сообщали F.L. Kreutzer с соавт., 1952 [181], Briggs с соавт., 1953 [91], M.W. Wolcott с соавт., 1963 [291]. Однако необходимость активной аспирации до сих пор подвергается ревизии. Если, из-за большой утечки воздуха, вентиляция легких недостаточна и артериальная сатурация уменьшается, пациента следует снять с активной аспирации и оставить на водяном затворе [22]. В ходе проведенных мета-анализов исследований, в которых сравнивали результаты в группах пациентов после резекции легких с применением активной аспирации и без таковой, было показано, что рутинное использование аспирации в послеоперационном периоде не имеет преимуществ перед гравитационным дренированием, за исключением случаев, когда сохраняется сброс воздуха по дренажу более 24 часов и при нерасправляемом легком более 3 суток [128], [285].

Ключевым принципом, используемым при дренировании плевральной полости, вне зависимости от причины, по которой оно выполняется, является создание «клапана», обеспечивающего только одностороннее поступление содержимого (воздух или жидкость) из плевральной полости наружу.

Изобретением, оказавшим существенное влияние на развитие дренирования плевральной полости, является «клапан Heimlich», запатентованный (US 3.463,159) в 1969 году потомком эмигрантов из России Н.И. Heimlich [133], [150], хотя первое упоминание о клиническом применении относится к 1973 году [83]. Исторической справедливости ради, следует отметить, что попытки использования одностороннего клапана для ликвидации пневмоторакса предпринимались и много раньше. Так, несмотря на то, что торакоцентез эпизодически выполняли, начиная с древних времен, методика не предполагала профилактики засасывания воздуха. Lurde (1756) предпринял попытку предотвратить поступление воздуха в плевральную полость, прикладывая большой палец к внешнему отверстию канюли во время вдоха пациента и удаляя его при выдохе. Позже, с той же целью, он изобрел пробку, установленную на просвет канюли. Тем не менее, если у пациента развивался сильный кашель, была велика вероятность того, что воздух получит доступ в грудную клетку. Skoda (1805-1881) и Schuh (1805-1867) использовали специальный троакар (Trogtrocart) с закрывающимся клапаном, а Т. Bilroth рекомендовал выполнять манипуляции при расположении пациента в ванне [246].

Важнейшим шагом, чрезвычайно эффективным и сопровождающимся значительно меньшей частотой осложнений, по сравнению с ранее применявшимися методами дренирования, явилось изобретение Gotthard Bülau в 1873 году способа, названного впоследствии его именем (в немецкоязычной и русскоязычной литературе), – удаления содержимого из грудной полости с использованием двух принципов – «сообщающихся сосудов» и «водяного замка». Почти одновременно с Бюлау и независимо от него, аналогичный по конструкции дренаж применил Playfair, о чем сообщил в 1875 г. (его имя чаще упоминается в качестве основателя метода в англоязычной литературе, в которой практически не встречается имя Bülau) [241]. По сути, это было первое применение гибких трубок для дренирования плевральной полости, которое, с незначительными модификациями

(включение в контур не одного, а нескольких, как правило, трех, сообщающихся сосудов) применяется и в настоящее время. Примечательно, что Playfair, прежде чем выполнить дренирование, сначала многократно проводил пациенту аспирационные плевральные пункции, даже будучи убежденным в «...превосходстве свободного и непрерывного дренажа над любым другим планом во всех случаях, в которых была оставлена надежда на аспирацию содержимого, в этом случае желал провести справедливое испытание методу повторной аспирации, решительно защищаемому E. Bouchut».

После мировой пандемии испанского гриппа 1918-19 гг., самой массовой в истории человечества (более 550 млн. чел. – почти 30% населения планеты в то время), часто сопровождавшейся постпневмонической эмпиемой, в США была создана специальная комиссия (Empyema Commission), в результате деятельности которой, в частности, была обоснована необходимость предупреждения попадания атмосферного воздуха в плевральную полость и поддержания разрежения в ней [62].

H. Fuld в 1944 году описал процедуру использования перевернутого воздушного клапана от системы для трансфузии в чрезвычайной ситуации при пневмотораксе на фронте [127].

Представляется любопытным, что модификация клапана Хеймлиха в виде ниппеля от камеры футбольного мяча, вставленного в дренаж, позволявшая пациентам не быть «привязанным к койке» и к «водному замку», а сидеть и даже ходить (видимо, впервые предложенная Knight RK, независимо от H. Heimlich) появилась двумя годами позже и была успешно применена у 18 пациентов [176]. Еще одна упрощенная модификация клапана Хеймлиха в виде надетого на дренаж пальца от резиновой перчатки с обрезанным кончиком [87], появившаяся в то же время, была популярной на протяжении достаточно длительного периода в отечественной хирургии и до сих пор иногда используется в неотложной медицине и военно-полевой хирургии, при отсутствии специального оснащения [24].

Использование гибких трубок для дренирования плевральной полости в плановом порядке после торакотомии начато с 1922 года [197], и, хотя они регулярно применялись во время Второй мировой войны, однако практически не использовались для экстренной торакотомии вплоть до Корейской войны [216].

Катетеры, применяемые с целью дренирования, претерпели собственную эволюцию, начиная с трубки из каучуковой резины, использованной Playfair. В 1920-х годах впервые была применена красная резина на основе тетрама [198]. В 1961 году компанией Sherwood Medical были разработаны пластиковые катетеры. К 1975 году, когда на медицинском рынке были представлены более 30 разных катетеров размерами от 6 F до 40 F, с шагом 2 F (F – стандартизованная единица измерения наружного диаметра катетеров, равная 0,333 мм, предложенная в 1860 г. французским мастером медицинского инструментария Joseph-Frederic-Benoit Charrière), было проведено специальное исследование, в результате которого производители пришли к соглашению, что наиболее часто используют катетеры размерами 28-36 F для взрослых и 16-24 F для педиатрических пациентов, после чего производство катетеров редко используемых размеров было прекращено [222]. В настоящее время дренажные трубки, как правило, изготавливают из прозрачных материалов – поливинилхлорида или силиконового эластомера. Большинство из них имеют рентгеноконтрастную линию и рентгеноконтрастную полосу, которая очерчивает первое дренажное отверстие, а также маркеры расстояния вдоль длины трубки, 4-6 входных отверстий и расширяющийся дистальный конец, чтобы обеспечить возможность присоединения к дренажному узлу [215]. При этом, согласно сведениям, содержащимся в Большой медицинской энциклопедии, количество отверстий дренажной трубки может достигать 56! [37]. Некоторые дренажные трубки покрыты гепарином, хотя эффект от этого оспаривается [102], [183]. Приблизительно 1 330 000 катетеров, предназначенных для дренирования плевральной полости, ежегодно используются в США (данные 1995 года)

[158], в Великобритании – около 720 000.

Анализ литературы показывает, что только в электронной библиотеке Elibrary.ru только за последние 10 лет зарегистрированы 25 российских патентов и авторских свидетельств, связанных с конструкциями и устройствами, предназначенными для дренирования плевральной полости. Это, безусловно, свидетельствует о том, что научный поиск по проблеме продолжается.

1.1.2. Выбор места дренирования, контроль дренажа, длительность стояния дренажей

Одним из наиболее важных вопросов, связанных с дренированием, является выбор места/или мест установки дренажа. Проблема связана, в первую очередь, с тем, что воздух в неизменной плевральной полости (не затронутой спаечным процессом) имеет обыкновение скапливаться в верхних отделах гемиторакса, в то время как жидкость, в соответствии с действием силы тяжести, как правило, располагается в нижних его отделах. Поэтому, универсального способа дренирования не существует, и имеющиеся в распоряжении хирурга методы не позволяют одновременно и одинаково качественно купировать оба эти процесса (удаление воздуха и жидкости). Вне зависимости от выбранной точки пункции, дренаж плевральной полости вводят всегда по верхнему краю ребра, чтобы избежать повреждения межреберных сосудов и нервов. В зависимости от типа содержимого грудной полости хирург выбирает точку прокола грудной стенки: при пневмотораксе расположение дистального конца дренажной трубки направлено вверх, к куполу легкого, при гидротораксе – вниз, к диафрагмальной поверхности [259]. При сочетании пневмо- и гидроторакса, целесообразна установка дренажа посредине, с направлением более выраженного в данный момент патологического процесса. Тем не менее, во многих случаях место, где необходимо выполнить торакоцентез, выбирается врачом индивидуально, в том числе, на основании данных предварительного рентгенологического и/или

ультразвукового обследования [22], [24], [147], [298].

В большинстве случаев, при изолированном пневмотораксе, применяют дренирование во II-III межреберном промежутке по среднеключичной линии (способ, зачастую, ошибочно приписываемый Винченцо Мональди (итал. Vincenzo Monaldi)), при гидротораксе - в VII-VIII межреберье по средней или задней подмышечной линиях. Британское торакальное общество рекомендует, чтобы трубка вставлялась в область, описанную как «безопасная зона», ограниченную: боковой границей большой грудной мышцы (спереди), горизонтальной линией, находящейся ниже подмышечной впадины (сверху), передней границей широчайших мышц спины (сзади) и верхней горизонтальной линией к соску (снизу) [189]. Более конкретно, эта зона соответствует V межреберью немного впереди от средней подмышечной линии. После торакоцентеза, обязательным является выполнение контрольной рентгенографии органов грудной клетки, по результатам которой оценивают эффективность дренирования, наличие/отсутствие осложнений самой манипуляции и правильность позиции дренажа. В декабре 2018 года Европейский респираторный журнал опубликовал рекомендации, призванные повысить эффективность дренирования, а также улучшить результаты лечения пациентов путем оптимизации размещения дренажной трубки и ее контроля на основании КТ [169], [243]. Особое внимание после дренирования следует уделять функции, позиции и герметичности дренажной системы. Дренажные трубки должны быть свободны от перегибов, которые могут нарушать их проходимость [113], [259]. Не менее важное значение имеет контроль «правильности» сбора дренажной системы, поскольку, как показывает опыт, до 30% плевральных дренажных трубок в лечебных учреждениях любого уровня соединены неправильно! [22].

Как правило, дренажные трубки не пережимают, за исключением манипуляций контроля проходимости трубок и устранения препятствий путем сцеживания, промывания или продувания, смены резервуара для сбора отделяемого [259]. Нет убедительных доказательств преимуществ того или

иного метода перед другими. Кроме того, манипуляции с дренажной трубкой могут увеличивать отрицательное давление, что может быть вредным и болезненным для пациента [288]. Нарушения проходимости дренажной трубки, при ненадлежащем контроле, нередко сопровождаются дренированием плевральной полости и могут привести к осложнениям и увеличению смертности [78], [142], [189]. При этом сообщаемая частота весьма различна, составляя от 36 до 100% [168], [224], [263]. Не менее частым осложнением, которое возникает у 30–50% пациентов, является нарушение герметичности дренажной системы [92]. Отчасти, решить эту проблему предназначены цифровые системы дренирования плевральной полости, поскольку они постоянно контролируют внутриплевральное давление, объем удаляемых жидкости и газа, поток утечки воздуха. В настоящее время разработаны современные устройства для цифрового мониторинга состояния пациента, изменения давления внутри плевральной полости, а также для подсчета удаленного содержимого [85], [102], [215].

Важным является мониторинг поступления содержимого из плевральной полости, на основании которого не только оценивается динамика течения патологического процесса, явившегося показанием к установке дренажа, но также строится план дальнейшего лечения пациента и определяются сроки стояния дренажа. Вероятны сложности, вызванные сращениями в плевральной полости. В отдельных случаях, недостаточное дренирование может быть связано с наличием сгустков или желеобразных скоплений, ведущих к закупориванию трубки. Именно поэтому, в первую очередь, целесообразно применять дренажные трубки большого диаметра (более 30 F). Тем не менее, уже в начале XX века имелось понимание того, что слишком большой диаметр дренажной трубки может нарушать физиологию дыхания и не приводить к расправлению легкого. Так, Robinson в 1910 году предлагал соизмерять размер дренажа с размером голосовой щели, справедливо полагая, что первый должен быть значительно меньше второго, иначе, во-первых, будет утеряно нормальное отрицательное давление в

грудной клетке, и нормальная эластичность легкого, при отсутствии спаек, приведет к его спадению [251]. Тем не менее, до настоящего времени нет контролируемых исследований, сравнивающих эффективность и частоту осложнений при использовании катетеров малого (<20 F) и большого (≥ 20 F) диаметра, а имеющиеся рандомизированные испытания имеют существенные и очевидные недостатки в дизайне [194]. При этом высказываются диаметрально противоположные мнения: ряд экспертов полагают, что размер плевральной дренажной трубки не влияет на клинически значимые исходы, и нет различий в эффективности дренирования, частоте осложнений, необходимости в установке дополнительных дренажей или инвазивных процедурах [80], [163]. Другие отдают предпочтение катетерам меньшего диаметра [182], третьи считают оптимальным применение дренажей большого диаметра, мотивируя меньшей (почти в 2 раза) частотой закупорки дренажа, а также лучшей эффективностью, если из плевральной полости поступает большое количество воздуха или жидкости, при активном кровотечении, эмпиеме плевры и мультилокулярных скоплениях жидкости [122], [194]. Отдельно акцентируется внимание на преимуществе дренажей большого диаметра в отношении формирования плевродеза при плевритах онкологического генеза [143]. Следует также отметить, что само по себе отнесение дренажных трубок к «малым» и «большим» носит, в определенной степени, условный характер, поскольку мнения экспертов о пограничном размере, разделяющем их, разнятся весьма значительно (в два раза – от 14 до 30 F).

Сроки удаления дренажей четко не определены и, по-прежнему, являются предметом дискуссии [244]. Даже когда неотложная ситуация закончена, симптомы могут возобновиться, и воздух, жидкость (кровь, лимфа, гной) могут снова накапливаться. Если утечка воздуха или поступление жидкости прекратились, целесообразно оставить дренажную трубку на 3-4 суток. Получающийся в результате стерильный плеврит защищает от рецидива, который часто следует за слишком ранним удалением дренажа [87].

Следует отметить, что отсутствие положительной динамики в виде уменьшения поступления воздуха или жидкости по дренажной системе в течение длительного времени (более 7 суток) может служить веским основанием для проведения торакоскопии [15].

1.1.3. Ошибки и осложнения дренирования плевральной полости

К серьезным осложнениям относится восходящая инфекция, к значимым - подкожная эмфизема.

На данный момент, в мире отсутствует единая общепризнанная классификация осложнений дренирования плевральной полости. Критический анализ доступной литературы позволяет выделить основные группы осложнений, которые можно условно разделить на временные, интраоперационные, органоспецифические, технические, инфекционные и прочие. Временные осложнения целесообразно разделять на ранние (до 24 часов) и поздние (более 24 часов), частота которых может достигать 3% и 8-10%, соответственно [278]. К интраоперационным осложнениям можно отнести ошибки в обеспечении оперативного доступа, места дренирования, подбор неадекватной длины и диаметра дренажной трубки, глубины погружения и расположения дренажа. К органоспецифическим осложнениям можно отнести повреждение органов грудной и брюшной полости дренажной трубкой. Технические осложнения - это неисправность дренажной трубки, нарушение герметичности, проходимости дренажей [214]. К инфекционным осложнениям относятся эмпиема плевры, местная инфекция, остеомиелит ребра и др. [90].

Интраоперационные осложнения.

Сбор анамнеза, тщательный осмотр и обследование раненого, строгое следование методике выполнения дренирования плевральной полости и хорошее знание анатомии грудной клетки – позволяют избежать многих процедурных осложнений. Британское торакальное общество рекомендует, чтобы дренажную трубку устанавливали в область, описанную как

«безопасная зона», ограниченную боковым краем большой грудной мышцы (спереди), горизонтальной линией, находящейся ниже подмышечной впадины (сверху), передней границей широчайших мышц спины (сзади) и верхней горизонтальной линией к соску (снизу) [115], [189], [292]. Наиболее частым осложнением данной категории является неадекватное расположение дренажной трубки [271]. При выполнении дренирования ниже области «безопасной зоны» возможно повреждение диафрагмы, пищевода, селезенки, печени, желудка, кишечника [228], [278].

Анализ литературы показал, что выполнение дренирования с применением троакара ведет к более частому неправильному положению дренажной трубки и частому повреждению внутренних органов по сравнению с методом тупой диссекции [77].

Технические осложнения.

Нарушение функции плеврального дренажа может быть обусловлено отсутствием герметичности в местах соединения дренажной системы, плохой работой клапанного механизма, механической закупоркой, а также перекручиванием дренажной трубки [76], [104], [214]. Частота встречаемости подкожного размещения дренажа достигает 1-1,8%. При этом, факторами риска данного осложнения являются ожирение пациента, наличие множественных переломов ребер и обширной гематомы грудной стенки [230]. Миграция дренажной трубки часто встречается у пациентов в критическом состоянии, которым часто приходится менять положение во время различных манипуляций [101], [186], [249].

Органоспецифические осложнения.

Наиболее опасными для жизни осложнениями являются повреждение крупных сосудов, вплоть до ятрогенной троакарной травмы сердца, грудной аорты, легочной артерии и магистральных сосудов [96], [137], [145], [167], [172], [212], [258], [279], [296]. В литературе также описаны эрозивные повреждения аорты и подключичной артерии в результате дренирования плевральной полости. Появление обильного геморрагического отделяемого по

плевральному дренажу и гемодинамической нестабильности через несколько суток после установки плеврального дренажа может потребовать экстренной торакотомии [173].

Тесная связь межреберных артерий и нижней границы соответствующего ребра делает их потенциально уязвимыми для травм во время установки торакостомической трубки [106]. Традиционно считается, что плевральную пункцию (дренирование) следует выполнять по верхнему краю ребра во избежание повреждения межреберных сосудов. Однако, этот постулат справедлив лишь отчасти: по подмышечным и окологлопаточным линиям сосудисто-нервный пучок отходит от верхнего края ребра [292]. Поэтому, при выполнении доступа в плевральную полость в этих зонах наиболее безопасным местом пункции является середина межреберного промежутка [115], [106]. Описаны даже смертельные исходы в результате разрыва межреберной артерии [149], как и случаи массивного гемоторакса после травмы межреберных артерий во время установки плеврального дренажа, остановка кровотечения из которых требовала лигирования/клипирования обеих концов поврежденной артерии или даже ангиографической транскатетерной эмболизации [96].

Следует учитывать, что даже контакт дренажной трубки со структурами сердца и прилегающими тканями (например, блуждающим нервом [223]), сопровождающийся постоянными движениями и трением при дыхании и сердцебиении, может приводить без, собственно, перфорации, к очень серьезным осложнениям, вплоть до развития кардиогенного шока и смерти [178], [264], [289]. Также, определенная часть осложнений, развивающихся в ходе дренирования плевральной полости, напрямую связана с недоучетом факта высокого стояния купола диафрагмы в результате пареза блуждающего нерва, что может приводить к установке дренажа в брюшную полость вместо плевральной [124].

Повреждение легкого является наиболее частым осложнением при выполнении дренирования плевральной полости. Факторами риска являются

снижение эластичности легочной ткани, наличие плевральных спаек или плевродез в анамнезе. Эти факторы препятствуют нормальному смещению легкого при установке дренажной трубки [152].

Повреждение пищевода - редкое осложнение, которое может произойти во время выполнения торакастомии [162], может сопровождаться развитием медиастинита, характеризующимся высокой летальностью [79]. В доступной литературе имеются сообщения об успешном консервативном лечении указанных осложнений, однако в большинстве случаев необходимо оперативное вмешательство [193].

Частота интраабдоминального размещения торакастомической трубки составляет менее 1%, при этом примерно у одной трети наблюдений это приводит к повреждению кишечника [162]. Клинически, данное осложнение проявляется поступлением кишечного содержимого по плевральному дренажу с развитием картины перитонита. Это требует экстренного оперативного лечения. В случае пролабирования органов живота в плевральную полость через имеющуюся диафрагмальную грыжу или разрыв диафрагмы (травматический или ятрогенный), возможна их перфорация троакарном при дренировании [162]. Повреждение печени при выполнении торакастомии встречается достаточно редко. В литературе описаны случаи консервативного лечения подобного осложнения, при отсутствии гемодинамических нарушений, отсутствии повреждения сосудов печени и возможности постоянного динамического контроля больного [278]. В случае повреждения сосудов печени и гемодинамической нестабильности показано оперативное вмешательство.

Селезенка, располагаясь в непосредственной близости к диафрагме, находится в зоне риска при некорректном выполнении торакастомии трубкой через диафрагму или ниже [228]. Пациенты с подобным осложнением нуждаются в оперативном лечении. Травма диафрагмы во время торакастомии трубкой может приводить к ее разрыву, перфорации и последующей мышечной дисфункции; предрасполагающими факторами являются высокое

стояние диафрагмы [223].

Хилоторакс (повреждение грудного лимфатического протока) может привести к оттоку лимфатической жидкости в плевральную полость. Хилоторакс после торакостомии трубкой очень редкое осложнение. В настоящее время зарегистрировано лишь несколько подобных случаев [199]. Основным признаком данного осложнения является поступление по плевральному дренажу жидкости молочного цвета. Лечение может быть, как консервативным, с соблюдением специальной диеты (низкое содержание жиров, повышенное содержание триглицеридов со средней длиной цепи) так и хирургическим [180], [210], [240].

Одним из нечастых, но, при этом критических, жизнеугрожающих (вплоть до летального исхода), осложнений дренирования плевральной полости является отек легкого после его расправления (ОЛР), как правило, односторонний [170], [269], [282], [297]. Частота развития реэкспансионного отека легких, по данным различных источников, варьирует от 1% до 1,4%, а уровень смертности достигает 20% [206], [272]. ОЛР обычно развивается на ипсилатеральной стороне грудной клетки и может проявляться от бессимптомной рентгенологической находки до кардиореспираторного коллапса и шока. В связи с тем, что это осложнение, наименее освещено в медицинской литературе, имеет смысл остановиться на нем более подробно, чем на других, хорошо известных, осложнениях.

Удивительно, но клиницисты уже в начале XIX века уделяли внимание этой проблеме. Бойрон (Boyron) в своей парижской диссертации (1814) отмечал: *«Следует проявлять осторожность, чтобы не эвакуировать весь гной, содержащийся в плевральной полости /сразу/, потому что, если давление, оказываемое жидкостью на легкое, внезапно исчезает, большое количество крови будет протекать через сосуды легких, что вызовет застой и изменит их функцию, в то время как если гной медленно эвакуируется, легочная паренхима имеет время, чтобы восстановить свою первоначальную форму»*. Аналогично, уже упоминавшийся Zang (1818) сообщил: *«Если*

жидкости много, и она давняя, то следует опорожнять ее не сразу, а через определенные промежутки времени, опасаясь, что легкие ... могут быть залиты кровью, и поэтому смертельно поражены». Та же мысль прослеживается у Ларрея: «Мы можем с уверенностью ожидать, что медленная эвакуация даст лучшую возможность для легких расправиться и дать нам возможность более эффективно опустошить полость. Это не только гораздо более приятно для чувств пациента, но, несомненно, гораздо безопаснее в отношении ближайших и будущих результатов операции, потому что устраняет неприятный обморок и нередко состояние коллапса, к которому может привести быстрый вывод большого количества жидкости». В современной медицинской литературе ОЛР описан только в 1959 году [93].

Патофизиология и причины развития ОЛР детально не изучены и не вполне понятны, однако существует мнение, что основным механизмом является повышение проницаемости эндотелия. Ведущая роль отводится свободным радикалам и медиаторам воспаления. Факторами риска являются молодой возраст (до 40 лет), продолжительный коллапс легкого (более 4 суток) и большой объем пневмоторакса (более 30% объема одного легкого) [83], [297]. Предполагается, что механизм его развития является многофакторным: прямое механическое повреждение, реакция ишемии-реперфузии, воспалительная реакция и другие. Поскольку отсутствуют доказательства патогенеза и профилактики, все еще трудно определить, что является наиболее важным звеном в формировании ОЛР. В качестве значимых факторов риска также обозначают долгосрочное использование стероидов или иммунодепрессантов (подавление нативной эндогенной активности кортикостероидов, влияющее на характер воспалительной реакции; хрупкость легочных микрососудов или паренхимы), сахарный диабет (снижение тканевой резистентности микрососудов и ускорение процессов воспаления), легочную гипертензию (легочное капиллярное давление и градиент транскапиллярного давления относительно высоки и могут снизить

нормальную реакцию на повышение гидростатического давления) [297]. Кроме того, сообщалось, что более низкое перимикроваскулярное давление в спавшемся легком является одним из факторов риска формирования ОЛР [70], [123]. Прямое повреждение легочных микрососудов может быть первым триггером ОЛР. Чрезмерное гидростатическое давление повреждает эндотелиальные клетки легочных микрососудов, активирует многочисленные клеточные реакции и ускоряет воспаление и отек тканей, которые усугубляют клинические проявления. Однако высокая концентрация белка в плевральной жидкости свидетельствует о том, что ОЛР вызван, более вероятно, увеличением проницаемости легочных капилляров, чем повышением гидростатического давления; при этом сведений об увеличении проницаемости капилляров до момента расправления легкого не получено [70], [108], [277]. Профилактика ОЛР может быть направлена на предотвращение ателектаза, гипоксической вазоконстрикции и чрезмерного гидростатического давления на легочные микрососуды. Прерывистая вентиляция и частичный коллапс легкого могут уменьшить проявления ишемии легкого и предотвратить гипоксическую вазоконстрикцию [277]. Наконец, предполагается, что эффективным вариантом, способным уменьшить влияние системного воспалительного ответа, вызванного поврежденными клетками, является инфузия маннита в качестве акцептора свободных радикалов [235]. Чрезмерное отрицательное давление в плевральной полости может привести к инфаркту легкого, поэтому больным из группы риска после установки дренажа целесообразно создавать минимальное разрежение или использовать пассивный отток [222]. Новым методом борьбы с развившимся ОЛР является дифференцированная ИВЛ, с поочередным исключением из дыхания каждого из легких [99]. Следует, однако, отметить, что не все авторы усматривают прямую связь между ОЛР и количеством одномоментно удаленной жидкости, плевральным давлением и эластичностью плевры. Более того, подчеркивается необходимость пересмотреть рекомендации о прекращении торакоцентеза после удаления 1 л

жидкости: большие выпоты могут и должны быть полностью дренированы до тех пор, пока не разовьется дискомфорт в грудной клетке или плевральное давление в конце выдоха не станет ниже -20 см H_2O [120].

Синдром Горнера (Horner) (повреждение симпатических проводящих путей) характеризуется наличием миоза, птоза, энофтальма после установки плеврального дренажа [84], [171], [177], [265]. Патогенез, вероятнее всего, связан с постоянным давлением торакастомической трубки, образованием гематомы, воспалением, растяжением нервных волокон и образованием рубцов [171]. В трети случаев синдром купируется самостоятельно. Лечение данного осложнения заключается в скорейшем изменении положения или удалении плеврального дренажа.

Инфекционные осложнения.

Одним из наиболее частых инфекционных осложнений является вторичная эмпиема плевры, которая встречается в 1-25% наблюдений [82], [117], [132], [136], [196], [207], [251]. Исследования показали, что риск развития эмпиемы выше при наличии плеврального выпота. Эмпиема плевры чаще всего развивается у больных с травмой груди и обусловлена продолжительным дренированием плевральной полости, длительностью пребывания в отделении реанимации, наличием ушиба легких либо сохранением остаточного гемоторакса. Лечение эмпиемы проводится одним или комбинацией следующих методов: редренирование, внутривнутриплевральная фибринолитическая терапия, торакоскопия или открытая декортикация плевры. Анализ результатов исследований показал, что рациональное использование антибиотиков снижает риск развития эмпиемы на 6%, а общих инфекционных осложнений – на 12,5% [117], [207], [227]. Инфекции в области оперативного доступа могут проявляться различной степенью воспалительного процесса – от целлюлита до некротической инфекции мягких тканей. Есть сообщения, описывающие развитие некротического фасциита при эмпиеме грудной клетки, спонтанном пневмотораксе [126], [159]. Лечение включает, хирургическую санацию, запрограммированную этапную

обработку ран, антибиотикотерапию. При наличии обширных дефектов мягких тканей применяется пластическая реконструктивная операция с использованием кожно-мышечных лоскутов. Еще одним редким, но серьезным осложнением, связанным с применением дренажной трубки, является остеомиелит ребер [208]. Терапия остеомиелита ребра включает длительную антибиотикотерапию под контролем чувствительности микрофлоры, а также резекцию пораженного ребра в случае неэффективности консервативной терапии.

Отдельного внимания заслуживают проблемы, связанные с дренированием плевральной полости в военно-полевой хирургии, поскольку это является менее изученной проблемой по целому ряду причин, в том числе из-за отсутствия общего регистра осложнений плеврального дренирования в боевых условиях, захватывающего все этапы медицинской эвакуации. Все вышеуказанные осложнения дренирования плевральной полости встречаются в клинической практике, как в мирное, так и в военное время. Однако, различия состоят в объеме оказываемой помощи пострадавшему с боевой травмой груди, в зависимости от скорости эвакуации и этапа медицинской эвакуации, на который был доставлен раненый с поля боя. Анализ полученного отчета в ходе операций «Иракская свобода» и «Несокрушимая свобода», проводимых США и их союзниками, выявил ряд особенностей: большинство раненых были мужчинами (99,1%), со средним возрастом 24,7 года, большинство жертв были ранены самодельными взрывными устройствами (54%), огнестрельные ранения имели 27%, сочетанную травму - 71%. Двухстороннее дренирование выполнялось в 18% случаев. Показаниями к дренированию плевральной полости в 49,7% случаев было наличие гемоторакса, пневмоторакса - в 50,3% [165]. Изучив опыт оказания медицинской помощи, сделаны выводы о том, что ранние осложнения, такие как неадекватный выбор места дренирования, подкожное размещение дренажа, интраоперационные повреждения сосудов, органов грудной и брюшной полости – характерны для передовых этапов эвакуации. В

высокотехнологических центрах предстоит бороться уже с поздними осложнениями, такими как свернувшийся гемоторакс, пневмония, эмпиема плевры и рядом других [260].

Учитывая тяжесть травмы груди и высокую частоту развития осложнений, связанных с дренированием плевральной полости, требуется дальнейшее совершенствование стандартов оказания медицинской помощи и техники выполнения дренирования плевральной полости, а также изучение и отработка навыков дифференциальной диагностики осложнений. На передовых этапах оказания медицинской помощи до эвакуации раненого в многопрофильный специализированный госпиталь, наиболее частыми являются ранние осложнения (процедурные, технические, органоспецифические), обусловленные суровыми условиями боевой обстановки, массовым поступлением раненых (при применении самодельных взрывных устройств, проведении «минной войны»), ограниченным лимитом времени на всестороннее обследование и оказание помощи раненому, частым переключением больного в процессе эвакуации, невозможностью обеспечить постоянный мониторинг в процессе эвакуации и т.д. Согласно данным литературы, частота осложнений после дренирования плевральной полости у раненых с травмой груди в многопрофильных высокоспециализированных госпиталях после перенесенной авиационной эвакуации составила 27-29%, что соответствует таковой в гражданских исследованиях, в которых она варьирует от 4,7 до 38 % [242]. Наиболее частыми осложнениями после дренирования раненых с травмой груди в многопрофильных госпиталях являются свернувшийся гемоторакс (до 43,5%), пневмония (20%), эмпиема плевры (от 3 до 30%). Частота развития подобных осложнений у раненых с боевой травмой груди выше, по сравнению с травмами груди в условиях мирного времени, что обусловлено характером и механизмом травмы [242]. Ретроспективный анализ готовности недавних выпускников ординатуры по хирургии выявил у них слабую способность справляться с травмами груди и осложнениями, выходящими за рамки

общехирургической программы [188], [283]. В связи с этим, целесообразно дальнейшее изучение и переоценка техники выполнения дренирования плевральной полости, изучение диагностирования осложнений в критические моменты времени и внедрение результатов исследования в программу подготовки военных хирургов [152].

1.2. Применение аутологичных биологических материалов с целью стимуляции процессов репарации и адгезиогенеза.

Началом научно обоснованных исследований, посвященных применению аутологичных биологических материалов в медицине, вероятно, следует считать рубеж XIX – XX веков, когда А. Биром были опубликованы первые результаты применения метода аутогемотрансфузии для ускорения сращения переломов костей. Приблизительно к тому же периоду относятся и классические исследования Архиепископа Луки (В.Ф. Войно-Ясенецкого), который в своем фундаментальном труде «Очерки гнойной хирургии» [10] изложил и обобщил опыт применения аутогемотерапии с целью стимулирования процессов репарации при лечении раненых и пострадавших, имевших гнойно-септические осложнения, в ходе русско-японской войны 1904-1905 гг.

Дальнейшим логическим развитием идеи стало применение не цельной крови, а отдельных ее компонентов, в частности, плазмы, обогащенной тромбоцитами, представляющую собой препарат, содержащий тромбоциты в концентрации, превышающей их нормальный уровень. Так, M.R. Urist в 1965 г. использовал аутологичную плазму, обогащенную тромбоцитами, в качестве наполнителя при устранении полостей костных структур лицевого черепа; помимо основной функции, косвенной целью применения этого биологически активного материала являлось ускорение продукции специфического белка – костного морфогенетического протеина BMP (Bones Morphogenetic Protein).

В последние годы все большее внимание исследователей, изучающих возможности стимулирования репаративных процессов в организме, привлекают, так называемые, факторы роста, содержащиеся в тромбоцитах: эндотелиальный, эпителиальный, фибробластный, трансформирующий и другие. В результате их селективного целенаправленного использования, становится возможным влиять на процессы ангиогенеза и репарации тканей [75], [81], [88], [100], [105], [107], [109], [114], [131], [155], [209], [267], [276], что послужило основанием для клинического применения в самых различных областях медицины – травматологии, онкологии, комбустиологии, дерматологии, сосудистой хирургии, челюстно-лицевой хирургии, гинекологии, ревматологии, спортивной медицине [7], [26], [33], [51], [71], [88], [103], [111], [125], [155], [190], [202], [226], [231], [267], [268].

В ряде случаев, применение аутологичной плазмы, обогащённой тромбоцитами, может даже служить альтернативной тактикой лечения, позволяющей избежать оперативного вмешательства. Например, при при медиальном эпикондилите, использование этой технологии приводило к положительной динамике вдвое чаще, чем в группе контроля, причем стойкий эффект имел место на протяжении 4 лет [144].

Guo H. с соавт. [140], использовавшие технологию применения плазмы, обогащенной тромбоцитами, при лечении пациентов с андрогенной алопецией в результате добились усиления средней плотности волос на 13%, по сравнению с группой, в которой применяли плацебо.

Следует отметить, что применение аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, является не единственной возможностью стимуляции репаративных процессов. Например, в последние годы в регенеративной медицине хорошо зарекомендовала себя в клинической практике методика липофиллинга – восполнение объема утраченных тканей жировой тканью.

История трансплантации жировой ткани при хирургических вмешательствах начинается с конца XIX века. Первое сообщение было сделано в 1893 г. немецким хирургом Gustav Neuber, осуществившим

трансплантацию участка жировой ткани с руки в область нижнего края орбиты, для коррекции рубцового вдавления после остеомиелита скуловой кости (Цит. по Миланов Н.О. с соавт. [28]).

Метод экстракции адипоцитов, представляющий собой последовательность процессов механического фрагментирования жировой ткани, ее протеолитического расщепления и центрифугирования, впервые описал М. Rodbell около полувека назад. В результате, происходит разделение адипоцитов и стромально-сосудистой фракции.

Существует мнение, что жировая ткань является практически идеальным средством в хирургических ситуациях, требующих заполнения объемных дефектов тканей [46], [209], [266], [270]. Также полагают, что, помимо применения жировой ткани в качестве средства для заполнения объема (или восполнения объема утраченной ткани), липофиллинг, сам по себе, может оказывать дополнительное положительное воздействие на процессы репарации, поскольку липоаспират содержит в своем составе факторы роста в значительной концентрации. Отмечено, что концентрация мезенхимальных стволовых клеток, содержащихся в жировой ткани, в сотни раз превышает таковую в костном мозге [139], [154]. Методика липофиллинга обладает рядом существенных преимуществ, таких как доступность, простота техники получения липоасpirата практически в любом требуемом количестве, отсутствие необходимости в дорогостоящем и высокоспециализированном оборудовании, универсальность области применения. Наибольшее распространение данная методика получила в комбустиологии при лечении послеожоговых поражений и радиодерматитов, а также в пластической хирургии [28], [299]. К настоящему времени, сформировалось несколько направлений липофиллинга – в виде применения цельной жировой ткани или с использованием отдельных фракционированных компонентов [261].

В 2001 году Zuk P.A. с соавт. продемонстрировали, что жировая ткань представляет собой, в том числе, источник адипоз-производных стволовых

клеток (Adipose tissue-derived stem cells, ADSC). Этими же авторами введен термин «стволовые клетки жировой ткани» (ADSCs), который был затем утвержден Международным обществом по применению технологий с жировой тканью. ADSCs представляют собой тип стволовых клеток, не обладающих теломеразной активностью и, следовательно, способных лишь к ограниченной пролиферации с возможностью дифференцировки только в пределах своего зародышевого листка.

В результате, «... жировую ткань можно считать привлекательным альтернативным источником стволовых клеток, так как она может быть собрана в больших количествах как из фрагментов жировой ткани, так и методом липосакции» (Цит. по Миланов Н.О. с соавт. [28]).

Имеется достаточное количество литературных источников, доказывающих целесообразность использования жировой ткани при реконструктивных вмешательствах [64], [187], [218], [225], [266], [270]. Тем не менее, некоторые исследователи высказывают сомнения относительно долгосрочного функционирования жировых трансплантатов, отмечая весьма частую их резорбцию (до 80%). К настоящему времени сформировались несколько концепций, связанных с вероятными факторами, влияющими на приживание адипоцитов. Так, согласно одной из них, ключевое значение имеет трофика жировой ткани: в условиях неполноценной васкуляризации скорость обменных процессов оказывается недостаточной и, соответственно, адипоциты быстро разрушаются, особенно в случае трансплантации больших их объемов. Другая, близкая по смыслу предыдущей, точка зрения подразумевает, что отторжение жирового трансплантата может быть вызвано неравномерной устойчивостью к гипоксии зрелых адипоцитов, эндотелиальных клеток, и соединительной ткани. В результате, клетки, располагающиеся ближе к поверхности и имеющие лучшую трофику, способны сохраниться, в то время как клетки, лежащие глубже, резорбируются, замещаясь соединительной тканью.

Концепция биологического стимулирования репаративных процессов с

помощью плазмы, обогащенной тромбоцитами, так же, как и с помощью жировой ткани, привела к идее комбинированного применения плазмотерапии и липофиллинга с целью вероятного потенцирования эффекта [200], [239], [253], [268], [273]. Предпосылкой такого сочетанного применения являлась, в частности, обозначенная выше проблема резорбирования трансплантированной жировой ткани. Было высказано предположение, что, сочетание липографта с плазмой, обогащённой тромбоцитами, будет приводить в долгосрочной перспективе к повышению устойчивости жирового трансплантата [74], [129], [229], [268], [273], [274], [286]. Тромбоциты, в результате активации, выделяют ряд биологически активных веществ, таких как факторы роста, что способно улучшить васкуляризацию жирового трансплантата и препятствовать резорбции адипоцитов, а также иметь противовоспалительный эффект [290], [293].

Опыт применения биологически активных компонентов в торакальной хирургии пока относительно небольшой, и носит, в основном, экспериментальный и, в меньшей степени, - клинический характер, но, тем не менее, позитивный [195], [236], [257]. Так, например, Gomez-de-Antonio D. et al. [135] применяли клеточные технологии с целью стимулирования приживления бронхиальных заплат, Petrella F. et al. [237] – для закрытия утечки воздуха из бронхиальной фистулы, Díaz-Agero Álvarez P. et al. [110] – для закрытия трахеомедиастинальной фистулы. Группа корейских исследователей во главе с Lee Y.C.G. [191] показала, что применение факторов роста гораздо более эффективно, чем физический плевродез с помощью талька.

Таким образом, сочетанное применение инновационных технологий плазмалифтинга и липофиллинга с целью ускорения процессов ангиогенеза и репарации позволяет рассчитывать на дальнейшую перспективу и успешное применение в клинической практике.

ГЛАВА II. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ, ЕГО МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

2.1. Организация исследования

Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ ФГБОУ «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Волгоград) и индивидуальным планом работы соискателя. Исследование проведено в период с 2016 по 2021 гг.

Методология исследования была построена в соответствии с его целью и задачами. Вначале, на основании изучения доступной литературы (299 источников) проведен научный поиск и анализ состояния проблемы, степени разработанности различных ее аспектов, в результате чего сформулированы цель и задачи исследования, определены методы, необходимые для их реализации.

В итоге, исследование включило три основных блока – два экспериментальных и один клинический. Концептуально, экспериментальный блок исследований представлен двумя разделами: 1 – моделирование процессов на животных; 2 – аутопсийный блок. Каждый из этих разделов преследовал определенные цели и задачи. Целью проведения экспериментальной части исследования, выполненной на животных, являлось моделирование патологических процессов в плевральной полости (травма грудной клетки, сопровождающаяся переломами ребер; хроническая эмпиема плевры), а также обоснование возможности стимулирования адгезиогенеза и сравнение эффективности воздействия различных факторов на него. В качестве средств подобного стимулирования выбраны химические агенты (бетадин в сочетании с концентрированным раствором глюкозы), физические методы воздействия (скарификация париетальной плевры абразивными материалами), а также биологические - с помощью аутологичных активированных тканей (плазма, обогащенная тромбоцитами; жировая ткань,

применяемые в сочетании обоих компонентов). Все разделы экспериментального исследования на животных выполнены на базе Лаборатории доклинических исследований Пятигорского медико-фармацевтического института совместно с заведующим кафедрой хирургических дисциплин Пятигорского медико-фармацевтического института д.м.н. доцентом А.В. Калашниковым.

В свою очередь, экспериментальные исследования, выполненные в рамках аутопсийного блока, были предназначены, в первую очередь, для разработки, апробации и определения потенциальной эффективности новых, ранее не применявшихся, технологий, таких как дренирование плевральной полости с помощью специальных инструментов доставки дренажей и позиционирующих устройств. Также изучали в эксперименте некоторые условия, влияющие на функцию плеврального дренажа при сочетании пневмо- и гидроторакса: местоположение плеврального дренажа по отношению к границам разделения воздушной и жидкостной сред, смещение уровня жидкости при изменении положения тела и, соответственно, эффективности дренажа и ряд других.

Клинический блок исследований включал в себя несколько разделов. Первый из них был посвящен анализу влияния топографоанатомических взаимоотношений органов грудной клетки на эффективность дренирования плевральной полости, а также изучению роли компьютерной томографии в оптимизации процесса дренирования. Этот раздел был представлен 60-ю пациентами, более подробное изложение клинического материала о которых приведено в Главе V настоящего исследования.

Клинический блок исследований, связанных с изучением различных аспектов дренирования плевральной полости, основан на анализе результатов лечения 150 пациентов, которым в период с 2017 по 2021 гг. было выполнено, по показаниям, дренирование, как в плановом, так и в неотложном или экстренном порядке. Из этих пациентов были сформированы три группы наблюдения, между которыми проводили сравнительную оценку

эффективности примененных методик.

Первую группу составили пациенты, в процессе лечения которых были применены оригинальные приемы, методики и технологии, составляющие предметную сущность настоящего диссертационного исследования. Далее, эта группа будет называться «первая группа наблюдения», или «основная» группа. С учетом факта, что в госпитале ежегодно выполняется около 25-30 дренирований плевральной полости, количество пациентов группы, исходя из соображений разумной достаточности, было изначально определено в 50 человек (соответствует двухлетнему периоду набора пациентов, в течение которого проводилась клиническая имплементация теоретических наработок).

Во вторую группу были включены 50 пациентов, произвольно выбранных из архива медицинских документов госпиталя по критерию наличия дренирования плевральной полости, которым выполняли «классическое» дренирование плевральной полости без применения тех оригинальных приемов, методик и технологий, которые были использованы в основной группе. Далее, эта группа будет называться «вторая группа наблюдения», или «группа сравнения». Количество пациентов группы, определенное в 50 человек, обусловлено целью упрощения статистического анализа и сопоставления результатов с основной группой, что, на наш взгляд, позволяет более наглядно продемонстрировать преимущества предлагаемых способов (или отсутствие таковых) и, соответственно, оценить их эффективность и безопасность.

Третью группу составили также 50 пациентов, рандомно выбранных среди пациентов, которым было выполнено плановое оперативное вмешательство (открытое или торакоскопическое) на органах грудной клетки, сопровождавшееся установкой на завершающем этапе операции плеврального дренажа. Поскольку в такой ситуации хирург имел возможность установить дренажную трубку в строгом соответствии с клинической ситуацией и визуально проследить ее итоговое положение, то эта группа пациентов являлась своеобразным эталоном функционирования плеврального дренажа, с

которой проводили сравнение результатов в двух других группах. Далее, для обозначения этой группы будет употребляться термин «референсная».

Подробный анализ материала, представляющего клинико-демографические характеристики групп наблюдения, а также результаты сравнительной оценки эффективности примененных способов и методик изложены в Главе VI.

Клинический блок исследований, излагающий частные вопросы, связанные с пневмо- и гидротораксом, затрагивал некоторые научно-практические проблемы, ранее освещенные в недостаточной степени или вообще неразработанные, в частности такие как: -изучение на основании данных компьютерной томографии топографоанатомических взаимоотношений органов грудной клетки, способных повлиять на эффективность дренирования плевральной полости; -применение фиброторакоскопии в ходе ликвидации патологических состояний в плевральной полости; -применение методов биологической стимуляции адгезиогенеза в процессе комплексного лечения эмпиемы плевры; - исследование функции внешнего дыхания в условиях стояния плеврального дренажа; -анализ особенностей дренирования плевральной полости и защиты медицинского персонала и пациентов в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19. Конкретные клинические примеры и наблюдения, освещающие вышеприведенные проблемы и варианты их решения в клинической практике, приведены в Главе VII настоящего исследования.

Дальнейший анализ полученных данных, их динамики способствовал определению закономерностей, и тенденций, на основании которых сформулированы выводы и практические рекомендации, направленные на улучшение результатов лечения пациентов с пневмо- и/или гидротораксом.

Концепция исследования и его протокол согласованы и одобрены Локальным комитетом по биоэтике Волгоградского государственного медицинского университета, протокол заседания № 162 от 9 сентября 2018 г.

2.2. Материал и методы исследования

Необходимость проведения экспериментального блока исследований на животных, касающегося адгезиогенеза в плевральной полости и методов его стимуляции, обусловлена, на наш взгляд следующими соображениями.

Отношение хирургов к адгезиогенезу в плевральной полости неоднозначно. С одной стороны, спаечный процесс, который почти всегда сопровождает оперативные вмешательства на органах грудной клетки или ее травматические повреждения, а также нагноительные заболевания в плевральной полости, является негативным фактором и может существенно компрометировать функцию легких, препятствуя их экскурсии [8], [13], [12], [45], [50], [59], [60], [160], [233]. С другой стороны, контролируемый адгезиогенез может являться необходимым или, по крайней мере, полезным элементом лечения пациентов с рецидивирующим спонтанным пневмотораксом, метастатическим гидротораксом и при ряде других состояний [17], [39], [72], [161], [191], [234], [245], [281], [295], поскольку спайки являются барьером, отграничивающим, например, зону нагноения или воспаления от здоровых тканей, способствуя локализации патологического процесса, а не его генерализации.

2.2.1. Моделирование патологических процессов в плевральной полости в экспериментах на животных

В качестве экспериментальной модели для проведения данного раздела исследования была выбрана крыса. Данный выбор был обусловлен рядом факторов. С одной стороны, у крысы процессы альтерации и репарации протекают по общебиологическим законам и, следовательно, результаты могут быть экстраполированы для последующего клинического применения, а, с другой стороны, возможно в относительно короткие сроки получить интересующие сведения, связанные с целью и задачами настоящего исследования. Третьим значимым фактором выбора в качестве объекта

наблюдения крысы является анатомическое строение ее плевральной полости. В литературе отмечается, что «... если считать глубокие борозды определяющим признаком разделения легких на доли, то в правом легком белой крысы можно выделить как минимум 5 долей, в т. ч. три основные (краниальную, среднюю и каудальную), как у человека, и две добавочные (в составе каудальной доли); левое легкое на доли не разделяется и заметно уплощено в поперечном направлении» [36]. При этом добавочная доля правого легкого расположена в плевральном синусе. Подобная сложная анатомия легких крысы позволяла, в зависимости от поставленных в эксперименте задач, по-разному использовать особенности строения левого и правого легкого и, соответственно, левой и правой плевральной полостей. Применительно к настоящему исследованию, левое легкое, не разделенное на доли, в большей степени способствовало изучению эффективности различных методов стимуляции плевродеза; в свою очередь, правая плевральная полость, с учетом мультилобарного строения правого легкого, давала возможность исследования локального гнойно-септического процесса с формированием остаточной полости (эмпиема плевры).

Исследование проведено на 90 белых нелинейных крысах-самцах массой 270-300 г. Протокол и организация эксперимента (содержание животных, моделирование патологических процессов, выведение из эксперимента) соответствовали принципам гуманного и разумного обращения с животными и требованиям, содержащимся в «Международных рекомендациях (этический кодекс) по проведению медико-биологических исследований с использованием животных» (1985), Директиве Совета ЕС от 24.11.1986 г. № 86/609 «Согласование законов, правил и административных распоряжений стран-участниц в отношении защиты животных, используемых в экспериментальных и научных целях», Приказе Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 708н от 23.08.2010 «Об утверждении правил лабораторной практики в Российской Федерации». Условия содержания животных соответствовали нормативному

документу «Санитарные правила по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)»: поликарбонатные клетки с подстилом из древесных опилок лиственных пород, по 6 особей в каждой (Рисунок 2.1).

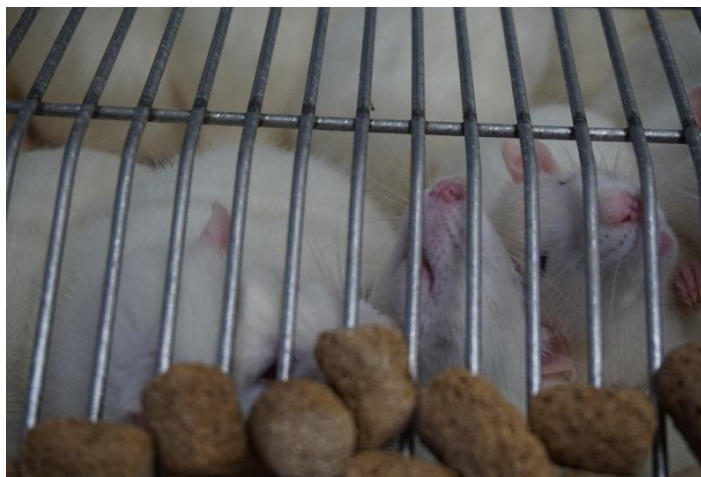


Рисунок 2.1. Стандартная клетка с животными, предназначенными для проведения эксперимента.

Крысы содержались в помещении с контролируемой температурой ($22 \pm 2^{\circ} \text{C}$) с соблюдением 12-часового чередования режимов освещения и темноты. Животные имели свободный доступ к еде и питью. В качестве корма использовали стандартный гранулированный корм для лабораторных грызунов ПК 120-899, соответствующий по биологическому статусу требованиям ГОСТ Р 51849-2001 «Ветеринарно-санитарные нормы и требования к качеству кормов для непродуктивных животных». Для питья животных применяли фильтрованную водопроводную воду в стандартных питьевых бутылочках (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения»).

До начала эксперимента животные были адаптированы к лабораторным условиям в течение 14 суток, после чего было оценено их состояние: больных особей и несоответствующих возможностям проведения эксперимента не выявлено. Далее, каждому животному был присвоен индивидуальный номер, который наносили путем окрашивания шерсти и кожи раствором бриллиантового зеленого, с соответствующей пометкой на карточке клетки. В

зависимости от последующего характера эксперимента, животных рандомизированно распределяли по группам. За 24 часа до начала эксперимента животных не кормили. Все болезненные манипуляции выполняли под наркозом в операционном блоке. Перед началом болезненных манипуляций крысам проводили общую анестезию с помощью внутримышечной инъекции ветеринарного препарата Золетил, Франция, рег. № ПВИ-2-1.9/01425, в дозе 15 мг/кг массы тела.

В течение всего периода эксперимента вели динамическое наблюдение за каждым животным, с ежедневным контролем, в ходе которого оценивали следующие параметры: -общий вид (состояние шерсти, глаз, ушей, зубов); -поведение, активность; -физиологические функции (питание, дыхание, слюноотделение, мочеиспускание, экскрет); -состояние области хирургического воздействия (инфекция, гематомы, некротические ткани, сроки и характер заживления).

С целью подтверждения гипотезы о возможности и целесообразности применения стимуляции адгезиогенеза в торакальной хирургии, в эксперименте на животных были воспроизведены следующие модели: - выполнение торакотомии, сопровождающейся локальным переломом ребер, с последующим динамическим наблюдением «естественного» течения репарации с формированием/отсутствием адгезиогенеза в плевральной полости (группа контроля) или за процессами, происходящими в результате направленного воздействия на плевродез методами «химической», «физической» и биологической стимуляции; -моделирование остаточной плевральной полости (эмпиема плевры) и последующая апробация метода биологической стимуляции с целью ускорения ее облитерации.

Для проведения эксперимента вивариум Лаборатории доклинических исследований на базе Пятигорского медико-фармацевтического института были выделены 90 крыс. В соответствии с этим, изначальная концепция организации исследования на животных предполагала схему, представленную на Рисунках 2.2 и 2.3.



Рисунок 2.2. Изначально запланированная логическая схема и содержание этапов экспериментальных исследований на животных по моделированию адгезиогенеза в плевральной полости.



Рисунок 2.3. Изначально запланированная логическая схема и содержание этапов экспериментальных исследований на животных по моделированию эмпиемы плевры.

Учитывая: -необходимость проведения двух серий эксперимента; - наличие группы контроля в каждой из серий; -в одной из серий предстояло использовать три различных метода стимуляции плевродеза; -два срока выведения животных из эксперимента – решено представить группу животных “моделирование адгезиогенеза в плевральной полости” 60-ю особями, группу “моделирование остаточной полости” – 30-ю. Следует отметить, что полостью соблюсти реализацию запланированного содержания этапов исследования, так же как и количество животных в группах и подгруппах, не представилось возможным в силу ряда обстоятельств, более подробно обозначенных в соответствующих разделах Главы III, излагающей результаты эксперимента. В этой связи, а также в процессе получения промежуточных результатов, ход исследования подвергался модификациям, позволяющим уточнить те или иные аспекты.

2.2.1.1. Экспериментальная модель адгезиогенеза в плевральной полости после торакотомии, сопровождающейся переломом ребер

В качестве экспериментальной модели для исследования динамики внутриплеврального адгезиогенеза, в том числе потенцированного путем применения физических и химических методов стимуляции, а также аутологичных биологически активных материалов, была использована локальная травма грудной клетки в результате торакотомии, сопровождающейся переломом ребер. На наш взгляд, эта модель адаптирована к мелким лабораторным животным, достаточно проста и вполне соответствует критериям воспроизводимости, стабильности течения. К тому же, она отражает, в определенной степени, патологические процессы, имеющие место в реальной клинической практике: с одной стороны, повреждения, сопровождающиеся переломами ребер, являются одними из наиболее часто встречающихся последствий травмы грудной клетки; с другой стороны, даже в плановой торакальной хирургии нередки ситуации, в которых происходят переломы ребер при разведении ранорасширителя. Применительно к

особенностям выбранной экспериментальной модели, учитывая небольшие размеры животных и еще меньшие – плевральной полости, было необходимо формирование «окна» в грудной клетке для проведения плевродеза, особенно с применением физических методов воздействия, для чего требовалось удалять фрагменты ребер.

Для проведения эксперимента 60 животных были подвергнуты торакотомии с формированием локальных переломов ребер. 5 особей были выведены из эксперимента на его начальном этапе при отработке моделирования оперативного вмешательства в условиях открытой грудной клетки (4 погибли, 1 – по другим причинам). Оставшиеся 55 крыс были разделены на две неравные по количеству подгруппы: - контрольную (13 особей), в которой никакого вмешательства в «естественное» течение патологического процесса и репарацию после травмы не производили; - основную (42 особи), в которой осуществляли стимуляцию плевродеза путем применения одного из методов: химического, физического или биологического воздействия (однократная инъекция комбинации из двух биологически активных материалов – плазмы, обогащенной тромбоцитами и аутологичной жировой ткани через сутки после нанесения травмы). Такое неравномерное по количеству распределение в группы преследовало одновременно две тактические задачи. С одной стороны, требовалось соблюсти условие, чтобы количество животных в группе было достаточным для проведения статистического анализа; предварительный расчет показал, что для обоснования ожидаемой статистической значимости различий, соответствующих более чем одной интерквартильной вариации морфометрических переменных, минимальное количество крыс в группе должно быть 12. С другой стороны, представлялось целесообразным, по возможности, увеличить «статистическую мощность» основной группы наблюдения в связи с тем, что она была разделена на 3 подгруппы (химический плевродез (n=12), физический плевродез (n=12), биологический плевродез (n=18)); при этом последняя подгруппа была численно увеличена в связи с

меньшей изученностью и поэтому – меньшей предсказуемостью результатов. При этом подгруппы химического и физического плевродеза были предназначены, в первую очередь, для сравнения их достаточно хорошо исследованной эффективности с эффективностью биологического плевродеза.

Для исследования динамики спаечного процесса в плевральной полости и влияния на него стимулированного плевродеза, животных последовательно выводили из эксперимента на 14-е и 28-е сутки: в каждый период – по 6 особей из подгруппы химического плевродеза, по 6 – физического плевродеза, по 9 – биологической стимуляции и, соответственно, 6 и 7 особей – из контрольной группы. Открывали плевральную полость через предыдущую торакотомную рану, с максимально возможным сохранением топографии спаечного процесса, после чего проводили макроскопическое исследование адгезиогенеза, анализ локализации, распространенности, интенсивности, мест фиксации спаек к грудной стенке и висцеральной плевре.

Протокол эксперимента. В качестве объекта эксперимента была выбрана левая плевральная полость. Как отмечалось выше, подобный выбор обусловлен особенностями анатомического строения дыхательного аппарата крысы: левое легкое животного не разделяется на доли и заметно уплощено в поперечном направлении. Моделирование торакотомии проводили в условиях общей анестезии животного, осуществляемой внутримышечной инъекцией ветеринарного препарата Золетил, в дозе 15 мг/кг массы тела. Выполняли оротрахеальную интубацию: пинцетом вытягивали язык крысы, далее под визуальным контролем в трахею устанавливали поливинилхлоридный катетер (учитывая особенности строения гортани крысы и прямолинейный ход трахеи, эта манипуляция не сопровождается техническими сложностями), который подсоединяли к аппарату искусственной вентиляции легких для мелких лабораторных животных (Harvard Apparatus, Холлистон, Массачусетс, США), поддерживающему дыхательный объем 10 мл/кг с частотой дыхания 70 вдохов в минуту (FiO_2 100%), с ингаляцией 2% изофлурана. Крысу укладывали на правый бок, на левой части грудной клетки выбривали прямоугольный

участок шерсти до кожи размерами 3x3 см в границах между грудиной спереди и средней подмышечной линией сзади, IV ребром – сверху и IX ребром – снизу, операционное поле обрабатывали 70% раствором спирта. В асептических условиях одноразовым скальпелем послойно рассекали и отсепаровывали кожу, грудные мышцы (Рисунок 2.4).

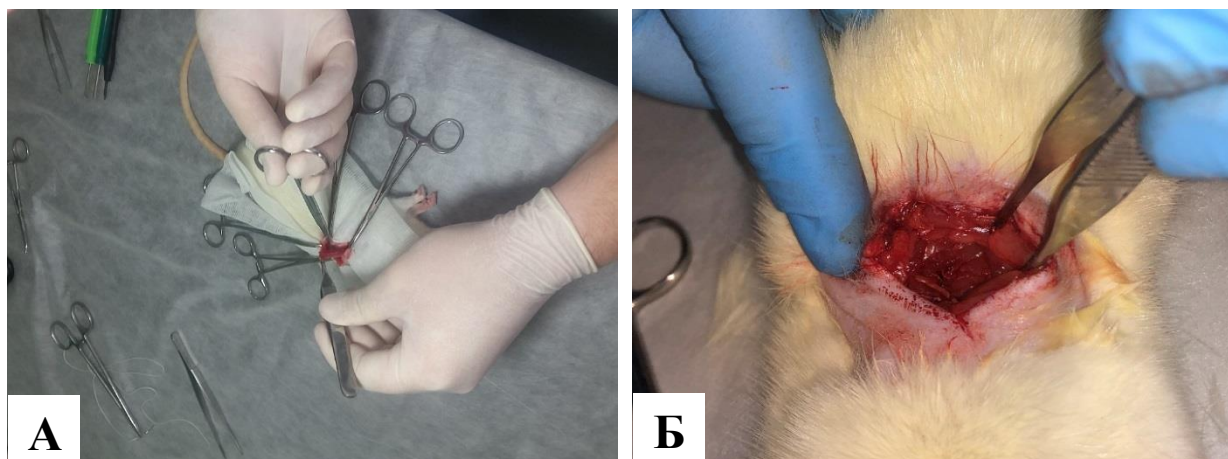
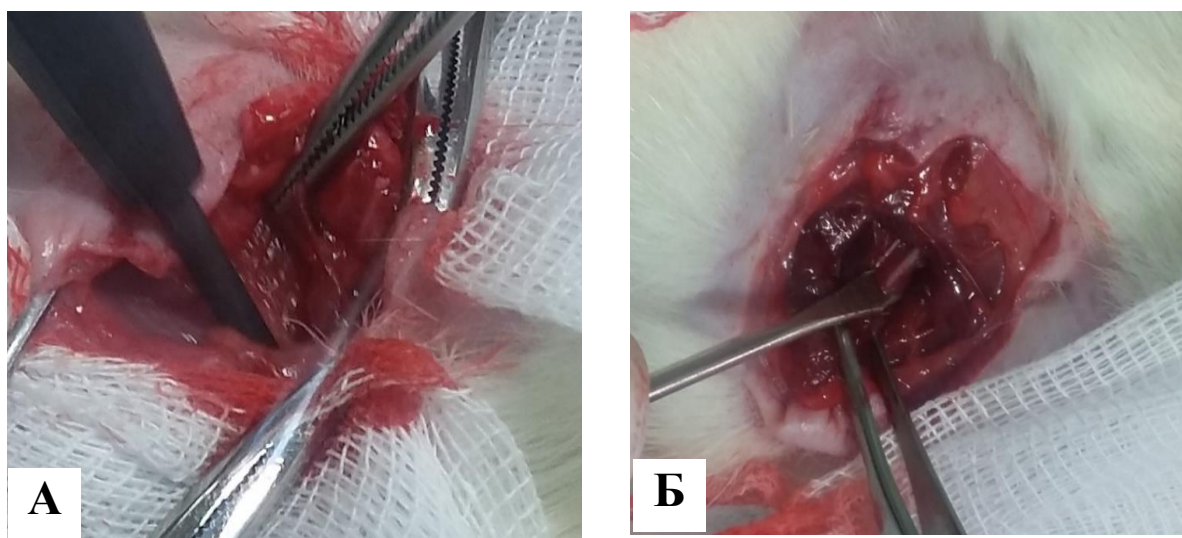


Рисунок 2.4. Этапы экспериментального оперативного доступа (торакотомия): А. Общий вид операционного поля; Б. Вид раны перед этапом сепарирования ребер

Затем отслаивали надкостницу V и VI ребер, применяя оригинальный двузубый реберный распатор ([11]), после чего удаляли ножницами фрагменты этих ребер на протяжении около 1 см (Рисунок 2.5). Косвенной целью выполнения этого этапа вмешательства, помимо собственно локальной травмы грудной клетки, являлось формирование «окна», необходимого для последующего применения одного из методов стимуляции плевродеза.



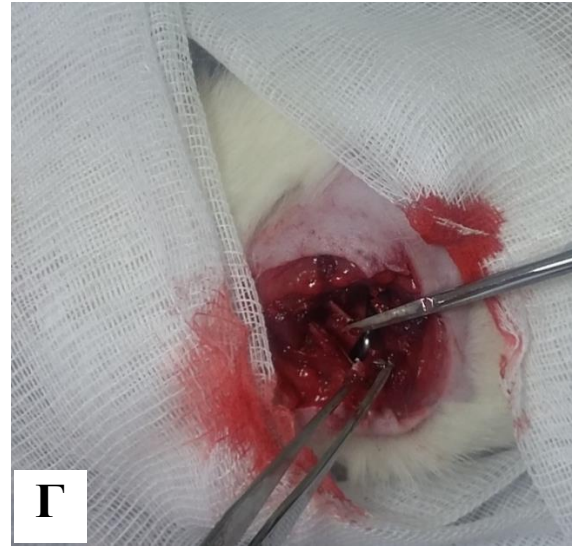
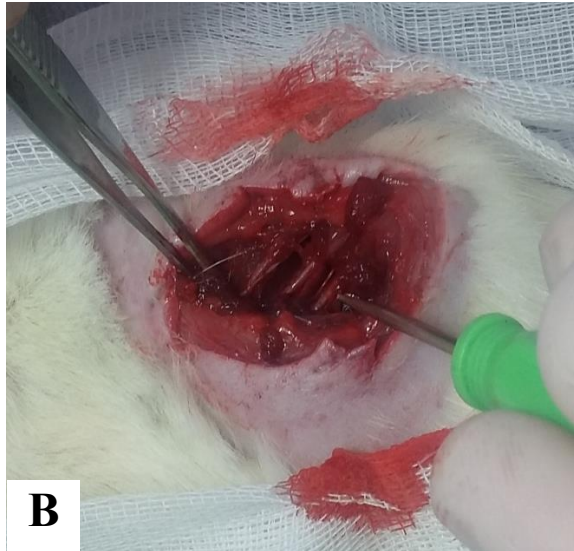


Рисунок 2.5. Моделирование торакотомии, сопровождающейся локальной травмой грудной клетки с переломами рёбер: А. отсепаровывание мягких тканей; Б-В. мобилизация участков V-VI ребер двузубым распатором; Г. перекусывание ножницами фрагментов рёбер.

Далее выполняли вскрытие плевральной полости и осуществляли воздействие на париетальную и висцеральную плевру одним из исследуемых методов – «химическим», «физическим» или биологическим; в группе контроля никаких манипуляций на плевральной полости не производили. Более подробно, содержание методик стимуляции плевродеза изложено в разделе 2.2 настоящей главы.

После завершения основного этапа вмешательства закрывали дефект тканей ранее отсепарованным мышечным лоскутом с целью восстановления герметичности плевральной полости, послойно ушивали рану (Рисунок 2.6 А). Затем, используя шприц с затупленной иглой, аспирировали воздух из плевральной полости для профилактики пневмоторакса (Рисунок 2.6 Б), после чего крысу экстубировали.

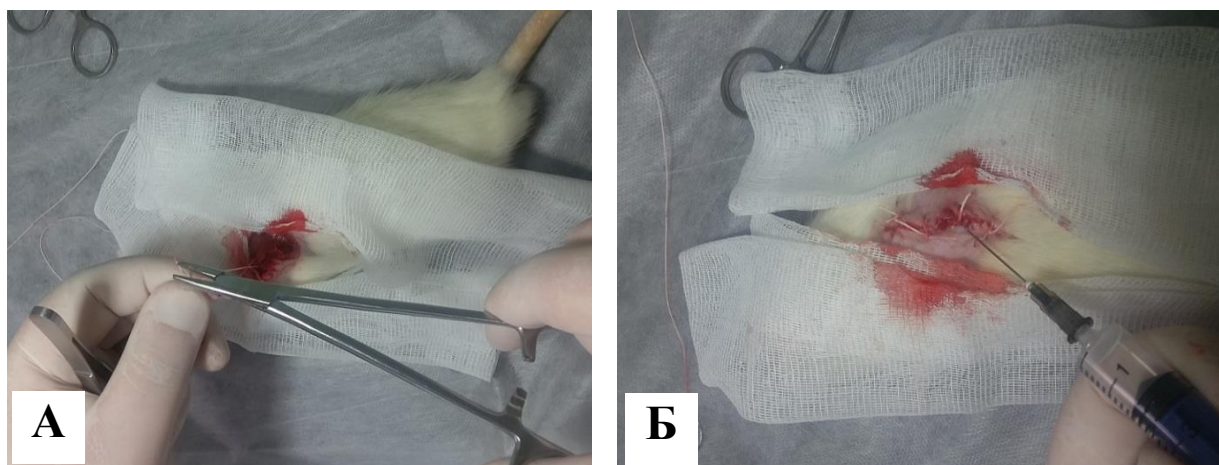


Рисунок 2.6. Заключительные этапы моделирования локальной травмы грудной клетки в результате торакотомии, сопровождающейся переломом ребер: А. Ушивание торакотомной раны; Б. Аспирация воздуха из плевральной полости для профилактики пневмоторакса.

2.2.1.2. Экспериментальная модель эмпиемы плевры

Анализ доступной литературы показал, что до настоящего времени не создано адекватной экспериментальной модели, воспроизводящей эмпиему плевры с формированием остаточной полости. Тем не менее, имеются сопоставимые по замыслу способы экспериментального воспроизведения острого гнойного процесса в плевральной полости [16], [31]. С учетом особенностей течения эмпиемы плевры, автором настоящего исследования (в соавторстве) разработан и применен в эксперименте оригинальный способ, позволяющий сформировать очаговое гнойное воспаление в плевральной полости, ограниченное соединительнотканной пиогенной капсулой, которое, после резорбции некротических масс, приводит к образованию остаточной полости [18]. Далее, экспериментальная модель может служить в качестве субстрата для апробации эффективности методов ликвидации остаточной полости, в частности, посредством стимуляции адгезиогенеза в ней.

Суть моделирования очагового гнойного процесса в плевральной полости заключается в следующем.

Приготавливали бактериальную взвесь Кишечной палочки (*Escherichia coli*), для чего высеивали на мясо-пептонный агар лиофилизат для приготовления суспензии «Колибактерин сухой» (*Colibacterin siccum*), содержащий не менее

10^{10} КОЕ живых бактерий кишечной палочки стандартизованного штамма М-17 (в соответствии с Инструкцией по медицинскому применению – РУ № ЛСР-004224/09), после чего посев инкубировали в термостате при температуре 37°C в течение 24 часов.

Для инициирования эмпиемы плевры приготовленную бактериальную взвесь *E. coli*, растворенную в физиологическом растворе в концентрации 10^9 КОЕ/мл, инъецировали в правую плевральную полость животного в объеме 1 мл (Рисунок 2.7).

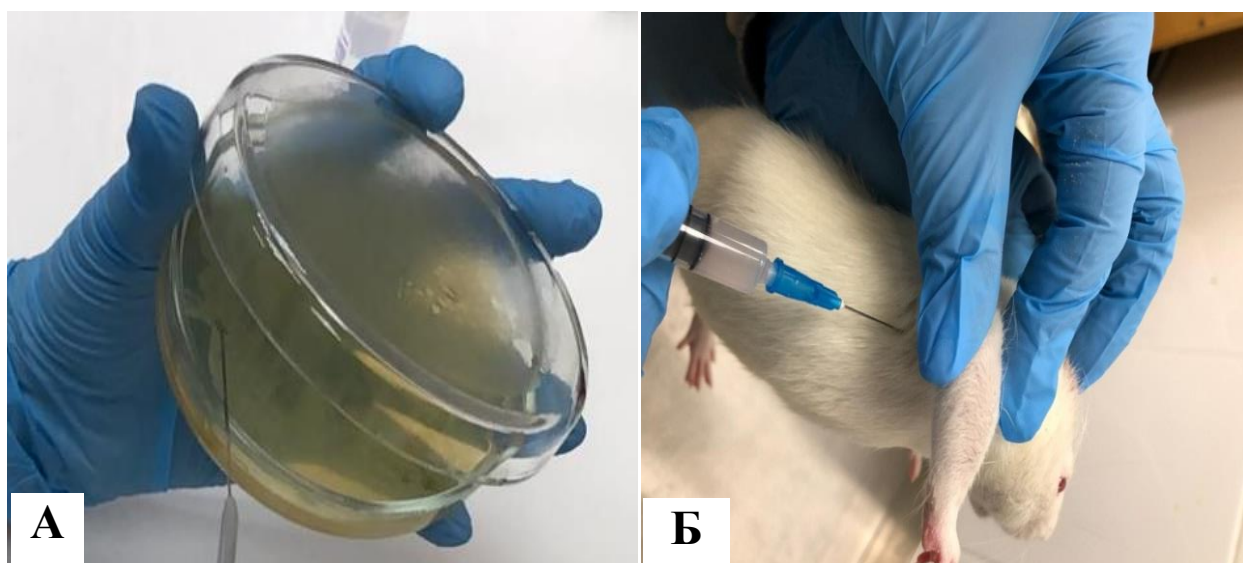


Рисунок 2.7. Этапы моделирования остаточной плевральной полости эмпиемы плевры: А. посев стандартизованного штамма *E. coli* М-17 на мясо-пептонный агар; Б. инъекция бактериальной взвеси *E. coli* в правую плевральную полость крысы.

Выбор именно правой плевральной полости в качестве объекта моделирования локального гнойного очага был обусловлен тем фактом, что правое легкое белой крысы представлено, как минимум, пятью долями; помимо этого, нижняя (каудальная) доля подразделяется достаточно глубокими бороздами еще на две добавочные доли. Подобное анатомическое строение легкого создает, на наш взгляд, оптимальные предпосылки для отграничения гнойного процесса от окружающих тканей.

Следует подчеркнуть, что примененная экспериментальная модель эмпиемы плевры обладает, на наш взгляд, во-первых, хорошей воспроизводимостью, во-вторых, простотой и, в-третьих, достаточной

надежностью. Однако, как будет показано далее, в разделе, излагающем результаты этой части экспериментального исследования (Глава III), не у всех 30 животных использованная методика привела к формированию локальной эмпиемы плевры: 9 крыс были выведены из эксперимента досрочно в связи с развитием летального исхода до истечения 21 суток вследствие дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности, генерализации инфекции, сепсиса. Еще у 3 животных остаточная полость не сформировалась к этому периоду. Оставшиеся живыми 18 особей были разделены на 2 группы: контрольную («естественное» течение патологического процесса, n=6) и основную (12 животных), в которой осуществляли облитерацию остаточной полости с применением ее пломбировки аутологичным биологическим материалом на 28-е сутки эксперимента.

Далее, в обеих группах применяли следующую оригинальную методику формирования остаточной полости. После вскрытия правой плевральной полости в месте предыдущей инъекции в нее кишечной палочки, удаляли имеющийся гнойно-некротический субстрат. Полость эмпиемы промывали раствором фурацилина в концентрации 1:5000, а затем туго заполняли марлевым шариком, пропитанным водным раствором бетадина. В итоге, к окончанию 4-й недели эксперимента (28-е сутки), формировалась остаточная полость, аналогичная по структуре и геометрии таковой при эмпиеме плевры. Заключительным этапом эксперимента в основной группе являлось тугое заполнение остаточной полости аутологичными биологическими материалами для ускорения процессов ее облитерации. В контрольной группе наблюдали за «естественным» дальнейшим течением патологического процесса.

Животных выводили из эксперимента с целью оценки результата через 1 и 2 недели после формирования остаточной полости (соответственно, на 35-е и 42-е сутки).

Отдельного внимания заслуживает метод, примененный для оценки размеров остаточной полости в ходе экспериментов по моделированию эмпиемы плевры. Помимо того факта, что крыса является достаточно мелким

лабораторным животным и, соответственно, характеризуется еще меньшими размерами органов, проблема оценки сформированной остаточной полости обусловлена сложной ее геометрией: она может значительно отличаться от шарообразной, и поэтому вычисление необходимых для анализа параметров представляет значительные сложности. В этой связи был разработан с помощью IT-специалистов Центрального военного клинического госпиталя имени П.В. Мандрыка (Чешейко С.И.) программно-аппаратный комплекс, предназначенный для точного измерения и оценки размеров/объема остаточной полости, а также сравнения эффективности примененных способов воздействия. В основу примененного способа положена система бесконтактных измерений с последующим построением трехмерной текстурированной модели, основанная на фотограмметрическом принципе. Аппаратная часть комплекса состоит из цифрового фотоаппарата, закрепляемого на подвижном штативе, позволяющем перемещать фотоаппарат во всех направлениях, в том числе, циркулярно (Рисунок 2.8).



Рисунок 2.8. Аппаратная часть программно-аппаратного комплекса

Штатив также оборудован лазерным дальномером и угломером, позволяющим фиксировать в цифровом виде текущее положение фотоаппарата. В свою очередь, программная часть представлена

персональным компьютером с установленным на него специализированным программным обеспечением.

Функционирование комплекса можно изложить следующим образом. Изначально, «сканировали» выбранный для анализа участок (остаточную полость) посредством выполнения серии фотографий, снятых в разных ракурсах вокруг объекта и сохраненных в одном из форматов (применяли форматы изображений png и jpg). Затем фотографии переносили на персональный компьютер, после чего программное обеспечение, определяя параметры камеры (положение, длину фокуса, разрешающую способность в пикселях и пр.), автоматически осуществляло калибровку изображений и «привязывало» их к системе координат по трем осям (X, Y, Z). На втором этапе вручную выставляли калибровочные маркеры, необходимые для определения «опорных» точек, по которым производился расчет полигонов, и далее, в автоматическом режиме осуществлялось построение каркасной модели; при этом окончательную доводку геометрии выполняли вручную при помощи компьютерных инструментов полигонального редактирования. На третьем этапе производилось текстурирование модели – текстуры автоматически извлекались из фотографий. На заключительном этапе производили измерение площадей области модели, ограниченных контрастным контуром, и созданную модель экспортировали в стандартные 3D-форматы.

В итоге, построенные трехмерные фотореалистичные модели позволяли обеспечить достаточно высокую точность измерения параметров, недостижимую обычными способами морфологической оценки размеров и объемов остаточной полости в процессе экспериментального моделирования эмпиемы плевры. Тем не менее, полученные результаты измерений, с учетом вероятных погрешностей, для последующего анализа и сравнения округляли с точностью до 5 мм³.

2.2.2. Применение методов стимуляции плевродеза в экспериментах на животных

Как правило, плевральные спайки являются следствием воспалительных заболеваний лёгких или плевры, имевших место в прошлом, так же как травм грудной клетки или оперативных вмешательств. По данным специализированной литературы, спайки в плевральной полости развиваются весьма часто, достигая 40-75%. Так, адгезиогенез, выраженный в той или иной степени, выявляют, по данным аутопсии, от 50 до 80%, причем в большинстве наблюдений, процесс не сопровождался какими-либо клиническими проявлениями [12],[19],[29].

В последние годы внимание исследователей привлекают проблемы, связанные с возможностью и целесообразностью применения в клинической практике плевродеза, стимулированного с помощью физических, химических или биологических методов, при определённых видах патологии плевральной полости и при наличии противопоказаний к применению других, более агрессивных способов, включая хирургическое лечение [15], [20], [56], [67].

В настоящее время, создание искусственного адгезиогенеза успешно применено с обнадеживающими результатами в ходе лечения пациентов с рецидивирующим пневмотораксом [[41], [161], [201], деструктивных процессов в легких [5], [35], [160].

Как отмечалось выше, в настоящем исследовании были апробированы в эксперименте и сравнены между собой три модели стимулирования плевродеза – с помощью химических, физических и биологических методов воздействия.

2.2.2.1. Экспериментальные методы «химической» стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости у животных.

По данным литературы, средства, применяемые для химического плевродеза, весьма разнообразны. В разные периоды развития хирургии с этой целью использовались поверхностно активные вещества – горный хрусталь, тальк, сода – или препараты, обладающие местно-раздражающим действием,

такие как раствор йода в различной концентрации, трихлоруксусная кислота, блеомицин, акрихин, тетрациклин и многие другие. Механизмом адгезиогенеза в процессе химического воздействия является асептическая воспалительная реакция на фоне химического ожога листков висцеральной и париетальной плевры, приводящая к их слипанию. Эффективность применения склерозантов – высокая, вплоть до 100% [61], [112], [141], [174], [204], [232], [262]. Одним из наиболее эффективных способов химического плевродеза является применение бетадина в комбинации с гипертоническим раствором глюкозы [58].

Методом, примененным в настоящем исследовании для изучения влияния химических агентов на процессы стимуляции адгезиогенеза, являлся комбинированный: однократная инъекция в плевральную полость 0,25 мл 10% раствора бетадина в сочетании с введением талька посредством устройства PerClot, обычно используемого для гемостаза в торакоскопической хирургии (Рисунок 2.9). Таким образом, суммарный объем инъецируемой жидкости составлял 1 мл, что вполне соизмеримо с объемом плевральной полости крысы.

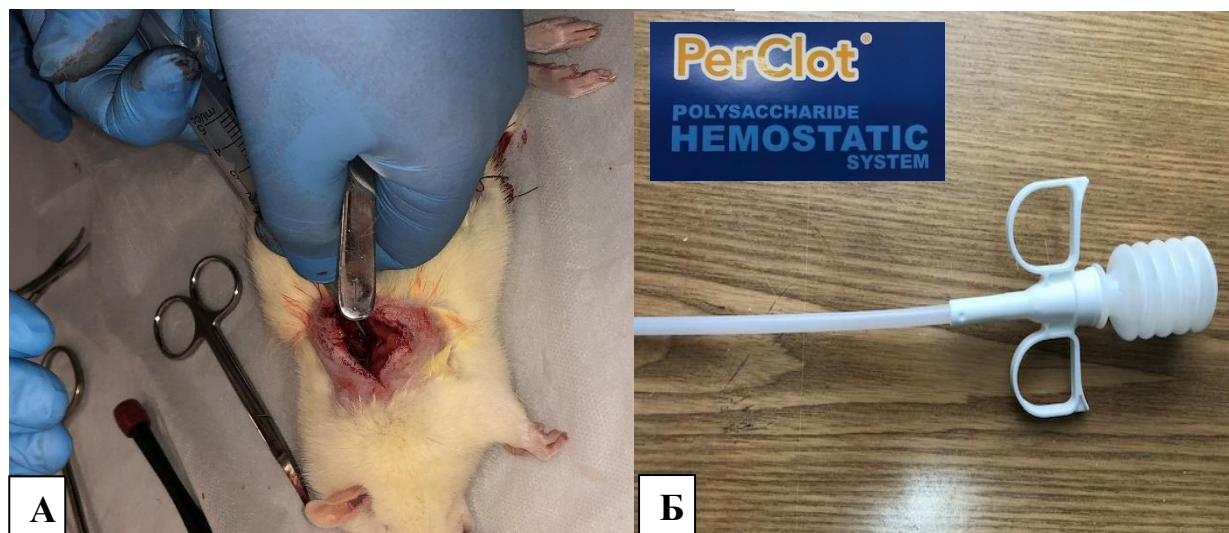


Рисунок 2.9. А. Инъекция в левую плевральную полость крысы раствора бетадина; Б. Устройство PerClot, подготовленное для пульверизации талька.

После завершения основного этапа эксперимента рану грудной клетки ушивали наглухо, не эвакуируя химический раствор; при этом в плевральной

полости оставляли пластиковую трубочку (подключичный катетер), установленную под визуальным контролем в синус. Такая последовательность этапов была обусловлена, с одной стороны, необходимостью обеспечения значительной площади контакта между химическим агентом и листками плевры, а, с другой стороны, она способствовала профилактике пневмоторакса (замещение воздуха жидкостью). Наконец, требовалось определенное время для возникновения асептической альтерации, а время, затрачиваемое закрытие раны грудной клетки, по нашему мнению, было недостаточным для этого. В связи с последним фактом осуществляли дополнительную экспозицию в течение 10 минут, периодически меняя положение животного с целью перетекания склерозанта в различные отделы плевральной полости, а затем содержимое эвакуировали шприцом через ранее установленный в синус пластиковый катетер, контролируя объем удаленной жидкости и соотнося с объемом инъекции химического агента. Для достижения максимально возможного удаления склерозанта крысе снова придавали различные положения тела.

2.2.2.2. Экспериментальные методы «физической» стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости у животных.

Применение физических факторов для активного воздействия на плевральную полость с целью стимулирования асептического воспаления, так же как использование химических агентов, имеет длительную историю и отличается большим разнообразием. Известны следующие основные виды «физического» плевродеза: механические (плеврэктомия, скарификация), облучение расфокусированным лазерным лучом, электрокоагуляция через марлевый шарик, аргон-плазменная коагуляция, ультразвуковая коагуляция и другие. Часто их применяют в комбинации. Очевидным преимуществом методик физического плевродеза является относительная простота и надежность [15]. В то же время, большинство приведенных выше способов

требуют дополнительного технического оснащения операционной, и далеко не все из них доступны каждому хирургу.

В этой связи, в качестве метода «физической» стимуляции плевродеза в настоящем экспериментальном исследовании была выбрана механическая абразия париетальной плевры. Этот способ отличается технической простотой, доступностью, воспроизводимостью и предсказуемостью результата.

Техника выполнения этой экспериментальной модели заключалась в следующем. После выполнения торакотомии и резекции участков ребер по методике, изложенной ранее, через сформированное реберное «окно» в плевральную полость заводили зажим типа «москит», в бранши которого была циркулярно зажата наждачная бумага М 20 по маркировке ISO 4344 (ГОСТ 52381-2005 Россия) с зернистостью 14-19 мкм. Далее поэтапно обрабатывали всю доступную поверхность париетальной плевры в направлении сверху-вниз, по часовой стрелке до появления феномена «кровоавой росы» (Рисунок 2.10). После завершения основного этапа рану грудной клетки ушивали наглухо. Воздух, оставшийся в плевральной полости, эвакуировали шприцом через ранее установленный в синус пластиковый катетер; крысу экстубировали.



Рисунок 2.10. Физический плевродез. Механическая скарификация париетальной плевры.

2.2.2.3. Экспериментальные методы биологической стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости у животных.

Ранее, нами в соавторстве с профессором Воробьевым А.А. и д.м.н. Калашниковым А.В. в экспериментах на животных была продемонстрирована потенциальная возможность усиления процессов репарации и адгезиогенеза посредством инъекции биологически активных материалов в зону патологического субстрата [18]. Целью проведения настоящей части экспериментального раздела исследования с применением плазмы, обогащенной тромбоцитами, в комбинации с аутологичной жировой тканью являлось изучение вероятного потенцирования эффектов адгезиогенеза или, наоборот, нивелирования влияния при совместном использовании этих биологически активных материалов.

2.2.2.3.1. Получение плазмы, обогащенной тромбоцитами, с целью биологической стимуляции адгезиогенеза.

Технология получения плазмы, обогащенной тромбоцитами, для последующего введения в плевральную полость с целью стимуляции адгезиогенеза при экспериментальной травме грудной клетке или в остаточной полости эмпиемы плевры, заключалась в следующем.

Кровь из хвостовой вены крысы забирали шприцом в объеме 5 мл в специализированную пробирку Plasmolifting™ (ООО «Плазмолифтинг», г. Казань, Россия, ТУ 9437-002-27837594-2015, регистрационное удостоверение № РЗН 2016/3980 от 19.04.2016); содержание тромбоцитов в цельной крови крыс составляло, в среднем, $500 \pm 100 \times 10^9/\text{л}$. Далее, кровь центрифугировали при 3200 об/мин (1000 G) в течение 5 мин. с целью фракционирования и получения аутологичной тромбоцитарной плазмы. В результате, общее количество тромбоцитов в полученной плазме увеличивалось примерно в 3 раза по сравнению с исходными значениями цельной крови – до уровня $1600 \pm 100 \times 10^9/\text{л}$, то есть соответствовало категории

«плазма, обогащенная тромбоцитами». Полученный супернатант, скопившийся в верхней части пробирки над разграничительным гелем, забирали шприцом (Рисунок 2.11).

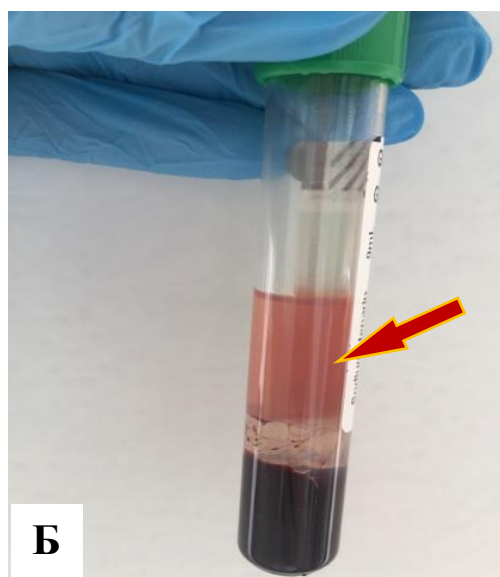
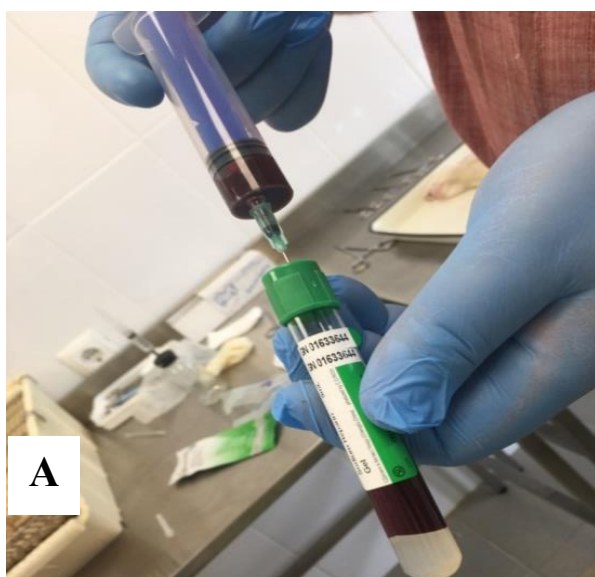


Рисунок 2.11. А. Этап приготовления аутологичной тромбоцитарной плазмы; Б. Пробирка с плазмой, обогащенной тромбоцитами (стрелка)

2.2.2.3.2. Получение аутологичной жировой ткани с целью биологической стимуляции адгезиогенеза.

Второй биологически активной субстанцией, предназначенной для инъекции в область нанесения локальной травмы грудной клетки с переломом ребер, а также в остаточную полость эмпиемы с целью стимулирования процессов адгезиогенеза в плевральной полости в эксперименте на животных, являлась аутологичная жировая ткань.

Протокол эксперимента

В асептических условиях производили мобилизацию хвостовой области крысы со стороны позвоночника (с целью избежания выгрызания животным области раны) и экспликацию жировой ткани в объеме приблизительно 1 см³. Данную манипуляцию проводили, как у животных, предназначенных для последующей биологической стимуляции процессов адгезиогенеза, так и у животных контрольной группы – для стандартизации условий проведения эксперимента. Извлеченную жировую ткань трехкратно промывали в фосфатном буфере в течение 5 мин., после чего буферный раствор

аспирировали, а затем остаток перемешивали в шейкере при температуре 37⁰ С в 0,1%-ном растворе коллагеназы в течение 40 мин. Эксфузат центрифугировали в течение 5 мин. при 3200 об/мин (1000 G), с целью отделения зрелых адипоцитов от стромально-васкулярного компонента. Полученный субстрат ресуспензировали в течение 5 мин. при температуре 20-23⁰ С в буфере, состоящем из 0,1 mM этилендиаминтетраацетата (Трилон В), 155 mM хлорида аммония и 10 mM гидрокарбоната калия, с целью лизирования эритроцитов. Экспликат повторно промывали в фосфатном буфере в течение 5 мин., далее – центрифугировали при 3200 об/мин (1000 G) в течение 5 мин. Полученные адипоциты забирали специализированным шприцом.

2.2.2.3.3. Применение плазмы, обогащенной тромбоцитами, в комбинации с аутологичной жировой тканью с целью биологической стимуляции адгезиогенеза в эксперименте на животных.

Подготовку биоматериала (плазмы, обогащенной тромбоцитами, и аутологичной жировой ткани) проводили по технологии, изложенной в двух предыдущих подразделах. Далее, оба компонента забирали одним шприцом в объеме по 0,5 мл каждого, суммарно – 1 мл (Рисунок 2.12 А), и инъецировали, в зависимости от серии эксперимента, в область нанесения локальной травмы грудной клетки с переломом ребер в ходе торакотомии (Рисунок 2.12 Б) или в остаточную полость эмпиемы, до тугого её заполнения. В отличие от других серий эксперимента, сопровождавшихся выполнением торакотомии, после закрытия операционной раны биологический материал из плевральной полости не эвакуировали, ограничиваясь только удалением воздуха шприцом с затупленной иглой.

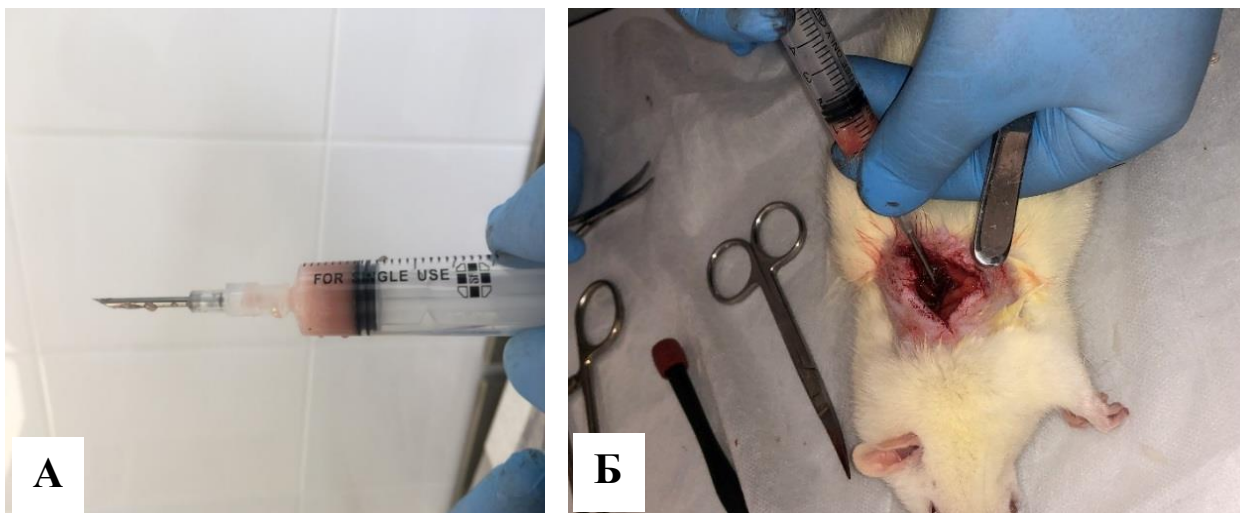


Рисунок 2.12. Эксперимент по выполнению биологического плевродеза: А. Шприц, содержащий плазму, обогащенную тромбоцитами, в комбинации с аутологичной жировой тканью, предназначенными для инъекции в плевральную полость; Б. Инъекция биологического материала в плевральную полость с целью стимуляции адгезиогенеза.

2.2.3. Аутопсийный блок экспериментальных исследований

Объектом для проведения анатомической экспериментальной части исследования послужили 30 рандомизированно выбранных трупов обоего пола без изъятия органокомплекса, для которых предварительно было получено разрешение на проведение патологоанатомического исследования. Критериями исключения объекта из исследования были ранее выполненные оперативные вмешательства на органах грудной клетки и/или наличие спаечного процесса в плевральной полости.

В рамках данного блока исследований проведены 3 серии экспериментов, каждая из которых включала 10 анатомических объектов: 1. установка дренажей без применения позиционирующих устройств (контроль); 2. установка дренажей с помощью трахеостомической трубки; 3. установка дренажей с помощью оригинального троакар-адаптера. С целью исключения влияния на результат возрастно-половых и конституциональных факторов анатомических объектов, была осуществлена рандомизация по варианту дренирования с помощью генератора случайных чисел. В результате

рандомизации, группу № 1 составили объекты с порядковыми номерами 4, 5, 12, 16, 17, 21, 22, 26, 28, 29, группу № 2: 2, 6, 7, 9, 13-15, 18, 23, 30, группу № 3: 1, 3, 8, 10, 11, 19, 20, 24, 25, 27 (Глава IV, Таблица 4.1). На всех анатомических объектах выполняли дренирование обеих плевральных полостей с установкой в каждую двух дренажей (к апексу и плевральному синусу); таким образом суммарное количество установленных дренажей составило 120. В качестве дренажей использовали несертифицированные силиконовые трубки калибром 14 F (4,7 мм) – для установки к апексу и 32 F (10,7 мм) – для установки к синусу. Чтобы избежать влияния на результат такого фактора как практический опыт хирурга по установке плеврального дренажа все анатомические эксперименты выполнены пятью хирургами, не имевшими опыта дренирования, каждый из которых выполнил по два эксперимента из каждой серии. По окончании установки дренажных трубок и их фиксации к коже, автор настоящего исследования выполнял открытие грудной клетки (продольная стернотомия), осуществлял визуальный контроль позиционирования дренажей, наличие/отсутствие перегиба трубок, измерял расстояния до зоны дренирования. Считали, что дренажная трубка расположена должным образом, если она не имела перегибов и ее конец располагался не далее 5 см от предполагаемой зоны дренирования.

Хирургическая техника дренирования плевральных полостей до момента установки дренажной трубки была одинаковой во всех трех группах наблюдения: положение анатомического объекта на спине с отведенной кзади и от туловища верхней конечностью; выполняли кожный разрез в V межреберье длиной 1,5-2 см, рассекали мягкие ткани и париетальную плевру; по верхнему краю ребра осуществляли пальцевой контроль безопасного входа в плевральную полость.

При выполнении «рутинного» дренирования плевральных полостей без применения позиционирующих устройств желаемое направление дренажной трубки задавали с помощью корнцанга. Сначала устанавливали трубку к апексу плевральной полости, затем – к синусу, обе – через один и тот же

кожный разрез.

Выбор трахеостомической канюли, применяемой не по прямому назначению, а в качестве направляющего устройства при дренировании (off-label), обусловлен рядом факторов: она, в силу конструкции, имеет внутренний диаметр, достаточный для проведения дренажной трубки, заданный изгиб и размеры, приблизительно соответствующие расстоянию от поверхности кожи до плевральной полости, троакар для облегчения позиционирования, а также площадку для фиксации к окружающим тканям и (в ряде моделей) клапан, обеспечивающий герметизм; к тому же, она практически всегда имеется в арсенале оснащения любого стационара. Для дренирования использовали трахеостомические трубки Sumi Kan (Польша) без манжеты внутренним диаметром 6 мм (к апексу) и 10,5 мм (к синусу). Технически, процесс дренирования можно изложить следующим образом.

После входа в плевральную полость устанавливали канюлю трахеостомической трубки вместе с проводником; для «ликвидации» пневмоторакса конец канюли направляли вверх. Далее, проводник извлекали, заводили дренажную трубку, которая не должна встречать сопротивления, и продвигали ее на расстояние около 20 см (от поверхности кожи), до ощущения упора в окружающие ткани. Аналогично, для дренирования нижнего этажа плевральной полости вторую трахеостомическую канюлю проводили через тот же кожный разрез, направляя ее конец вниз, до упора, предположительно в плевральный синус, как правило, также на расстояние около 20 см от поверхности кожи. Трахеостомические трубки извлекали, дренажи фиксировали к коже лигатурами.

Логическим продолжением концепции управляемой установки дренажа с применением позиционирующих устройств стала разработка специального двухпросветного троакар-адаптера, предназначенного для одномоментного дренирования верхнего и нижнего этажей плевральной полости через один торакопорт в V межреберном промежутке с целью ликвидации патологического субстрата при пневмогидротораксе.

Двухпросветный троакар-адаптер представляет собой монолитное устройство из инертного пластика. Он выполнен в виде прямоугольной площадки размерами 35x25 мм, с закругленными краями (являющейся бортиком-ограничителем, предотвращающим чрезмерно глубокое погружение в плевральную полость), имеющей по краям 8 отверстий для фиксации к мягким тканям (Рисунок 2.13 А). К площадке прикреплены две изогнутые полые бранши, открывающиеся на конце, обращённом в плевральную полость, во взаимно противоположных направлениях (Рисунок 2.13 Б). Диаметр отверстий браншей для проведения дренажной трубки: 14 F (4,7 мм) – для установки к апексу и 32 F (10,7 мм) – для установки к синусу. Внутренний радиус искривления обеих браншей составляет 19 мм, а наружный – 32 и 26 мм соответственно.

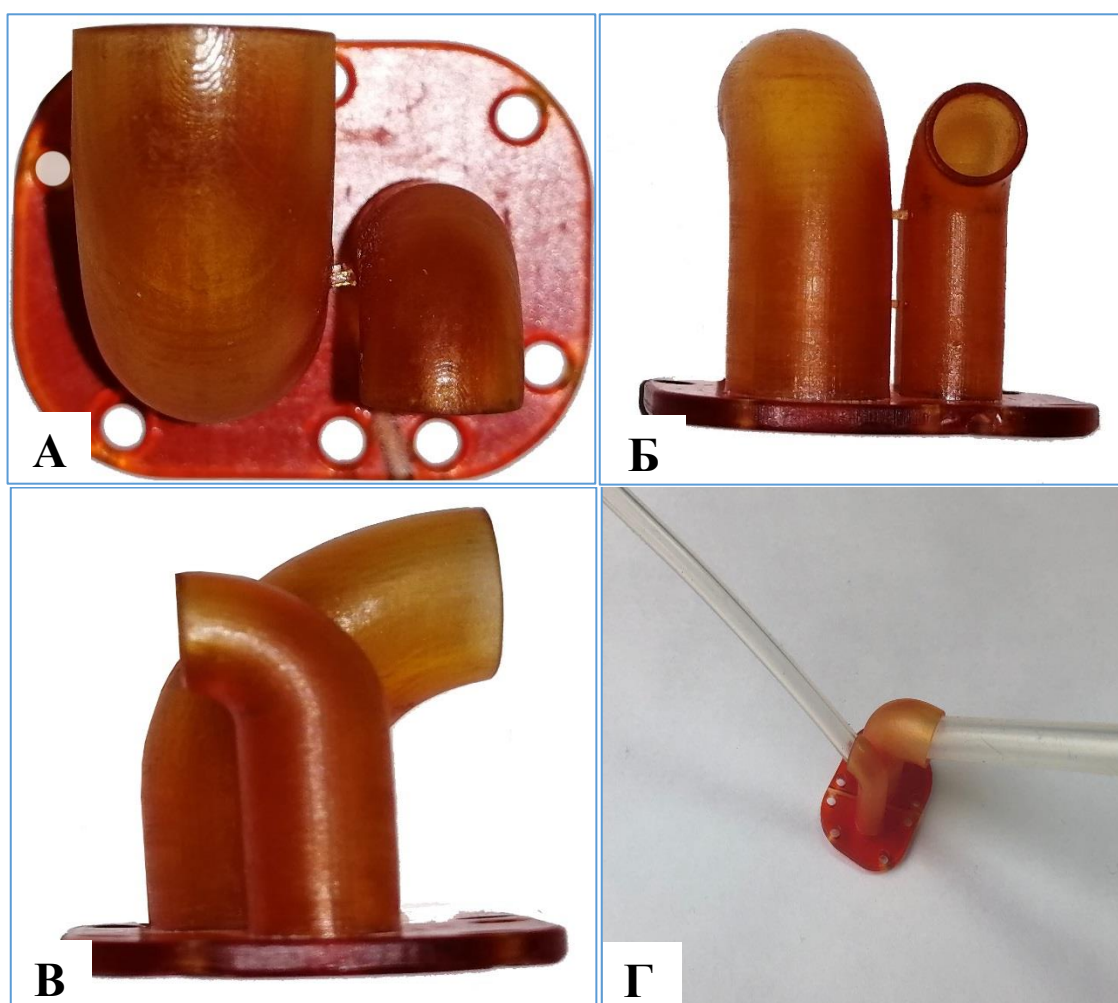


Рисунок 2.13. Вид троакар-адаптера: А – вид сверху (площадка изделия с браншами); Б – бранши (вид сбоку); В – перекрестное расположение браншей; Г – троакар-адаптер с установленными дренажными трубками.

С целью уменьшения габаритов изделия выбрано «перекрестное» расположение браншей, при котором конец меньшей бранши не выходит за габариты большей (Рисунок 2.13 В); в итоге, максимальная ширина троакара-адаптера в плоскости, перпендикулярной изгибам, – 23 мм, а в плоскости изгибов между концами браншей – 19 мм. Подобное «уплощение» конструкции необходимо для облегчения проведения троакара-адаптера через межреберный промежуток.

С учетом различной толщины мягких тканей пациента, предусмотрены три типоразмера изделия, различающиеся только длиной части между площадкой и началом искривления браншей, с шагом 15 мм. Соответственно, высота троакара-адаптера – 35, 50 или 65 мм. Дополнительными конструктивными элементами изделия являются истонченная часть площадки между браншами, позволяющая легко разломить ее для последующего извлечения браншей троакара-адаптера по отдельности, и двух тонких перемычек между браншами, обеспечивающих целостность изделия при его установке в плевральную полость, а далее, при разламывании площадки, также разъединяющихся. Для профилактики развития пневмоторакса при установке конструкции в плевральную полость предусмотрены технологические заглушки, извлекающиеся непосредственно перед введением дренажа в соответствующую браншу. Вид троакара-адаптера с установленными дренажными трубками представлен на Рисунке 2.13 Г.

Техника установки троакара-адаптера следующая. После рассечения мягких тканей и пальцевого контроля вхождения в плевральную полость троакара-адаптер проводили по межреберному промежутку в направлении плеврального синуса, опираясь внутренним изгибом бóльшей бранши на край нижележащего ребра; при этом меньшая бранша, преодолевая сопротивление вышележащего ребра, также оказывается в плевральной полости. Плевральную полость дренировали соответствующими по калибру дренажными трубками, направленными к апексу и синусу (Рисунок 2.14).

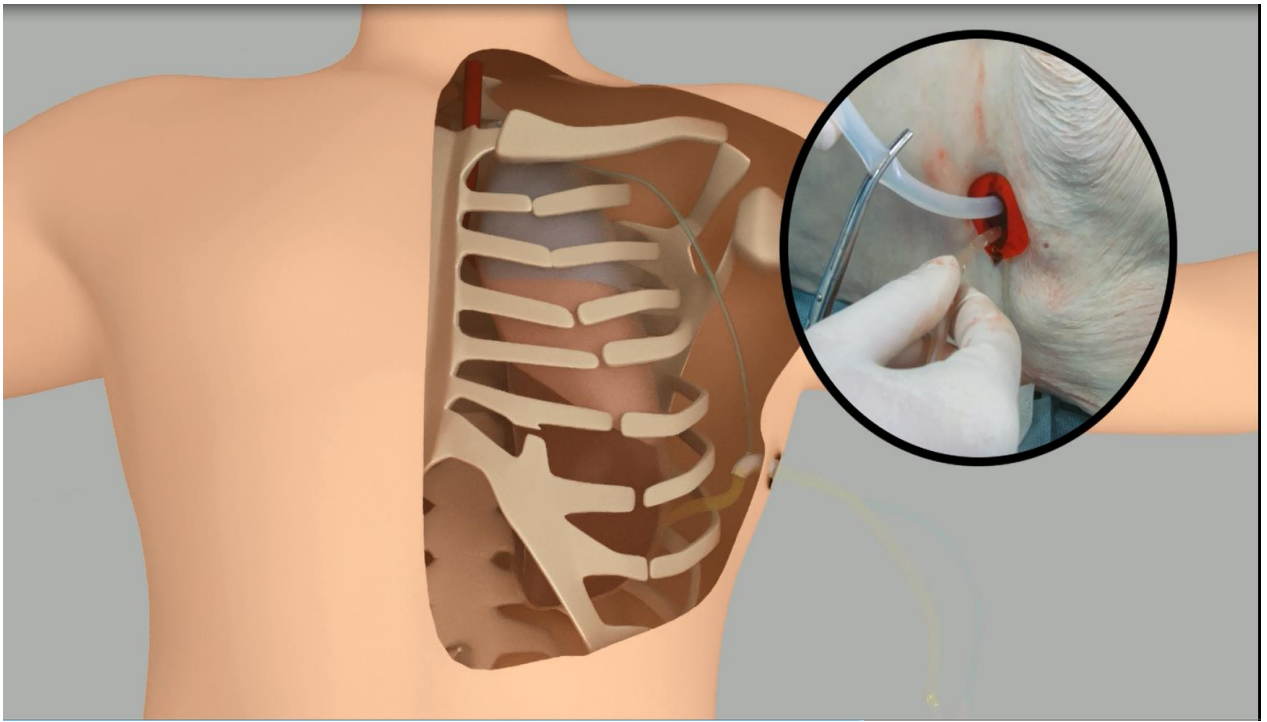


Рисунок 2.14. Совмещение компьютерной графики с аутопсией. Троакар-адаптер с дренажными трубками, установленными в плевральную полость.

Для облегчения проведения дренажных трубок через бранши (с целью снижения трения), при наличии сопротивления, вызванного трением поверхностей, применяли лубрикант. Далее, троакар-адаптер, разломив его половины, извлекали, а дренажные трубки фиксировали швами к коже, обеспечивая герметизм тканей.

2.2.4. Статистический анализ.

Все количественные и качественные переменные результатов исследования, предназначенные для обсчета параметров и статистического анализа, были внесены в компьютеризированную базу данных формата MS Excell, входящей в пакет прикладных программ MS Office. Расчеты и статистический анализ выполнялись с помощью программы StatSoft Statistica v 10.0. Для проверки гипотезы о нормальности распределения популяции использовали тест Колмогорова-Смирнова и тест Лиллиефорса. Нормально распределенные непрерывные переменные выражали в виде среднего значения и стандартного (среднеквадратического) отклонения от него, а при распределении совокупности, отличающемся от нормального, – в виде

медианы, интерквартильных интервалов и минимального-максимального значений. Категориальные переменные выражали в виде частоты, абсолютных значений и процентов. При нормальном распределении сравниваемых популяций использовали t-критерий Стьюдента. Для анализа совокупностей с распределением, отличающимся от нормального, применяли точный критерий Фишера и U-критерий Манна-Уитни для независимых выборок. Статистически значимым считали вероятность ошибки первого рода p меньше 0,05.

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ И МЕТОДОВ СТИМУЛЯЦИИ АДГЕЗИОГЕНЕЗА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЖИВОТНЫХ

Целью проведения данной экспериментальной части исследования, как уже было обозначено выше, являлось обоснование возможности, эффективности и целесообразности стимулирования адгезиогенеза с помощью направленного воздействия различных факторов – «химических», «физических», а также биологических (с применением аутологических активированных материалов – плазмы, обогащенной тромбоцитами, жировой ткани, в сочетании обоих компонентов). При этом, в ходе эксперимента, предполагалось, во-первых, определить, влияют ли обозначенные методы воздействия на процессы адгезиогенеза в плевральной полости, и во-вторых, при получении доказательств такого влияния, сравнить их эффективность и определить, применим ли такой способ для ускорения процессов репарации после нанесения локальной травмы грудной клетки с переломом ребер или в ходе ликвидации остаточной полости при эмпиеме плевры.

3.1. Результаты стимуляции адгезиогенеза в процессе моделирования экспериментальной торакотомии, сопровождающейся переломом ребер

Исследования в этой серии эксперимента выполнены на 60 крысах. Как уже упоминалось (Глава II), исходно, предполагалось сформировать 4 группы наблюдения, равные по численности, то есть по 15 животных. Однако на начальном этапе эксперимента, в ходе отработки моделирования травмы грудной клетки, среди первых 5 животных интраоперационная летальность составила 80% (погибли 4 особи с порядковыми номерами 1, 2, 4, 5). Это было непосредственно связано с техническими аспектами выполнения эксперимента: после разгерметизации плевральной полости у животных развивалась острая дыхательная и сердечно-сосудистая недостаточность на фоне несвоевременно купированного пневмоторакса. Соответственно,

погибшие животные, выведенные из эксперимента, не были включены в анализ последующих результатов. Также была выведена из эксперимента и крыса с порядковым номером 3, которая, хоть и перенесла оперативное вмешательство, но, учитывая гибель остальных четырех животных в этой серии, с целью исключения влияния на последующий результат вероятного гипоксического повреждения органов в ходе оперативного вмешательства, решено не включать эту особь в анализ результатов.

В дальнейшем, техника моделирования травмы грудной клетки была модифицирована: эксперименты выполняли в условиях оротрахеальной интубации животного поливинилхлоридным катетером с проведением искусственной вентиляции легких аппаратом, предназначенным для мелких лабораторных животных (грызунов), поддерживающим необходимые дыхательный объем и частоту дыхания, и гибели животных не было.

В связи с досрочным выведением из эксперимента пяти особей модель исследования пришлось несколько изменить по сравнению с начальным планом: было принято решение о перераспределении животных между контрольной и основной группами в отношении приблизительно 1:3 за счет уменьшения численности контрольной группы. Соответственно, оставшиеся 55 животных были разделены на две неравные по количеству подгруппы: - контрольную (13 особей), в которой никакого вмешательства в «естественное» течение патологического процесса и репарацию после травмы не производили; - основную (42 особи), в которой осуществляли стимуляцию плевродеза путем применения одного из методов: химического (n=12), физического (n=12) или биологического (n=18) воздействия (однократная инъекция комбинации из двух биологически активных материалов – плазмы, обогащенной тромбоцитами и аутологичной жировой ткани через сутки после нанесения травмы). Последняя подгруппа была численно увеличена в связи с меньшей изученностью и поэтому – меньшей предсказуемостью результатов.

Учитывая, что животные содержались по 6 особей в каждой клетке (за исключением одной клетки, содержащей 7 особей, в которую была

перемещена одна крыса, не погибшая на начальном этапе отработки экспериментальной модели в группе изучения плеврального адгезиогенеза), представлялось обоснованным выполнять в пределах одной клетки серию однотипных вмешательств, имитирующих ту или иную ситуацию. В то же время, с целью исключения случайных факторов, способных исказить влияние на результат выбранного конкретного метода воздействия на плевродез, последовательность серий выбиралась рандомно. В итоге, животные из клеток с №№ 1 (7 животных) и 5 составили контрольную группу, №№ 2 и 4 – группу «химического» адгезиогенеза, №№ 7 и 9 – «физического», а №№ 3, 6, 8 – биологического воздействия. Соответственно, вывод животных из эксперимента с целью оценки результатов осуществляли по следующей схеме: к 14-м суткам для анализа были отобраны все особи из клеток №№ 2, 3, 5, 7, а также 3 животных из клетки № 6; к 28-м суткам – все особи из клеток №№ 1, 4, 8, 9, а также остальные 3 животных из клетки № 6.

Структура этапов и соответствующих сроков эксперимента после изложенной выше коррекции представлена в обобщенном виде на Рисунке 3.1.

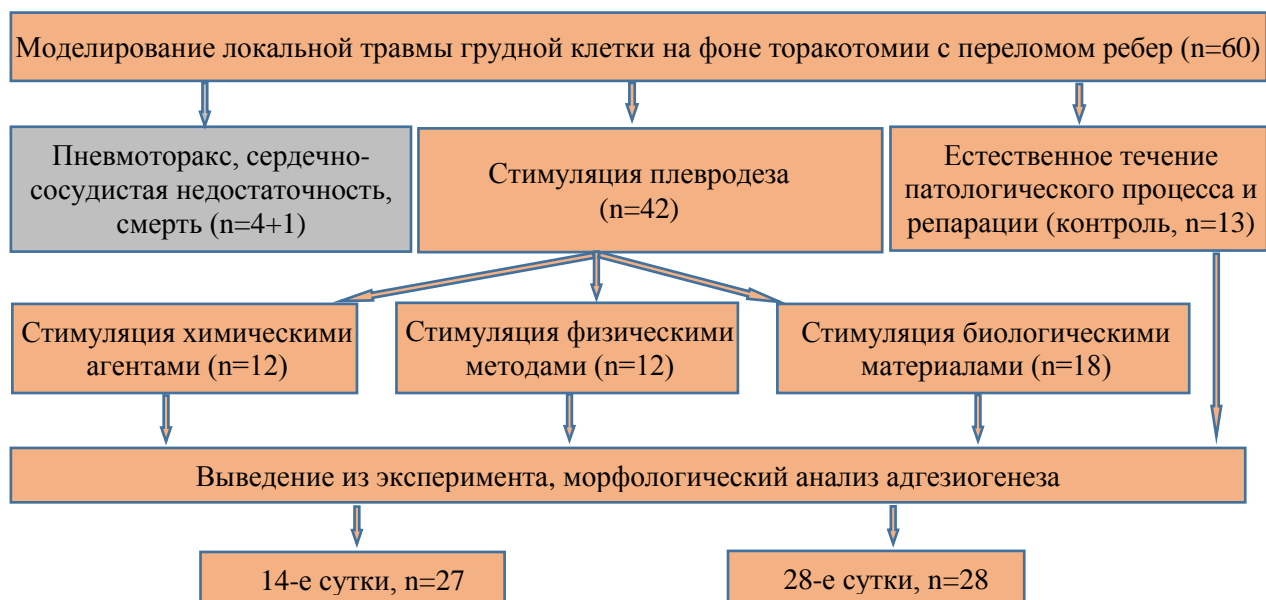


Рисунок 3.1. Структура и содержание этапов экспериментальных исследований на животных по изучению адгезиогенеза в плевральной полости после торакотомии, сопровождающейся переломом ребер.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время не существует единой классификации, характеризующей морфологические особенности плевральных спаек, хотя были предложены несколько классификаций спаечного процесса в брюшной полости. Так, например, классификация Capsi 1979 г. (цит. по Адамян Л.А. с соавт.) [3], подразделяет четыре его степени: I – одна/две спайки; II – более двух спаек; III – множественные спайки; IV степень – спаечный процесс охватывает всю брюшную полость.

Для описания обнаруженных в ходе эксперимента находок в настоящем исследовании в качестве прототипа применена классификация А.А. Воробьева и А.Г. Бебуришвили (1997 г.) [4], детализирующая процессы адгезии в брюшной полости. В ней, среди прочих, выделяют в частности, следующие варианты спаечного процесса: по распространенности (в зоне операции; в соседних или отдаленных анатомических областях); по количеству спаек (единичные и множественные); по структуре спаек (плоскостные, пленчатые, лентовидные, тяжевые, нитевидные, паутинные, сочетанные; конгломератные (тотальные) сращения).

Интересной представляется динамика процесса распространенности адгезиогенеза в плевральной полости в зависимости от сроков, прошедших с момента получения травмы грудной клетки. В результате проведенного эксперимента установлено, что процессы репарации после травмы, нанесенной в результате торакотомии, у большинства животных сопровождались развитием адгезиогенеза, выраженного в той или иной степени, как при «естественном» течении процесса, так и при стимуляции плевродеза. Данные, представленные в Таблице 3.1, демонстрируют, что к сроку, соответствующему 14-м суткам, спайки в плевральной полости обнаружены у 24 из 27 животных (81%) – 4 из 6 в контрольной группе (66%) и 20 из 21 – в основной (95%).

В соответствии с приведенной выше классификацией А.А. Воробьева и А.Г. Бебуришвили, адгезиогенез непосредственно в области операционной

травмы зафиксирован у 7 (26%) особей. Чаще всего – в 14 (56%) наблюдениях – адгезия распространялась не только на область операционной раны, но также формировались междолевые спайки, спайки между легким и диафрагмой и спайки между листками париетальной и висцеральной плевры, не фиксированные к послеоперационному рубцу; реже. Еще у 3 (11%) животных выявлены множественные плевральные сращения, вплоть до полной облитерации плевральной полости.

Таблица 3.1

Характеристика адгезиогенеза в плевральной полости у животных к 14-м суткам эксперимента после нанесения локальной травмы грудной клетки в результате торакотомии с переломом ребер (абс. (%))*

Группы сравнения (n=27)	Характеристика спаечного процесса			
	Отсутствие	В зоне торакотомии	Локальные и вне зоны вмешательства	Облитерация плевральной полости
Контрольная (n=6)	2 (33%)	2 (33%)	2 (33%)	- (0%)
Химическая стимуляция адгезиогенеза (n=6)	- (0%)	1 (17%)	4 (67%)	1 (17%)
Физическая стимуляция адгезиогенеза (n=6)	1 (17%)	2 (33%)	3 (50%)	- (0%)
Биологическая стимуляция адгезиогенеза (n=9)	- (0%)	2 (33%)	5 (56%)	2 (22%)
ИТОГО:	3 (11%)	7 (26%)	14 (52%)	3 (11%)

* - данные, представленные в виде % в группах сравнения, приведены по отношению к соответствующей группе; данные, представленные в виде % в итоговой строке, приведены по отношению к общему числу наблюдений (n=27).

Данные, приведенные в таблице 3.1, позволяют прийти к заключению, что уже к 14-м суткам наблюдения применение любого из методов плевродеза более эффективно по сравнению с группой контроля ($p=0,032$ между группами контроля и стимуляции; $p = 0,047; 0,023; 0,029$ между группой контроля и, соответственно, «химическим», «физическим» биологическим плевродезом).

При сравнении эффективности плевродеза между подгруппами, подвергнутыми стимулированному воздействию, установлено, что, в отличие от группы контроля, в подавляющем большинстве наблюдений в плевральной

полости имелся спаечный процесс. Единственное наблюдение, не приведшее к образованию спаек в результате стимуляции, отмечено в подгруппе «физического» плевродеза и, вероятно, связано с техническими погрешностями и слишком деликатным воздействием на плевральную полость. В остальных случаях плевродез был эффективным, причем, в основном, он затрагивал не только область оперативного вмешательства, но и распространялся за ее пределы – у 3 (50%) животных из подгруппы «физической» стимуляции, 5 (84%) – «химической», 7 (78%) – биологической.

Прослежена динамика морфологических особенностей адгезиогенеза в плевральной полости по виду спаек, в том числе в зависимости от сроков после экспериментального моделирования травмы грудной клетки на фоне торакотомии, как без лечения, так и при различных способах стимуляции плевродеза.

К 14-м суткам эксперимента, как правило, в плевральной полости имелась серозно-геморрагическая жидкость, плевра была гиперемирована, что свидетельствовало о наличии асептического воспаления. Типичной картиной было образование паутинных и лентовидных спаек между местом резекции фрагментов ребер и висцеральной легочной плеврой, а также нижней долей легкого. Консолидации переломов ребер не было. Тем не менее, в подгруппе, подвергнутой биологическому стимулированию плевродеза, наблюдалось сближение межреберных промежутков и уменьшение размеров «окна» каркаса грудной клетки в месте удаленных фрагментов ребер, обусловленные формированием спаек в этой области.

Анализ результатов в контрольной группе не позволяет прийти ни к какому конкретному заключению: с одинаковой частотой имело место представительство особей с отсутствием спаек в плевральной полости (Рисунок 3.2), единичными спайками в зоне переломов (Рисунок 3.3) или наличием спаек, распространяющихся за пределы области вмешательства; в то же время, тотальной облитерации плевральной полости не выявлено ни в одном наблюдении. В основном, имелись единичные лентовидные сращения

между легким и местом операционной травмы или за ее пределами, небольшой толщины, достаточно легко отделяемые от листков висцеральной и париетальной плевры.

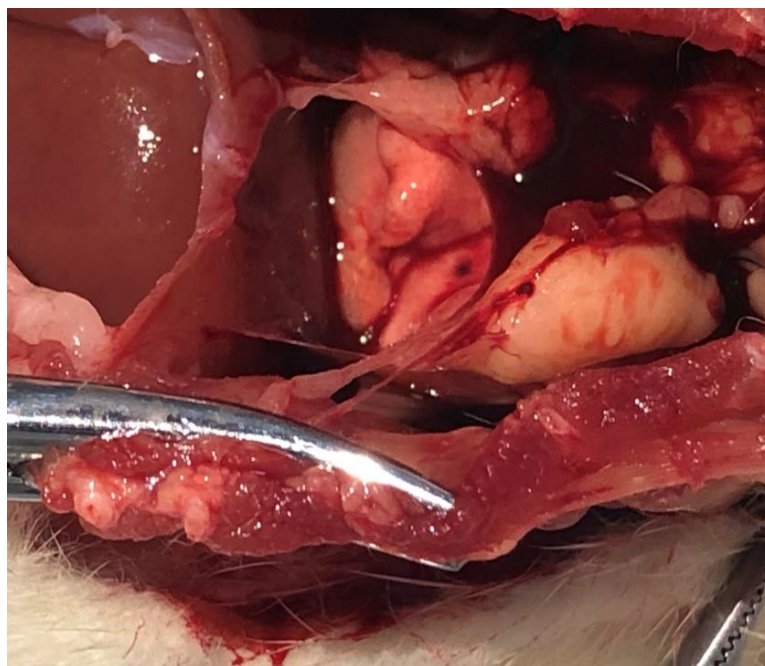


Рисунок 3.2. 14-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, контрольная группа: плевральная полость, практически свободная от спаек.

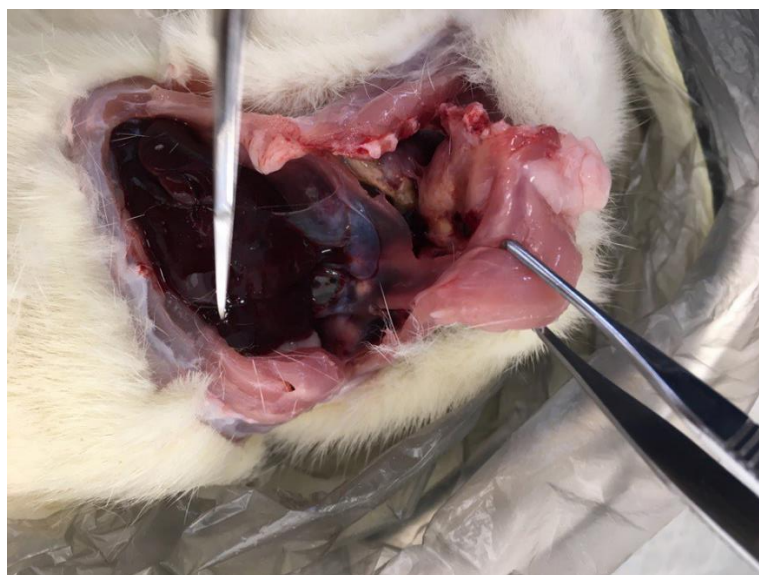


Рисунок 3.3. 14-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, группа контроля: единичная лентовидная спайка между областью раны и легким.

При сравнении выраженности и распространенности адгезиогенеза в группах, подвергнутых его стимулированию одним из методов направленного

воздействия, установлено, что к 14-м суткам эксперимента подгруппы с «химической» и биологической стимуляцией плевродеза отличались более выраженным процессом формирования плевральных спаек по сравнению, как с группой контроля, так и с «физической» стимуляцией (Рисунки 3.4-3.6).



Рисунок 3.4. 14-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа «физической» стимуляции адгезиогенеза: единичные спайки между краями раны, между областью раны и легким.

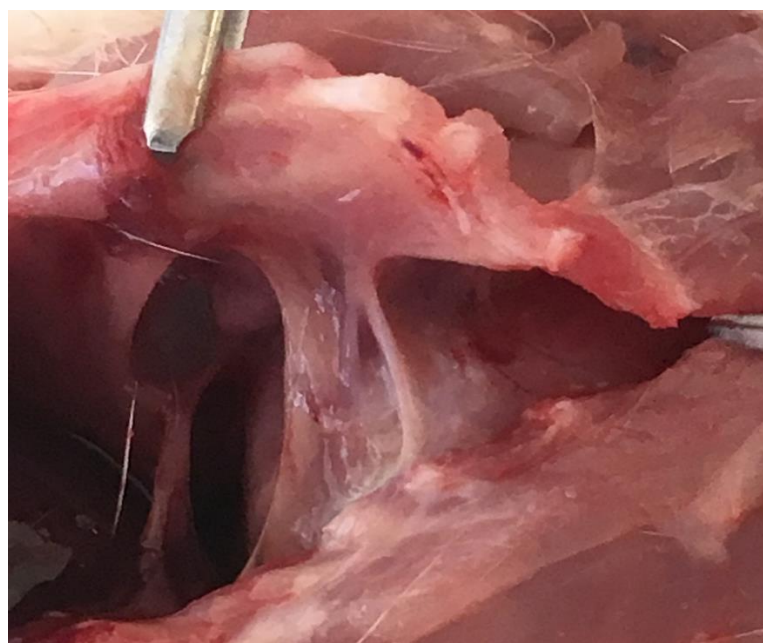


Рисунок 3.5. 14-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа «химической» стимуляции адгезиогенеза: спайки между зоной удаленных фрагментов ребер и нижней долей легкого; имеются спайки в отделах плевральной полости, не прилежащих к области послеоперационной раны.

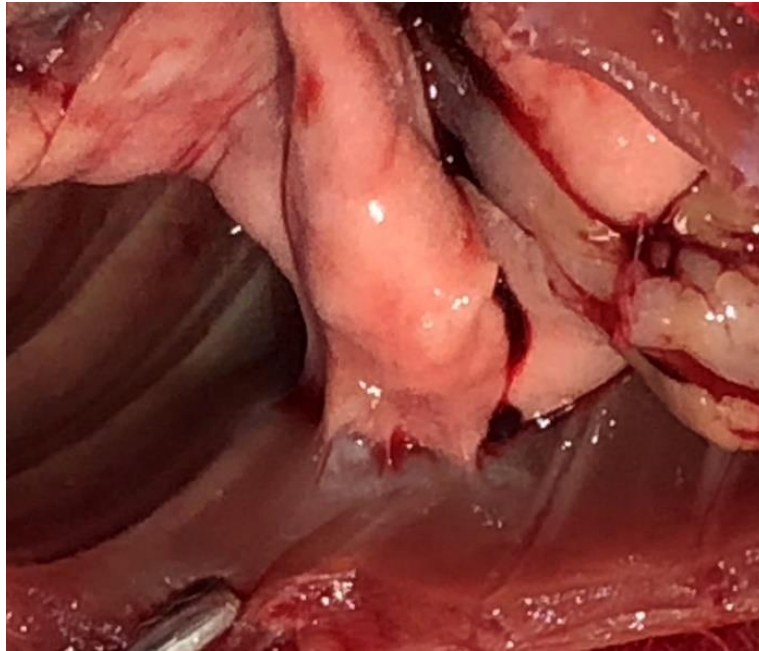


Рисунок 3.6. 14-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа стимуляции адгезиогенеза аутологичными биологическими материалами: спайки между зоной удаленных фрагментов ребер и легким; имеются спайки в отделах плевральной полости, не прилежащих к области послеоперационной раны, междольевые спайки.

В целом, у каждой второй особи спаечный процесс распространялся за пределы области послеоперационной травмы, а в трех наблюдениях (1 – в подгруппе «химического» плевродеза и 2 – биологического) имелась облитерация спайками всей плевральной полости.

На наш взгляд, полученные результаты логично объясняются характером воздействия на плевральную полость и формирование адгезиогенеза: «физические» методы было возможным применить в условиях выбранной модели эксперимента только локально; в отличие от них, инъекция в плевральную полость химических агентов или биологически активных материалов была способна привести к распространению контакта действующего вещества на всю или, по крайней мере, большую поверхность париетальной и висцеральной плевры. Сравнение эффективности двух последних методов стимулирования плевродеза выявило недостоверно большую ($p=0,057$) выраженность спаечного процесса в результате применения комбинации аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами,

и жировой ткани, чем при «химической» стимуляции.

Достаточно типичной морфологической картиной плеврального адгезиогенеза было наличие спаек в реберно-диафрагмальной области. Это, вероятно, связано с тем, что, после торакотомии, а также при выполнении плевродеза, кровь и не полностью удаленные продукты, используемые для стимуляции спаечного процесса, могут скапливаться в любом отделе плевральной полости, в том числе и в плевральном синусе. В экспериментальном наблюдении «химического» плевродеза, представленном на Рисунке 3.7, видны многочисленные сращения между нижними долями легкого, париетальной плеврой, элементами средостения и диафрагмой. Спайки плотные, хорошо васкуляризированы, имеют значительную площадь соприкосновения с тканями.

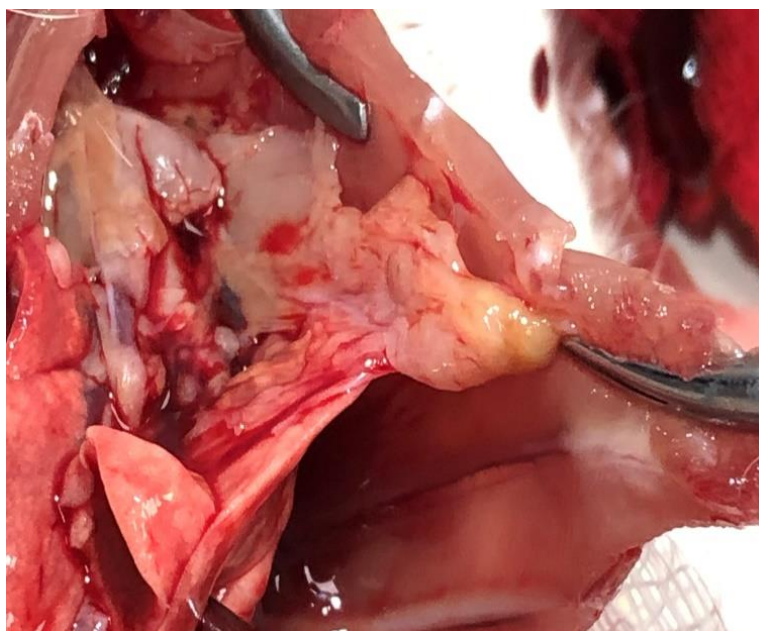


Рисунок 3.7. 14-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа «химического» плевродеза: спайки между париетальной плеврой, нижними долями легкого и диафрагмой.

Еще одной особенностью, характерной для примененного метода «химической» стимуляции адгезиогенеза (бетадин в сочетании с концентрированным раствором глюкозы) является отсутствие включения в процесс интактной плевры, в отличие от, например, взвеси талька, при котором неизбежно будет наблюдаться выраженный грануляционный

процесс, как подвид адгезиогенеза. Именно по этой причине, «химический» плевродез бетадином выглядит предпочтительным.

На Рисунке 3.8 представлено наблюдение адгезиогенеза в результате его биологической стимуляции. Имеется сформированная спайка между париетальной плеврой и висцеральной плеврой с вовлечением верхней и нижней долей легкого, а также междолевой борозды размерами (длина-ширина-толщина) 12х6х3 мм, общей площадью около 70 мм² и объемом около 200 мм³. Обращает на себя внимание, что со стороны операционной раны спайка представлена единым конгломератом, разделяющимся в местах прикрепления к легочной ткани на три приблизительно одинаковых фрагмента в виде лентовидных спаек, каждая размерами около 6х3х2 мм. Морфологический анализ показывает, что спайка представлена волокнами соединительной ткани с хорошо прослеживаемыми включениями аутологичной жировой ткани; также имеется выраженная ее васкуляризация.

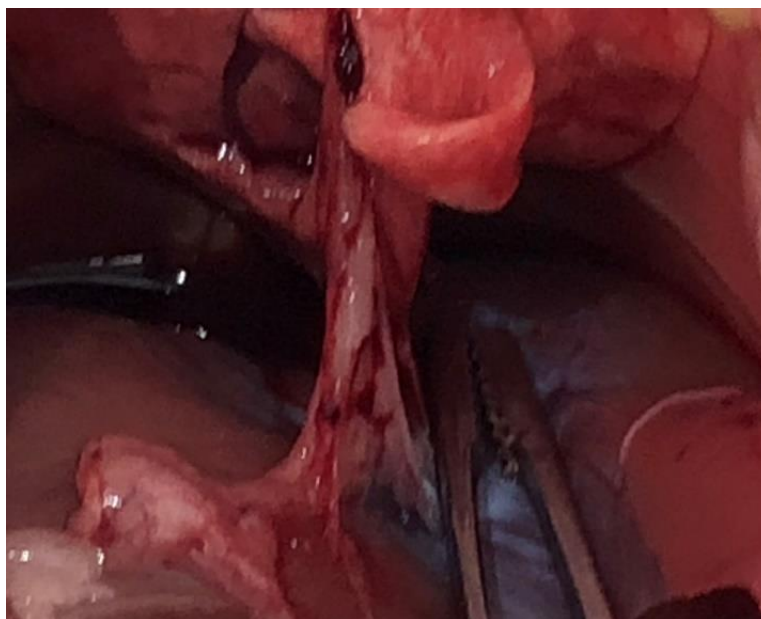


Рисунок 3.8. 14-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа стимуляции адгезиогенеза аутологичными биологическими материалами: мощная спайка между зоной удаленных фрагментов ребер и долями легкого.

Последние изменения, по-видимому, достаточно характерны для данного метода стимулирования плеврального адгезиогенеза: в другом наблюдении биологического плевродеза (Рисунок 3.9) наблюдается сходная

морфологическая картина: в плевральной полости отмечается выраженный спаечный процесс: имеется мощная спайка размерами (длина-ширина-толщина) около 11x20x6 мм, со значительной поверхностью прикрепления париетальной плевры в области предшествующей торакотомии (около 40 мм²); места фиксации к висцеральной плевре представлены верхней, средней и нижней долями легкого с включением междолевых борозд. Помимо основного конгломерата, также имелись несколько спаек, топографически не относящихся к зоне оперативного вмешательства и областям, прилегающим к ней, – между париетальной плеврой и верхней долей легкого. Суммарная площадь этих спаек составляла около 150 мм². Как и в предыдущем экспериментальном наблюдении, хорошо прослеживались включения жировой ткани между соединительнотканым каркасом спаек и имелась выраженная васкуляризация тканей, вовлеченных в процесс адгезиогенеза.

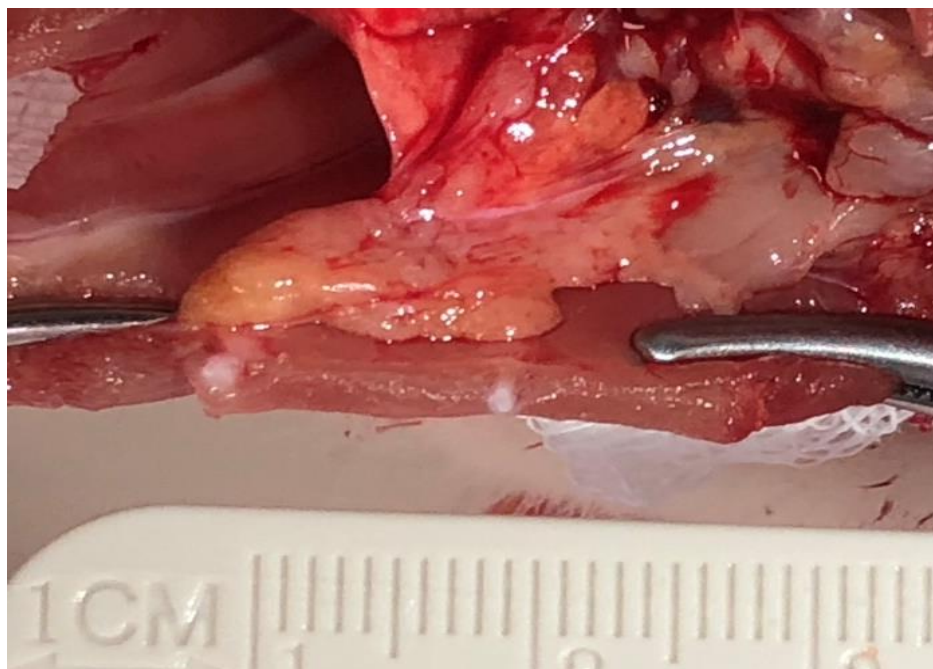


Рисунок 3.9. 14-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа стимуляции адгезиогенеза аутологичными биологическими материалами: выраженный конгломерат спаек в верхних отделах плевральной полости.

Интерпретация полученных результатов неоднозначна: косвенным фактором, затрудняющим их экстраполяцию на реальную клиническую практику, является тот, что объем химических или биологически активных

субстратов был сопоставимым с объемом ткани легкого у крысы. Вторым ограничивающим фактором является отсутствие возможности выполнить тотальное воздействие на плевральную полость и ткани легкого выбранным «физическим» способом вследствие малого объема плевральной полости крысы и ее конфигурации в условиях отсутствия визуального контроля глубины его воздействия. Тем не менее, проведенный эксперимент подтвердил возможность стимулирования процесса адгезиогенеза уже в ранние сроки после операционной травмы.

К 28-м суткам эксперимента (Таблица 3.2) морфологическая картина плевральной полости претерпевала некоторые изменения по сравнению с предыдущей точкой наблюдения (14-е сутки). К этому сроку эксперимента, основным отличием от предыдущей точки наблюдения был переход от фазы альтерации и асептического воспаления к фазе репарации. Во всех экспериментальных подгруппах стимулированного плевродеза имел место адгезиогенез, в отличие от контрольной группы, в которой спаек в плевральной полости не выявлено у 2 из 7 животных. У 22 из 28 животных (80%) к 28-м суткам наблюдения начиналась консолидация переломов ребер с формированием рубцовой деформации в этой области и выраженного спаечного процесса, помимо которых в плевральной полости фиксировались рыхлые спайки вне области нанесения травмы. Адгезиогенез был представлен, в основном, париетальными спайками, локализующимися вне зоны перелома, а также разнонаправленными волокнами соединительной ткани в виде полупрозрачных тяжей между листками париетальной и висцеральной плевры, фиксированных между собой в различных местах, с низкой степенью васкуляризации. Механическая сепарация от ребер в зоне предшествовавшего оперативного вмешательства или от висцеральной плевры приводила к разрыву спаек, что может свидетельствовать об их плотности и начале процесса организации с замещением соединительной тканью.

Таблица 3.2

Характеристика адгезиогенеза в плевральной полости у животных к 28-м суткам эксперимента после нанесения локальной травмы грудной клетки в результате торакотомии с переломом ребер (абс. (%))*

Группы сравнения (n=28)	Характеристика спаечного процесса			
	Отсутствие	В зоне торакотомии	Локальные и вне зоны вмешательства	Облитерация плевральной полости
Контрольная (n=7)	2 (29%)	1 (14%)	4 (57%)	- (0%)
Химическая стимуляция адгезиогенеза (n=6)	- (0%)	- (0%)	3 (50%)	3 (50%)
Физическая стимуляция адгезиогенеза (n=6)	- (0%)	2 (33%)	3 (50%)	1 (17%)
Биологическая стимуляция адгезиогенеза (n=9)	- (0%)	1 (11%)	4 (44%)	4 (44%)
ИТОГО:	2 (7%)	4 (14%)	14 (50%)	8 (29%)

* - данные, представленные в виде % в группах сравнения, приведены по отношению к соответствующей группе; данные, представленные в виде % в итоговой строке, приведены по отношению к общему числу наблюдений (n=28).

Результаты, представленные в Таблице 3.2, свидетельствуют, что к сроку, соответствующему 28-м суткам наблюдения, интенсивность и распространенность адгезиогенеза, в целом, нарастали. Спаечный процесс, выраженный в той или иной степени, имел место у 26 из 28 животных, то есть у 93%. Отсутствие плевральных сращений отмечено только у 2 (29%) особей из группы контроля, а единичные спайки, соответствующие только зоне оперативного вмешательства, – у 4 (14%): 1 из группы контроля, 2 (33%) – из подгруппы «физического» плевродеза, 1 (11%) – из подгруппы биологической стимуляции. В основном, спаечный процесс затрагивал не только область оперативного вмешательства, но и распространялся за ее пределы – у 14 из 28 (50%) животных, а еще у 8 (29%) – имелась облитерация спайками плевральной полости (все – из группы стимулированного плевродеза): у 3 из 6 (50%) – в подгруппе «химического» плевродеза, 1 из 6 (17%) – «физического» и 4 из 9 (44%) – биологического.

Результаты в контрольной группе, в целом, не отличались от таковых,

полученных в предыдущей контрольной серии. Как и в предыдущей контрольной группе, имелись 2 (29%) животных, у которых спаечный процесс в плевральной полости отсутствовал. У 1 животного определялись только плоскостные спайки в зоне торакотомии (Рисунок 3.10).



Рисунок 3.10. 28-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, контрольная группа: единичные плоскостные спайки в зоне оперативного вмешательства.

Вместе с тем, среди остальных 4 особей, процесс адгезиогенеза, в основном, не ограничивался только зоной оперативного вмешательства и операционной травмы, распространяясь за ее пределы, но не достигая состояния облитерации плевральной полости. Так, например, в наблюдении, представленном на Рисунке 3.11, определяются костные мозоли участков перелома ребер в области выполнения торакотомии, сопровождающееся деформацией и сужением межреберных промежутков, помимо чего формируется выраженный спаечный процесс за пределами зоны оперативного вмешательства, представленный рубцовой тканью со слабой васкуляризацией. Это может свидетельствовать о том, что адгезиогенез представляет типовой процесс репарации, протекающий линейно: если спайки не образовались к 14-м суткам, то и к 28-м суткам не следует ожидать их появления; в то же время, если спаечный процесс имеется, то он прогрессирует, стремясь занять большее пространство, чем только область проведенного оперативного вмешательства.



Рисунок 3.11. 28-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, контрольная группа: выраженный рубцовый процесс за пределами зоны оперативного вмешательства.

Анализ полученных данных позволяет сформулировать следующее предварительное заключение: применение любого из методов плевродеза, как и в предыдущей точке наблюдения, чаще приводит к плевральному адгезиогенезу (у всех 21 (100%) особей) по сравнению с группой контроля: соответственно, у 5 из 7 (71%) животных ($p=0,007$). В зависимости от сроков после травмы, суммарная площадь спаек нарастала, увеличиваясь, в итоге, к 28-м суткам почти в 4 раза по сравнению с контрольной группой: с 50 ± 5 мм² до 180 ± 30 мм² ($p=0,027$), помимо чего возрастала и их плотность.

При сравнении эффективности плевродеза между подгруппами, подвергнутыми стимулированному воздействию, установлено, что наибольшее влияние на процесс образования плевральных спаек оказывал «химический» метод, где у 3 из 6 (50%) животных спайки определялись в областях, не связанных с зоной оперативного вмешательства, и еще у 3 (50%) особей плевральная полость была облитерирована. В подгруппе биологической стимуляции, в целом, результаты были сопоставимыми с подгруппой «химического» плевродеза, но несколько менее выраженными, хотя различия не достигали уровня статистической значимости ($p=0,057$):

соответственно, у 1 из 9 (11%) животных имелись спайки только в зоне операционной травмы, у 4 (44%) – распространялись за ее пределы, у 4 (44%) – облитерация плевральной полости. Наименее выраженный эффект от выполнения плевродеза зафиксирован в подгруппе «физической» стимуляции: 2 (33%) особи имели локальные спайки в зоне торакотомии, 3 (50%) – распространенный спаечный процесс, только у 1 из 6 (17%) крыс плевральная полость была облитерирована.

В подгруппе «химической» стимуляции плевродеза спайки сформировались во всех наблюдениях, при этом только в зоне торакотомии они не соответствовали ни у одного животного: у 3 – распространялись за ее пределы (Рисунок 3.12), еще у 3 – имелась тотальная облитерация плевральной полости. Некоторые различия в полученных результатах между подгруппами, выведенными из эксперимента на 14-е и 28-е сутки, могут быть объяснены, скорее, техническими погрешностями в ходе выполнения инъекции химического агента, нежели влиянием сроков наблюдения на течение химического плевродеза.

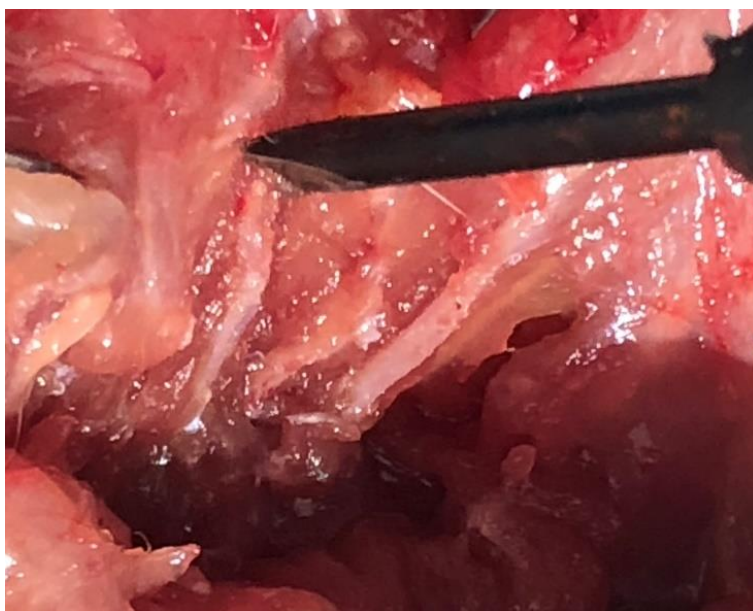


Рисунок 3.12. 28-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа «химической» стимуляции адгезиогенеза: конгломерат спаек в плевральной полости, плотно фиксированный к листкам париетальной и висцеральной плевры.

В подгруппе «физической» стимуляции плевродеза также не

наблюдалось существенной динамики спаечного процесса между выбранными сроками наблюдения: спайки сформировались в плевральной полости у всех особей, при этом у 3 животных они соответствовали только зоне торакотомии, еще у 2 – распространялись за ее пределы, у 1 – имелась тотальная облитерация плевральной полости (Рисунок 3.13).

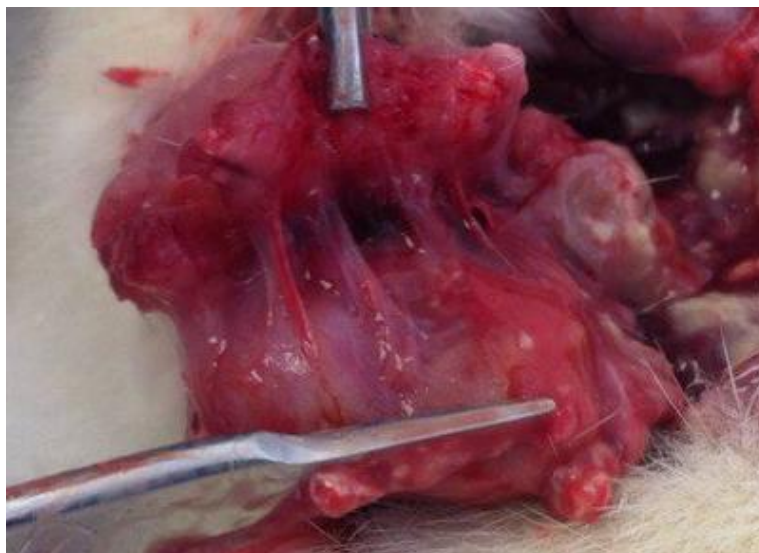


Рисунок 3.13. 28-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа «физической» стимуляции адгезиогенеза: облитерация плевральной полости

Подгруппа биологической стимуляции, в целом, повторяла результаты, полученные при «химической» стимуляции, однако, аналогично предыдущей серии эксперимента, недостоверно чаще ($p=0,057$) отмечалось распространение адгезиогенеза за пределы области оперативного вмешательства или облитерация плевральной полости: соответственно, у 3 (50%) и 5 (56%) особей. Так, в наблюдении, представленном на Рисунке 3.14, в плевральной полости определяется выраженный спаечный процесс не только в зоне предшествующей торакотомии, но и вдали от нее, представленный комплексом органичных обильно васкуляризированных липоматозных спаек, фиксированных к париетальной плевре широким основанием (площадью около 200 мм²). В процессе стимулированного биологического адгезиогенеза сформировалась эластичная каркасная структура, стабилизирующая всю область экспериментальной операционной травмы.

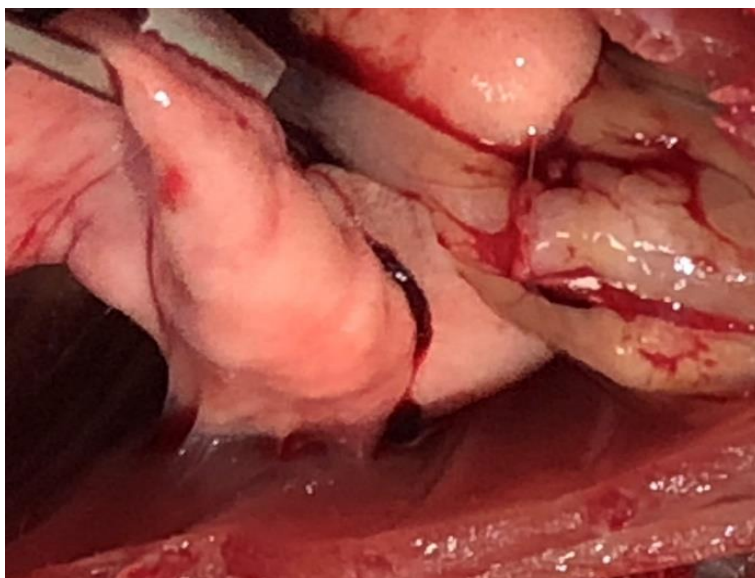


Рисунок 3.14. 28-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа стимуляции плевродеза аутологичными биологическими материалами: конгломерат спаек в плевральной полости, плотно фиксированный к листкам париетальной и висцеральной плевры.

В другом экспериментальном наблюдении биологического плевродеза (Рисунок 3.15), при сходной с предыдущим морфологической картине, спаечный процесс затрагивал практически все отделы плевральной полости, разделяя ее на отдельные фрагменты.

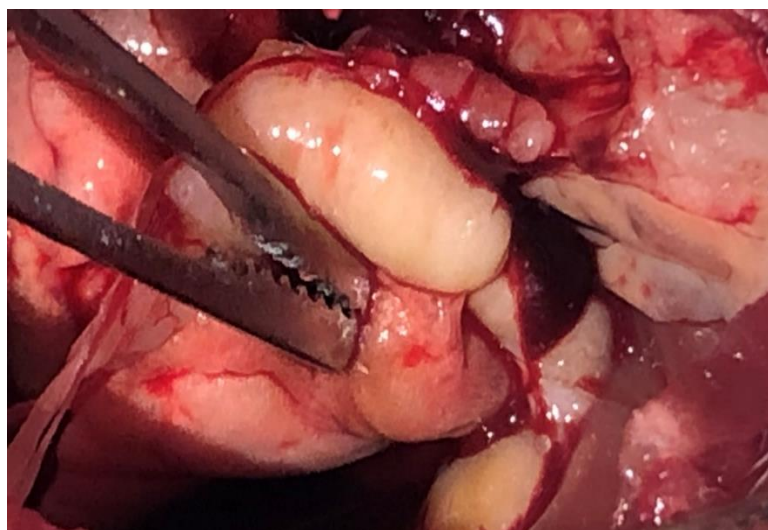


Рисунок 3.15. 28-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа стимуляции плевродеза аутологичными биологическими материалами: конгломераты спаек, заполняющие практически всю плевральную полость.

В одном наблюдении биологическое стимулирование адгезиогенеза привело к формированию спаек только локально, в области нанесения операционной травмы (Рисунок 3.16). Морфологически, спайки, в основном, были представлены конгломератом жировой ткани с включениями соединительнотканной стромы. Интерпретация полученного результата неоднозначна: спайки в зоне торакотомии могли образоваться не только в результате биологического плевродеза, но и вследствие «естественного» течения процесса репарации. В этом случае остается не вполне понятным, отчего не произошло биологического плевродеза вне зоны торакотомии, которое отмечено у большинства животных, представлявших эту подгруппу, вплоть до полной облитерации плевральной полости. С другой стороны, характерный морфологический вид спайки с включениями в ее структуру жировой ткани свидетельствует о том, что ее происхождение напрямую связано с примененным аутобиологическим материалом.

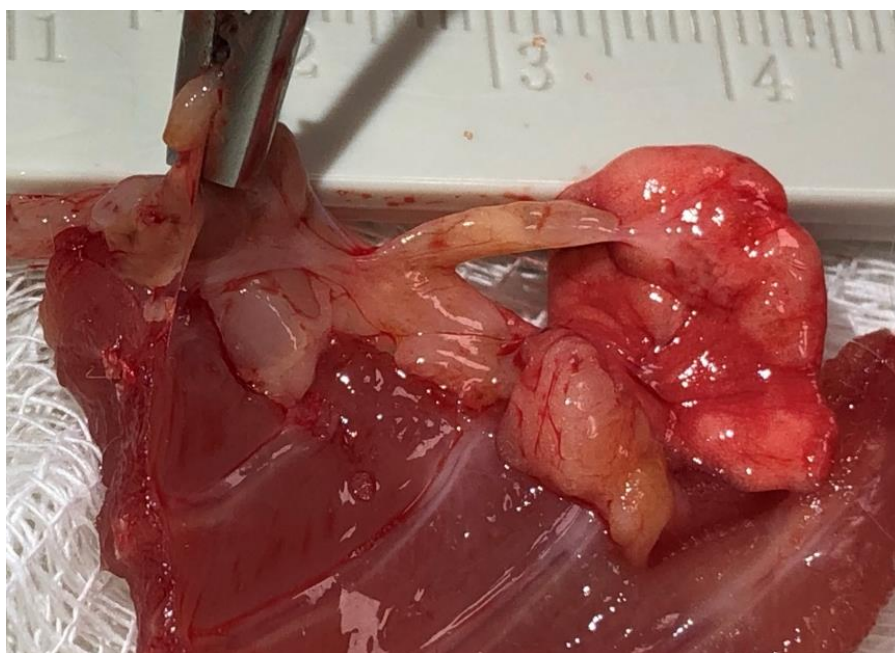


Рисунок 3.16. 28-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа стимуляции плевродеза аутологичными биологическими материалами: конгломератная спайка, фиксированная к краям области оперативного вмешательства.

Отдельный интерес представляет наблюдение в подгруппе биологической стимуляции адгезиогенеза, представленное на Рисунке 3.17. В

этом наблюдении спаечный процесс в плевральной полости животного распространялся, в основном, на область операционной травмы, затрагивая доли легких и междолевую борозду. При морфологическом анализе обнаружен конгломерат спаек плотноэластической консистенции, представленных, в основном, жировой тканью, внутри которого определялась плоскостная спайка с умеренной васкуляризацией, общей площадью более 200 мм².

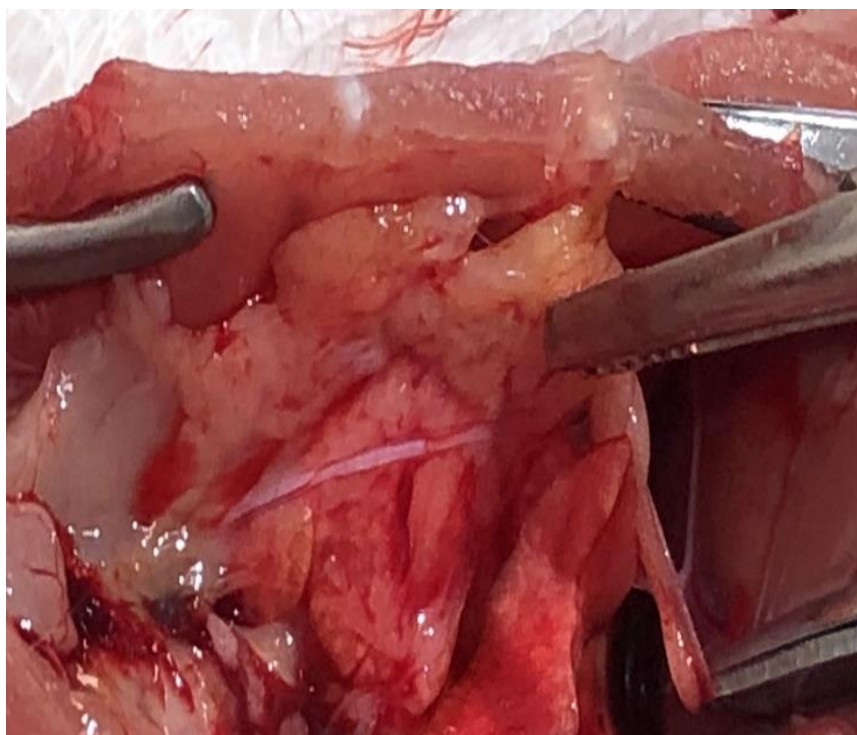


Рисунок 3.17. 28-е сутки после экспериментальной торакотомии, сопровождающейся травмой грудной клетки, подгруппа стимуляции плевродеза аутологичными биологическими материалами: формирование плоскостной спайки внутри конгломерата спаек, представленных, в основном, жировой тканью.

Таким образом, результаты, полученные в ходе эксперимента, посвященного изучению стимулированного адгезиогенеза, представляются интересными в нескольких аспектах. Первое – плевральные спайки образуются не во всех случаях, несмотря на, в целом, стандартизованные условия создания экспериментальной травмы грудной клетки. Этот факт можно интерпретировать тем, что, вероятно, имеются индивидуальные

особенности различий в степени реакции на полученную альтерацию. Второе: стимуляция адгезиогенеза в плевральной полости представляется эффективной. Установлены статистически значимые различия между группами контроля и основной по таким параметрам адгезиогенеза как выраженность спаечного процесса, а также характер спаек: при «естественном» течении репарации после травмы спайки, в основном были представлены паутиными и пленчатыми вариантами, тогда как после инъекции биологически активных субстанций они были, как правило более широкими – плоскостными и лентовидными. Наконец, третье, и особенно важное в отношении целей и задач эксперимента: биологически активные субстанции, инъецированные в плевральную полость после нанесения повреждения в результате торакотомии, сопровождающейся травмой реберного каркаса, потенцируют и ускоряют процессы плевродеза.

Следует отметить, что, в целом, проведенный эксперимент продемонстрировал интересную особенность биологического адгезиогенеза: «биологические» спайки морфологически отличаются от таковых, возникающих вследствие выполнения «химического» или «физического» плевродеза, в первую очередь, значительным объемом жировой васкуляризированной ткани, в результате чего процессы репарации протекают, на наш взгляд, более физиологично. По крайней мере, складывается впечатление, что другие примененные в исследовании методы плевродеза, при сопоставимой эффективности, являются более агрессивными, менее управляемыми, односторонне протекающими (без возможности обратного развития и резорбции) и, соответственно, могут приводить к менее предпочтительному функциональному результату.

3.2. Результаты стимуляции адгезиогенеза в процессе моделирования остаточной полости (эмпиема плевры).

Схема этапов и результатов экспериментальных исследований на животных по моделированию остаточной полости (эмпиемы плевры) представлена в обобщенном виде на Рисунке 3.18.

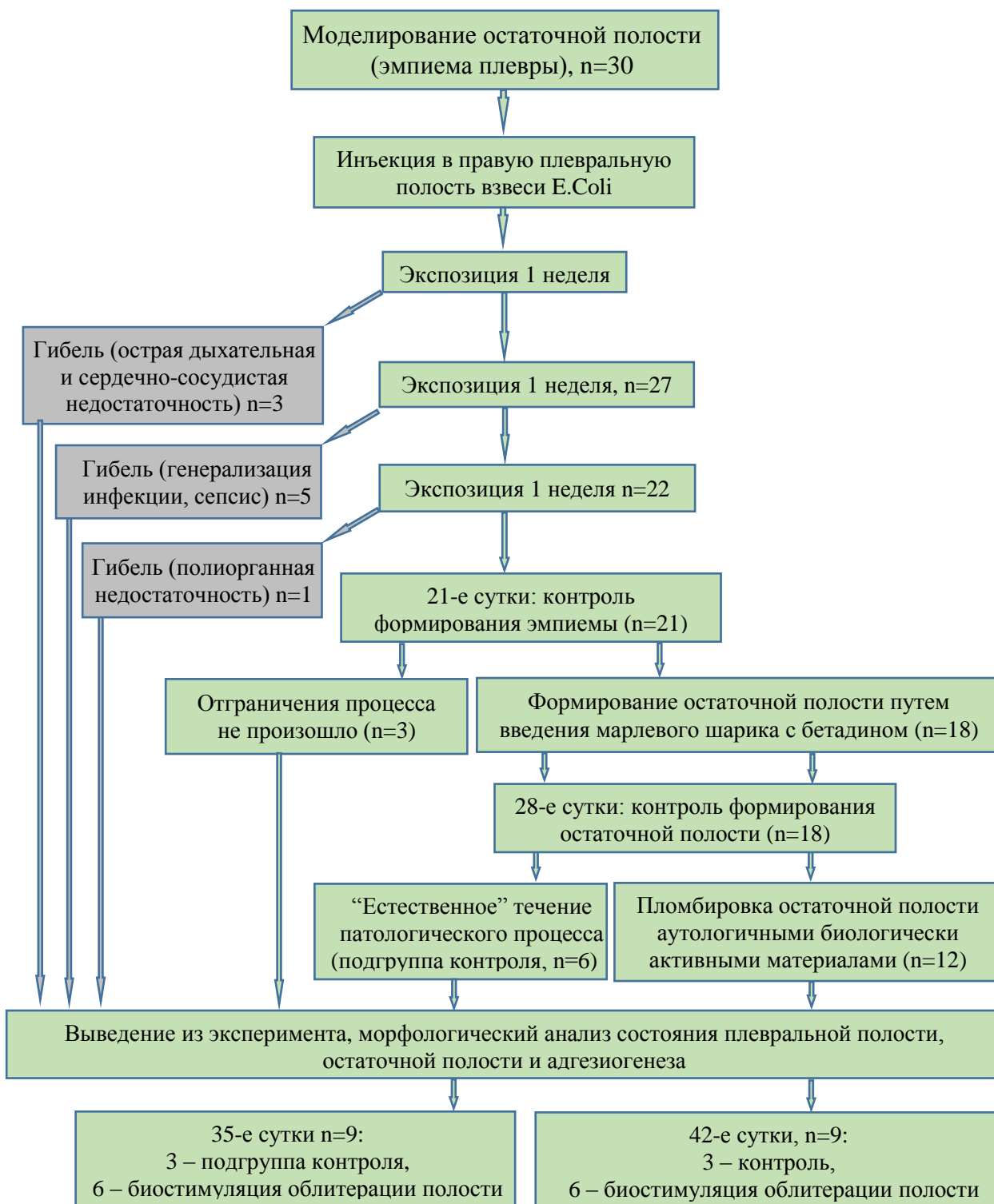


Рисунок 3.18. Структурная схема этапов и результатов экспериментальных исследований на животных (эмпиема плевры).

Как отмечалось в главе II, изначально, модель этой части экспериментального исследования предполагала включение в нее 30 животных с равномерным распределением (по 15 особей) в подгруппы контроля и стимулированного адгезиогенеза с помощью биологически активных материалов. При этом периодом, достаточным для формирования локального гнойно-септического очага в плевральной полости, считали 21 сутки. Однако, после однократной инъекции взвеси кишечной палочки уже к окончанию первой недели эксперимента началась «естественная» убыль животных: к этому периоду погибли 3 особи, причина смерти – острая дыхательная и сердечно-сосудистая недостаточность на фоне интоксикации. К 14-м суткам эксперимента погибли еще 5 крыс. Патоморфологическое исследование показало, что у этих животных не удалось сформировать локального гнойно-септического очага, имела место тотальная эмпиема плевральной полости (Рисунок 3.19), причиной смерти являлись генерализация инфекции, сепсис.

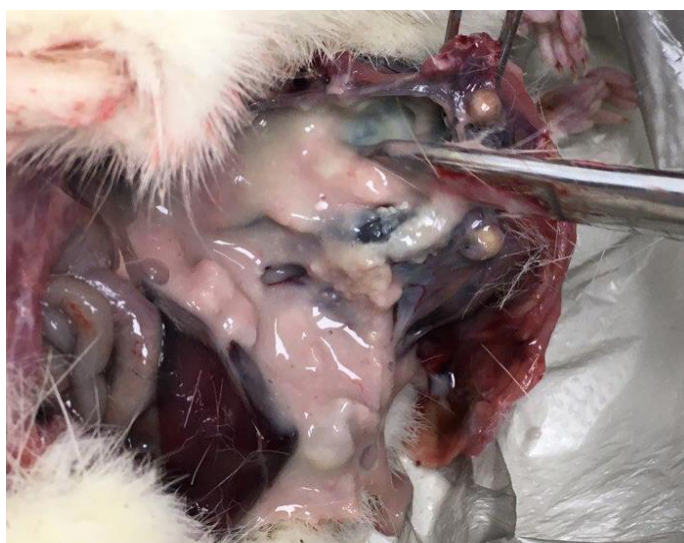


Рисунок 3.19. Экспериментальное моделирование остаточной полости, 21-е сутки: тотальная эмпиема плевры, приведшая к гибели животного.

Такой исход, на наш взгляд, может быть связан, с одной стороны, с невозможностью полностью стандартизовать в ходе эксперимента топографию патологического процесса, даже несмотря на сходные условия выполнения инъекции, а, с другой стороны, – с индивидуальными различиями в выраженности репаративного процесса и его особенностями в ответ на альтерацию.

К 21-м суткам погибло еще одно животное вследствие прогрессирования гнойно-септических осложнений, полиорганной недостаточности. Таким образом, для проведения последующих этапов экспериментального исследования оказались пригодными 21 животное. Значимым промежуточным результатом, достигнутым к этой реперной точке исследования, является тот хорошо известный и понятный факт, что адгезиогенез является важнейшим компонентом ответной реакции организма, и только при возможности отграничения гнойного процесса от окружающих тканей и, соответственно, его локализации, создаются условия для последующего эффективного воздействия на патологический очаг. С этой точки зрения, направленное стимулирование процесса адгезиогенеза, которое способно привести, как к ускорению формирования плевральных спаек, так и к интенсивности спаечного процесса, является, безусловно, позитивным фактором. Другим косвенным выводом является установленный факт, что даже однократной инъекции каловой взвеси в плевральную полость оказывается достаточным для развития тяжелого гнойно-септического процесса в плевральной полости и, соответственно, экспериментального моделирования эмпиемы плевры.

Следующим этапом эксперимента у оставшихся в живых животных, у которых удалось добиться локализации гнойного процесса, стало формирование остаточной полости (формально, 21-е сутки). С этой целью в месте предшествующей инъекции колибациллярной взвеси выполняли вскрытие и опорожнение гнойного очага, после чего в него вводили марлевый шарик с бетадином, добиваясь тугого заполнения; для исключения гипотетической возможности выгрызания шарика животным, края раны герметично фиксировали металлическими скобками кожного степплера. После экспозиции в течение 1 недели (28-е сутки эксперимента) рану открывали, марлевый шарик извлекали и проводили контроль результата. Установлено, что у 3 особей не удалось сформировать остаточную полость: в одном наблюдении имела место генерализация процесса (Рисунок 3.20), в одном – гнойное расплавление тканей

легкого с бронхоплевральным свищом, в одном – аррозивное кровотечение. Эти животные были выведены из эксперимента.



Рисунок 3.20. 28-е сутки моделирования локального гнойно-септического процесса: генерализация гнойно-септического процесса в плевральной полости, формирования остаточной полости не произошло.

Таким образом, до следующего этапа эксперимента (28-е сутки) дожили 18 крыс. Далее, для проведения заключительного этапа исследования животные были разделены на две подгруппы в соотношении 1:2 – контрольную (6 особей) и основную (12 особей). В подгруппе контроля изучали дальнейшее «естественное» течение патологического процесса, в основной – результаты пломбировки остаточной полости аутологичными биологически активными материалами. Животных выводили из эксперимента на 35-е и 42-е сутки (соответственно, через 1 и 2 недели после начала этого этапа) в равных пропорциях, по 9 особей – 3 из подгруппы контроля и 6 – из основной.

Результаты заключительного этапа проведенного экспериментального исследования продемонстрировали следующее.

При «естественном» течении процессов репарации в условиях сформировавшейся остаточной полости наличие очага хронического воспаления, даже без выраженного гнойного компонента, приводило к астенизации животных. При контрольных измерениях массы тела имело место его уменьшение на 10-15%. Температура тела, хоть и была повышена на 0,5-1⁰, по сравнению с нормальной для данного вида (38,5-39⁰), тем не менее

изменения не достигали уровня статистической значимости. Отмечалось нарушение поведенческих реакций: вялость, отсутствие аппетита, снижение темпа горизонтальной и вертикальной локомоции, потеря интереса к другим особям, уменьшение тщательности аутогруминга. Существенной разницы в объективном статусе животных между сроками наблюдения 35 и 42 суток не было, однако, в целом, динамика состояния была отрицательной. Это свидетельствует о том, что, несмотря на купирование гнойного процесса в остаточной полости, ее наличие само по себе является источником интоксикации, приводящим, в том числе, к выраженным нарушениям жизнедеятельности экспериментальных животных на фоне хронического очага воспаления. В то же время, в группе животных, подвергнутых пломбировке остаточной полости аутологичными биологически активными материалами, при сопоставимых к 28-м суткам общем состоянии и проявлениях локального патологического процесса, в дальнейшем, имела место постепенная нормализация всех поведенческих реакций, что, косвенно, отражает тенденцию к выздоровлению.

После выведения животных из эксперимента в период наблюдения, соответствующий 35-м суткам, проведена морфометрия сформированных остаточных полостей с применением изложенной в Главе II оригинальной методики на основе компьютерного подсчета параметров по данным фотограмметрии; в связи с незначительным количеством животных, представляющих данные группы, статистического расчета характера распределения совокупности, средних показателей и стандартного отклонения не проводили. В группе контроля (3 особи) объем остаточной полости был определен как 430, 270 и 340 мм³, соответственно. В группе, подвергнутой биологической пломбировке остаточной полости (6 особей), ее объемы, за исключением одной особи, в первом приближении, были значительно меньше (приблизительно в 1,5-2 раза), соответственно: 195, 170, 345, 215, 230, 185 мм³.

Морфологический анализ состояния плевральной полости показал, что при «естественном» течении процесса картиной была достаточно характерной.

Остаточная полость была отграничена от остальных отделов грудной клетки грубыми спайками с фиксацией легкого в них. Листки плевры значительно утолщены. Стенки остаточной полости были тусклыми, коричневого цвета вследствие имбибиции препаратом йода. При механическом воздействии стенки кровоточили. Так, например, в наблюдении, проиллюстрированном на Рисунке 3.21, границами остаточной полости являлись значительно утолщенные листки париетальной и висцеральной плевры, единственная доля легкого и диафрагма. Ткань легкого бурого цвета, ригидная. Содержимое необлитерированной остаточной полости представлено воспалительным жидкостным компонентом.

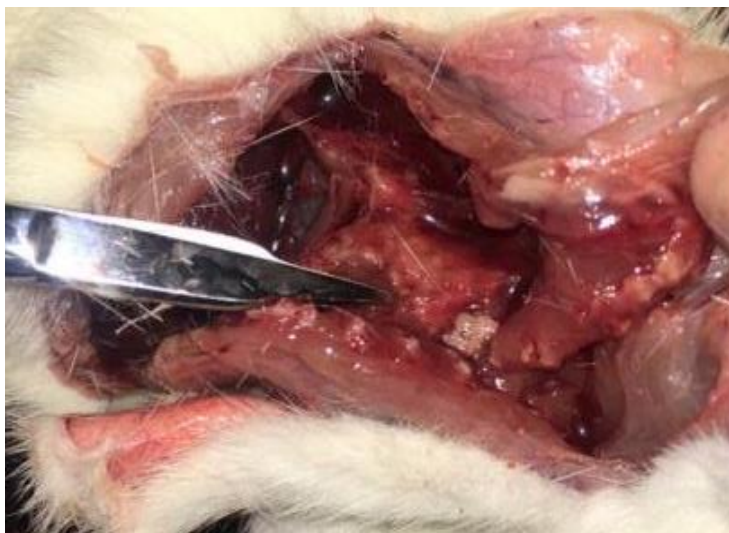


Рисунок 3.21. 35-е сутки моделирования локального гнойно-септического процесса, группа контроля: сформированная остаточная полость; листки париетальной и висцеральной плевры значительно утолщены, в процесс вовлечены легкое и диафрагма; ткань легкого бурого цвета, ригидная.

Напротив, в группе, в которой проводили пломбировку остаточной полости биологически активными аутологичными материалами, к соответствующему сроку наблюдения (35-е сутки эксперимента) имело место уменьшение полости в размерах, в том числе за счет ее заполнения мягкотканными спайками, представленными, в основном, жировыми включениями (Рисунок 3.22 А). После отделения этих спаек от стенок остаточной полости (Рисунок 3.22 Б) ее состояние может быть расценено как очищение, с эпителизацией стенок.

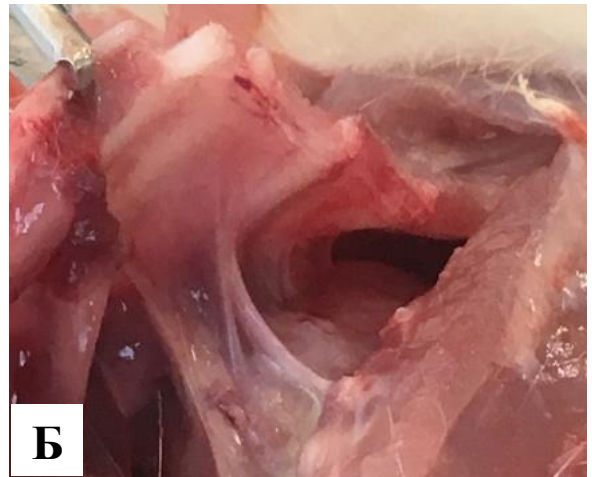
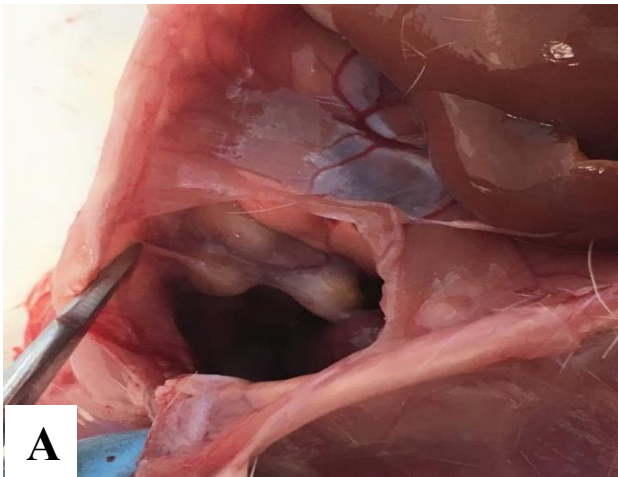


Рисунок 3.22. 35-е сутки моделирования локального гнойно-септического процесса, группа биологической стимуляции адгезиогенеза: А. Сформированная остаточная полость частично заполнена спайками, представленными жировой тканью; Б. После отделения спаек остаточная полость не содержит фибрина, представлена тканями, мало отличающимися от окружающих тканей, не вовлеченных в воспалительный процесс.

К 42-м суткам эксперимента (2 недели после подтвержденного формирования остаточной полости) в группе «естественного» течения патологического процесса морфологическая картина была не одинаковой. У одного животного наблюдался рецидив гнойного процесса в остаточной полости, проявлявшийся в прогрессировании эмпиемы (Рисунок 3.23)



Рисунок 3.23. 42-е сутки моделирования эмпиемы плевры, группа контроля: рецидив гнойно-септического процесса; остаточная полость заполнена гноем с формированием множественных абсцессов.

Еще у одного животного контрольной группы имело место микроабсцедирование сформировавшейся остаточной полости, а также за ее пределами (Рисунок 3.24).

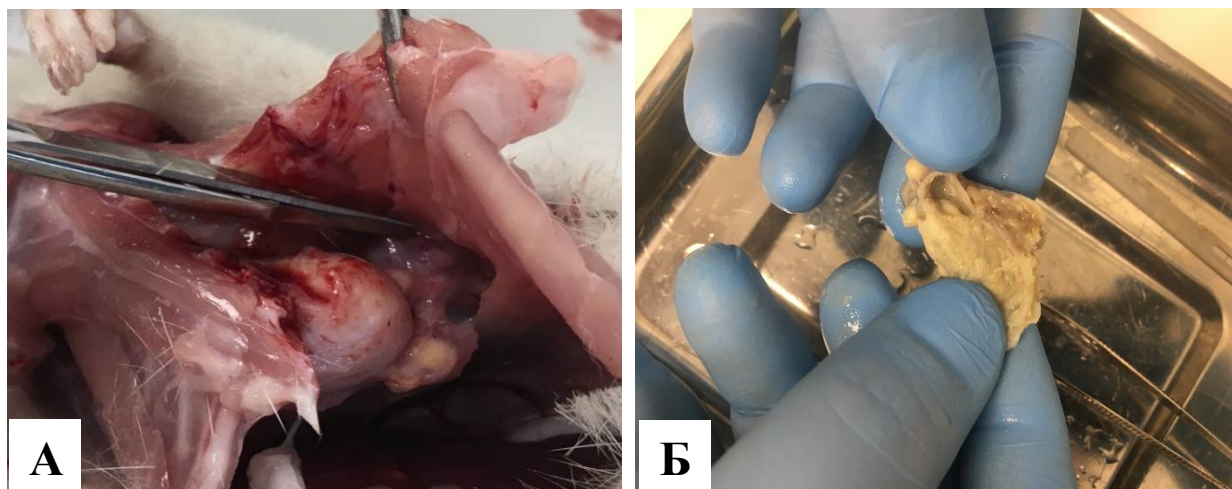


Рисунок 3.24. 42-е сутки моделирования эмпиемы плевры, группа контроля: А. Макропрепарат: остаточная полость заполнена гноем, определяются множественные инкапсулированные микроабсцессы диаметром 2-6 мм. Б. Фиксация препарата в нейтральном формалине 10%-ной концентрации: в остаточной полости за пределами пиогенной капсулы имеются инкапсулированные микроабсцессы диаметром 2-3 мм.

Таким образом, «естественное» течение процессов, происходящих после формирования остаточной полости, в целом, может свидетельствовать об их негативном сценарии.

В группе, подвергнутой биологической стимуляции адгезиогенеза, наблюдался к 42-м суткам более позитивный характер морфологической картины. Помимо уменьшения размеров остаточной полости имелась тенденция к ее фрагментации за счет образования в ней множественных массивных спаек. Так, в наблюдении, представленном на Рисунке 3.25, при морфологическом анализе остаточная полость с матовой поверхностью, свободна от экссудата, разделяется на отдельные фрагменты множественными спайками, с тенденцией к ее облитерации. Также обращает на себя внимание плотная консистенция новообразованных спаек, которые оказывалось возможным отсепарировать от окружающих тканей только скальпелем; при этом спайки обильно кровоточили, что может свидетельствовать о незавершенности

процесса их организации и, следовательно, позволяет рассчитывать на дальнейшее продолжение процессов облитерации остаточной полости, по мере их уплотнения.



Рисунок 3.25. 42-е сутки моделирования эмпиемы плевры, группа биологической стимуляции адгезиогенеза: остаточная полость свободна от гноя, разделяется на отдельные фрагменты множественными спайками, с тенденцией к ее облитерации.

Сходная морфологическая картина наблюдалась и в других экспериментальных наблюдениях, представленных на Рисунках 3.26 и 3.27.

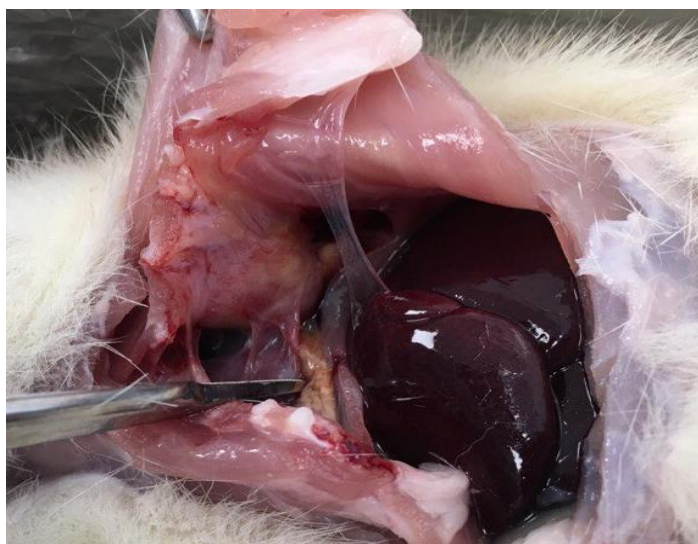


Рисунок 3.26. 42-е сутки моделирования эмпиемы плевры, группа биологической стимуляции адгезиогенеза: остаточная полость свободна от гноя, разделяется на отдельные фрагменты множественными спайками, с тенденцией к ее облитерации.

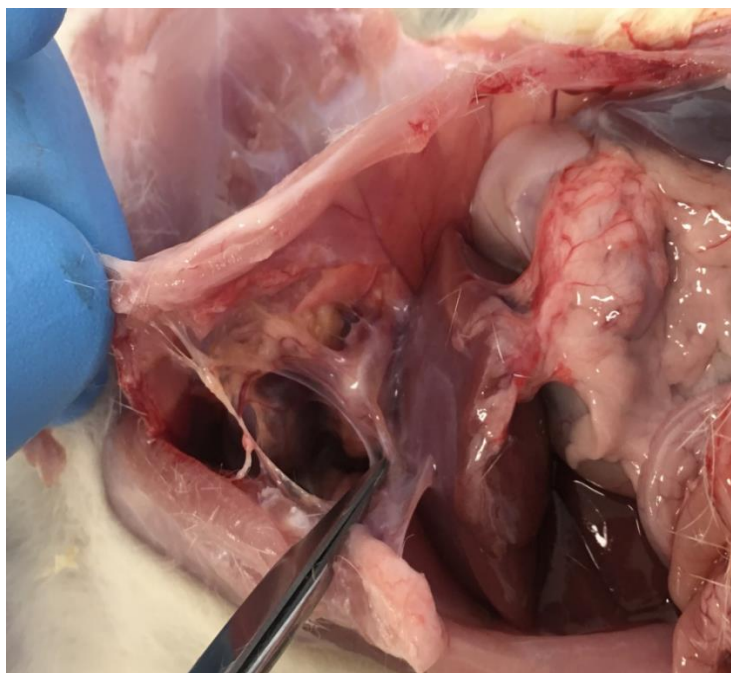


Рисунок 3.27. 42-е сутки моделирования эмпиемы плевры, группа биологической стимуляции адгезиогенеза: остаточная полость свободна от гноя, разделяется на отдельные фрагменты множественными спайками, с тенденцией к ее облитерации.

Это дает основание полагать, что изменения, происходящие в остаточной полости после ее заполнения биологически активными аутоматериалами, являются достаточно типичными и заключаются в уменьшении ее размеров за счет ее фрагментации эластичными лентовидными обильно васкуляризованными спайками, вплоть до облитерации полости. Причем, следует отметить, что срок 2 недели, выбранный для исследования в условиях данного эксперимента, оказался достаточным для нормализации состояния животных и очевидной тенденции к выздоровлению. Также необходимо подчеркнуть, что, по-видимому, ни один из других методов плевродеза (химический или физический) не способен обеспечить заполнение всего объема остаточной полости, а только приводит к образованию спаек, уменьшающих объем, что, хотя само по себе, является позитивным, но все же недостаточным фактором для купирования воспалительного процесса.

Таким образом, анализ особенностей адгезиогенеза в остаточной полости, сформировавшейся в результате эмпиемы плевры, так же как плевральной полости у животных на фоне полученной травмы грудной клетки,

позволяет прийти к заключению, что комбинированное применение плазмы, обогащенной тромбоцитами, и аутологичной жировой ткани способствует усилению регенеративных и репаративных процессов, что делает данную технологию перспективной для клинического применения. Особенностью биологической стимуляции адгезиогенеза по сравнению с другими методами плевродеза является наиболее физиологичный механизм образования спаек, которые, с одной стороны, позволяют сразу заполнить весь объем остаточной полости, но, при этом не приводят к грубой деформации тканей и способны к ретенции.

ГЛАВА IV. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ В УСЛОВИЯХ АУТОПСИИ

Обычно считается, что установка плеврального дренажа – довольно простая процедура, которая не должна вызывать затруднений. Однако это является заблуждением, и иногда процесс дренирования может развиваться весьма драматично, вплоть до смертельных осложнений. Так, Harris A. et al. [146] только за 5 лет выявили 87 серьезных осложнений, в том числе 17 погибших в 67 больницах неотложной помощи. Более того, высказано предположение, что это далеко не полные цифры, которые не отражают истинной частоты негативных аспектов, сопровождающих дренирование. В исследовании Lamont T. et al. [188] за 3 года (2005-2008) выявлено 12 смертельных исходов и 15 жизнеугрожающих осложнений, возникших в результате дренирования плевральной полости. В качестве основных факторов, связанных с инцидентами в ходе дренирования, выделяют: отсутствие опыта хирурга; неоптимальное место установки дренажной трубки; неадекватный контроль функции дренажа; неправильное расположение пациента; несоблюдение инструкций производителя; незнание опубликованных руководств [146]. Следует учитывать факт, что большинство пациентов с пневмогидротораксом поступают в экстренном порядке в лечебные учреждения, в штате которых не предусмотрены торакальные хирурги, и неотложная помощь оказывается хирургами общего профиля [2], [55].

Важнейшей проблемой, возникающей при дренировании плевральной полости, является наличие практического опыта хирурга. Значение этого фактора зачастую недооценивается. Тем не менее, к примеру, исследование, проведенное Harris A. et al. [146], показало, что среди 94 младших врачей из 4 госпиталей более 20% никогда не устанавливали дренаж грудной клетки, в то время как 72% в основном учились у постели больного и у коллег, но 11% не прошли никакого обучения; треть опрошенных не читали действующих

рекомендаций; более 50% врачей считают, что самой большой угрозой для процедуры является их собственная неуверенность в установке дренажа; при этом большинство принявших в исследовании (86%) убеждены, что для врачей должно быть доступно формальное стандартизированное обучение технике дренирования плевральной полости.

4.1. Особенности дренирования плевральной полости в различных анатомических зонах

Одним из ключевых вопросов, связанных с дренированием плевральной полости, является выбор мест установки дренажей. Проблема связана, в первую очередь, с тем, что воздух имеет свойство скапливаться во всех, но, преимущественно, в верхних этажах грудной клетки, а жидкость, напротив, в нижних ее отделах. Соответственно, универсального способа ликвидации обоих патологических состояний не существует, и невозможно одновременно и одинаково качественно удалить воздух и жидкость. Поэтому при сочетании пневмо- и гидроторакса, для ликвидации обоих патологических субстратов, как правило, необходима установка двух дренажей. Во многих случаях место, где необходимо выполнить торакоцентез, выбирается врачом индивидуально, в том числе, на основании данных предварительного рентгенологического и ультразвукового обследования [24], [55], [205], [222]. Зачастую, для ликвидации пневмоторакса применяют дренирование во II межреберном промежутке по среднеключичной линии [24]. Несмотря на популярность этого доступа в купировании пневмоторакса, он имеет ряд существенных недостатков. Это связано, в первую очередь, с анатомической близостью места установки дренажа к крупным сосудам грудной клетки. Так, описаны опасные для жизни повреждения подключичной вены и артерии и даже ятрогенные троакарные травмы грудной аорты, пищевода, сердца. Нередкими являются повреждение легочной паренхимы, а также экстраплевральное расположение дренажной трубки. Еще одним негативным моментом дренирования во II межреберном промежутке (вплоть до полной непригодности) является

ситуация, требующая придания пациенту прон-позиции, например, в ходе лечения пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. В свою очередь, дренирование в VII–VIII межреберье по средней или задней подмышечной линиям, типично применяемое для удаления жидкости, может сопровождаться ранениями печени, селезенки, желудка, диафрагмы, а также паренхимы легкого (как и при дренировании верхнего этажа грудной клетки). На Рисунке 4.1 представлена КТ пациента, при анализе которой видно, что в проекции, соответствующей уровню VII межреберья, плевральные синусы уже заканчиваются, и, если гипотетически допустить, что дренирование будет выполнено именно в этой области, то весьма высока вероятность проникновения в брюшную полость с ятрогенным повреждением печени или селезенки, в зависимости от стороны грудной клетки. Причем, как будет продемонстрировано далее (Глава V), подобная топография грудной клетки не является исключением и даже редкостью.



Рисунок 4.1. КТ (собственное наблюдение, фото из архива ЦВКГ им. П.В. Мандрыка): правый и левый плевральные синусы на уровне средней подмышечной линии соответствуют проекции VII межреберья.

Наконец, следует особо отметить, что наиболее частым ятрогенным осложнением в процессе дренирования плевральной полости является травма

межреберных сосудов и нервов, в связи с чем, вне зависимости от выбранной точки пункции, дренаж следует вводить всегда по верхнему краю ребра, за исключением ситуаций, когда точка установки дренажа соответствует подмышечным и окологлопаточным линиям, где сосудисто-нервный пучок отходит от верхнего края ребра и, соответственно, следует выбирать для дренирования середину межреберного промежутка [292].

Учитывая характерные ятрогенные осложнения, могущие сопровождать процесс дренирования плевральной полости, обоснованной представляется концепция дренирования через область, описанную как «безопасная зона» и ограниченную: спереди – боковой границей большой грудной мышцы; сверху – горизонтальной линией, проходящей ниже подмышечной впадины; сзади – широчайшей мышцей спины; снизу – горизонтальной линией на уровне соска [189]. Более конкретно, эта зона соответствует V межреберью между передней и средней подмышечной линиями. Особо привлекательным является удаленность этой зоны от практически всех важных анатомических образований, а также минимальная толщина тканей грудной стенки, проходимых в процессе дренирования (вне зависимости от конституции и пола пациента). Дополнительным преимуществом расположения дренажей в данной области является возможность нахождения пациента в любом требуемом положении (Фовлера, Тренделенбурга, прон-позиции, на боку и др.).

4.2. Применение в анатомическом эксперименте позиционирующих устройств в процессе дренирования плевральной полости

Целью данного раздела экспериментального исследования являлась апробация эффективности устройств, облегчающих позиционирование и фиксацию дренажных трубок в плевральной полости.

Проблемой, не менее важной, чем выбор места установки дренажа, является стабильность его положения в соответствующем этаже грудной клетки. Хорошо известно, что дренаж может транслоцироваться и перестать

выполнять свою функцию. В некоторой степени, это зависит от материала и диаметра дренажной трубки, особенно, когда используют не специально предназначенные для этого изделия, а имеющиеся в наличии, но, в большей степени – от длины ее внутриплевральной части: слишком короткий дренаж, как правило распрямляется и может привести к смещению дренажных отверстий за пределы плевральной полости с развитием подкожной эмфиземы и рецидивом пневмоторакса. Наоборот, слишком длинный дренаж может свернуться кольцами и перегнуться в месте перехода из межреберного промежутка в плевральную полость или на внутриплевральном участке, вплоть до полной утери просвета. В результате дислокации, он может оказаться вне патологического очага. И, если при пневмотораксе дренаж, даже при дислокации из зоны апекса, скорее всего, способен выполнять требуемую функцию, то в отношении гидроторакса, дренаж, расположенный за пределами синуса, будет неэффективен. При перегибе дренажа он также будет не способен обеспечить полноценную эвакуацию жидкости.

Наконец, ключевой задачей является обеспечение требуемого направления устанавливаемого дренажа к патологическому субстрату. При пневмотораксе дистальный конец дренажной трубки должен быть направлен, предпочтительно, вверх, к апикальной части грудной клетки, при гидротораксе – всегда вниз, к диафрагмальному синусу [188]. Однако, практический опыт показывает, что далеко не во всех случаях это условие удастся соблюсти: нет никаких гарантий, что дренаж, направляемый, к примеру, вверх, окажется именно вверху: он может, упершись в окружающие ткани, изменить свой первоначальный ход и финальное расположение (Рисунок 4.2). Подобная проблема связана с тем, что манипуляции, необходимые для проникновения в плевральную полость, осуществляют в направлении, перпендикулярном поверхности грудной клетки, а затем дренажная трубка, пройдя через мягкие ткани и перегнувшись через край ребра, должна резко изменить свою траекторию (вверх или вниз), вследствие чего возможно ее смещение от запланированного направления или перегиб.

При этом, как было продемонстрировано, например, Hernandez M.C. et al., размещение торакостомической трубки под углом введения, превышающим 45 градусов, связано с увеличением числа осложнений [153]. Подобных нежелательных явлений можно избежать, если обеспечить не резкое, а плавное изменение кривизны хода дренажа на пути от поверхности кожи до плевральной полости с помощью направляющего устройства. В этой связи, автором разработана методика, позволяющая обеспечить надежное направленное дренирование соответствующего этажа плевральной полости со стабилизацией дренажной трубки в требуемом положении.

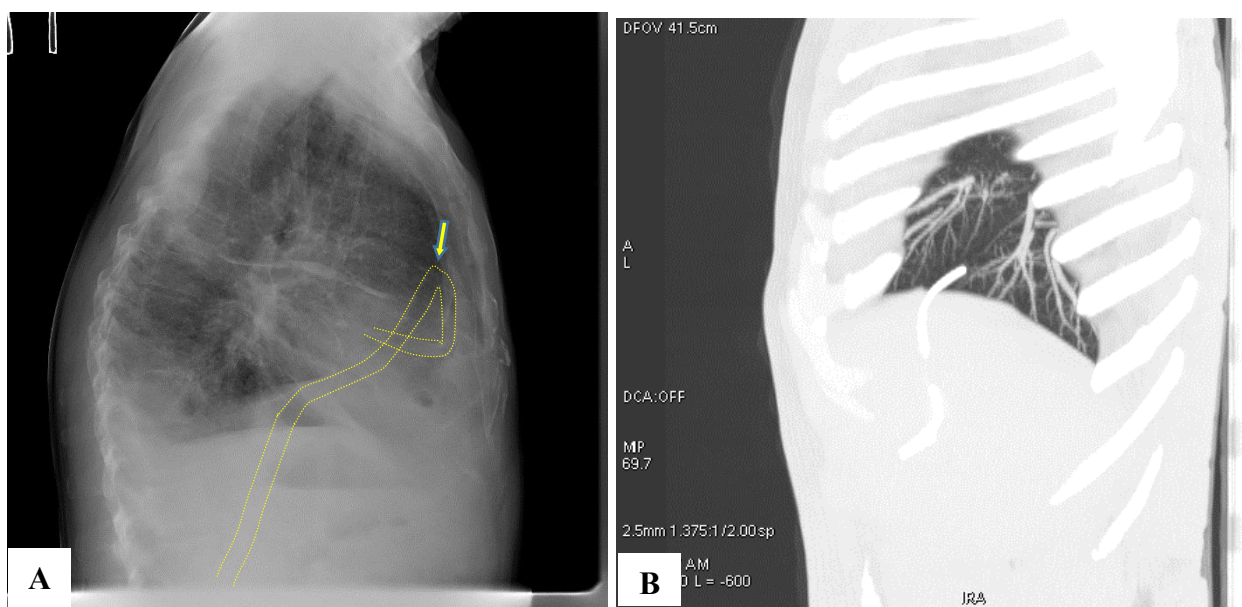


Рисунок 4.2. (Собственные наблюдения, фото из рентгенологического архива ЦВКГ им. П.В. Мандрыка). Примеры неправильного позиционирования дренажной трубки в плевральной полости: А. – Рентгенограмма, боковая проекция; пунктирными линиями обозначен ход дренажа, предназначенного для установки в правый плевральный синус; желтая стрелка – место перегиба дренажа и начала его сворачивания кольцом. В. – МРТ, боковая проекция; дислокация дренажа из левого плеврального синуса.

В ходе анатомического эксперимента в сериях 1-3, содержание которого подробно изложено в Главе II (раздел 2.3), получены следующие результаты позиционирования трубок при дренировании плевральных полостей (Таблица 4.1).

Таблица 4.1

Результаты позиционирования дренажных трубок в 1-3 сериях эксперимента

№ п/п	№ эксперимента	позиция оконечности дренажной трубки* справа/слева		наличие (+) или отсутствие (-) перегиба трубки справа/слева		расстояние от оконечности трубки до зоны дренирования справа/слева, см	
		к апексу	к синусу	к апексу	к синусу	до апекса	до синуса
установка дренажей без применения позиционирующих устройств (контроль)							
1	4	А/А	С/Д	-/-	-/+	4/0	0/11
2	5	А/А	С/Д	-/-	+/+	3/4	0/14
3	12	А/Д	С/Д	/+	/+	3/17	3/13
4	16	А/А	С/С	-/-	+/-	2/7	4/0
5	17	А/А	С/С	-/-	+/-	4/1	2/7
6	21	Д/А	Д/С	+/-	+/-	14/2	15/0
7	22	А/Д	С/С	-/+	-/+	2/8	0/0
8	26	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/4
9	28	А/А	С/С	+/-	-/+	5/0	0/3
10	29	А/Д	С/С	-/+	-/-	0/9	0/0
установка дренажей с помощью трахеостомической трубки							
11	2	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
12	6	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
13	7	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/2
14	9	А/А	С/С	-/+	-/-	0/3	0/0
15	13	А/А	С/С	-/-	-/-	5/0	0/3
16	14	А/А	С/С	-/-	-/-	0/2	0/0
17	15	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
18	18	А/А	С/С	-/-	-/-	0/2	0/0
19	23	Д/А	С/С	-/-	-/-	9/0	0/4
20	30	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/2
установка дренажей с помощью троакар-адаптера							
21	1	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
22	3	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
23	8	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
24	10	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
25	11	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
26	19	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
27	20	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
28	24	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
29	25	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0
30	27	А/А	С/С	-/-	-/-	0/0	0/0

* Для правой и левой плевральных полостей результаты, полученные в ходе одного эксперимента, представлены через «/»: (справа/слева). Указано предполагаемое направление дренажной трубки. А – апекс плевральной полости; С – плевральный синус; Д – дислокация конца дренажа из предполагаемой зоны дренирования.

1. Результаты дренирования без применения позиционирующих

устройств (контроль). Равномерное распределение фиксируемых нежелательных явлений позиционирования дренажа между экспериментами, от первого к десятому, показывает отсутствие влияния на результат фактора обучения в процессе увеличения количества выполненных дренирований. В 33 (82%) наблюдениях конец дренажа располагался в месте, запланированном для дренирования или в непосредственной близости от него; дислокация дренажной трубки из места дренирования имела место в 7 (18%) наблюдениях – в 3 случаях из апекса плевральной полости, в 4 – из плеврального синуса. Дислокация чаще наблюдалась при дренировании левой плевральной полости (6 из 7 случаев дислокации), что, вероятно, связано с трудностями выполнения манипуляций правшами в нефизиологичном для правой кисти направлении, однако значимость этого фактора дополнительно не анализировали. Перегиб дренажной трубки, как в месте огибания ею ребра, так и на другом внутриплевральном участке, зафиксирован в 14 (35%) наблюдениях (5 – к апексу, 9 – к синусу), причем в 5 наблюдениях он сочетался с дислокацией дренажа. Расстояния от конца дренажа до точки дренирования (данные представлены в виде: медиана / 1-й^oквартиль / 4-й^oквартиль): правый апекс – 2 / 0 / 4 см; левый апекс – 3 / 2 / 8 см; правый синус: 0 / 0 / 4 см; левый синус: 3 / 1 / 10 см. Значимых различий между результатами, полученными в процессе измерения расстояний между концом дренажа и предполагаемой зоной дренирования в левой и правой плевральных полостях не было (к апексу: $p=0,327$; к синусу: $p=0,667$).

2. Результаты дренирования с применением в качестве позиционирующего устройства трахеостомической трубки. Успех дренирования запланированных областей достигнут в 38 (95%) наблюдениях; в одном случае (2,5%) имелся перегиб дренажа к левому плевральному апексу, в одном (2,5%) – дислокация на 9 см дренажа к правому апексу. Расстояния от конца дренажа до точки дренирования (медиана / 1-й^oквартиль / 4-й^oквартиль): правый апекс – 0 / 0 / 1,25 см; левый апекс – 0 / 0 / 2 см; правый синус: 0 / 0 / 0 см; левый синус: 0 / 0 / 2,25 см. Различий между результатами дренирования правой и левой плевральных полостей не было (к апексу:

$p=0,949$; к синусу: $p=1,0$).

3. Результаты дренирования с применением в качестве позиционирующего устройства троакар-адаптера. Успех дренирования запланированных областей достигнут во всех 40 (100%) наблюдениях, дренажи чётко локализовались в запланированных точках, без перегибов дренажной трубки или ее дислокации. Расстояния от конца дренажа до точки дренирования (медиана / 1-й°квартиль / 4-й°квартиль): правый апекс – 0 / 0 / 0 см; левый апекс – 0 / 0 / 0 см; правый синус: 0 / 0 / 0 см; левый синус: 0 / 0 / 0 см.

Таким образом, проведенное экспериментальное анатомическое исследование позволяет прийти к заключению, что в целом, применение позиционирующих устройств облегчает процесс дренирования плевральной полости и по эффективности превосходит результаты без их использования (по крайней мере, при выполнении дренирования хирургами, не имеющими опыта проведения этого хирургического вмешательства). Предлагаемая методика одномоментного дренирования верхнего и нижнего этажей плевральной полости в V межреберном промежутке с помощью позиционирующих устройств позволяет избежать таких характерных ятрогенных осложнений как дислокация дренажа и перегиб дренажной трубки. В то же время, имеется несколько факторов, частично ограничивающих значимость полученных результатов. Основным из них является выбор в качестве объекта исследования аутопсийного материала, без имитации ситуаций, соответствующих реальному пневмотораксу и гидротораксу. Соответственно, экстраполяцию результатов на клиническую практику следует проводить с осторожностью. Вторым ограничивающим фактором является исключение из исследования объектов, перенесших ранее оперативные вмешательства на органах грудной клетки, так же как имевших спаечный процесс в плевральной полости в результате химиолучевой терапии или вследствие других причин. Третий фактор, способный существенным образом оказать влияние на полученные результаты, это отсутствие опыта дренирования плевральной полости у хирургов, выполнявших анатомические

эксперименты. Вероятно, по мере обучения, различия между изученными вариантами дренирования могут оказаться не столь выраженными; с другой стороны, применение позиционирующих устройств предназначено именно для облегчения дренирования плевральной полости хирургами, не обладающими должным опытом выполнения подобных манипуляций. Наконец, возможность клинического применения апробированного в условиях эксперимента троакар-адаптера зависит от одобрения этого изделия уполномоченными сертифицирующими организациями.

4.3. Моделирование в эксперименте функции плеврального дренажа

До настоящего времени, неочевиден ответ на вопрос, сколько отверстий необходимо в дренажной трубке, а также какое (какие) из отверстий наиболее важно для ее оптимального функционирования. Например, Большая Медицинская энциклопедия [37] содержит следующее упоминание: «Для улучшения оттока содержимого на одном конце трубки проделывают одно или несколько отверстий, число и размеры которых определяются диаметром трубки и размерами дренируемой полости. Получившие распространение среди зарубежных хирургов дренажные трубки Редона имеют длину 50-52 см при внутреннем диаметре 3-6 мм (с числом отверстий до 56)».

И, если для устранения пневмоторакса число дренажных отверстий не оказывает существенного влияния на функцию дренажа, то есть практически всегда возможно надежное аспирирование воздуха, то ответ на вопрос, сколько отверстий в трубке является оптимальным для ликвидации жидкости, не является столь же однозначным. При этом очевидно, что наличие единственного отверстия в торце трубки содержит в себе потенциальный риск его закупорки, например, фибрином или сгустком крови, так же как риск присасывания к окружающим тканям: в обоих случаях будет иметь место утрата функции дренажа. С другой стороны, если дренажных отверстий будет слишком много, то часть их может оказаться выше места разграничения сред (воздуха и жидкости), и неочевидно, будет ли дренаж одинаково эффективен в устранении обоих этих компонентов в условиях герметичной плевральной полости. К тому же, если, при необходимости ликвидации только

гидроторакса, физиология всасывающего дренажа представляется более-менее определенной, то при наличии сопутствующего постоянного сброса воздуха вследствие негерметичности воздухоносных путей (пневмоторакс) и, соответственно, уменьшении отрицательного давления в плевральной полости, функция дренажа может меняться существенным образом.

Разумеется, в реальной клинической практике, на функцию дренажа будет оказывать влияние экскурсия грудной клетки и диафрагмы, изменение объема легкого при дыхании, сердцебиение и ряд других факторов, постоянно изменяющих объем плевральной полости и параметры давления в ней. Тем не менее, гипотетически, это влияние может оказаться в значительной степени нивелированным, например, после пневмонэктомии.

Учитывая вышеизложенные соображения, проведено экспериментальное моделирование функционирования плеврального дренажа в зависимости от количества и места расположения дренажных отверстий. Дополнительной задачей выполнения этой части экспериментального исследования явилась попытка определения последовательности «включения» отверстий дренажной трубки в процесс ликвидации пневмогидроторакса.

Для эксперимента использовали замкнутую пластиковую емкость объемом 1,5 литра, наполовину заполненную водой, с герметично навинчивающейся крышкой, в которой высверливали отверстие, соответствующее наружному диаметру введенной в емкость силиконовой дренажной трубки. Все дренажные отверстия были равны по площади просвету внутреннего канала трубки. Разрежение в собранной системе создавали посредством шприца, подсоединенного к свободному концу дренажной трубки.

Для определения последовательности включения отверстий дренажной трубки в процесс дренирования были апробированы два варианта. В первом из них в емкость добавляли несколько кристаллов перманганата калия, в результате чего, после встряхивания емкости возникали локальные очаги прокраски жидкости, что делало возможным проследить ток жидкости через дренажные отверстия. Второй вариант предусматривал создание жидкости с

разделением сред в ёмкости на основе различной плотности компонентов, для чего использовали окрашенный этиловый спирт ($\rho=0,8$), растительное масло ($\rho=0,97$), воду ($\rho=1,0$) и жидкое мыло ($\rho=1,2$) (Рисунок 4.3).

Изначально, концепция эксперимента предусматривала апробацию следующих моделей функционирования дренажа: все отверстия дренажной трубки расположены ниже уровня жидкости; большинство отверстий ниже уровня жидкости, а одно-два – выше; равное количество отверстий в жидкости и в воздухе; большинство отверстий находятся в воздухе.

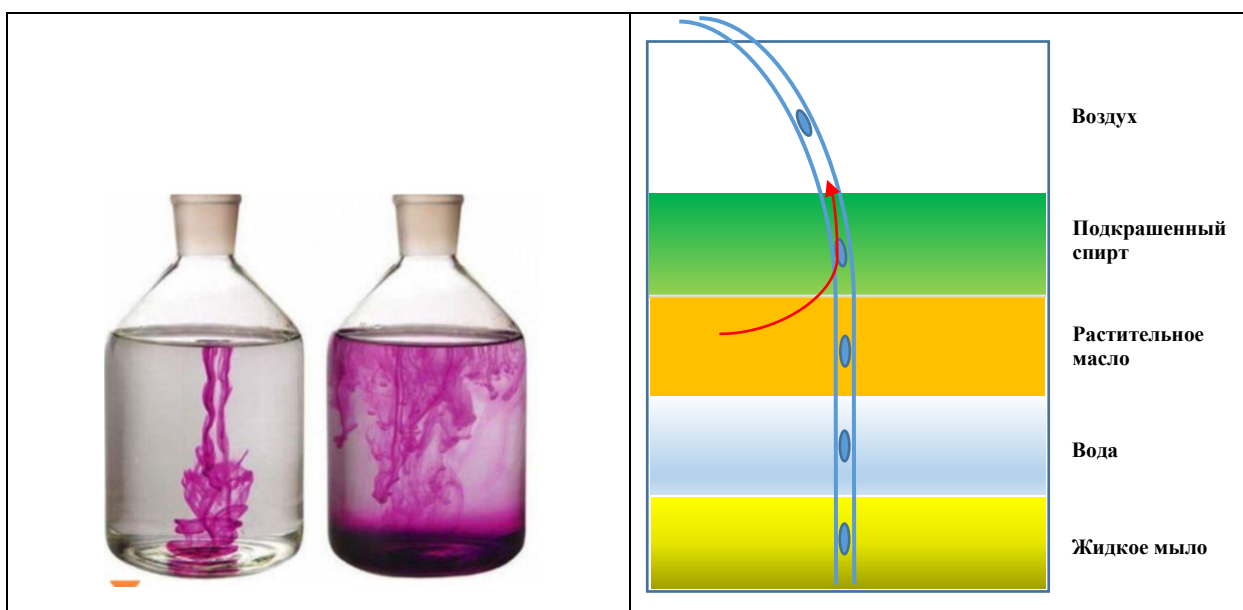


Рисунок 4.3. Экспериментальное моделирование функции плеврального дренажа: А. модель с использованием перманганата калия; Б. модель с разделенными по плотности жидкостными средами.

Результаты эксперимента продемонстрировали следующее. Если все отверстия дренажной трубки были расположены ниже уровня жидкости, то, после создания изначального разрежения с помощью шприца, жидкость свободно извлекалась, как с помощью продолжающейся аспирации шприцом, так и самотеком, вплоть до момента, когда верхнее отверстие дренажной трубки не оказывалось выше уровня жидкости. Далее, вне зависимости от степени создаваемого шприцом разрежения, истечение жидкости прекращалось до тех пор, пока дренажное отверстие снова не оказывалось ниже уровня жидкости, и процесс дренирования возобновлялся.

В случае, когда хотя бы одно отверстие изначально было выше уровня жидкости, ситуация, в целом напоминала описанную выше: поступления

жидкости, даже при активной аспирации, не было. Поэтому дальнейшее моделирование функции дренажа в условиях, когда несколько дренажных отверстий находились выше уровня жидкости, было решено не проводить.

Изучение последовательности «включения» отверстий дренажной трубки в процесс ликвидации жидкости из замкнутого пространства позволяет утверждать, что аспирация жидкости происходит всегда через отверстие, находящееся в данный момент ближе всего к границе разделения жидкой и воздушной сред. В этой связи, обязательным компонентом для функционирования дренажа является наличие экскурсии грудной клетки и диафрагмы, сопровождающееся расправлением легкого, в результате чего и будет происходить уменьшение свободного объема плевральной полости с постепенным выдавливанием жидкости в дренаж мелкими порциями, при достижении жидкостью уровня верхнего отверстия. Детальное описание гидродинамики этого процесса представляет собой весьма непростую, а, скорее всего, неразрешимую задачу, поскольку, помимо относительно постоянных компонентов, таких как температура и вязкость, на него влияют, в частности, скорость потока и давление (разрежение), изменяющиеся случайным непредсказуемым образом и никогда неповторяющиеся. В итоге, возможно лишь обобщенное изложение функции плеврального дренажа. Однако, с практической точки зрения, описанный выше феномен следует учитывать при выборе места позиционирования дренажной трубки в нижнем этаже плевральной полости. Некоторыми авторами отмечается диагностическая ценность плевральной манометрии, однако до настоящего времени метод не получил широкого распространения в клинической практике [63].

Таким образом, проведенный эксперимент в очередной раз продемонстрировал хорошо известный из клинической практики факт, что для адекватной ликвидации жидкости из замкнутого пространства (плевральной полости) необходимо изначально добиться отрицательного давления в ней, по крайней мере, при выборе варианта дренирования, связанного с вакуумной аспирацией. Соответственно, при наличии постоянного сброса воздуха

необходимо устанавливать два дренажа, один из которых предназначен для создания вакуума (разрежения), а второй – непосредственно для ликвидации жидкости. При использовании пассивного дренирования с применением водяного замка (по Бюлау) эффективность ликвидации жидкости будет всецело зависеть от дыхательных движений пациента.

Вероятно, клинической ситуацией, в которой вышеобозначенные проблемы могут проявиться в наибольшей степени, является дренирование плевральной полости после выполнения пневмонэктомии. В этом случае, полностью исключается такой компонент, как изменение объема плевральной полости в результате дыхательной экскурсии легкого; также следует учитывать, что объем плевральной полости возрастает в десятки раз – от не более чем 50-100 мл (свободное пространство между листками висцеральной и париетальной плевры) до 3 и более литров. Другой, близкой по сути, ситуацией является парез или релаксация диафрагмы, связанные с повреждением диафрагмального нерва или с другой причиной. Наконец, в результате оперативного вмешательства может развиваться такое грозное осложнение, как дислокация органов средостения, в том числе, усугубляемое применением активной аспирации из плевральной полости. В этой связи, представляет интерес исследование Мельникова В.М. с соавт., 2015 [27], в котором, помимо детального изложения патофизиологических аспектов дислокационного синдрома после пневмонэктомии, в качестве практических мер профилактики предлагается применение исключительно пассивного дренирования. Также авторы пришли к заключению о целесообразности установки плеврального дренажа в VIII межреберье. Признавая справедливость аргументации авторов этого исследования, как в отношении необходимости дренирования плевральной полости после пневмонэктомии (не все специалисты разделяют эту концепцию, в связи с чем существуют методики ведения пациентов без плеврального дренажа, например, Вагнер Е.А., Тавровский В.М.) [9], о достаточности установки одного дренажа в диафрагмальном отделе плевральной полости (в противоположность рекомендации устанавливать два дренажа – в VI-VII и во II межреберьях [6]),

мы, тем не менее не усматриваем прямой или даже косвенной связи между местом установки дренажа (в данном исследовании – VIII межреберье) и эффективностью профилактики смещения средостения за счет исключения создания отрицательного давления в остаточной плевральной полости, которые, на наш взгляд, зависят от заданных параметров обеспечения дренирования (активное/пассивное), а не от позиционирования трубки. Мы по-прежнему придерживаемся точки зрения об оптимальности использования для установки дренажа именно V межреберного промежутка в «безопасной» зоне, с размещением трубки в плевральном синусе, в т. ч. с помощью позиционирующих устройств, что позволяет в последующем, при необходимости, переместить действующий дренаж в любые отделы плевральной полости в соответствии с особенностями клинической ситуации. Напротив, при установке через VIII межреберье, в этом случае обязательно потребуются редренирование через другой межреберный промежуток.

4.4. Эффективность функции плеврального дренажа при гидротораксе в зависимости от изменения положения тела пациента.

Еще одним малоизученным аспектом является зависимость эффективности дренирования плевральной полости от положения тела пациента. В отношении воздуха такой проблемы практически не существует: поскольку воздух стремится занять все свободное пространство, то не имеет большого значения, из какого отдела плевральной полости он будет ликвидирован. Единственным исключением из этого правила может служить спаечный процесс, в результате чего плевральная полость будет разделена на отдельные фрагменты. Напротив, жидкость, по крайней мере неосумкованная, имеет возможность свободного перемещения по плевральной полости, и, вследствие силы тяжести, она будет скапливаться в нижней точке. Следовательно, эта нижняя точка может изменяться при перемене положения тела пациента. В этой связи, эффективность дренирования, вероятно, будет в значительной степени зависеть от того, насколько близко или далеко будут расположены дренажные отверстия от уровня жидкости при каком-либо конкретном положении пациента.

Известно, что в норме, «...в париетальной плевре образуется около 100 мл жидкости в час, всасывающая способность висцеральной плевры – до 300 мл в час, поэтому жидкости в плевральной полости практически нет. Жидкость вначале собирается над диафрагмой, приподнимая кверху основание легкого. По мере ее накопления пространство между основанием легкого и куполом диафрагмы становится тесным, выпот заполняет синусы и переходит в паракостальное пространство, образуя типичную физикальную и рентгенологическую картину кривой линии Эллиса–Дамуазо. По мере накопления плеврального выпота линия Эллиса–Дамуазо постепенно укорачивается и может не определяться при тотальном заполнении плевральной полости» [34], [47].

Учитывая вышеизложенные особенности скопления и распределения свободной жидкости в плевральной полости, для уточнения эффективности ее ликвидации в процессе дренирования в зависимости от положения тела пациента проведены 6 анатомических исследований на 3 объектах обоего пола (обе плевральные полости). С учетом специфики поставленной задачи и предполагая отсутствие принципиальных гендерных различий, как и различий между правым и левым гемитораксами, каждую плевральную полость рассматривали в качестве отдельного анатомического объекта, в отношении которого последовательно выполняли исследование в одном из 6 фиксированных положений грудной клетки (горизонтальное, Фовлера, Тренделенбурга, ротация «по часовой стрелке», ротация «против часовой стрелки», прон-позиция), трехкратно повторяя измерения в каждой позиции. Второй, косвенной, задачей эксперимента являлось определение эффективности удаления дренажом жидкости в зависимости от ее количества.

Модель эксперимента. Положение тела объекта исследования «на спине» – горизонтально. Перед началом эксперимента, с помощью портативного аппарата УЗИ оценивали количество жидкости, изначально содержащейся в плевральной полости, или убеждались, что жидкости в ней не содержится. Анатомические объекты с объемом жидкости, превышающим 350 мл, из эксперимента исключали, а при меньшем количестве жидкости,

этот объем учитывали для последующего анализа эффективности дренирования. Далее, с помощью позиционирующего устройства (троакар-адаптер) и применением техники дренирования, изложенной выше в настоящей главе (Раздел 4.1), в плевральную полость через V межреберье по передней подмышечной линии устанавливали две силиконовые дренажные трубки, добиваясь расположения оконечности нижней дренажной трубки в задне-диафрагмальной части плеврального синуса, а верхней – в произвольном месте верхнего этажа соответствующего гемиторакса. Наружные диаметры дренажных трубок были равны внутренним диаметрам браншей позиционирующего устройства, что исключало подсасывание воздуха и создавало требуемый герметизм внутри плевральной полости. Нижняя дренажная трубка, предназначенная для удаления жидкости, содержала два боковых отверстия, равных по калибру торцевому отверстию просвета дренажа; верхняя трубка дополнительных отверстий не имела.

Вначале заливали в плевральную полость через верхнюю силиконовую трубку фиксированное количество жидкости в объеме 350 мл или меньшее количество, если в плевральной полости жидкость изначально содержалась. В любом случае, в плевральной полости суммарно оказывалось 350 мл жидкости. По истечении 10-минутного интервала времени, необходимого для скопления жидкости в нижней (на данный момент) части плевральной полости, верхнюю дренажную трубку пережимали зажимом, а к нижней – подсоединяли вакуум-аспиратор Лавриновича и удаляли жидкость в течение 5 минут с разрежением 20 мм рт. ст., после чего замеряли количество аспирированной жидкости. Для большей объективности полученных результатов исследование на каждом анатомическом объекте проводили трижды: не меняя позиций дренажных трубок, снова заливали то же количество жидкости и производили повторные вакуум-аспирации с фиксацией объема удаленной жидкости. Далее, количество жидкости, вводимой в плевральную полость, увеличивали вдвое, до 700 мл, с повторным выполнением всей последовательности действий и измерений. После этого, объем жидкости увеличивали еще на 300 мл – до 1000 мл, то есть втрое по

сравнению с первой серией измерений. На следующем этапе исследования тому же анатомическому объекту, на котором проводили измерения при горизонтальном положении тела, придавали положение Фовлера, определяя с помощью транспортира угол наклона тела по отношению к горизонтальной поверхности ($10-15^{\circ}$), после чего проводили заполнение плевральной полости, ликвидацию жидкости и замеры аналогичным образом. В третьей части этого анатомического эксперимента телу придавали положение Тренделенбурга, так же отличавшееся от горизонтального на $10-15^{\circ}$, проводили соответствующие измерения. Следующая серия измерений производилась в условиях изменения положения тела в результате ротации вокруг вертикальной оси на $10-15^{\circ}$ от исходного, сначала в сторону «по часовой стрелке», а после – «против часовой стрелки». Поскольку исследования проводили в отношении обеих гемитораксов и в обоих направлениях ротации, то, с целью избегания терминологической неоднозначности, считаем, что другими определениями позиционирования анатомических объектов можно пренебречь. Тем не менее, последующий анализ данных осуществляли отдельно для каждого направления ротации, не делая попытки сопоставить их между собой, но, при этом определяя эффективность аспирации жидкости в этих положениях. Заключительная серия исследований заключалась в придании телу прон-позиции и определении эффективности удаления жидкости плевральным дренажом, установленным в задне-диафрагмальный синус.

Таким образом, условия эксперимента предполагали, что, при фиксированном положении дренажной трубки, количество ликвидированной из плевральной полости жидкости будет зависеть только от соответствующего положения грудной клетки. Также предполагалось, что дренаж, установленный в задне-диафрагмальном синусе, расположен «правильно».

В итоге проведенного исследования получены результаты, представленные в обобщенном виде в таблицах 4.2-4.7. Порядковые номера анатомических объектов, приведенные в этих таблицах для каждого конкретного положения тела, совпадают, что предоставляет возможность проследить динамику эффективности аспирации жидкости у каждого объекта.

Таблица 4.2

Динамика эффективности функции плеврального дренажа в зависимости от количества жидкости при горизонтальном положении грудной клетки

Анатомический объект № 1	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	230	290	270
700	600	600	590
1000	900	860	900
Анатомический объект № 2	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	220	230	260
700	560	590	590
1000	850	870	850
Анатомический объект № 3	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	240	260	230
700	580	590	560
1000	890	930	920
Анатомический объект № 4	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	300	260	270
700	590	590	550
1000	850	860	880
Анатомический объект № 5	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	260	250	230
700	590	600	580
1000	850	900	910
Анатомический объект № 6	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	250	290	300
700	570	560	560
1000	890	910	860

Примечание: значения объема аспирированной жидкости приведены с точностью до 10 мл

Таблица 4.3

Динамика эффективности функции плеврального дренажа в зависимости от количества жидкости в положении Фовлера

Анатомический объект № 1	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	300	290	310
700	660	630	640
1000	930	920	920
Анатомический объект № 2	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	310	300	290
700	660	650	640
1000	920	920	920
Анатомический объект № 3	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	300	280	290
700	640	630	660
1000	920	940	920
Анатомический объект № 4	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	300	290	310
700	650	640	640
1000	930	950	910
Анатомический объект № 5	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	290	300	300
700	660	650	660
1000	950	950	920
Анатомический объект № 6	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	300	290	310
700	640	660	640
1000	920	930	910

Примечание: значения объема аспирированной жидкости приведены с точностью до 10 мл

Таблица 4.4

Динамика эффективности функции плеврального дренажа в зависимости от количества жидкости в положении Тренделенбурга

Анатомический объект № 1	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	90	80	80
700	140	120	100
1000	150	150	140
Анатомический объект № 2	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	90	100	80
700	140	130	100
1000	160	160	160
Анатомический объект № 3	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	90	80	80
700	140	120	120
1000	140	140	160
Анатомический объект № 4	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	80	90	70
700	120	140	140
1000	170	160	170
Анатомический объект № 5	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	80	80	80
700	140	130	110
1000	190	140	170
Анатомический объект № 6	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	70	70	70
700	110	120	140
1000	140	130	180

Примечание: значения объема аспирированной жидкости приведены с точностью до 10 мл

Таблица 4.5

Динамика эффективности функции плеврального дренажа в зависимости от количества жидкости при ротации тела «по часовой стрелке»

Анатомический объект № 1	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	300	260	280
700	630	590	570
1000	870	900	860
Анатомический объект № 2	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	290	260	270
700	570	570	620
1000	880	920	870
Анатомический объект № 3	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	290	260	290
700	610	560	550
1000	920	860	870
Анатомический объект № 4	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	270	250	250
700	550	570	560
1000	920	860	930
Анатомический объект № 5	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	260	240	270
700	580	620	590
1000	850	890	890
Анатомический объект № 6	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	240	240	290
700	580	620	600
1000	910	880	870

Примечание: значения объема аспирированной жидкости приведены с точностью до 10 мл

Таблица 4.6

Динамика эффективности функции плеврального дренажа в зависимости от количества жидкости при ротации тела «против часовой стрелки»

Анатомический объект № 1	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	280	260	260
700	620	570	560
1000	910	900	890
Анатомический объект № 2	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	260	250	270
700	590	610	620
1000	890	920	850
Анатомический объект № 3	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	250	270	290
700	550	570	590
1000	880	870	920
Анатомический объект № 4	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	290	290	290
700	610	590	550
1000	890	930	850
Анатомический объект № 5	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	260	270	260
700	590	580	550
1000	860	900	900
Анатомический объект № 6	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	260	250	260
700	580	570	560
1000	900	850	860

Примечание: значения объема аспирированной жидкости приведены с точностью до 10 мл

Таблица 4.7

Динамика эффективности функции плеврального дренажа в зависимости от количества жидкости в прон-позиции тела

Анатомический объект № 1	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	60	80	80
700	100	80	120
1000	130	120	130
Анатомический объект № 2	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	70	90	80
700	80	90	110
1000	120	150	150
Анатомический объект № 3	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	60	70	70
700	80	120	90
1000	140	140	150
Анатомический объект № 4	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	50	100	90
700	120	80	110
1000	123	130	111
Анатомический объект № 5	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	50	100	80
700	110	90	100
1000	119	129	146
Анатомический объект № 6	Серия измерений		
	1-я	2-я	3-я
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл		
350	80	100	90
700	90	80	110
1000	120	140	120

Примечание: значения объема аспирированной жидкости приведены с точностью до 10 мл

Как следует из данных, представленных в таблицах 4.2-4.7, даже при максимальной стандартизации условий, имелись различия в объеме аспирированной жидкости, от серии к серии эксперимента, что, косвенно, подтверждает, что распространение жидкости в соответствии с законами гравитации может сопровождаться определенными индивидуальными отклонениями, в результате чего уровень жидкости, достигший дренажных отверстий к заданному промежутку времени (в настоящем исследовании – 10 минут), имеет, пусть и клинически не значимые, но все же различия. Еще одним результатом проведенного исследования является тот, что, вне зависимости от количества жидкости, имевшейся в плевральной полости изначально, эффективность ее аспирации, будет определяться исключительно взаиморасположением уровня свободной жидкости и дренажных отверстий. Ни на одном анатомическом объекте и ни в одной из серий не удалось добиться 100% аспирации жидкости: ее остаточное количество колебалось, в зависимости от конкретного положения тела, от 50 мл до почти полного объема.

Анализ вышеприведенных данных позволил прийти к следующим заключениям. Первое и главное: эффективность плеврального дренажа, предназначенного для удаления свободной жидкости, зависит, в том числе, от положения тела пациента. Второе: при фиксированной позиции дренажной трубки (в проведенной серии экспериментов – в заднем плевродиафрагмальном синусе) оптимальным положением тела, обеспечивающим максимально возможное или полное удаление жидкости, является положение Фовлера, с приподнятой на 10-15⁰ головной частью поверхности, на которой расположен пациент. Напротив, некоторые позиции грудной клетки (положение Тренделенбурга, ротация в сторону, противоположную установленному дренажу и, тем более, прон-позиция) могут привести к существенному ограничению возможности удаления свободной жидкости, вплоть до почти полной утраты дренажом своей функции. Это, в свою очередь,

таит в себе потенциальную угрозу диагностических ошибок. Например, у пациента, вынужденно находящегося в прон-позиции, даже при значительном скоплении жидкости в плевральной полости не будет своевременно зафиксировано ее поступления по дренажу и напротив, при возвращении в положение «на спине» может наблюдаться одномоментное заполнение аспирационной системы, что приведет к гипердиагностике интенсивности накопления жидкости. Третье: изначальный объем жидкости в плевральной полости не оказывает значимого влияния на эффективность ее аспирации, во всяком случае, в исследованных пределах (350-1000 мл). Отсюда следует четвертое: повторяемость результатов от серии к серии эксперимента свидетельствует в пользу того, что при фиксированном положении плеврального дренажа объем жидкости, которую возможно аспирировать, является относительно постоянной величиной, зависящей исключительно от взаиморасположения дренажных отверстий и уровня свободной жидкости. Наконец, пятое: применение позиционирующих устройств, в том числе экспериментально апробированного троакара-адаптера, действительно позволяет добиться «правильного» позиционирования плеврального дренажа, в частности, надежно установить его в задне-диафрагмальный синус, что, в свою очередь, приводит к эффективной аспирации жидкости из плевральной полости, хотя, как продемонстрировано в ходе настоящего эксперимента, позиционирование трубки является не единственным фактором, влияющим на успешность функции дренажа.

Проведенный анатомический эксперимент, хоть и осветил некоторые проблемы, связанные с эффективностью функционирования плеврального дренажа в условиях придания телу любого, но, тем не менее, фиксированного положения, не позволил ответить на еще один, не менее важный, вопрос: возможно ли добиться более качественного и полного удаления скопившейся свободной жидкости в результате изменений положения пациента, то есть, иными словами, имеет ли смысл выполнять перепозиционирование туловища, особенно в условиях, когда человек лишен возможности самостоятельных

активных движений. С этой целью, на 4 анатомических объектах проведено исследование, выполняемое по изложенной выше методике, с той разницей, что объекту последовательно придавали различные положения тела, с оценкой дополнительного вклада в объем аспирированной из плевральной полости жидкости в процессе смены позиции грудной клетки. Учитывая результаты предыдущей серии анатомического эксперимента, положение Тренделенбурга и прон-позицию не применяли. Результаты этой части экспериментального исследования представлены в обобщенном виде в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Динамика эффективности функции плеврального дренажа в зависимости от количества жидкости при горизонтальном положении тела

Анатомический объект № 1	Объем аспирированной жидкости, мл			
	Положение объекта			ВСЕГО:
	Горизонтально	Фовлера*	Ротация*	
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл			
350	240	40	20	300
700	570	60	30	660
1000	840	70	20	930
Анатомический объект № 2	Положение объекта			
	Горизонтально	Фовлера*	Ротация*	
	Объем аспирированной жидкости, мл			
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл			
350	260	40	20	320
700	570	50	20	640
1000	840	70	20	930
Анатомический объект № 3	Положение объекта			
	Горизонтально	Фовлера*	Ротация*	
	Объем аспирированной жидкости, мл			
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл			
350	240	40	20	300
700	550	70	30	650
1000	880	50	20	950
Анатомический объект № 4	Положение объекта			
	Горизонтально	Фовлера*	Ротация*	
	Объем аспирированной жидкости, мл			
Изначальный объем жидкости, мл	Объем аспирированной жидкости, мл			
350	240	40	20	300
700	520	70	40	630
1000	830	80	40	950

Примечание: * - указано количество жидкости, дополнительно извлеченное после смены положения тела; значения объемов аспирированной жидкости приведены с точностью до 10 мл;

Анализ проведенных измерений позволяет установить, что при горизонтальном положении тела дренаж, установленный в задне-диафрагмальный синус, обеспечивает удаление приблизительно 80% жидкости, вне зависимости от ее изначального объема (в исследованных пределах 350-1000 мл). Дальнейшее придание телу положения Фовлера позволяет дополнительно аспирировать еще около 10% жидкости, а последующая ротация туловища – около 5% от ее изначального объема. Таким образом, суммарное количество жидкости, ликвидированной из плевральной полости, вплотную приближается к таковому, имевшемуся в ней.

Следует отметить, что некоторым (и весьма существенным) ограничением в интерпретации результатов, полученных в ходе эксперимента, является отсутствие дыхательных движений грудной клетки – диафрагмы и реберного каркаса, моделировать которые не представлялось возможным. Тем не менее, на наш взгляд, то рациональное зерно, которое можно извлечь, заключается в том, что для повышения эффективности функции дренажа в отношении свободной жидкости, содержащейся в плевральной полости, целесообразно активно использовать изменение положения тела пациента. Вероятно, практический интерес может представлять вопрос об определении в динамике эффективности функционирования дренажей в зависимости от положения тела пациента при одновременном дренировании обеих плевральных полостей, в том числе на фоне активной аспирации или работе дренажа по Бюлау, который в настоящем исследовании осуществлен не был.

4.5. Особенности дренирования плевральной полости в условиях локального спаечного процесса.

Возможно, многие хирурги, регулярно выполнявшие дренирование плевральной полости или установку торакопортов в ходе выполнения видеоэндоскопических вмешательств, сталкивались в своей практике с ситуацией, когда, вместо плевральной полости, инструмент, троакар или дренажная трубка проникали в легочную паренхиму. Если не считать

нарушений самой техники дренирования, подобное осложнение практически всегда непосредственно связано со спаечным процессом в плевральной полости. Указаниями на наличие спаечного процесса в плевральной полости являются перенесенные операции на органах средостения, травмы грудной клетки, сопровождающиеся гемопневмотораксом, пневмонии, плевриты, химиолучевая терапия. В связи с этим, большое значение может иметь детальный сбор анамнеза.

На Рисунке 4.4 представлены наблюдения, зарегистрированные в ходе проведения анатомической части настоящего исследования, при которых имел место локальный спаечный процесс в плевральной полости. Если, гипотетически, подобные сращения будут располагаться в месте, предназначенном для установки плеврального дренажа, весьма вероятны технические проблемы.

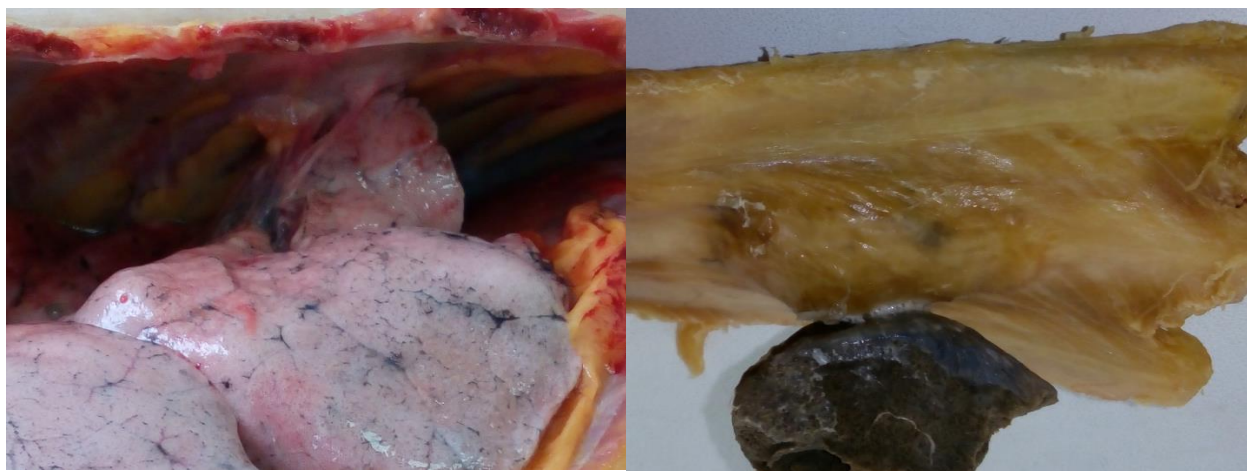


Рисунок 4.4. А: анатомический препарат – легкое плотно спаяно с внутренней поверхностью грудной клетки; Б: анатомический препарат, фиксация в 10% нейтральном формалине – плотная спайка между легким и париетальной плеврой.

В связи с фактом, что до настоящего времени технические аспекты, позволяющие избежать ятрогенных осложнений, вызванных выполнением дренирования в условиях спаечного процесса в плевральной полости в предполагаемой для установки дренажа зоне, практически не изучены, был организован следующий анатомический эксперимент.

Модель эксперимента. После иссечения грудины и хрящевой части, выполняемых в ходе стандартного патологоанатомического исследования, не извлекая органного комплекса, осуществляли визуальный и мануальный контроль состояния обеих плевральных полостей. При обнаружении диффузного или, как минимум, локального спаечного процесса, затрагивающего любую область от IV до VII межреберья по передней, средней или задней аксиллярной линиям грудной клетки, то есть описанную выше «безопасную» зону, анатомический объект считали соответствующим задачам установки плеврального дренажа в этих условиях. Из 96 аутопсий, при проведении которых были выявлены плевральные адгезии, критериям включения в этот раздел исследования соответствовали 6 анатомических объектов (6%) – 3 со спайками в правой плевральной полости, 2 – в левой, 1 – в обеих. Таким образом, были выполнены 7 дренирований плевральной полости через область грудной клетки, в которой легкое было фиксировано к париетальной плевре.

Параллельно, с целью разработки рациональных технических приемов в такой ситуации, были изучены возможности выполнения дренирования плевральной полости путем изменения места проникновения в плевральную полость в «безопасной зоне», но не в V межреберье, а через межреберье, расположенное на одно выше или ниже от изначально определенной точки установки дренажа, а также проксимальнее или дистальнее от нее приблизительно на 5 см. Поэтому анатомический эксперимент предполагал следующую последовательность действий. При обнаружении спаечного процесса в месте, запланированном для проведения дренажа в плевральную полость, сначала осуществляли доступы через участки грудной клетки, отстоящие от нее приблизительно на 5 см вверх, вниз, вправо и влево (Рисунок 4.5), с определением, возникли бы дополнительные сложности при установке дренажа через эти точки, то есть возможно ли обойти участок, вовлеченный в спаечный процесс. Затем выполняли попытку дренирования непосредственно в месте, где легкое было фиксировано спайками к

париетальной плевре.

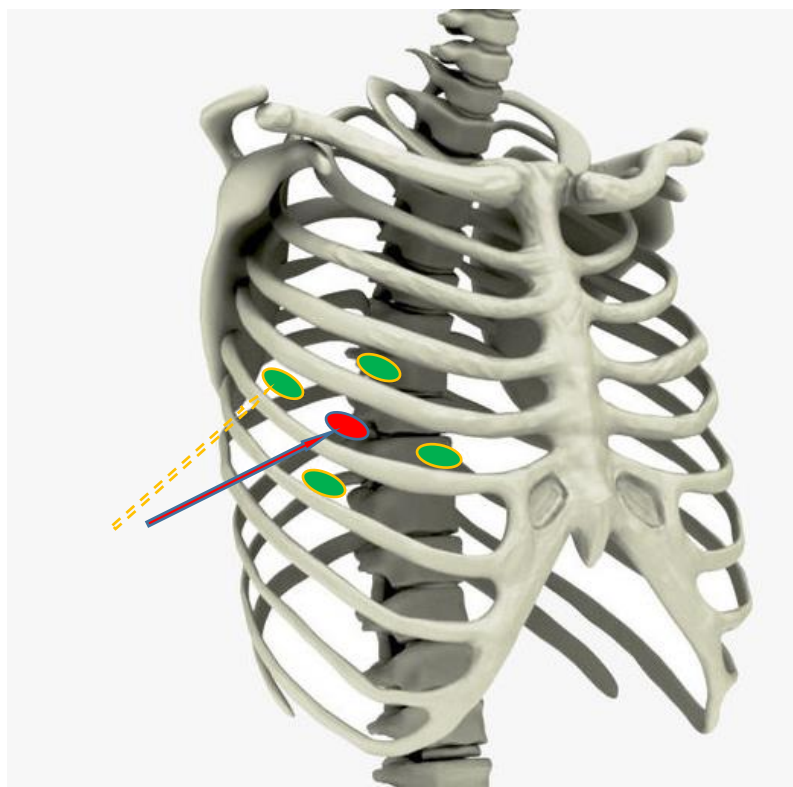


Рисунок 4.5. Схема смещения доступов от изначально запланированной точки установки плеврального дренажа в условиях локального спаечного процесса

Полученные в итоге результаты подтверждают, что вышеобозначенная проблема объективно существует: в двух из семи попыток установки плеврального дренажа через зону, вовлеченную в спаечный процесс, имело место повреждение ткани легкого – в одном наблюдении незначительное, в другом – локальный разрыв на глубину около 2 см. В остальных наблюдениях удалось осуществить пальцевое разделение плевральных сращений в зоне, предназначенной для дренирования, достаточное для установки позиционирующего устройства (троакар-адаптера) и проведения дренажных трубок.

Анализ данных, полученных при изучении возможностей повышения эффективности и безопасности дренирования при смещении места установки плеврального дренажа в сторону, не вовлеченную в процесс адгезии, показал, что, практически во всех наблюдениях удалось добиться безопасного

проникновения в плевральную полость, минуя локальный спаечный процесс, причем независимо от того, в какую сторону производили смещение. Разумеется, при большей выраженности спаечного процесса, затрагивающего более широкие области грудной клетки, к которым может быть фиксировано легкое, эта проблема также может иметь место. Тем не менее, идея смещения точки установки плеврального дренажа при возникновении технических сложностей в изначально выбранном месте дренирования может иметь практический смысл.

Таким образом, с учетом результатов проведенного анатомического исследования, с целью профилактики ятрогенных осложнений в процессе установки дренажа в плевральную полость целесообразно применение следующей хирургической техники.

На наш взгляд, имеет смысл всегда разделять этапы рассечения мягких тканей – кожи, подкожной клетчатки, межреберных мышц и собственно плевры, вне зависимости от того, имеются ли адгезии в «зоне интереса», предполагается ли их наличие или спайки отсутствуют. После достижения плевры, еще до ее рассечения и без проникновения в плевральную полость, обязательным элементом является визуальный контроль взаимоотношений с этой областью подлежащего легкого. Далее, следует надсечь листок плевры, а затем – выполнить попытку пальцевого входа и последующую пальцевую ревизию подлежащих тканей. Палец, в отличие инструмента, обладает тактильной чувствительностью и к тому же способен осуществить менее травмирующие манипуляции. В зависимости от возможности пальцевого разделения спаек, которое, в свою очередь, зависит от их плотности и распространенности, следует обеспечить тщательное и бережное освобождение легкого от париетальной плевры. При невозможности установить дренаж в изначально предполагавшейся зоне, следует, с учетом результатов пальцевой ревизии, сместить место проникновения в плевральную полость на, как минимум, 5 см в сторону меньшего вовлечения ткани легкого в процесс адгезии – на одно межреберье выше или ниже,

проксимальнее или дистальнее, после чего, повторив всю вышеизложенную последовательность действий, выполнить дренирование.

По-прежнему считаем, что, в отсутствие четких указаний на возможность наличия локального спаечного процесса в участке грудной клетки, соответствующем «безопасной зоне» в V межреберье, первоначальная попытка установки дренажа должна осуществляться именно через эту зону. Однако, если возникают технические сложности, следует сместить место проникновения в плевральную полость в любом направлении приблизительно на 5 см. С учетом имеющегося патологического субстрата (свободной жидкости), в связи с которым выполняется дренирование, вероятно, более предпочтительными направлениями подобного смещения будут одно-два межреберья ниже, а при невозможности – проксимальнее и дистальнее. Практический опыт показывает, что этого в большинстве случаев оказывается достаточным для того чтобы избежать ятрогенных осложнений.

ГЛАВА V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУДНОЙ КЛЕТКИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ

Значительная частота неудач в процессе дренирования плевральной полости (в среднем 38%, от 24 до 54% [185]) связана, в частности, с тем, что не всегда учитывается толщина подкожножировой клетчатки (ПЖК) пациента [166]. Соответственно, «стандартная длина 5-см ангиокатетера, рекомендуемого для выполнения декомпрессии во II межреберном промежутке рядом руководств (Например, The Advanced Trauma Life Support guideline [280], соответствующими документами в Японии и других странах) не обеспечивает надежного проникновения в плевральную полость» [294]. К аналогичному заключению пришли Mclean A. et al. (2005) [211], показавшие, что канюля 14 G длиной внутрисветовой части 4,5 см, как правило применяемая в Великобритании для выполнения декомпрессии по методике Сельдингера, не может достичь плеврального пространства от 4 до 100% пациентов.

Основываясь на данных, собранных Chen J et al [97], обобщающих опыт Медицинского корпуса Сил обороны Израиля (IDF-МС) за период 1997-2012 гг., учитывая опасения относительно эффективности стандартных устройств, предназначенных для торакостомии, было показано преимущество более длинных, широких и прочных катетеров для дренирования плевральной полости.

К сходным выводам пришли и Goh S et al [134], которые, базируясь на результатах лечения 593 субъектов, включенных в Азиатский регистр травмы, проводили измерения грудной стенки при компьютерной томографии. Были выполнены четыре измерения толщины тканей грудной стенки от поверхностного слоя кожи грудной стенки до плевральной полости с обеих сторон: во II межреберье по среднеключичной линии и в V межреберье по средне-подмышечной линии. Авторы показали, что, при переднем доступе,

применяя катетер длиной 5 см, адекватное дренирование плевральной полости может быть достигнуто у 78,8% пациентов по сравнению с 98,2% при использовании катетера 7 см. Аналогично, при латеральном доступе дренирование будет адекватным у 88,2% при использовании катетера 5 см по сравнению с 98,5% с катетером 7 см. Таким образом, применение бокового доступа (а не переднего), так же как и более длинного катетера, с большей вероятностью будет успешным при декомпрессии плевральной полости с целью ликвидации напряженного пневмоторакса. Также было отмечено, что высокий ИМТ является независимым предиктором неудачи при торакостомии, особенно для переднего доступа по сравнению с латеральным.

Следует подчеркнуть, что приведенные выше публикации не являются единичными. Так, в исследовании Akoglu EU et al. [69], в которое были включены 4204 пациента с травмой грудной клетки, продемонстрировано, что применение катетера длиной 5 см вряд ли сможет обеспечить доступ к плевральной полости у, по крайней мере, 1/3 женщин и 1/10 мужчин, независимо от места пункции. Также подчеркивается, что предпочтительным вариантом выбора точки дренирования грудной клетки является именно V межреберье.

Весьма интересным представляется исследование, проведенное Boyle MJ et al, косвенно обозначающее глубину обозначенной проблемы, сутью которого было изучение вопроса, насколько реалистично отражают процесс дренирования манекены, предназначенные для обучения хирургов [89]. Было проведено измерение «мягких тканей» манекена, которое сопоставлено с данными 4461 пациента. Продемонстрировано, что ни один из манекенов (различных компаний-производителей) не обеспечивает аккуратной репрезентации мягких тканей в месте установки плеврального дренажа и, таким образом, не способен предоставить реально необходимый практический опыт.

В исследовании, проведенном, Powers WF et al [247], произведена попытка связать требуемую длину внутриплевральной части катетера,

предназначенного для декомпрессии по поводу напряженного пневмоторакса, с росто-весовыми характеристиками пациента и его индексом массы тела (ИМТ); было установлено, что средняя толщина мягких тканей составила 6,3 см. Одним из выводов, к которым пришли авторы, был тот, что увеличение ИМТ напрямую связано с увеличением толщины тканей грудной клетки и что эта информация может быть использована для быстрого выбора иглы подходящей длины для торакастомии.

Были предприняты специальные исследования, направленные на измерение толщины ПЖК с помощью КТ или ультразвука, (например, [130]). Частным выводом, правда с низким уровнем доказательности, также явилось заключение о целесообразности выполнения плеврального дренирования в проекции V межреберного промежутка по передней или средней подмышечным линиям. Однако выраженность ПЖК является далеко не единственным фактором, влияющим на успешность дренирования. Так, для нормального функционирования плеврального дренажа необходимо, чтобы он располагался в непосредственной близости от патологического субстрата, потребовавшего выполнения дренирования, то есть в апексе плевральной полости (для удаления воздуха) или в плевральном синусе (при гидротораксе). При этом, как отмечалось ранее (Главы II, IV), нередки ситуации, когда дренажная трубка, в результате сопротивления окружающих тканей, может изменить свое направление и, в итоге, оказаться вдалеке от предполагаемой зоны дренирования. В значительной степени, подобное нежелательное явление вызвано методологией дренирования: хирург изначально устанавливает дренажную трубку в плевральную полость через межреберный промежуток, действуя в направлении, перпендикулярном поверхности грудной клетки, а затем, с помощью корнцанга или зажима, пытается изменить траекторию трубки вверх или вниз; далее, после извлечения инструмента, продолжается заглубление трубки в плевральную полость, уже вслепую, причем, как правило, без контроля длины ее внутривплевральной части, которая может оказаться избыточной, что приводит к смещению дренажа от

запланированного направления или перегибу (Рисунок 5.1).

В этой связи, полезной может оказаться информация не только о толщине мягких тканей в области установки плеврального дренажа, но и о расстояниях, а также углах между местом установки дренажа и апикальной частью грудной клетки или плевральным синусом.

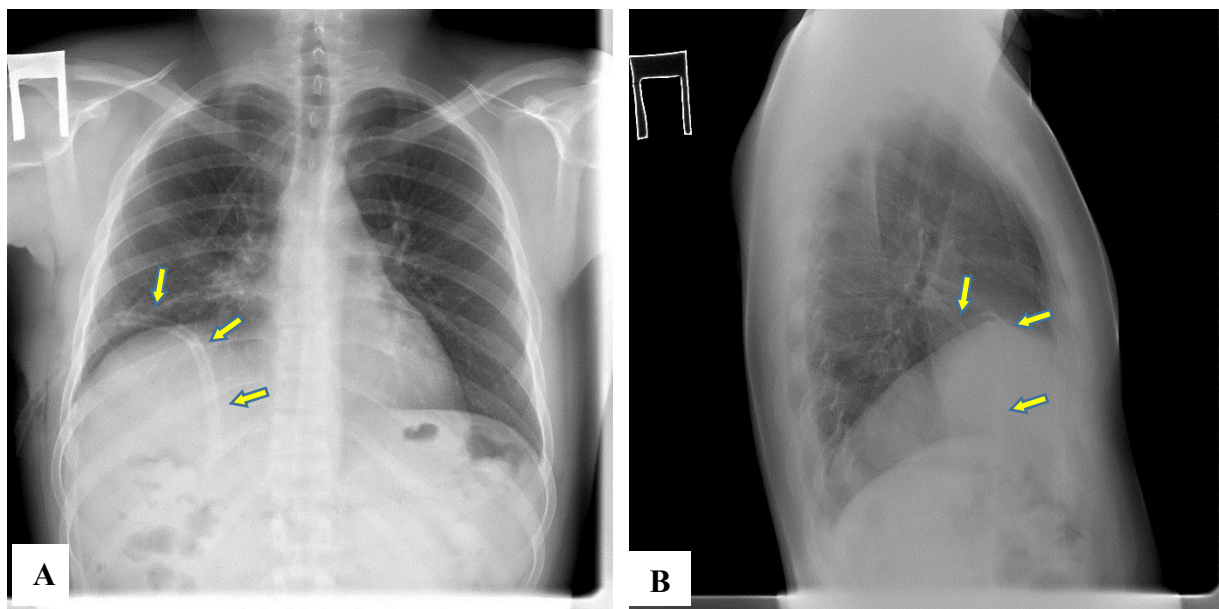


Рисунок 5.1. Рентгенограмма (собственное наблюдение, фото из рентгенологического архива ЦВКГ им. П.В. Мандрыка). Пример неправильного позиционирования дренажной трубки в плевральной полости: А. – прямая проекция, В. – боковая проекция; стрелками обозначен ход дренажа, предназначенного для установки в правый плевральный синус, располагающегося ближе к перикардиальной поверхности и не выполняющего своей функции.

Исходя из концепции оптимального места дренирования в V межреберье, эмпирически, расстояние от поверхности кожи до оконечности дренажной трубки должно быть около 15-20 см, а угол (по отношению к оси вкола) – составлять около 120° для дренажа к апексу и $80-90^{\circ}$ – для дренажа к синусу. Следует отметить, что изучение доступной литературы не позволило найти соответствующие сведения, поскольку до настоящего времени практически не проводилось научных исследований, посвященных анализу на основе данных КТ индивидуальных особенностей строения грудной клетки пациента и соответствующих внутриплевральных топографоанатомических

взаимоотношений, способных повлиять на эффективность дренирования плевральной полости.

Учитывая вышеизложенные соображения, задачей данного раздела исследования явилось обоснование целесообразности измерения параметров, полученных при выполнении КТ органов грудной клетки, способных повлиять на эффективность установки плеврального дренажа.

Для уточнения интересующих показателей было проведено исследование серии из 60 компьютерных томограмм, рандомизированно выбранных из рентгенологического архива базы данных ЦВКГ им. П.В. Мандрыка. Подобная рандомизация преследовала интуитивно понятную цель: определить, насколько «универсальным» является способ дренирования в V межреберье, в том числе с помощью позиционирующих устройств, у пациентов, имеющих различные конституциональные параметры.

С целью учета возможного влияния на результат возрастно-половых и конституциональных факторов, была осуществлена рандомизация компьютерных томограмм из рентгенологического архива госпиталя с помощью генератора случайных чисел, посредством которого сначала выбирали год и месяц выполнения КТ в промежутке январь 2010-декабрь 2019 гг., а затем – порядковый номер исследования в этом году. Критериями исключения были ранее выполненные оперативные вмешательства на органах грудной клетки, однако предварительный скрининг не выявил пациентов, соответствующих этим критериям, и, таким образом, все 60 пациентов были включены в итоговый анализ.

Обязательным условием для было представительство на КТ всех типов конституции пациента (нормо-, гипер-, астенический), и, соответственно, выраженность мягких тканей в данном межреберном промежутке. Поэтому предварительно отобранные 60 КТ, также с помощью генератора случайных чисел, были произвольно разделены на 3 подгруппы по 20 человек, каждая из которых проверена на нормальность распределения внутри группы, а группы – сравнены между собой по показателям возраста, пола и

конституционального типа. Данные рандомизации представлены в Таблице 5.1, а статистическая значимость внутри- и межгрупповых различий – в Таблице 5.2.

Таблица 5.1

Данные рандомизации пациентов из архива КТ по демографическим показателям и типу конституции

	Возраст, М±σ	Пол м/ж (33/27)	Тип конституции, абс. (%)		
			Астенический (n=19)	Нормостенический (n=19)	Гиперстенический (n=22)
Подгруппа 1 (n=20)	64±14	12/8	7 (35)	7 (35)	6 (30)
Подгруппа 2 (n=20)	61±11	11/9	5 (25)	6 (30)	9 (45)
Подгруппа 3 (n=20)	65±14	12/8	7 (35)	6 (30)	7 (35)

Таблица 5.2

Статистическая значимость различий (p)
между сравниваемыми подгруппами пациентов

	Подгруппа 1	Подгруппа 2	Подгруппа 3
Подгруппа 1	-	0,47	0,59
Подгруппа 2	0,47	-	0,85
Подгруппа 3	0,59	0,85	-

Результаты, представленные в Таблицах 5.1 и 5.2, показывают, что разброс значений внутри каждой подгруппы, так же, как и различия между подгруппами, не достигали уровня статистической значимости и, следовательно, рандомизированно выбранные первичные данные были пригодны для последующего анализа интересующих параметров.

Средний возраст пациентов >60 лет, так же, как и некоторое преобладание людей с гиперстеническим типом конституции, а также мужчин в исследованной серии КТ, вероятно, обусловлены особенностями контингента пациентов, проходящих обследование и лечение в госпитале.

Измерения проводили в прямой проекции КТ на срезе, соответствующем средней подмышечной линии. Все измерения выполняли с обеих сторон грудной клетки – справа и слева. Гипотетической точкой установки плеврального дренажа считали поверхность кожи в V межреберном промежутке. В качестве параметров грудной клетки, способных повлиять на результаты дренирования плевральной полости, при выполнении измерений

по данным КТ, выбраны: толщина ПЖК, расстояния и углы к апексу плевральной полости и плевральному синусу. Также в анализ включен ранее не применявшийся показатель, косвенно характеризующий форму грудной клетки: отношение высоты плевральной полости (расстояние между апексом и синусом) к ширине плевральной полости, измеренной на уровне плевральных синусов. Мы обозначили этот показатель как коэффициент $K_{в/ш}$. Дополнительной косвенной целью применения анализа данного коэффициента было определение взаимосвязи между формой грудной клетки и развитостью мягких тканей (толщиной ПЖК) в зоне, запланированной для дренирования плевральной полости.

Методика измерения параметров грудной клетки, способных повлиять на технические аспекты дренирования плевральной полости, представлена на Рисунке 5.2. Вычисленные значения расстояний округляли с точностью до 0,5 см, значения углов – с точностью до градуса.

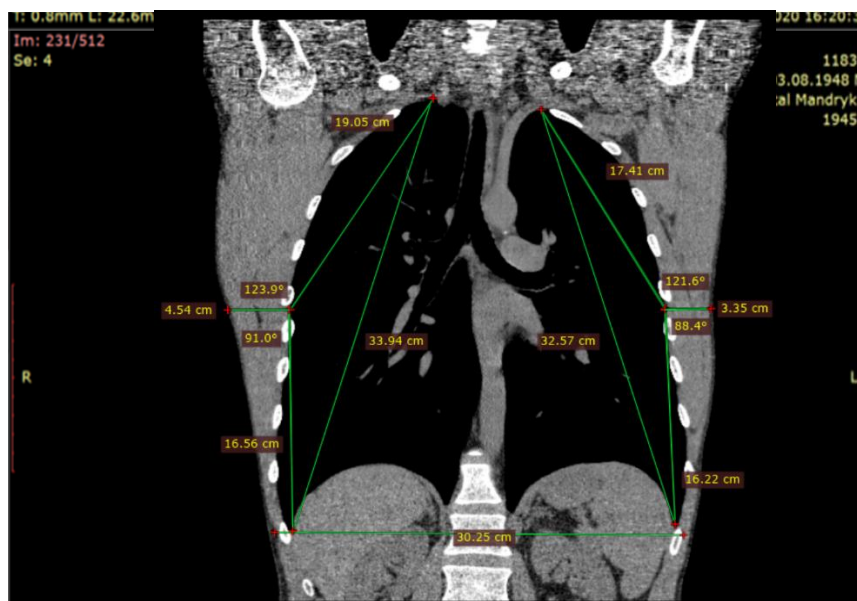


Рисунок 5.2. (Собственное наблюдение, фото из рентгенологического архива ЦВКГ им. П.В. Мандрыка): КТ органов грудной клетки (прямая проекция, срез на уровне, соответствующем передней подмышечной линии) с измеренными толщиной ПЖК, расстояниями и углами от точки вкола до апексов и синусов, высотой и шириной грудной клетки.

В Таблицах 5.3-5.6 представлены результаты измерений, выполненных с помощью программного аппарата, входящего в пакет прикладных программ

для компьютерной томографии, толщины ПЖК в проекции V межреберья по средней подмышечной линии, расстояний и углов до плевральных апексов и синусов, а также расчет соотношения высоты и ширины грудной клетки, вычисленный с помощью коэффициента $K_{в/ш}$.

Таблица 5.3

Толщина ПЖК в V межреберье по средней подмышечной линии, см

	Правая плевральная полость	Левая плевральная полость	Различия между левой и правой сторонами (p), стьюдент тест
M ±σ	5,5±1,5	5,4±1,6	0,781
Медиана	5,6	5,5	
Min	1,5	1,5	
Max	9	8,5	
1-3 кватили	4,5-6,5	4,5-6,5	

Таблица 5.4

Расстояния от точки входа в плевральную полость в V межреберье до апекса грудной клетки и плеврального синуса, см

	Правая плевральная полость	Левая плевральная полость	Различия между левой и правой сторонами (p), стьюдент тест
к плевральному апексу			
M ±σ	14,7±1,6	14,5±1,6	0,962
Медиана	14,6	14,5	
Min	11	12	
Max	19	18	
1-3 кватили	13,5-15,5	13,0-15,5	
к плевральному синусу			
M ±σ	12,3±2,8	13,4±2,8	0,958
Медиана	12,4	13,4	
Min	6,5	6,5	
Max	17	18,5	
1-3 кватили	10,0-15,0	11,5-15,5	

Таблица 5.5

Углы от точки входа в плевральную полость в V межреберье до апекса грудной клетки и плеврального синуса, градусов

	Правая плевральная полость	Левая плевральная полость	Различия между левой и правой сторонами (p), стьюдент тест
к плевральному апексу			
M ±σ	129 ± 4	128±4	0,861
Медиана	128	128	
Min	115	116	
Max	137	137	
1-3 кватили	126-132	125-130	

	Правая плевральная полость	Левая плевральная полость	Различия между левой и правой сторонами (p), стьюдент тест
к плевральному синусу			
M ±σ	81±5,0	82±4,5	0,568
Медиана	82	82	
Min	72	74	
Max	91	94	
1-3 квантили	77-85	80-85	

Таблица 5.6

Фиксируемые параметры высоты и ширины плевральной полости, их соотношение (коэффициент $K_{в/ш}$)

	Высота плевральной полости, см*	Ширина плевральной полости на уровне синусов, см	Коэффициент $K_{в/ш}$
M±σ	27±3,0	31±2,0	0,87±0,11
Медиана	27	31	0,87
Min	21	26	0,69
Max	33	35	1,09
1-3 квантили	25-29	30-33	0,78-0,94

* Различия в высоте правой/левой плевральной полости статистически не значимы ($p=0,985$), в связи с чем значения показателей объединены.

Как следует из полученных результатов, не выявлено значимой разницы между правой и левой половинами грудной клетки ни по одному из исследуемых показателей – толщине ПЖК в проекции V межреберья по средней подмышечной линии ($p=0,781$); расстояниях к апексу плевральной полости и плевральному синусу ($p=0,962$ и $0,958$, соответственно); углах к апексу и синусу ($p=0,861$ и $0,568$).

Толщина мягких тканей от поверхности кожи до плевральной полости варьировала в пределах от 1,5 до 9 см, однако не имела прямой линейной зависимости от типа конституции пациента (коэффициент корреляции $R=-0,38$): средняя величина ПЖК для лиц с астенической конституцией составила 3,9 см, для нормостеников – 5,4 см, для гиперстеников – 6,4 см. При этом 8 (42%) из 19 представителей нормостенической конституции имели слой ПЖК, более развитый, по сравнению со средними значениями, и напротив, у 9 (40%) из 22 человек, отнесенных к гиперстеническому типу, наблюдалась ПЖК,

менее выраженная, по сравнению со средними значениями. Как правило, толщина ПЖК различалась незначительно между правым и левым гемитораксом, тем не менее в 6 (10%) наблюдениях разница составляла более 1,5 см, а в 2 (3%) из них – достигала 2,5 см.

Расстояния от точки вкола в V межреберье до правого и левого апекса приблизительно одинаковые и составляли, в среднем 14,5 см. Разница в величине расстояния от точки вкола до апекса между отдельными пациентами оказалась более значительной: этот показатель варьировал от 11 до 19 см. Расстояния от точки вкола в V межреберье до правого и левого плеврального синуса также были приблизительно одинаковые, в среднем 12,5-13,5 см, однако между отдельными пациентами различались в еще большей степени по сравнению с аналогичными показателями, вычисленными для апекса (от 6,5 до 17 см), то есть почти втрое. При этом, что может иметь важное практическое значение, в большинстве наблюдений – 42 (70%) – расстояние до апекса незначительно превосходило соответствующий показатель до синуса, еще у 10 пациентов (17%) расстояния приблизительно совпадали, но у 8 человек (13%) синус оказывался расположенным гораздо ближе к точке вкола, чем апекс (максимальная разница достигала 10 см! (Рисунок 5.3)).

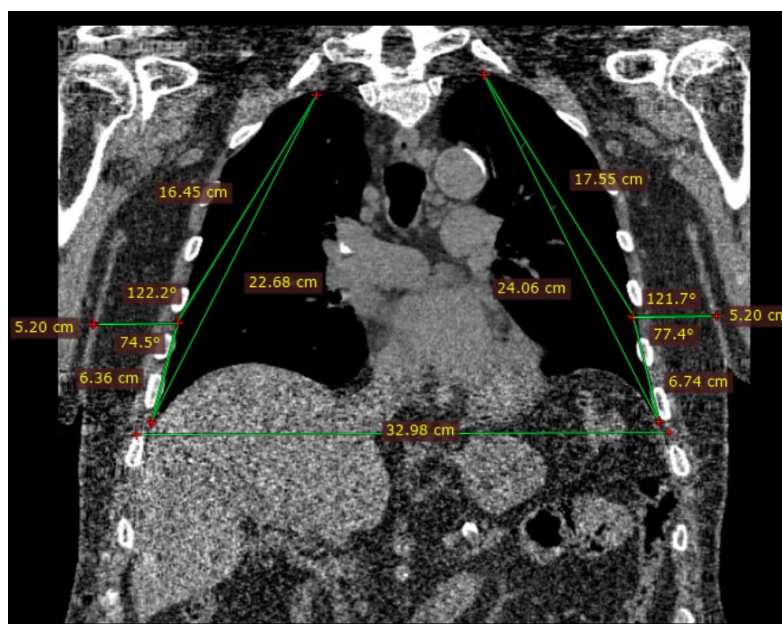


Рисунок 5.3. Расстояние от гипотетической точки вкола до правого/левого апексов: 16,5/17,5 см; расстояние до правого/левого синусов 6,4/6,7 см.

Подобные находки означают, что, помимо дополнительной опасности выполнения дренирования в VII межреберье у ряда пациентов, даже при установке дренажной трубки через V межреберный промежуток, дренирование плеврального синуса является более сложной технической манипуляцией.

Углы между гипотетической точкой вхождения дренажа в плевральную полость в проекции V межреберья и апексом и плевральным синусом также имели примерно одинаковые величины для правой и левой сторон грудной клетки, составляя, в среднем, $129 \pm 4^{\circ}$ к апексу и $81 \pm 5^{\circ}$ к плевральному синусу. Аналогично результатам, полученным при измерении расстояний, между отдельными пациентами наблюдались значительные вариации исследуемых углов: от 115 до 137° к апексу и от 72 до 91° к синусу. Корреляционный анализ зависимости величины углов от типа телосложения пациента продемонстрировал отсутствие такой зависимости, как в отношении апекса ($R=0,15$), так и синуса ($R=0,07$). Тем не менее, можно констатировать, что угол к апексу плевральной полости – всегда тупой, а к плевральному синусу – всегда острый. Это, в свою очередь, означает, что дренирование плеврального синуса – технически сложнее, чем апекса.

Исходя из проведенных измерений расстояний и углов, характеризующих индивидуальные особенности строения грудной клетки, возможно сформулировать следующие заключения.

1. Дренирование апекса, в соответствии с вычисленными значениями расстояний и углов, не должно сопровождаться дополнительными техническими трудностями при установке дренажной трубки через V межреберный промежуток.

2. Чем меньше расстояние до плеврального синуса, тем сложнее завести в него дренаж; чем острее угол к синусу, тем сложнее завести в него дренаж. Сочетание обоих этих параметров увеличивает технические сложности, причем не пропорционально, а в большей степени, чем каждый из этих параметров по отдельности.

Примечательно, что эти заключения вполне соответствуют результатам, полученным при выполнении анатомического эксперимента (Глава IV), где наибольшая частота неправильного позиционирования трубки отмечена при дренировании нижнего этажа плевральной полости – синусов.

Применительно к дренированию плевральной полости, в клинической практике могут встретиться различные ситуации. Например, для пациента с параметрами грудной клетки, соответствующими представленным на Рисунке 5.4, дренирование как верхнего, так и нижнего этажей плевральной полости не должно сопровождаться дополнительными техническими затруднениями: у него имеется тип нормостенический тип конституции, долихоморфный тип грудной клетки, $K_{в/ш}=1,1$; широкие межреберные промежутки; плевральный синус соответствует IX межреберью; расстояние от гипотетической точки вкола до правого/левого апексов: 15/15 см; расстояние до правого/левого синусов 16,5/17,5 см; углы к правому/левому апексам: $125/124^\circ$, к правому/левому синусам $80/82^\circ$.

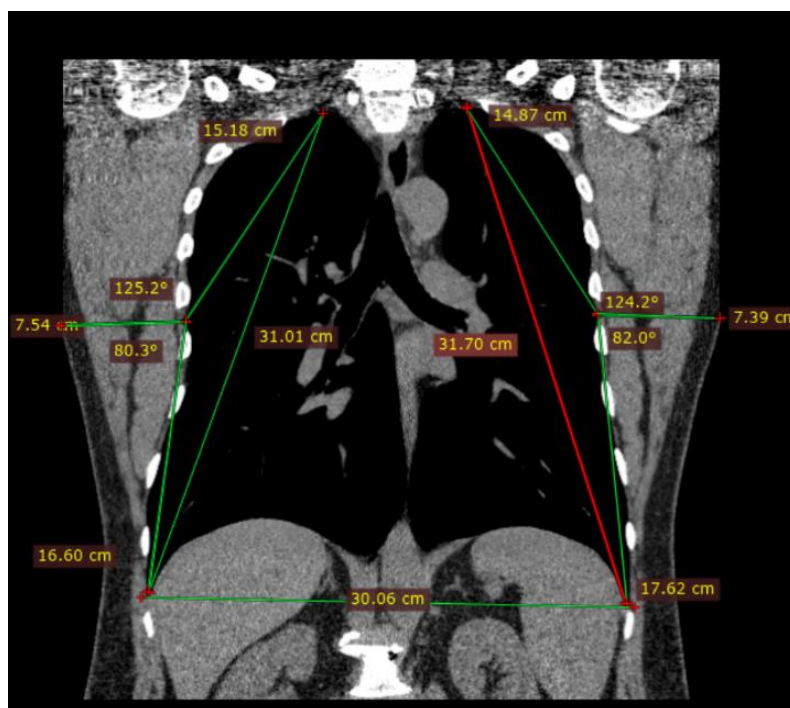


Рисунок 5.4. Пример относительно простых (с технической точки зрения для дренирования плевральной полости) топографоанатомических характеристик грудной клетки при нормостеническом типе конституции: долихоморфный тип грудной клетки, $K_{в/ш}=1,1$; широкие межреберные промежутки; плевральный синус соответствует IX межреберью.

Маловероятны дополнительные технические проблемы, связанные с особенностями строения грудной клетки и при астеническом типе конституции (Рисунок 5.5). Примечательно, что у данного пациента имеются узкие межреберные промежутки в проекции гипотетической точки установки плеврального дренажа, что не характерно для такого типа телосложения (но является дополнительным косвенным аргументом в пользу целесообразности выполнения КТ, предоставляющей возможность установить этот факт).

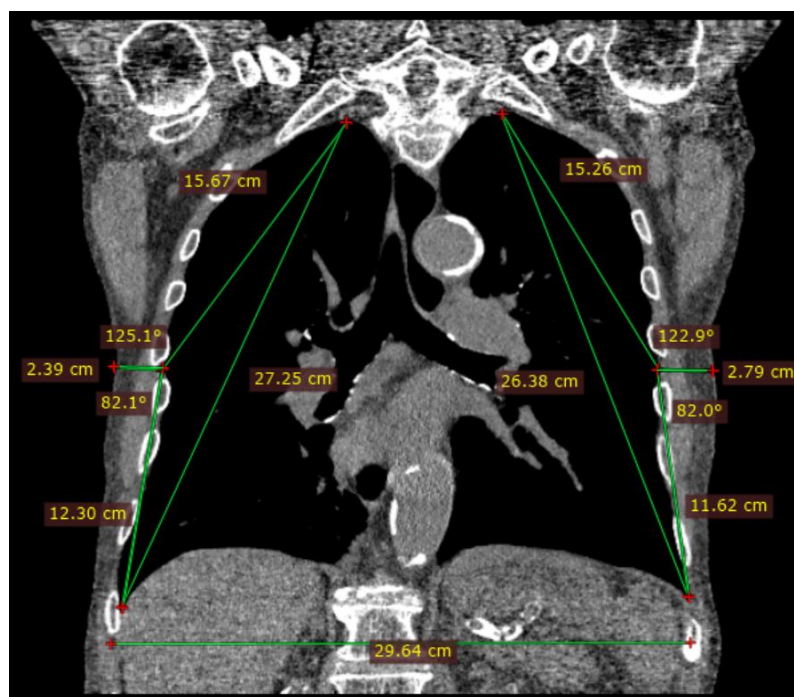


Рисунок 5.5. Пример относительно простых (с технической точки зрения для дренирования плевральной полости) топографоанатомических характеристик грудной клетки при астеническом типе конституции: толщина ПЖК справа/слева 2,5/3 см; долихоморфный тип грудной клетки, $K_{в/ш}=0,93$; плевральный синус соответствует IX ребру; расстояние от гипотетической точки вкола до правого/левого апексов: 15,5/15 см; расстояние до правого/левого синусов 12,5/11,5 см; углы к правому/левому апексам: $125/123^{\circ}$, к правому/левому синусам $82/82^{\circ}$.

Относительно простыми (в аспекте плеврального дренирования) топографо-анатомическими взаимоотношениями может сопровождаться и гиперстенический тип конституции с выраженной толщиной ПЖК, но при долихоморфном типе конституции; в этом случае дополнительных технических сложностей при дренировании плевральной полости возникать

не должно. Более того, даже у пациентов с брахихоморфным типом грудной клетки (соответствует отношению В/Ш грудной клетки, приближающимся к 1 или даже превышающему 1) иногда возможно сочетание параметров, не затрудняющих правильное позиционирование плевральных дренажей, как например, у пациента, КТ которого представлена на Рисунке 5.6: толщина ПЖК 7,5/7 см; межреберные промежутки широкие; плевральный синус соответствует IX ребру; расстояние от гипотетической точки вкола до правого/левого апексов: 13,5/13,5 см; расстояние до правого/левого синусов 13/12,5 см; углы к правому/левому апексам: 128/129°, к правому/левому синусам 79/78°

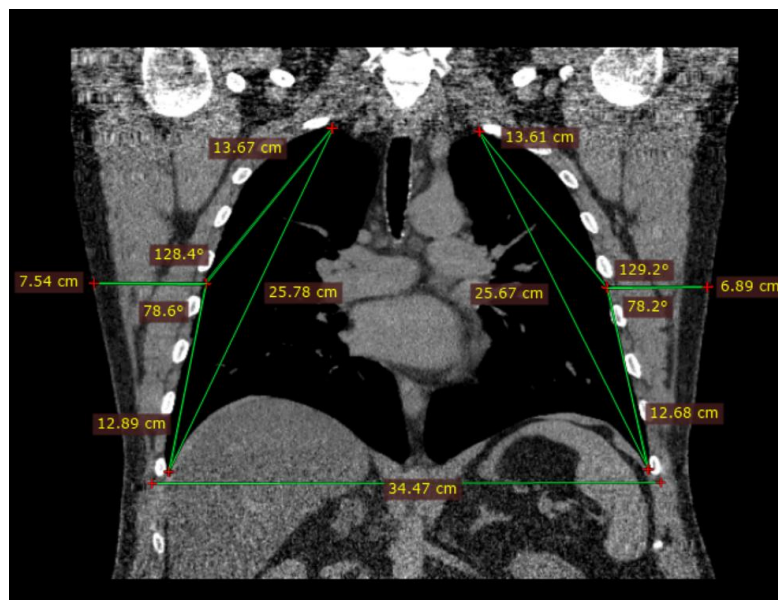


Рисунок 5.6. Пример относительно простых (с технической точки зрения для дренирования плевральной полости) топографоанатомических характеристик грудной клетки при гиперстеническом типе конституции: брахиморфный тип грудной клетки, $K_{в/ш}=0,74$; толщина ПЖК справа/слева 7,5/7 см; широкие межреберные промежутки; плевральный синус соответствует IX ребру.

Наиболее сложной, с технической точки зрения, может оказаться гиперстеническая конституция пациента с высоким индексом массы тела и, соответственно, выраженной толщиной ПЖК, сочетающаяся с брахиморфным типом грудной клетки (соответствует коэффициенту $K_{в/ш} \leq 0,8$), высоким расположением плеврального синуса, в результате чего значительно сокращается расстояние между ним и точкой вкола, и, особенно, при

выраженном остром угле к синусу (менее 75°). Как правило, такой тип телосложения сопровождается наличием узких межреберных промежутков, что может затруднить или сделать даже невозможным проведение дренажной трубки в требуемом направлении с помощью корнцанга, опирающегося на ребра. Пример подобных топографоанатомических взаимоотношений органов грудной клетки представлен на Рисунке 5.7.

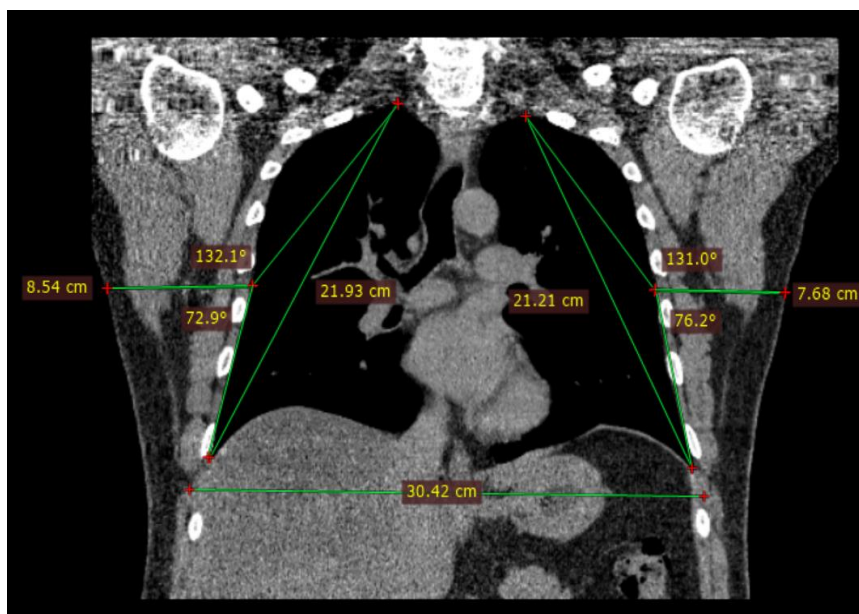


Рисунок 5.7. КТ. Пример сложных (с технической точки зрения для дренирования плевральной полости) топографоанатомических характеристик грудной клетки: гиперстенический тип конституции, брахиморфный тип грудной клетки, $K_{в/ш}=0,73$; толщина ПЖК справа/слева 8,5/7,5 см; узкие межреберные промежутки; плевральный синус соответствует VIII ребру; расстояние от гипотетической точки вкола до правого/левого апексов: 13/13,5 см; расстояние до правого/левого синусов 9/8,5 см; углы к правому/левому апексам: $132/131^{\circ}$; к правому/левому синусам – $73/76^{\circ}$.

На наш взгляд, основным мотивом для проведения вышеизложенных измерений, отражающих топографоанатомические характеристики грудной клетки и плевральной полости, является прогнозирование длины дренажной трубки. Расчетная длина дренажа от поверхности кожи до зоны патологического субстрата должна складываться из: 1. толщины ПЖК и тканей межреберья; 2. расстояния до апекса (при пневмотораксе) или синуса (при гидротораксе); 3. длины изогнутого участка трубки между точкой проникновения в плевральную полость и частью трубки, когда она обретает

почти прямолинейное направление к патологическому субстрату (например, при использовании для дренирования позиционирующего устройства, она соответствует его кривизне). При этом первый и второй компоненты этой «триады» соответствуют результатам измерений по данным КТ, а последний – можно принять за константу (принимая во внимание, что для того чтобы избежать перегиба дренажной трубки, радиус кривизны должен составлять не менее 3 диаметров, для силиконовой трубки 32 F длина этого участка будет около 6 см, а для трубки 14 F, соответственно 4 см). На основании суммирования значений этих трех компонентов можно предположить, что длина дренажа от поверхности кожи до его оконечности должна составлять, в среднем, 22-24 см. В проведенной серии из 60 исследований разброс значений гипотетической длины дренажа между конкретными пациентами оказался в достаточной степени выраженным, составляя от 18 до 28 см к апексу, и от 17 до 29 см к плевральному синусу. Это, в свою очередь, означает, что, ориентируясь только на средние значения длины дренажной трубки, весьма вероятно, что в отдельных случаях, оконечность дренажа может оказаться вдалеке от патологического субстрата (при слишком коротком, для данного пациента, дренаже) или, даже оказавшись в требуемой для дренирования зоне, сопровождаться перегибом трубки (при чрезмерной ее длине). В обоих случаях дренаж будет не способен нормально функционировать. Разумеется, обязательным диагностическим элементом после дренирования плевральной полости является контрольная рентгенография, в ходе которой эти нежелательные явления могут быть распознаны. Однако, выполнив предварительные простые расчеты, основанные на полученных измерениях КТ, хирург может заподозрить неправильное позиционирование трубки уже непосредственно в процессе установки плеврального дренажа и выполнить корректирующие действия еще до рентгенологического контроля.

Весьма полезным может оказаться проведение измерения топографоанатомических взаимоотношений грудной клетки при деформации костного скелета, например, при выраженном сколиозе (Рисунок 5.8). В этом

случае, при необходимости выполнения дренирования плевральной полости со стороны кифоза позвоночника, расстояния, соответствующие оптимальным для данного пациента значениям, будут существенно отличаться от «среднестатистических», а угол к плевральному синусу не будет отражать истинные значения, поскольку дренажу также потребуется преодолеть изгиб ребер внутри грудной клетки (обозначенный на Рисунке 5.8 овалом желтого цвета).

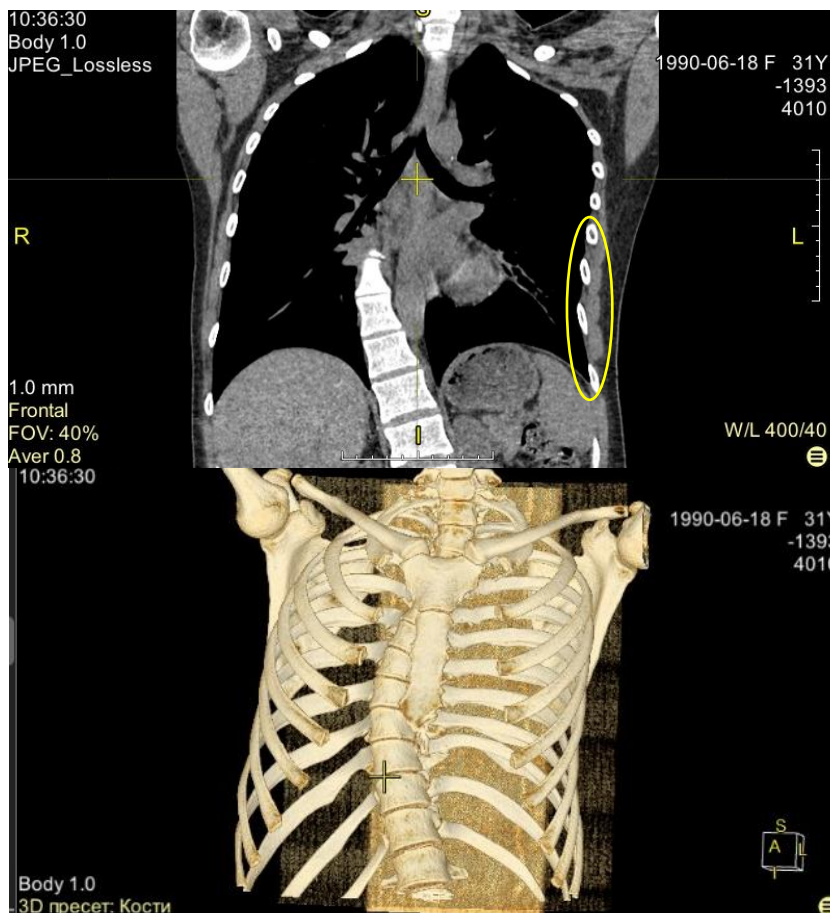


Рисунок 5.8. КТ (срез на уровне карины трахеи) и 3D-реконструкция. Пример сложных (с технической точки зрения для дренирования плевральной полости) топографоанатомических характеристик грудной клетки: кифосколиоз; астенический тип конституции, толщина ПЖК справа/слева 3,2/3,5 см; плевральный синус соответствует IX ребру; расстояние от гипотетической точки вкола до правого/левого апексов: 23/17,5 см; расстояние до правого/левого синусов 19/15,5 см; углы к правому/левому апексам: 135/111⁰; к правому/левому синусам – 83/72⁰.

Таким образом, хирург, выполняющий дренирование плевральной полости, имеет возможность оценить на основе результатов КТ предположительную оптимальную длину дренажной трубки, а также

минимальную и максимальную величину показателей, выход за пределы которых, с высокой степенью вероятности, означает либо невозможность достижения патологического субстрата, либо угрозу дислокации дренажа или его перегиба в месте избытка длины. Для профилактики нежелательных явлений, связанных с позиционированием плеврального дренажа, целесообразно нанести на дренажную трубку метки (или использовать уже имеющиеся), соответствующие проведенным измерениям. Разумеется, в экстренной клинической ситуации, когда требуется выполнение плеврального дренирования по жизненным показаниям, не следует терять время на проведение дополнительных расчетов и усложнять эту, и без того не простую, манипуляцию. Однако, в более спокойной обстановке, учет оценки топографоанатомических особенностей грудной клетки пациента может оказаться весьма полезным и позволит избежать потенциальных проблем дренирования плевральной полости, вызванных неправильным позиционированием трубки.

В нашей серии наблюдений, количество пациентов, соответствующих «проблемным» значениям расстояний и углов к синусу и представляющих «нижний» (1-й) квартиль распределения совокупности, составило 17 (28%). Теоретически, именно таких пациентов следует рассматривать в качестве кандидатов для выполнения дренирования плевральной полости с применением позиционирующих устройств, в первую очередь – при необходимости установки дренажа в плевральный синус.

ГЛАВА VI. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ПНЕВМОТОРАКСЕ И/ИЛИ ГИДРОТОРАКСЕ В КЛИНИЧЕСКИХ ГРУППАХ НАБЛЮДЕНИЯ.

1.1. Общая характеристика клинических групп, сформированных из пациентов, подвергшихся дренированию плевральной полости.

В соответствии с планом клинического раздела исследования, были сформированы три группы наблюдения, суммарно объединившие 150 пациентов, проходивших стационарное лечение в условиях военного госпиталя в период с 2017 по 2021 гг. Всем из них было выполнено, по показаниям, дренирование плевральной полости, как в плановом, так и в неотложном или экстренном порядке. Выделение этих групп было предназначено для проведения сравнительной оценки эффективности и безопасности апробированных в анатомическом эксперименте и примененных в клинической практике методик.

Как упоминалось в Главе II, первую (основную) группу наблюдения составили 50 пациентов, в процессе лечения которых были применены оригинальные приемы, методики и технологии, составляющие сущность настоящего диссертационного исследования: позиционирующие устройства, фиброторакоскопия, активное изменение положения тела пациента с дренажом, дренирование в условиях спаечного процесса и другие. Дренирование плевральной полости выполняли в V межреберном промежутке в «безопасной» зоне (при отсутствии спаек) или смещая точку доступа в соответствии с разработанной и апробированной в условиях анатомического эксперимента методикой дренирования в условиях спаечного процесса.

Во вторую группу были включены 50 пациентов, произвольно выбранных из архива медицинских документов госпиталя по критерию наличия торакоцентеза, которым выполняли «классическое» дренирование без применения тех оригинальных приемов, методик и технологий, которые были использованы в основной группе. Далее, эта группа будет называться «группа

сравнения». Количество пациентов группы, определенное в 50 человек, обусловлено целью упрощения статистического анализа и сопоставления результатов с основной группой, что, на наш взгляд, позволяет более наглядно продемонстрировать преимущества предлагаемых способов (или отсутствие таковых) и, соответственно, оценить их эффективность и безопасность. В отличие от пациентов основной группы, дренирование плевральной полости было выполнено за пределами «безопасной» зоны, как правило, во II-III межреберье при пневмотораксе и VII-VIII – при гидротораксе.

Третью, «референсную» группу составили также 50 человек, рандомно выбранных среди пациентов, которым были выполнены плановые операции на органах грудной клетки. Основным предназначением формирования этой группы было создание своеобразного «эталона» функционирования плеврального дренажа, поскольку, в отличие от многих других клинических ситуаций, дренажную трубку устанавливают под визуальным контролем, с возможностью проследить ее итоговое положение, что, в свою очередь, создает предпосылки для оптимального выполнения дренажом своей функции. Таким образом, становится возможным максимально объективно сопоставить и сравнить с ней результаты, фиксируемые в двух других группах наблюдения. Формирование референсной группы производили из пациентов отделения торакальной хирургии (после выполнения резекции легкого, пластики диафрагмы, удаления невриномы средостения, резекция ребра, вмешательства на пищеводе в условиях торакотомии или торакоскопического доступа, с установкой на завершающем этапе операции плеврального дренажа), а также на базе кардиохирургического отделения (протезирование клапанов сердца, коронарное шунтирование, коррекция врожденных пороков сердца у взрослых, удаление опухолей сердца, сопровождавшиеся вскрытием плевральной полости и установкой, помимо медиастинального и перикардального, также плеврального дренажа). Этим пациентам было выполнено, в основном, коронарное шунтирование, в ходе которого мобилизовывали внутреннюю грудную артерию (ВГА) и, соответственно,

производили вскрытие плевральной полости (как правило, левой, при мобилизации левой ВГА); другой причиной, в связи с которой устанавливали плевральный дренаж, было непреднамеренное вскрытие плевральной полости (как правило, правой – вследствие ее анатомического строения) при выполнении продольной стернотомии. Также некоторые кардиохирургические вмешательства были выполнены из правосторонней передне-боковой торакотомии в IV или V межреберье. Следует отметить, что в данной ситуации дренаж устанавливали, скорее с профилактической нежели лечебной целью – для контроля вероятных осложнений – кровотечения и сброса воздуха. Местом установки плеврального дренажа являлись VII межреберье по аксиллярной линии (после выполнения открытой операции в условиях боковой торакотомии или стернотомии) или нижний торакопорт (после торакоскопического вмешательства, с обязательным визуальным контролем позиционирования торакоскопом через другой торакопорт). В подавляющем большинстве наблюдений, ограничивались установкой единственного плеврального дренажа с 2-3 боковыми отверстиями и с увеличенным количеством боковых отверстий при наличии (или предполагающейся возможностью) сброса воздуха. В последнем случае, дренаж укладывали через плевральный синус с направлением к корню легкого по задней поверхности плевральной полости, вдоль позвоночника.

Результаты, так же, как и их сопоставление между группами, оценивали ретроспективно, после завершения набора запланированного количества пациентов в основную группу.

Демографические и клинические характеристики пациентов в группах наблюдения отражены в Таблице 6.1. Как следует из данных, представленных в ней, по большинству показателей группы оказались сопоставимыми для анализа: различия между группами не достигали уровня статистической значимости. Единственным исключением, не имеющим принципиального значения для предмета исследования, оказалось большее представительство в референсной группе пациентов с ИБС, так же, как и сахарным диабетом, что

обусловлено особенностями контингента в кардиохирургическом отделении. Преобладание во всех группах сравнения лиц мужского пола также связано с особенностями формирования контингента пациентов, проходящих лечение в военном госпитале.

Таблица 6.1

Демографические и клинические характеристики пациентов в группах наблюдения

Показатель	Группы наблюдения (n=150)			P ₁₋₂₋₃ ; P ₁₋₂ ; P ₁₋₃ ; P ₂₋₃
	Основная (n=50)	Сравнения (n=50)	Референсная (n=50)	
Возраст, лет, M [1-й; 3-й интерквартильные интервалы]	45 [33; 52]	46 [39; 54]	59 [37; 59]	0,07; 0,12; 0,047; 0,041
Мужчины, n (%)	43 (86%)	44 (88%)	41 (82%)	0,09; 0,17; 0,14; 0,11
ИМТ, кг/м ² , m±σ	26,1±3,7	27,1±4,2	26,2±4,3	0,22; 0,20; 0,44; 0,33
ИБС, n (%)	3 (6)	4 (8)	7 (14)	0,051 0,58 0,037 0,044
Сахарный диабет, n (%)	3 (6)	2 (4)	5 (10)	0,44; 0,69; 0,039; 0,022
ХОБЛ, n (%)	5 (10)	5 (10)	7 (14)	0,09 0,52 0,056 0,056

Примечания: ИМТ – индекс массы тела; M – медиана; m – среднее значение, σ – среднеквадратичное отклонение; P – критерий вероятности статистических различий между группами 1-2-3, 1-2, 1-3, 2-3, соответственно; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

В основной группе и в группе сравнения дренирование плевральной полости выполняли, в основном, по неотложным и экстренным показаниям, в то время как в референсной группе все дренирования были выполнены в ходе

плановых оперативных вмешательств.

В таблице 6.2 отражены патологические состояния или оперативные вмешательства, в связи с которыми было выполнено дренирование плевральной полости.

Таблица 6.2

Причины, потребовавшие дренирования плевральной полости, в группах наблюдения

	Группы наблюдения (n=150)		
	Основная (n=50)	Сравнения (n=50)	Референсная* (n=50)
Пневмоторакс	6	16	-
Гидроторакс, в т.ч. не связанный с заболеваниями органов грудной клетки	7	13	6
Эмпиема плевры	5	9	2
Хилоторакс	-	-	1
Травма/ранение органов грудной клетки	12	7	-
Легочные осложнения, ассоциированные с COVID-19	14	-	-
Оперативное вмешательство на сердце	-	-	12
Оперативное вмешательство на легких	-	-	13
Оперативное вмешательство на пищеводе	3	3	5
Удаление невриномы средостения	-	-	3
Резекция ребра	2	-	4
Пластика диафрагмы	1	2	4

Примечание: * - оперативное вмешательство выполнено в плановом порядке

Относительно недавно, в 2015 году, в Клинике Мэйо были обобщены и систематизированы в виде классификации осложнения, возникающие в процессе дренирования плевральной полости [68]. Согласно этой классификации, в ней выделяют, в частности, следующие осложнения: - связанные с установкой; -связанные с позиционированием; -при извлечении трубки; -инфекционные; -вызванные дефектами в образовательной и практической подготовке персонала.

В настоящем исследовании группы осложнений, указанные в приведенной классификации, были включены в качестве показателей, предназначенных для сравнения между группами, а также они были дополнены некоторыми другими, на основании собственного опыта. В итоге,

в сравнительный анализ вошли следующие критерии.

- Установка дренажной трубки в строгом соответствии с зоной плевральной полости, предназначенной для дренирования (например, к плевральному апексу или задне-диафрагмальному синусу).

- Дислокация, миграция дренажа из места, предназначенного для дренирования (например, в связи с дыхательными движениями, изменением положения тела, переключиванием, передеванием пациента) или механическое случайное удаление дренажной трубки. К частному варианту этого критерия также были отнесены случаи перегиба дренажной трубки внутри плевральной полости.

- Необходимость перепозиционирования дренажных трубок, редренирования или установки дополнительных дренажей.

- Осложнения, связанные непосредственно с дренированием (подкожная эмфизема, ранение межреберных артерий, интрапаренхиматозное или фиссуральное размещение дренажа, инфекционные осложнения и т.д.).

- Диагностическая (своевременность распознавания патологической ситуации) и лечебная (контроль и купирование патологического процесса) ценность плеврального дренажа, потребность в изменении тактики лечения, переходе к торакоскопии или торакотомии при невозможности или осложнении выполнения дренирования.

- Потребность в проведении активной/пассивной аспирации.

- Проблемы, связанные с контролем экстраплевральной части дренажа (перегиб, разгерметизация или утечка воздуха из системы, «залипание» дренажа вследствие избыточного отрицательного давления, обтурация просвета и т.д.).

- Длительность функционирования дренажа, в том числе возможность пролонгированного стояния дренажной трубки, при необходимости.

- Боли, дискомфорт, связанные со стоянием плеврального дренажа, влияние на ФВД.

Очевидно, что вышеперечисленные критерии сложно (или даже

невозможно) разграничить один от другого вследствие их взаимного влияния и переплетения. Так, миграция дренажа будет неизбежно сопровождаться необходимостью его перепозиционирования, а осложнения, связанные с дренированием, потребуют их ликвидации и, значит, изменения тактики лечения. К тому же достаточно проблематично дифференцировать, например, дислокацию трубки и ее изначально неправильное размещение, даже при своевременном рентгенологическом контроле. Поэтому представленное разделение на критерии является, в определенной мере, условным, но позволяющим, тем не менее, провести сравнительный анализ между группами наблюдения.

1.2. Результаты, полученные в клинических группах

Все дренирования плевральной полости, так же как и оперативные вмешательства на органах грудной клетки, осуществлялись торакальными хирургами и кардиохирургами, имеющими опыт их выполнения. Соответственно, в целом, у большинства пациентов – 121 (81%) – дренирование плевральной полости не сопровождалось негативными факторами, влияющими на результат. Однако и развитие ситуаций, соответствующих хотя бы одному из обозначенных выше критериев, отражающих эффективность и безопасность дренирования плевральной полости (осложнения, нежелательные явления и технические проблемы), оказалось более частым, чем это можно было предположить до проведения анализа: они имели место в 113 наблюдениях (следует отметить, что, поскольку конкретный пациент мог соответствовать сразу нескольким критериям, приведенные показатели отражают суммарное количество зарегистрированных событий); распределение между группами было следующим: 25 (22%) – основная; 70 (62%) – группа сравнения; 18 (16%) – референсная. Их частота и структура представлены на Рисунке 6.1.

Наиболее часто имели место дислокация, миграция или перегиб дренажной трубки – 23 случая, приводящие к необходимости

перепозиционирования дренажа, редренированию или установке дополнительных дренажей (21 наблюдение). В 23 случаях, в итоге, потребовался переход к более агрессивной тактике лечения – оперативному вмешательству. Также зафиксированы: проблемы, связанные с экстраплевральной частью дренажной системы (n=20); осложнения непосредственно дренирования (n=18); размещение дренажа вне патологического субстрата (n=8).

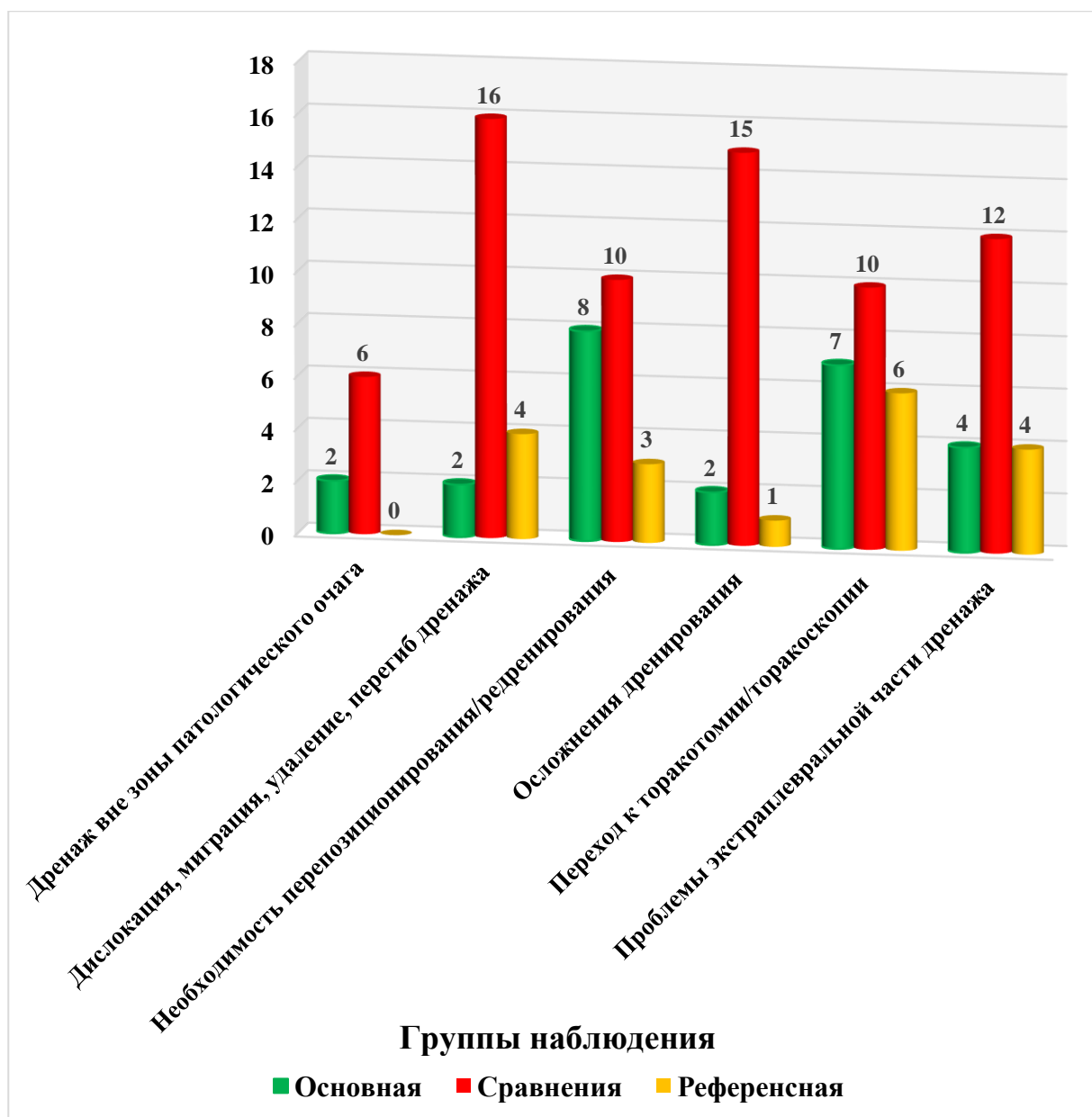


Рисунок 6.1. Частота и структура технических проблем, осложнений и нежелательных явлений, связанных с дренированием плевральной полости, в группах наблюдения.

Приведенные результаты, детальный анализ которых будет представлен

далее, демонстрируют, что частота развития нежелательных событий, сопровождающих дренирование плевральной полости, была почти в три раза выше в группе сравнения, чем в двух других группах, между которыми их количество отличалось незначительно.

6.2.1. Сравнительный анализ частоты неправильного позиционирования плеврального дренажа

Проведение в группах наблюдения сравнительной оценки по критерию установки дренажной трубки в строгом соответствии с зоной плевральной полости, предназначенной для дренирования, было обусловлено хорошо известным фактом, что обеспечение требуемого направления устанавливаемого дренажа к патологическому субстрату является ключевой задачей дренирования [165]. Так, например, Национальные клинические рекомендации по лечению эмпиемы плевры [20] указывают: «Дренажная трубка должна быть введена в самый нижний отдел полости, так как всегда скапливается остаточная жидкость ниже дренажной трубки (при закрытой эмпиеме жидкость из полости “выдавливается” в дренаж)». Однако, на практике, также известно, что ситуации, когда оконечность дренажной трубки не оказывается в непосредственной близости от патологического очага, совсем не редки, в результате чего осложнения, вызванные неправильным позиционированием дренажа, являются одними из самых распространенных [48], [121], [275]. Это зависит, в частности, от эластичности и гибкости материала дренажной трубки, но, в большей степени – от избыточной длины ее внутривнутриплевральной части и угла установки [54], [153], [184]. Пример неправильного позиционирования дренажей представлен на Рисунке 6.2: ни одна из трех установленных дренажных трубок не размещена в предназначенном месте и не выполняет своей функции.

Поскольку после дренирования плевральной полости обязательным элементом лечебно-диагностической тактики является рентгенологический контроль, то за критерий несоответствия места стояния дренажа месту

назначения принимали ситуацию, когда это было зафиксировано уже при первой рентгеноскопии/рентгенографии после установки дренажа. Напротив, если при динамическом контроле отмечалось изменение изначального хода дренажной трубки, то это расценивали как ее дислокацию.

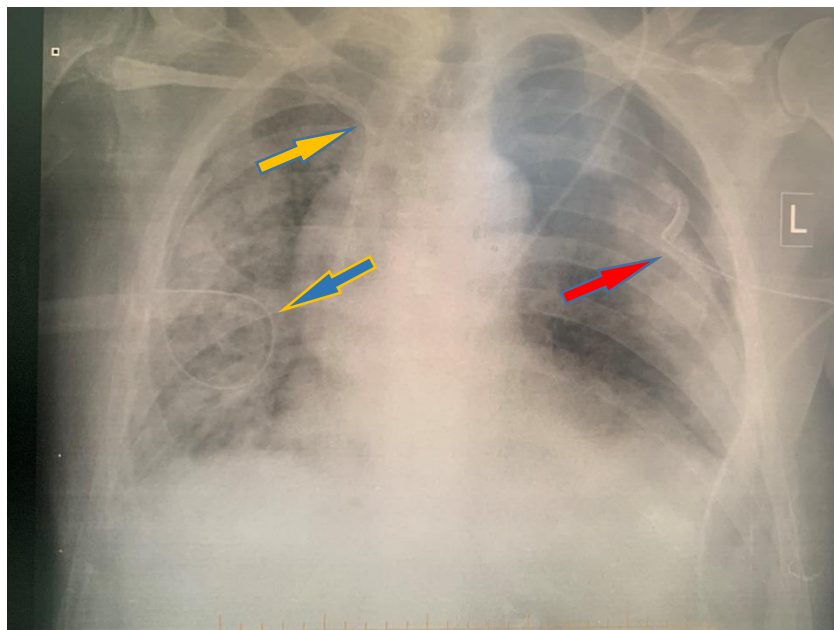


Рисунок 6.2. Рентгенограмма (собственное наблюдение, фото из рентгенологического архива ЦВКГ им. П.В. Мандрыка). Дислокация от апекса к кардиодиафрагмальному углу внутриплевральной части дренажной трубки, установленной во II межреберье справа (оранжевая стрелка); дислокация из синуса внутриплевральной части дренажной трубки, установленной в V межреберье справа, со сворачиванием ее кольцом (синяя стрелка); перегиб внутриплевральной части дренажной трубки, установленной во II межреберье слева (красная стрелка).

У 142 пациентов проблем с позиционированием дренажных трубок не имелось. Результаты сравнительного анализа в группах продемонстрировали, что неправильное итоговое расположение дренажной трубки, по данным контрольной рентгеноскопии, наиболее часто имело место в группе сравнения (6 наблюдений), вдвое реже наблюдались в основной группе; в референсной группе не зафиксировано (Рисунок 6.3).

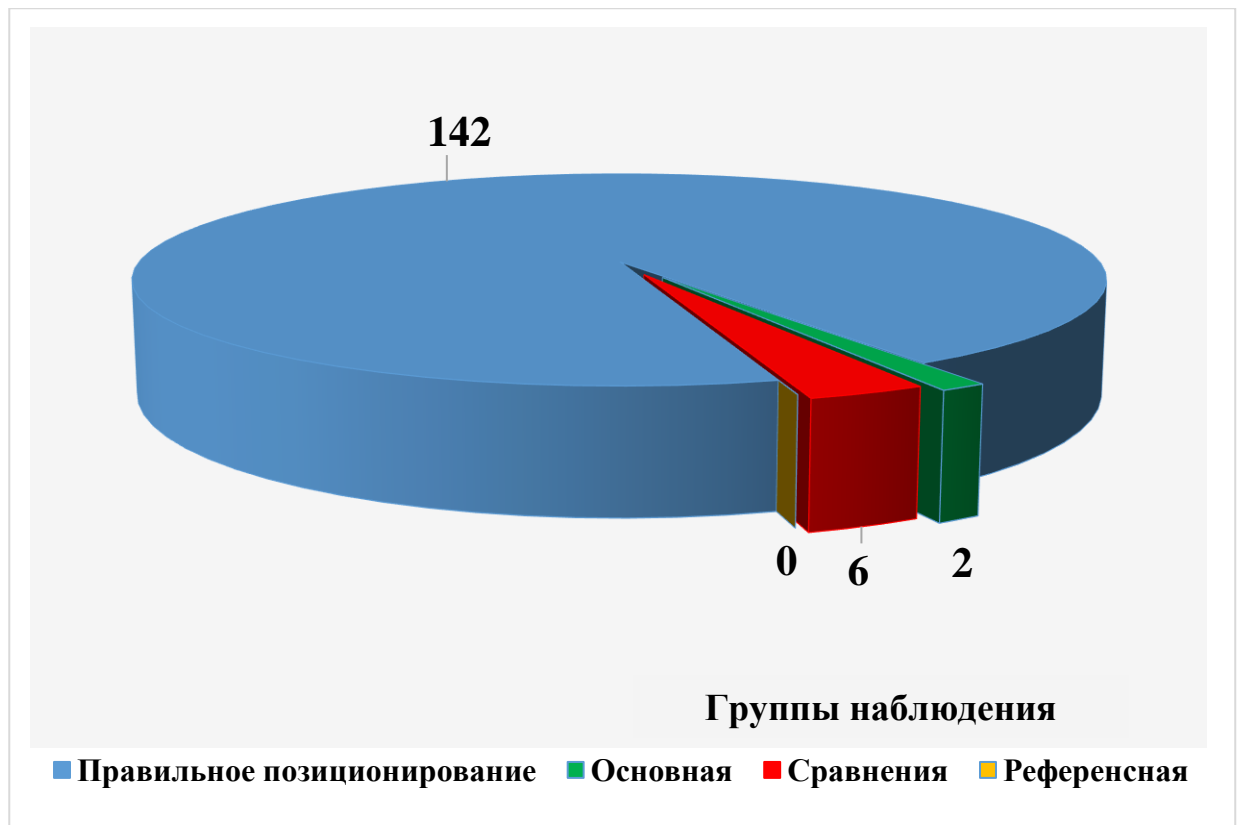


Рисунок 6.3. Частота неправильного позиционирования дренажной трубки в группах наблюдения.

Интерпретация полученных данных, на наш взгляд, следующая. Как правило, желаемое направление трубки в сторону апекса или плеврального синуса обеспечивают с помощью изогнутого зажима или корнцанга либо стилетом троакара, тем самым полагая, что и далее ход трубки будет тем же. Тем не менее, дренаж может, упершись в окружающие ткани (легкое, диафрагма), изменить свой первоначальный ход, например, свернуться кольцами, вследствие чего возможно его смещение от запланированного направления и, в результате, неправильное расположение. Так, при попытке установить дренаж в задне-диафрагмальный синус он может, в итоге, оказаться впереди легкого. В отличие от примененного в группе сравнения рутинного способа установки плеврального дренажа, в основной группе наблюдения в большинстве случаев дренирование выполняли на основе разработанной методики с использованием позиционирующего устройства (трахеостомической трубки) или, в трудных случаях, фиброторакоскопии. Эти способы позволяют обеспечить плавное изменение кривизны хода дренажа на

пути от поверхности кожи до патологического очага и, тем самым, требуемое положение дренажной трубки. Что касается результатов, зафиксированных в референсной группе, то, поскольку дренажную трубку размещали под визуальным контролем (а, в ходе вмешательств, выполненных в условиях торакотомии или стернотомии, – и прямым мануальным контролем), проблемы неправильного размещения дренажа не возникало, как таковой. Поэтому продемонстрированное преимущество результатов в основной группе может быть отнесено только к закрытым методикам установки плеврального дренажа. Также, вероятно, имеет смысл подчеркнуть, что даже неправильное расположение отверстий дренажной трубки по отношению к патологическому субстрату отнюдь не всегда будет сопровождаться полной потерей функции дренажа. Так, при расположении трубки вдали от объекта дренирования, при наличии пневмоторакса будет происходить поступление воздуха по дренажу, а при наличии жидкости – определенная ее часть будет выдавлена в трубку вследствие дыхательной экскурсии. Однако, эффективность функции дренажа будет, очевидно, снижена; к тому же это может сопровождаться задержками в своевременности контроля: поступление по дренажу воздуха или жидкости будет начинаться при бóльших их объемах. Также следует отметить, что до начала проведения настоящего исследования мы не уделяли того внимания расположению дренажной трубки, на которое обращаем пристальное внимание в настоящее время.

6.2.2. Сравнительный анализ частоты дислокации или миграции плеврального дренажа

Сходная по сути проблема дренирования связана с другим критерием, по которому проводилось сравнение в группах наблюдения, – дислокацией или миграцией плеврального дренажа, в результате чего может наблюдаться снижение эффективности или утрата функции дренажа. В медицинской литературе отсутствует четкое разделение этих понятий и, зачастую, их отождествляют. Тем не менее, на наш взгляд, они имеют различную

смысловую нагрузку. Под термином «дислокация» следует понимать смещение положения активной части дренажной трубки по сравнению с ее изначальной позицией; под термином «миграция» подразумевается непреднамеренное изменение длины внутривидеальной части дренажной трубки (удлинение, укорочение), сопровождающееся ухудшением или утратой функции дренажа. Одним из вероятных механизмов развития этого нежелательного явления представляется следующий. Если разрез кожи и мягких тканей превышает диаметр дренажной трубки, то она способна относительно свободно перемещаться по продольной оси. Для фиксации трубки накладывают провизорную лигатуру, которая после удаления дренажа будет использована для восстановления целостности кожных покровов (поскольку, как правило, это происходит при полном сознании пациента и, с целью избежать его негативной реакции на болевые ощущения при прошивании кожи). При этом для облегчения завязывания лигатуры концы нити оставляют достаточно длинными, оплетая «косичкой» вокруг дренажной трубки. В результате, создаются условия для значительного по протяженности смещения трубки (наружу или внутрь). Однако, как показывает клинический опыт, даже «сверхнадёжная» фиксация дренажа не всегда способна сохранить изначальную приданную ему позицию, особенно при использовании «гладких» трубок из материала с низким коэффициентом трения. Учитывая особенности функционирования госпиталя, как медицинского учреждения военного назначения и его участие как этапа медицинской эвакуации военнослужащих, в том числе, по неотложным и экстренным показаниям, подобные осложнения и нежелательные явления, связанные с медицинской транспортировкой, переодеванием, перекладыванием и т.д., к сожалению, не являются редкостью.

На практике, встречаются несколько различных вариантов дислокации/миграции. Наиболее типичным является самопроизвольное подтягивание дренажной трубки наружу вследствие ненадежной фиксации ее к коже. При этом возможно смещение дренажных отверстий за пределы плевральной полости (Рисунок 6.4) с развитием подкожной эмфиземы и/или

рецидивом пневмоторакса (наиболее опасного осложнения миграции).

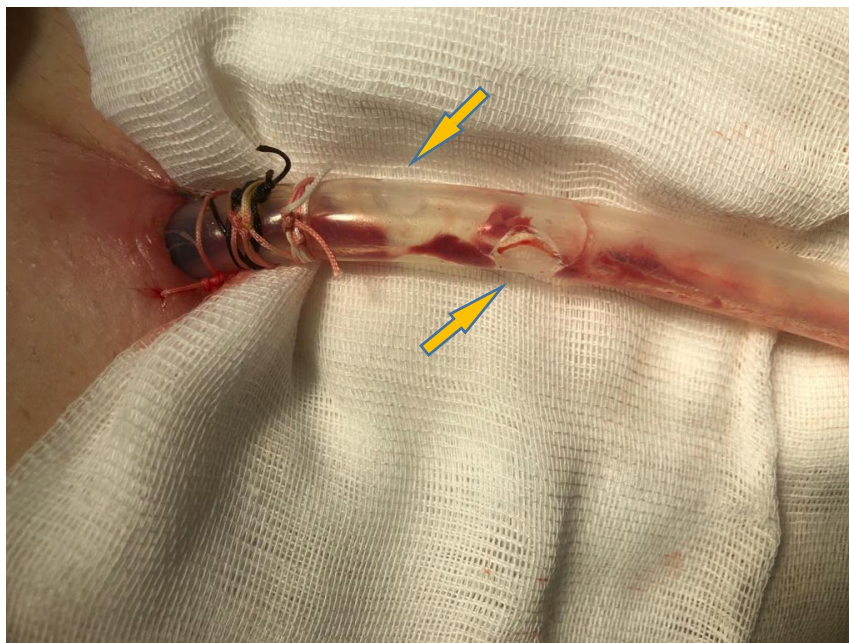


Рисунок 6.4. Собственное наблюдение. Пример миграции зафиксированной к коже дренажной трубки с выходом двух отверстий наружу (стрелки).

Другим нежелательным событием было перемещение экстраплевральной части трубки внутрь плевральной полости, также вызванное ненадежной фиксацией ее к коже. Помимо угрозы инфицирования плевральной полости из-за того, что нестерильная часть дренажа оказывается внутри, другим нежелательным моментом является возможность перегиба трубки на внутриплевральном участке вследствие ее удлинения, вплоть до полной утраты просвета.

Крайней степенью выраженности миграции дренажа является его выпадение из грудной клетки или, наоборот, полное перемещение внутрь плевральной полости. И, если в первом случае, при необходимости, выполняют повторное дренирование, то во втором – требуется оперативное вмешательство. Так, лично автором, за время проведения исследования, были выполнены 7! торакоскопических удалений инородного тела – дренажной трубки, полностью переместившейся внутрь плевральной полости, как, например, в наблюдении, представленном на Рисунке 6.5.

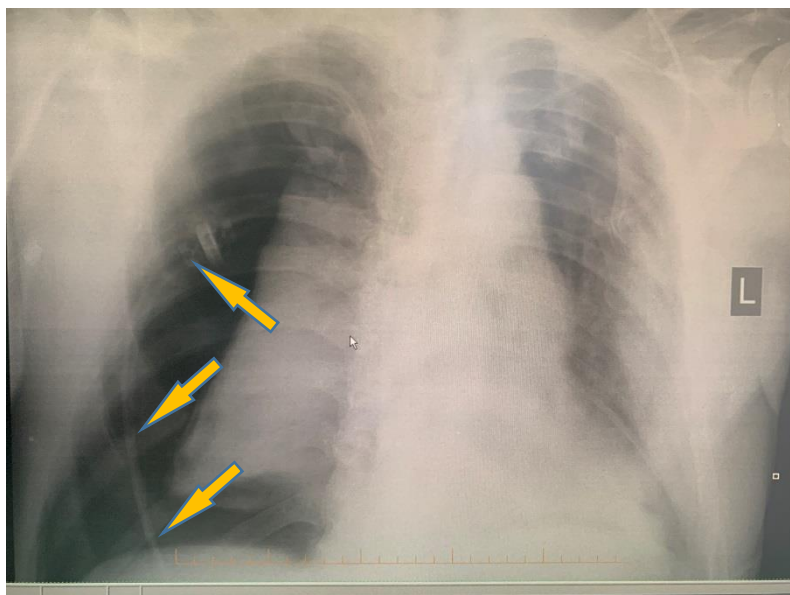


Рисунок 6.5. Рентгенограмма (собственное наблюдение, фото из рентгенологического архива ЦВКГ им. П.В. Мандрыка). Полная миграция дренажной трубки внутрь плевральной полости (стрелки). Тотальный правосторонний пневмоторакс.

Анализ клинического материала в группах наблюдения показывает, что, в целом, дислокация, миграция или самопроизвольное удаление плеврального дренажа имели место у 23 из 150 пациентов (15,3%). Чаще всего наблюдалась дислокация – у 16 человек (10,6%): у 2, 11 и 3 пациентов в основной группе, группе сравнения и референсной, соответственно (Рисунок 6.6). Значительно реже выявлены миграция вследствие самопроизвольного подтягивания дренажной трубки наружу – у 3 человек, все из группы сравнения, и удаление – у 3 в группе сравнения и 1 – в референсной группе (пациент с послеоперационным делирием выдернул дренаж).

Чаще дислокация имела место в отношении дренажа, установленного по поводу пневмоторакса во II-III межреберье, и с одинаковой частотой зафиксирована при его установке в V или VII-VIII межреберьях. Примечательно, что случаи дислокации имели место даже в референсной группе (в 3 случаях), что косвенно демонстрирует независимость этого процесса от правильности или неправильности изначальной установки дренажной трубки и возможность развития этого нежелательного явления даже в плановой торакальной хирургии.



Рисунок 6.6. Частота дислокации, миграции, самопроизвольного удаления дренажной трубки в группах наблюдения.

Полученные данные позволяют сформулировать несколько частных заключений в отношении данного критерия.

Вероятно, возможность дислокации обусловлена, в значительной степени, избыточной длиной внутриплевральной части дренажа, в результате чего, в процессе дыхательных движений легких, экскурсии диафрагмы, пульсации сердца – дренажная трубка (особенно изготовленная из мягкого силикона) начинает постепенно смещаться в сторону наименьшего сопротивления, до тех пор, пока не достигнет сбалансированного положения, не всегда соответствующего таковому, которое ей пытались придать в процессе установки. Напротив, проблемы миграции, так же как и самопроизвольного удаления дренажа, в отличие от дислокации, обусловлены, на наш взгляд, в основном, недостатком опыта медицинского персонала в процессе установки дренажа, ухода за дренажной системой и контролем за ней.

Представляется важным, что вышеобозначенные проблемы встречались

значительно реже в основной и референсной группах, чем в группе сравнения. Разумным объяснением, помимо того факта, что в группе сравнения дренирование выполняли «вслепую», в то время как в основной группе – с применением позиционирующего устройства, а в референсной группе под прямым визуальным контролем, может служить выбор места дренирования в основной группе в «безопасной» зоне, приводящий к следующим потенциальным преимуществам. В отношении дислокации: внутриплевральная часть трубки при ее установке в V межреберье обладает большей и, при этом оптимальной, длиной, а также бóльшим диаметром по сравнению с дренажом, устанавливаемым во II-III межреберье, что, в совокупности, не позволяет дренажу сворачиваться в плевральной полости в результате дыхательных движений, контакта с окружающими тканями, а также в процессе разрешения патологического процесса (изменение соотношений объема свободного воздуха и жидкости с одной стороны и расправления легкого – с другой). В свою очередь, дренаж, установленный в VII-VIII межреберьях, располагаясь основной внутриплевральной частью на диафрагме, по мере ликвидации жидкости, имеет тенденцию к смещению вверх вследствие движений диафрагмы, чего не происходит с дренажом, установленным через V межреберье (иные угол и площадь контакта с диафрагмой, как это было продемонстрировано в Главе V).

К миграции дренажной трубки или ее незапланированному удалению приводит, в основном, нарушение правил медицинского ухода и контроля дренажной системы. Так, одним из распространенных дефектов оказания медицинской помощи является оставление слишком короткой экстраплевральной части дренажа для «удобства» транспортировки в одежде на этапе эвакуации в военный госпиталь. Дополнительным фактором, способствующим миграции, является вышеобозначенная дислокация внутриплевральной части дренажа с потерей точки опоры на внутренние органы и соскальзывание его внутрь плевральной полости с усугублением имеющегося патологического процесса инфицированным инородным телом

(экстраплевральной части трубки), требующим уже оперативного вмешательства (торакоскопия или торакотомия). Следует отметить, что ни одного случая миграции дренажа при его расположении в V межреберье или ниже не было зафиксировано. Объяснением может служить тот факт, что при таком позиционировании трубки экстраплевральная часть дренажа в наименьшей степени контактирует с поверхностью кровати, даже при положении пациента на боку, что исключает (или, по крайней мере, уменьшает) возможность миграции или случайного удаления плеврального дренажа вследствие механических воздействий, мероприятий по переключению пациента и ухода за дренажной системой.

6.2.3. Сравнительный анализ частоты перепозиционирования трубки, редренирования или установки дополнительных дренажей

Клинической ситуацией, во многом связанной с размещением дренажной трубки вне патологического субстрата, по поводу которого выполняется дренирование, или с дислокацией/миграцией дренажа, является необходимость перепозиционирования трубки, выполнения редренирования или установки дополнительных дренажей. Вышеобозначенные манипуляции могут потребоваться в ситуациях, когда дренаж не справляется с возложенной на него функцией, но при этом имеются основания полагать, что восстановление функции возможно путем изменения хода дренажной трубки. Всегда следует допускать возможность перегиба дренажа, который можно устранить, сместив трубку (как правило, укоротив внутривнутриплевральную ее часть). Как было продемонстрировано выше (Глава IV), в дренаже работает то из отверстий, которое расположено ближе всего к границам разделения воздушной и жидкостной сред. Поэтому, в ряде случаев, возможно восстановление функции дренажа в результате приближения дренажных отверстий к этой границе в патологическом субстрате. Некоторые авторы, подвергают сомнению важность правильного позиционирования плеврального дренажа: сопоставив диспозицию трубки с имевшим место

клиническим исходом, они не выявили прямой связи между ними [184]. Другие исследователи отмечают, что не во всех случаях смещение оконечности дренажной трубки, которое выявляют при рентгеноскопии/рентгенографии, приводит к нарушению функции дренажа и, в этой связи, предлагают выполнять редренирование только в ситуациях, когда это сопровождается клиническими проявлениями [121].

Во избежание терминологической неоднозначности, на наш взгляд, имеет смысл различать «перепозиционирование», то есть изменение хода имеющейся дренажной трубки без ее смены, «редренирование» – смену дренажной трубки с установкой ее в тот же этаж плевральной полости, и «дополнительное дренирование» – установку дренажа в тот же этаж плевральной полости (при неэффективности/недостаточной эффективности предустановленного дренажа) или в другой этаж плевральной полости или другую плевральную полость в связи с присоединением к имевшемуся клиническому статусу нового патологического процесса.

Наиболее часто потребность в выполнении редренирования, иногда многократного, даже при наличии предустановленного дренажа, возникает при буллезной (или «ковидной») трансформации легкого, в результате чего пневмоторакс не удается купировать. Другой, достаточно распространенной, причиной замены дренажа, является закупорка трубки сгустками крови, фибрином, раневым отделяемым. Еще одной клинической ситуацией, для разрешения которой установка дополнительных дренажей представляется рациональной, это спаечный процесс в плевральной полости, приводящий к ее разделению на отдельные и, зачастую, несвязанные между собой фрагменты. Наконец, дополнительные дренажи могут потребоваться при развитии патологического процесса в контрлатеральной плевральной полости.

Сравнение результатов по этому критерию в группах наблюдения продемонстрировало, что наиболее часто перепозиционирование оказалось возможным выполнять, при необходимости, у пациентов основной группы, реже – в группе сравнения, а в референсной группе не потребовалось

(Рисунок 6.7). Поскольку перепозиционирование представляется более предпочтительной манипуляцией, чем редренирование, то бóльшие возможности перепозиционирования являются, на наш взгляд, позитивным фактором. В этой связи, лучшие результаты в основной группе обусловлены в данном случае, не техникой установки трубки с помощью позиционирующего устройства, а в первую очередь, выбором места установки в V межреберном промежутке, допускающим более широкие возможности перемещения дренажа, как вверх, так и вниз, в отличие от дренажей, установленных во II или VII-VIII межреберьях.

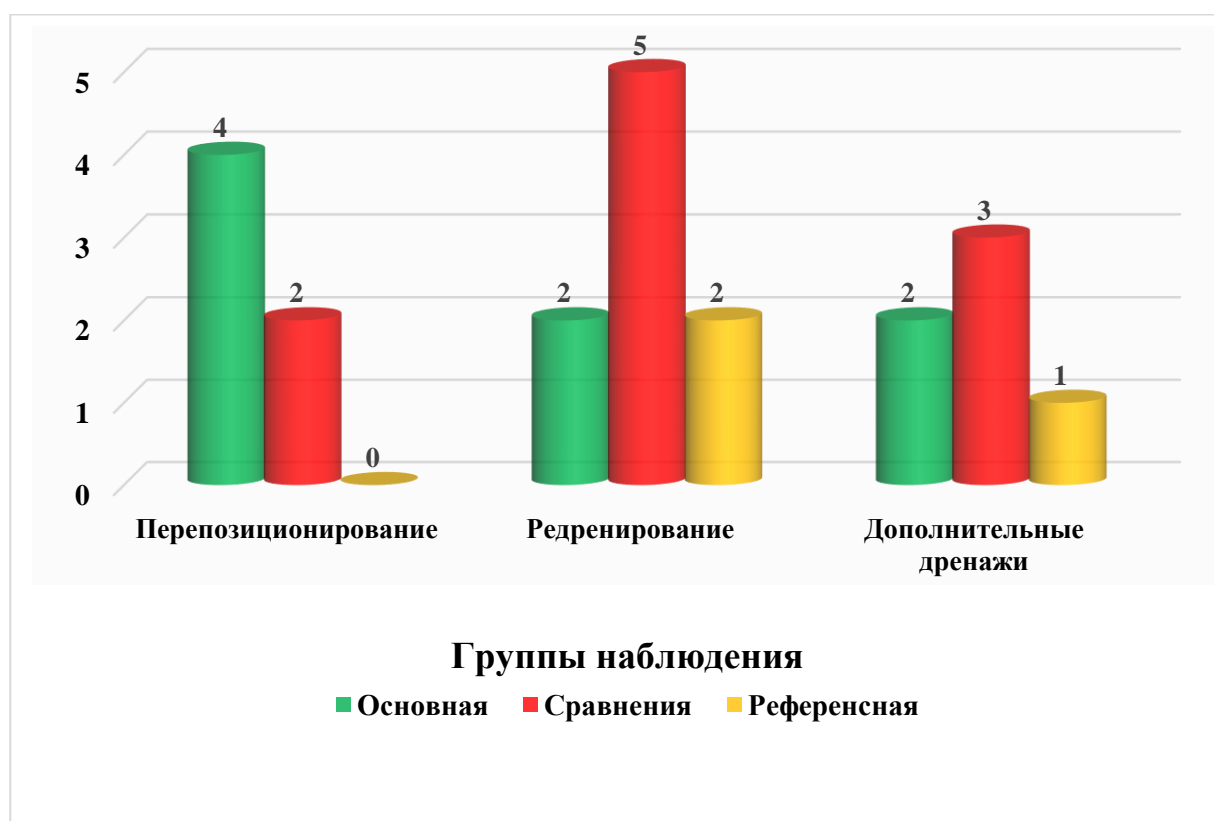


Рисунок 6.7. Частота перепозиционирования дренажной трубки, редренирования и установки дополнительных дренажей в группах наблюдения.

Редренирование выполняли, в ситуациях, когда перепозиционирование оказывалось невозможным или неэффективным. Поэтому, при сопоставлении частоты редренирования между пациентами основной группы и группы сравнения имела место обратная пропорциональная зависимость: оно было

произведено в 2 и 5 наблюдениях, соответственно. В референсной группе редренирование пришлось выполнять только двум пациентам после выполнения реторакотомии/рестернотомии (по поводу кровотечения и обтурации просвета дренажной трубки сгустками).

Дополнительное дренирование потребовалось практически у одинакового количества пациентов основной группы и группы сравнения – в 2 и 3 случаях, соответственно. Основная причина установки дополнительного дренажа в основной группе – развитие патологического процесса в другой плевральной полости – разрыв булл на фоне ковидной трансформации легкого (1 пациент) или осложнений ИВЛ (1 пациент), в группе сравнения – присоединение к имеющемуся пневмотораксу гидроторакса/гемоторакса (2 человека) или развитие патологического процесса в другом сегменте легочной ткани (1 пациент). В референсной группе установку дополнительного дренажа пришлось выполнить одному пациенту с пневмотораксом, развившимся после установки подключичного катетера в плевральной полости, противоположной выполненному оперативному доступу. Следует отметить, что не все локации дренажной трубки допускают возможность ее перепозиционирования: в первую очередь, это относится к дренажу, установленному во II-III межреберьях, а также при клинических ситуациях, когда возникает, например, новый очаг ограниченного пневмоторакса и, тем более, присоединяется гидроторакс, контролировать процесс ранее установленным дренажом оказывается невозможным, и возникает необходимость установки одного (или нескольких) дополнительных дренажей. Напротив, дренаж, установленный в V межреберном промежутке, формально не относящийся ни к верхнему, ни к нижнему этагам плевральной полости, может быть, при необходимости, перенаправлен в том числе, с помощью фиброторакоскопа, как вверх, так и вниз, как впереди корня легкого, так и по задней поверхности висцеральной плевры (более подробно эта методика будет раскрыта в Главе VII настоящего исследования).

6.2.4. Сравнительный анализ частоты осложнений, связанных непосредственно с дренированием плевральной полости

Осложнения являются неотъемлемой частью любой хирургической манипуляции или вмешательства. Не составляет исключения и дренирование плевральной полости, о чем неоднократно упоминалось выше. Тем не менее, понимание механизмов их развития и постоянная настороженность с принятием, по возможности, мер профилактики, способны в значительной мере повлиять на результаты лечения пациентов, которым показана установка дренажа.

Частота развития осложнений, сопровождавших дренирование плевральной полости, а также их структура в группах наблюдения отражены на Рисунке 6.8.

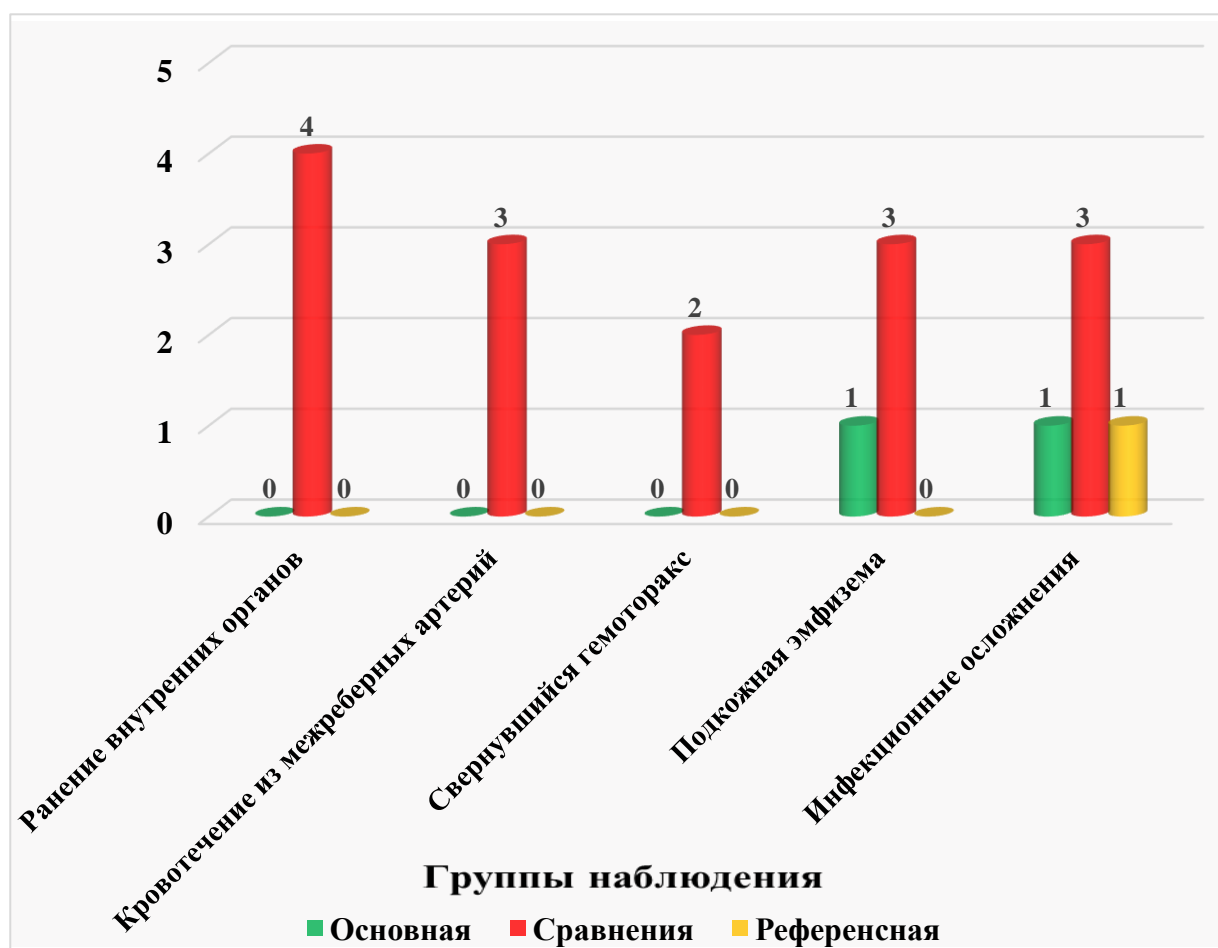


Рисунок 6.8. Частота и структура осложнений, сопровождавших дренирование плевральной полости, в группах наблюдения

Практически вся структура зафиксированных осложнений была

представлена среди пациентов группы сравнения; к этой же группе может быть отнесено абсолютное большинство осложнений в количественном отношении. Наиболее частым осложнением «рутинного» дренирования было, к сожалению, ранение внутренних органов: в 2 случаях – легкого, в 1 – печени, в 1 – желудка (у пациента с травматическим разрывом диафрагмы и перемещением желудка в левую плевральную полость). При этом всем осложнениям подобного рода, за исключением последнего случая, сопутствовал спаечный процесс в плевральной полости. В основной группе зафиксированы 2 осложнения: подкожная эмфизема, обусловленная разрывом буллы контрлатерального легкого, и гнойный плеврит на фоне тяжелого течения ковидной пневмонии. В референсной группе имело место единственное осложнение – нагноившаяся подкожная гематома в области стояния плеврального дренажа у пациента с осложненным течением после операции Льюиса, потребовавшей длительного дренирования.

Столь значимое различие в количестве и структуре осложнений между группами наблюдения, на наш взгляд, обусловлено следующими факторами.

В отношении ранения внутренних органов или межреберных артерий, различия между основной группой и группой сравнения, вероятно, связаны, в первую очередь, с техническими аспектами выполнения манипуляции и выбором места установки дренажной трубки: V межреберье расположено вдали от крупных органов (не считая легкого), а примененная техника дренирования (с помощью позиционирующих устройств и со смещением, при необходимости, в сторону от локального спаечного процесса по методике, изложенной в Главе IV) способствовала профилактике ранения легкого, так же как межреберных артерий, которое имело место у 3 пациентов группы сравнения и не встречалось в двух других группах наблюдения.

Что касается свернувшегося гемоторакса, то его формирование, само по себе, может быть связано с неэффективным дренированием (неправильный выбор места дренирования, применение пассивного дренирования, использование трубок небольшого диаметра), а также с несвоевременной

установкой плеврального дренажа, когда гемоторакс организуется уже в свернувшийся. Поэтому его наличие практически не было возможным у пациентов референсной группы (дренаж установлен в оптимальную позицию, требуемого диаметра и вовремя – с профилактической целью). В свою очередь, отсутствие случаев свернувшегося гемоторакса в основной группе подтверждает эффективность разработанных методик и технических приемов оптимизации дренирования и, соответственно, целесообразность их применения. Кроме того, вероятно, определенное влияние на результаты, оказывало ведение дренажа на активной аспирации, которое, хотя применялось также и в группе сравнения, но, тем не менее, потребовало торакоскопического вмешательства. Следует, однако отметить, что не все исследователи разделяют значимость активной аспирации в ликвидации гемоторакса [213]. Роль влияния на результат выбора метода дренирования (активное или пассивное) будет рассмотрена далее.

Проблемы развития подкожной эмфиземы в большинстве случаев связаны с миграцией плеврального дренажа наружу, в результате чего одно из его отверстий оказывается в подкожной клетчатке (чего никогда не возникало у пациентов основной группы, в отличие от группы сравнения). Менее частой причиной подкожной эмфиземы является разрыв легочных булл; такое осложнение может развиваться, в том числе, в результате повышения внутрибронхиального давления, при проведении оперативного вмешательства в условиях раздельной интубации бронхов, как это имело место у одного пациента основной группы.

Анализ критерия «инфекционные осложнения» показал, что они имели место во всех группах наблюдения, с несколько большей частотой развития в группе сравнения, однако, по-видимому, это является фактором, не зависящим от примененных технологий дренирования и, соответственно, могущем иметь место как в неотложных ситуациях, так и в плановой хирургии.

В целом, результаты настоящего раздела исследования коррелируют с опубликованными данными других авторов, анализирующих частоту и

структуру осложнений, сопровождающих дренирование плевральной полости.

6.2.5. Сравнительный анализ диагностической и лечебной эффективности плеврального дренажа, потребности в изменении тактики лечения, переходе к торакоскопии или торакотомии.

Сам факт наличия дренажной трубки в плевральной полости еще не означает, что с ее помощью удастся купировать тот патологический процесс, по поводу которого ее установили. Особые топографические взаимоотношения между патологическим субстратом и плевральным дренажом, даже при правильно позиционированной дренажной трубке, складываются в условиях спаечного процесса, эмпиемы плевры, при вынужденном нахождении пациента в прон-позиции. Если же дренаж расположен вдали от патологического субстрата, то он будет либо совсем не способен функционировать (приводя к наличию остаточной жидкости или воздуха), либо начало поступления воздуха или жидкости становится возможным только по достижении их значительных объемов, что может привести к несвоевременности лечебных мероприятий. В этом аспекте, показательным является исследование Kong V.Y. с соавт. [179], которые на достаточно большом клиническом материале (1239 пациентов) продемонстрировали, что, в ходе контрольной рентгенографии органов грудной клетки после удаления плеврального дренажа, в общей сложности, у 127 (13%) была выявлена остаточная патология, препятствовавшая немедленной выписке: пневмоторакс у 32 (8%), гемоторакс – у 44 (15%) и гемопневмоторакс у 51 (16%). При этом всем! пациентам с сохраняющимся гемо- или гемопневмотораксом потребовались либо повторное дренирование (46 человек), либо повторное оперативное вмешательство (видеоторакоскопия – 49). Аналогично, темп сброса воздуха, поступающего в плевральную полость вследствие негерметичности легочной ткани, может оказаться столь значительным, что, по истечении нескольких суток, при отсутствии

положительной динамики, встает вопрос об оперативном устранении дефекта. О целесообразности такой тактики, в частности, содержится указание в Национальных клинических рекомендациях по лечению спонтанного пневмоторакса [15]: «Если на фоне дренирования легкое не расправляется, и поступление воздуха по дренажу продолжается более 3 суток, показано хирургическое лечение в срочном порядке».

На наш взгляд, целесообразно разграничивать ситуации, когда дренирование выполняют в качестве первоочередного жизнеспасующего этапа лечения, с последующим оперативным вмешательством (при необходимости), и ситуации, когда после выполненной операции, при наличии плеврального дренажа, приходится прибегать к повторному вмешательству в связи со значительным поступлением содержимого (воздух, жидкость или кровь) из плевральной полости. Отличием между ними является то, что в первом случае дренирование рассматривается как вероятный окончательный вариант лечения, в то время как во втором это свидетельствует о дефектах в устранении патологического субстрата или возникновении новых, не имевшихся ранее проблем.

Таким образом, диагностическая и лечебная эффективность дренажа не всегда идентичны друг другу. В этой связи, нам представилось логичным провести анализ потребности в выполнении первичных отсроченных оперативных вмешательств и реторакотомий/реторакоскопий в условиях стояния плеврального дренажа.

В целом, к изменению тактики лечения в сторону более агрессивной пришлось прибегнуть у 23 (15%) пациентов: 7 – в основной группе, 10 – в группе сравнения, 6 – в референсной (Рисунок 6.9).

У 8 пациентов ранее были выполнены перепозиционирование дренажей (2 человека), редренирование (5 человек) или установка дополнительных дренажей (1 человек), которые, по разным причинам, не привели к желаемому результату и, соответственно, потребовали выполнения оперативного вмешательства.

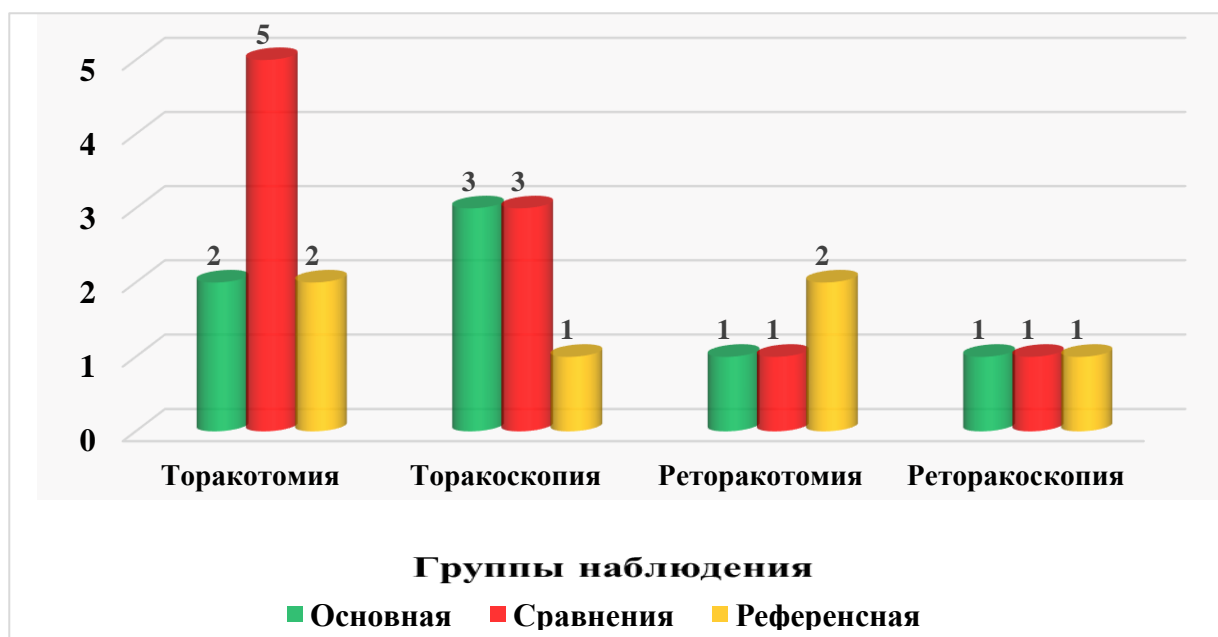


Рисунок 6.9. Потребность в оперативном вмешательстве (первичном или повторном) у пациентов с дренажом плевральной полости, в группах наблюдения

5 пациентов оперированы в связи с осложнениями, возникшими непосредственно в процессе дренирования плевральной полости или травмой, включавшей повреждение органов грудной клетки, из них 4 – с ранением внутренних органов (в 2 случаях вмешательство дополнено лапаротомией). Отдельного внимания заслуживает клиническое наблюдение пациента с ранением межреберной артерии, помимо которого имелся недиагностированный спондилодисцит с аррозивным кровотечением из позвоночной артерии, потребовавшие выполнения нескольких! реторакотомий, в ходе которых источник кровотечения обнаружить не удавалось, вплоть до момента выполнения аортоартериографии. У 10 пациентов причиной выполнения первичного или повторного оперативного вмешательства являлись: некупируемый в течение нескольких суток пневмоторакс – 4; послеоперационное кровотечение – 2; свернувшийся гемоторакс – 2; развитие внутриплевральных гнойных осложнений – 2.

Интересным представляется анализ частоты выполнения первичных и повторных (реторакотомия/реторакоскопия) вмешательств: 16 (70%) и 7 (30%), соответственно. Даже если исключить тех 5 пациентов, у которых

выполнение дренирования плевральной полости сопровождалась ранением внутренних органов или кровотечением, а также 2 пациентов с послеоперационным кровотечением, то потребность в переходе к первичному оперативному вмешательству возникла у 11 (7,3%), в повторном – у 5 (3,3%) человек. При этом, почти у каждого третьего из них, причиной служила неэффективность плеврального дренажа, как связанная с дефектами установки и контроля, так и с объемом патологии, превышающим его функциональные возможности.

6.2.6. Сравнительный анализ частоты потребности в проведении активной/пассивной аспирации.

Необходимость выбора того или иного вида дренирования (активная аспирация под низким давлением или водяной затвор по Бюлау) обусловлена не только конкретной клинической ситуацией, но и, во многом, традициями, сложившимися в той или иной хирургических школах. До настоящего времени, нет единого мнения о том, какой метод ведения дренажей является оптимальным. Так, в исследовании Маслак О.С. с соавт. [23] на основании результатов проспективного рандомизированного исследования показано, что продолжительность сброса воздуха была достоверно больше у пациентов на активной аспирации, чем в группе пациентов, находившихся на пассивном дренировании по Бюлау. Проведенный в 2018 году систематический обзор [118], включавший 120 исследований, в том числе 3 рандомизированных контролируемых, сравнивающих эти способы по таким параметрам, как персистирующая утечка воздуха, свернувшийся гемоторакс, длительность стояния дренажной трубки, необходимость повторных вмешательств, продолжительность госпитализации, – не позволил прийти к однозначному заключению: по некоторым критериям аспирация демонстрировала преимущество перед пассивным дренированием, по другим – наблюдалась обратная ситуация. Единственное исключение, где активная аспирация оказалась предпочтительной, относилось к стойкой умеренной утечке воздуха.

Однако, все три рандомизированно исследования склонялись, так или иначе, в пользу активной аспирации. Сходный по смыслу подход содержится и в Национальных клинических рекомендациях по лечению пневмоторакса [15]: «Плевральную полость ведут на активной аспирации до прекращения сброса воздуха. Оптимальной считается активная аспирация с разрежением 10-20 см водного столба. Однако, наиболее выгодна аспирация с тем минимальным разрежением, при котором легкое полностью расправляется». Аналогичное предпочтение активной аспирации отмечается и в Национальных клинических рекомендациях по лечению эмпиемы плевры [20]: «Нельзя надеяться на быстрое и полноценное расправление легкого при пассивном оттоке гноя из плевральной полости».

Сравнение в группах наблюдения по критерию выбора метода аспирации продемонстрировало следующее (Рисунок 6.10).

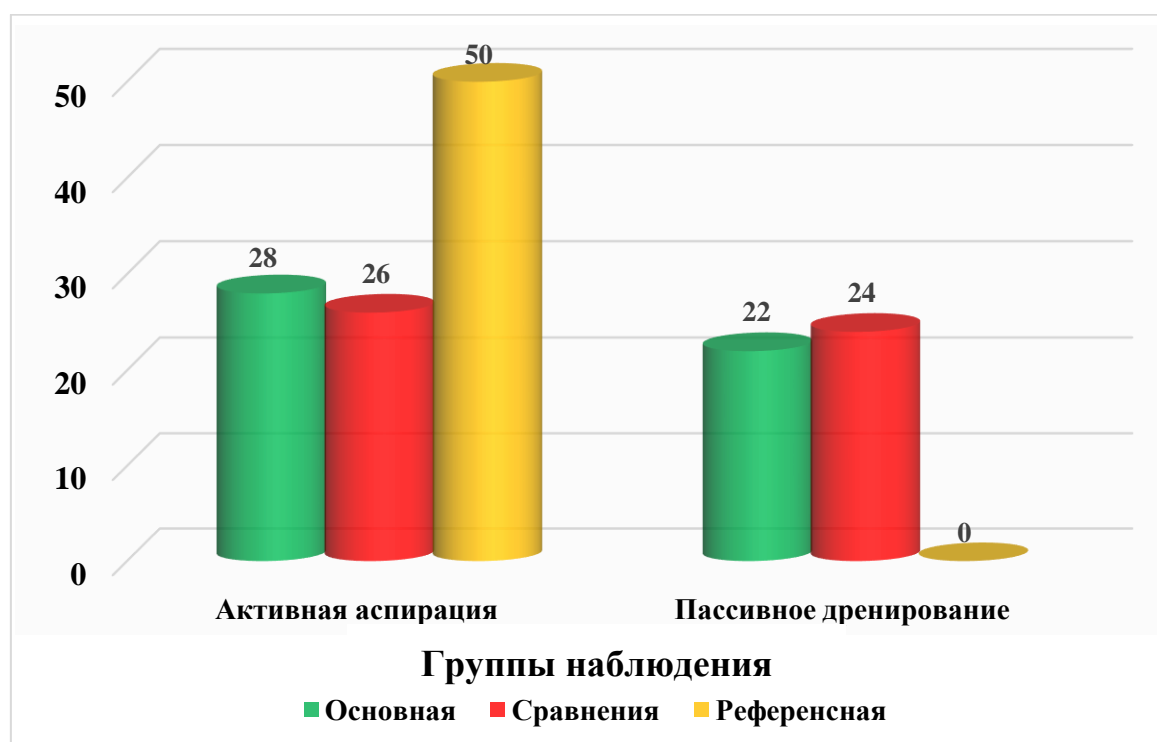


Рисунок 6.10. Частота выбора метода аспирации по дренажу в группах наблюдения.

В референсной группе, в которой плевральный дренаж выполнял, как правило, «страховочную» функцию, во всех случаях применяли только активную аспирацию. Соответственно, в двух других группах наблюдения,

выбор метода аспирации производили в зависимости от причины, потребовавшей выполнения дренирования плевральной полости, и конкретной клинической ситуации. Не было выявлено значимых различий в частоте применения того или иного метода, как между группами, так и внутри групп.

6.2.7. Сравнительный анализ частоты развития проблем, связанных с контролем экстраплевральной части дренажа

На практике, оценка эффективности работы дренажной магистрали является непростой задачей и иногда может приводить к неверным заключениям. Обычно, при нормальной функции дренажа, будет иметься колебание уровня жидкости в дренажной банке системы, синхронизированное с дыхательными движениями. Поэтому, при отсутствии таких колебаний, после исключения проблем дренажа внутри плевральной полости, изложенных выше, в качестве первоочередных мероприятий проводят ревизию всей экстраплевральной части дренажной магистрали на предмет перегиба трубки или разгерметизации системы. Частными ситуациями являются спадение внутреннего просвета дренажа, вызванное чрезмерным разрежением (изначально установленным или вследствие перегиба контура), а также obturation трубки сгустками крови, фибрином. В свою очередь, к разгерметизации системы могут приводить как неплотности в любом из сочленений, так и прошивание просвета дренажа или миграция трубки с выходом отверстий наружу.

Проведенный анализ показал, что, в целом, общая частота развития таких нежелательных явлений оказалось относительно невысокой – около 12% (Рисунок 6.11): перегиб трубки – в 7 (4,7%) случаях, разгерметизация и obturation просвета – по 5 (3,3%), сквозное прошивание дренажной трубки – в 1 (0,67%). Несмотря на то, что у конкретного пациента могло иметь место сразу несколько обозначенных выше нежелательных явлений, связанных с контролем экстраплевральной части дренажа, практический интерес

представляет именно структура: наибольший удельный вес в структуре имел перегиб трубки – 39%, разгерметизация и обтурация – по 28%, прошивание – 5%. Это означает, что в 70% наблюдений имелась утрата просвета дренажа, в 30% - разгерметизация.



Рисунок 6.11. Частота и структура нежелательных явлений, связанных с экстраплевральной частью дренажной системы

Таким образом, на наш взгляд, рациональная последовательность контроля дренажной трубки должна быть следующей: при обнаружении спадения просвета на фоне прежних значений разрежения, установленных на аппарате системы, следует убедиться в отсутствии перегиба трубки и/или обтурации ее просвета. Далее, исключают нарушение герметичности магистрали или устанавливают и устраняют причину, ее вызвавшую.

Сравнение частоты развития проблем, связанных с контролем экстраплевральной части дренажа в исследуемых группах наблюдения, было предназначено для того чтобы определить, влияют ли предлагаемые технические особенности установки плеврального дренажа, в том числе, на функцию и контроль наружной части дренажной системы.

Анализ продемонстрировал, что, как в отношении перегиба трубки, так и разгерметизации системы, они чаще имели место в группе сравнения

(Рисунок 6.12).

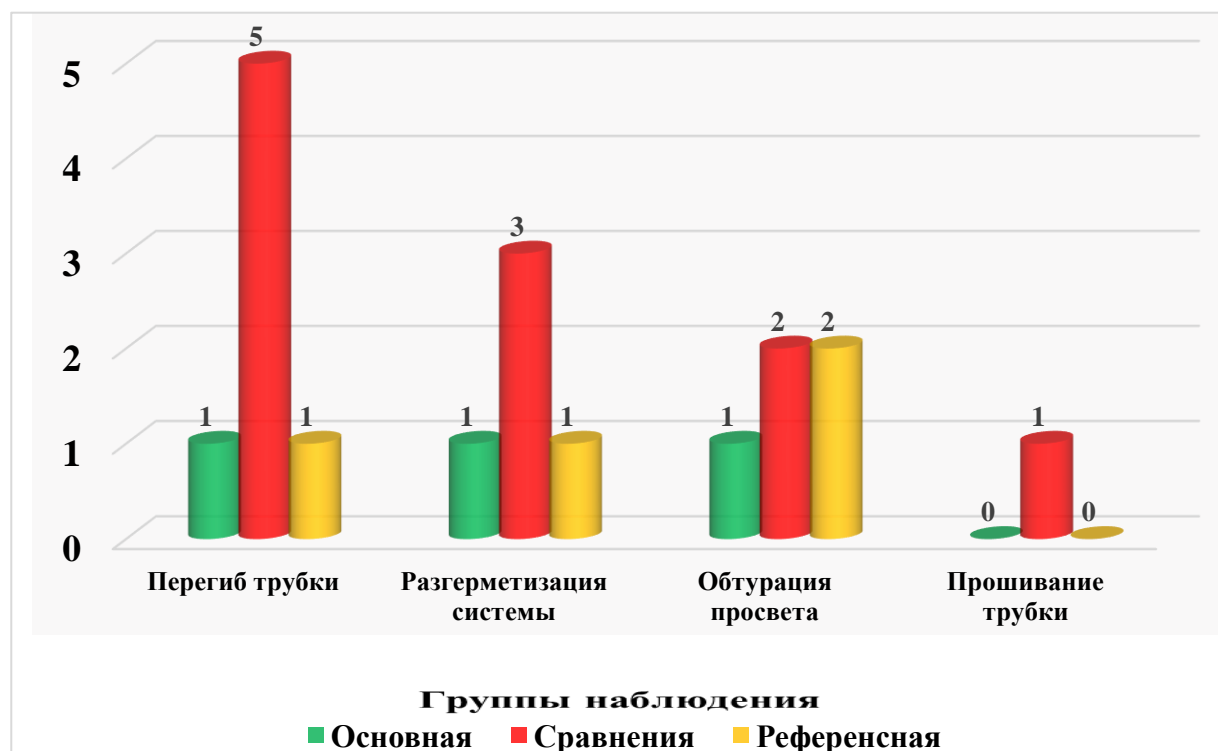


Рисунок 6.12. Частота и структура нежелательных явлений, связанных с экстраплевральной частью дренажной системы, в группах наблюдения

Логичным объяснением этому установленному факту являются бóльшие возможности контроля дренажа в основной группе, особенно в отношении пациентов, неспособных к самостоятельному обслуживанию. Так, например, при расположении дренажа ближе к позвоночнику, создаются условия для перегиба или сдавления наружной части дренажа весом пациента. Более того, мы наблюдали случаи перегиба и рассоединения дренажной магистрали у пациентов с дренажом, установленном во II межреберном промежутке по поводу пневмоторакса на фоне тяжелого течения новой коронавирусной инфекции, при вынужденном нахождении в прон-позиции. Справедливости ради, следует отметить, что в настоящее время созданы новые поколения дренажных трубок из силиконового материала, жесткость которого подобрана таким образом, чтобы препятствовать перегибу, даже когда пациент лежит на них, например, катетеры Unico [114]. Тем не менее, эта проблема хорошо известна и предъявляет высокие требования к медицинскому персоналу в отношении постоянного контроля всего контура дренажной системы.

6.2.8. Сравнительный анализ длительности функционирования дренажа

Этот критерий оказался одним из наиболее трудных для анализа и сравнения. Основная методологическая проблема связана с тем, что, как отмечается в Национальных клинических рекомендациях по лечению спонтанного пневмоторакса [15]: «Не существует точных сроков удаления дренажа, аспирацию следует проводить до полного расправления лёгкого». При этом понятно желание, чтобы, с одной стороны, трубка присутствовала в плевральной полости как можно меньшее время, а, с другой стороны, если имеется надежда на то, что дренаж выполнит возложенную на него функцию при его пролонгированном стоянии без необходимости в более агрессивной тактике – торакоскопии или торакотомии, то вряд ли преждевременное удаление дренажной трубки представляется обоснованным. Соответственно, Национальные клинические рекомендации по лечению эмпиемы плевры [20] отмечают: «Удаление дренажа производится после полного прекращения экссудации. ... Это наблюдается, как правило, через 1-1,5 недели лечения». Там же указывается: «Длительные попытки санации через установленный «вслепую» дренаж неоправданны, особенно при наличии бронхоплеврального свища».

Отдельной, не дискутировавшейся до недавнего времени проблемой, являются сроки стояния плевральных дренажей в условиях ковидной пневмонии, когда интерстициальный компонент поражения ткани легкого преобладает над альвеолярным, приводя к формированию плотно-ригидной легочной паренхимы с меньшей возможностью ее расправления. При развитии пневмоторакса, торакоскопический аппаратный аэрозаст дефектов легкого может приводить к еще большей негерметичности легкого, формированию или увеличению в размерах остаточной полости, а также к гемопневмотораксу – из-за несоответствия длины скобок в скрепочном шве требуемому объему закрытия дефекта. Поэтому, методом выбора является выжидательная тактика, с более длительными сроками стояния дренажей.

Проведенный статистический анализ и сравнение между группами наблюдения по «продолжительности стояния плеврального дренажа» продемонстрировал, что ни одна из групп не соответствовала критериям нормального распределения совокупности по Гауссу или Пуассону, со значительной вариативностью этого показателя (мультимодальное распределение, среднее квадратическое отклонение превышало среднее значение). Это является косвенным доказательством того, что длительность стояния дренажа являлась не случайным фактором, а всегда определялась медицинскими показаниями. Соответственно, данные этого раздела анализа представлены в виде медианы и интерквартильных интервалов, а также максимальных значений (вычисление минимального значения, с учетом предмета исследования, не представляется обоснованным).

В референсной группе длительность стояния плеврального дренажа ($M=1,0$ [1,0; 1,0]), как правило, ограничивалась одними сутками, поскольку он, в основном, выполнял «страховочную» функцию, за исключением 2 пациентов, которым была выполнена реторакотомия по поводу кровотечения, в результате чего дренажи у них были удалены на 4-е сутки, а также 2 пациентов с пролонгированным сбросом воздуха по дренажам после резекции легкого. Еще у 1 пациента после операции Льюиса, вследствие несостоятельности внутриплевральной части анастомоза дренаж функционировал в течение 21 суток (клиническое наблюдение представлено в Главе VII).

В основной группе, в целом, отмечены несколько меньшие сроки функционирования плеврального дренажа, чем в группе сравнения ($M=3,9$ [3,2; 11,3] против $M=4,5$ [4,2; 6,2], соответственно). В то же время, максимальные значения, были существенно выше в основной группе: 27 суток против 14. Также обращают на себя внимание более высокие значения, соответствующие «верхнему» квартилю, в основной группе наблюдения: 11,3 против 6,2. Это может означать, что пациенты группы сравнения были, скорее «одинаковыми», с показателями, приближенными к медианному значению, в

то время как среди пациентов основной группы было больше тех, которые относились к пограничным значениям совокупности, как с короткими, так и с пролонгированными сроками стояния плевральных дренажей. В свою очередь, этот факт можно трактовать, с одной стороны, в пользу большей эффективности функционирования дренажа у пациентов основной группы, в результате чего патологический субстрат удавалось ликвидировать быстрее и в более полном объеме, тогда как, с другой стороны, при необходимости, плевральный дренаж мог быть удален в более поздние сроки.

Необходимости в редренировании после удаления плеврального дренажа, связанном с рецидивом или неполным купированием патологического процесса, не возникло ни у одного пациента ни в одной группе наблюдения (за исключением 23 пациентов, потребовавших изменения тактики лечения в сторону более агрессивной, анализ которых представлен в разделе 6.2.5 настоящей главы).

6.2.9. Сравнительный анализ в группах наблюдения по критерию болевых ощущений и дискомфорта, связанных со стоянием плеврального дренажа.

Для оценки выраженности болевых ощущений применяется достаточно много специфических методик [148]. В настоящем исследовании использовали наиболее простой способ – десятибалльную цифровую рейтинговую шкалу боли, согласно которой степень боли, отмечаемая пациентом, могла варьировать от 0 (отсутствие боли) до 10 («нестерпимая боль, сильнее которой невозможно себе представить»). Дополнительным фактором интенсивности боли считали потребность в назначении анальгетиков нестероидного и наркотического рядов, в зависимости от балльной оценки. Применяли следующую градацию распределения баллов: 0–1 (нет боли), 2-4 (слабая боль), 5-6 (умеренная боль, купирующаяся нестероидными противовоспалительными препаратами), ≥ 7 (сильная или нестерпимая боль, требующая введения наркотических анальгетиков или

выполнения медикаментозной корешковой блокады). Поскольку оценка боли пациентами носит, во многом, субъективный характер, на который влияют темперамент, настроение человека и даже время года, в качестве средства объективизации им предлагалось сопоставить интенсивность имеющейся боли с когда-либо перенесенной болью («зубной», почечной коликой, радикулонейропатией и т.д.) после чего выразить ее значение в баллах. В связи с тем, что интенсивность боли подвержена значительным колебаниям во времени, пациенты фиксировали максимальную выраженность данного показателя (однократно) в течение всего периода стояния плеврального дренажа. В качестве критерия «дискомфорт» принимали желание пациента изменить положение тела, а также ограничение свободы перемещений и изменение глубины дыхания, вызванные наличием дренажной трубки. При оценке этого критерия использовали те же градации, что и при характеристике боли. Также оценивали способность пациента к самообслуживанию и мобильность в пределах палаты/отделения без посторонней помощи – оба показателя по 10-балльной системе. В итоге, определяли общую удовлетворенность качеством жизни в условиях наличия плеврального дренажа (дренажей), суммируя вышеперечисленные отдельные показатели и получая интегральный балл (возможные значения от «0» до «40»). Далее, результаты были разделены на 3 интервала. При этом полагали, что интервал «0-10» соответствует общей удовлетворенности пациента и его способности переносить наличие плеврального дренажа, «11-24» – частичной удовлетворенности, и ≥ 25 баллов – полной неудовлетворенности.

Несмотря на ретроспективный характер проведения исследования, данные, отражающие боль, дискомфорт, способность к самообслуживанию и мобильность пациента оказались доступными не только из медицинской документации, но из сведений, содержащихся в архиве «Кабинета боли» (одного из структурных подразделений хирургического отделения госпиталя). Также в госпитале параллельно проводился пилотный проект, посвященный оценке качества жизни пациентов на основе анкетирования с помощью

опросника EQ-5D [248], включающего, в том числе вопросы, составляющие предмет настоящего раздела диссертации.

Учитывая факт, что в референсной группе плевральный дренаж выполнял, как правило, «страховочную» функцию в ближайшем послеоперационном периоде и был удален к исходу 1-х суток после вмешательства, эта группа была исключена из сравнительного анализа по критерию «боли/дискомфорт».

Анализ результатов в группах наблюдения (Таблица 6.3) продемонстрировал, что у подавляющего большинства (93%) пациентов наличие плеврального дренажа сопровождалось болевыми ощущениями, выраженными в той или иной степени. При этом не испытывали боли только 5 человек (10%), отнесенных к основной группе. Как правило, пациенты отмечали слабые боли (2-4 балла): 50% в основной группе и 34% – в группе сравнения, или умеренные (5-6 баллов) – в 40 и 46%, соответственно. 8 человек (16%) в группе сравнения характеризовали имеющуюся боль как «сильную», причем во всех случаях они относились к дренажу, установленному по поводу пневмоторакса во II или III межреберных промежутках. Различия между группами в целом оказались, фактически, на уровне порога статистической значимости (средние значения $3,8 \pm 1,6$ против $4,9 \pm 1,8$, $p=0,048$), за исключением показателя «сильная боль», по которому величина «р» составила 0,007.

Сходные, в целом, данные получены в отношении дискомфорта, связанного с наличием плеврального дренажа. В основной группе 5 пациентов (10%) его не отмечали, у 37 (74%) дренаж вызывал слабый дискомфорт, у 8 (16%) – умеренный. Напротив, в группе сравнения соответствующие показатели составили 3 (6%), 25 (50%) и 17 (34%); более того, 5 (10%) испытывали выраженный дискомфорт, а итоговые различия по этому критерию были статистически значимыми ($p=0,028$).

Представляется небезынтересным, что болевые ощущения и дискомфорт, вызванные плевральным дренажом, прямо не коррелировали:

пациенты чаще отмечали дискомфорт, чем акцентировались на болевых ощущениях.

Таблица 6.3.

Сравнение групп наблюдения по субъективному отношению к наличию плеврального дренажа

Критерий	Выраженность (баллы)	ГРУППЫ НАБЛЮДЕНИЯ		Значение Р
		Основная n=50	Сравнения n=50	
Боли, вызванные наличием плеврального дренажа, n (%)	Нет (0-1)	5 (10%)	2 (4%)	0,048
	Слабая (2-4)	25 (50%)	17 (34%)	
	Умеренная (5-6)	20 (40%)	23 (46%)	
	Сильная (≥ 7)	0 (0%)	8 (16%)	
Дискомфорт, n (%)	Нет (0-1)	5 (10%)	3 (6%)	0,028*
	Слабый (2-4)	37 (74%)	25 (50%)	
	Умеренный (5-6)	8 (16%)	17 (34%)	
	Сильный (≥ 7)	0 (0%)	5 (10%)	
Возможность самообслуживания (гигиена, переодевание и т.д.), n (%)	Нет ограничений (0-1)	0 (0%)	0 (0%)	0,60
	Слабо ограниченное (2-4)	21 (42%)	17 (34%)	
	Умеренно ограниченное (5-6)	29 (58%)	33 (66%)	
	Существенные ограничения (≥ 7)	0 (0%)	0 (%)	
Мобильность, n (%)	Нормальная (0-1)	13 (26%)	10 (20%)	0,11
	Незначительно ограниченная (2-4)	37 (74%)	40 (80%)	
	Существенно ограниченная (5-6)	0 (0%)	0 (0%)	
	Полностью отсутствует (≥ 7)	0 (0%)	0 (0%)	
Общая удовлетворенность качеством жизни в условиях наличия плеврального дренажа (дренажей)	Удовлетворен (0-10)	19 (38%)	9 (18%)	0,0039*
	Частично удовлетворен (11-24)	22 (44%)	27 (54%)	
	Не удовлетворен (≥ 25)	9 (18%)	14 (28%)	

*– статистически значимые различия

Не зафиксировано существенных различий между группами по возможности самостоятельного обслуживания (средние значения $2,5 \pm 1,1$ и $2,8 \pm 1,2$) и мобильности (средние значения $3,0 \pm 1,1$ и $4,0 \pm 1,4$): $p=0,60$ и $p=0,11$,

соответственно. Тем не менее, интегральная оценка удовлетворенности качеством жизни в условиях наличия плеврального дренажа (дренажей) показала более предпочтительные результаты в основной группе, чем в группе сравнения (средний балл $15,2 \pm 9,1$ против, $18,7 \pm 7,2$, соответственно ($p=0,0039$)).

Таким образом, подводя итог разделу клинической части исследования, изложенному в настоящей главе, можно отметить, что практически по всем исследованным показателям (количество и тяжесть зафиксированных осложнений и нежелательных явлений) основная группа наблюдения имела значительно лучшие характеристики, сопоставимые с референсной группой, что, на наш взгляд, подтверждает эффективность и безопасность примененных способов установки и контроля плеврального дренажа и, соответственно, целесообразность их более широкого внедрения в практику.

1.3. Клиническая оценка особенностей функционирования плеврального дренажа в условиях изменения положения тела пациента

Малоизученным до настоящего времени аспектом является эффективность функционирования плеврального дренажа в зависимости от положения тела пациента. Этой проблемы практически не существует, когда пациент находится в сознании и активизирован. Однако, в ситуациях, когда пациент не способен к самостоятельным перемещениям, причем в течение длительного времени, и, более того, нуждается в смене положения тела, вплоть до необходимости придания ему прон-позиции «в течение не менее 16 ч в сутки» [1] (например, при тяжелом течении коронавирусной пневмонии), обозначенная проблема может приобретать клиническое значение. Как было продемонстрировано в Главе IV настоящего исследования (раздел 4.4), изменение положения тела может влиять на эффективность ликвидации гидроторакса, однако проведенный анатомический эксперимент не позволяет утверждать то же в отношении пневмоторакса.

Объектом исследования явились 14 пациентов, длительно находившихся на ИВЛ в связи с осложненным течением коронавирусной пневмонии, которым было выполнено дренирование плевральной полости. Поскольку эта часть клинического исследования проводилась проспективно, мы не имели возможности сформировать аналогичную группу сравнения с целью сопоставления результатов.

Примечательно, что ни у одного пациента не имелось пневмоторакса до поступления в стационар. В такой ситуации, в контексте тяжелого респираторного заболевания, связанного с COVID-19, наиболее вероятным патогенезом пневмоторакса являлся альвеолярный разрыв, вторичный по отношению к баротравме, связанной с механической вентиляцией легких, из-за высокого ПДКВ, необходимого для поддержания адекватной оксигенации. Частота этого признанного осложнения ИВЛ, по данным литературы, составляет около 5% [73], а одной из стратегий снижения ПДКВ, рассматривают раннее придание пациенту прон-позиции.

Учитывая особенности течения заболевания, в плевральную полость устанавливали, как правило, два дренажа. Местом установки «нижнего» дренажа во всех случаях являлось V межреберье, в то время как дренаж к апексу устанавливали либо во II, либо так же в V межреберье. Все пациенты находились под круглосуточным врачебным контролем в условиях отделения интенсивной терапии, располагались на функциональных кроватях. В соответствии с клиническими рекомендациями, им периодически, четырежды в сутки производили перепозиционирование, равномерно чередуя положение на спине и на животе в течение 6 часов.

Первичным патологическим субстратом, послужившим основанием для установки плеврального дренажа, являлся пневмоторакс у 8 пациентов, гидроторакс/гемоторакс – у 6. При этом, из 8 пациентов с пневмотораксом, у 2 человек он изначально носил двусторонний характер, за счет попытки улучшить оксигенацию путем увеличения ПДКВ. В процессе лечения, у 4 человек клиническая ситуация претерпела изменения: у 2 к гидротораксу

присоединился пневмоторакс, у 1 к пневмотораксу – гемоторакс (на фоне антикоагулянтной терапии), у 1 – сформировался пневмоторакс с противоположной стороны (Рисунок 6.13), причем в последнем наблюдении особенностью течения заболевания, являлось то, что пневмоторакс правой и левой плевральных полостей произошел не одновременно, а с интервалом в 5 суток.

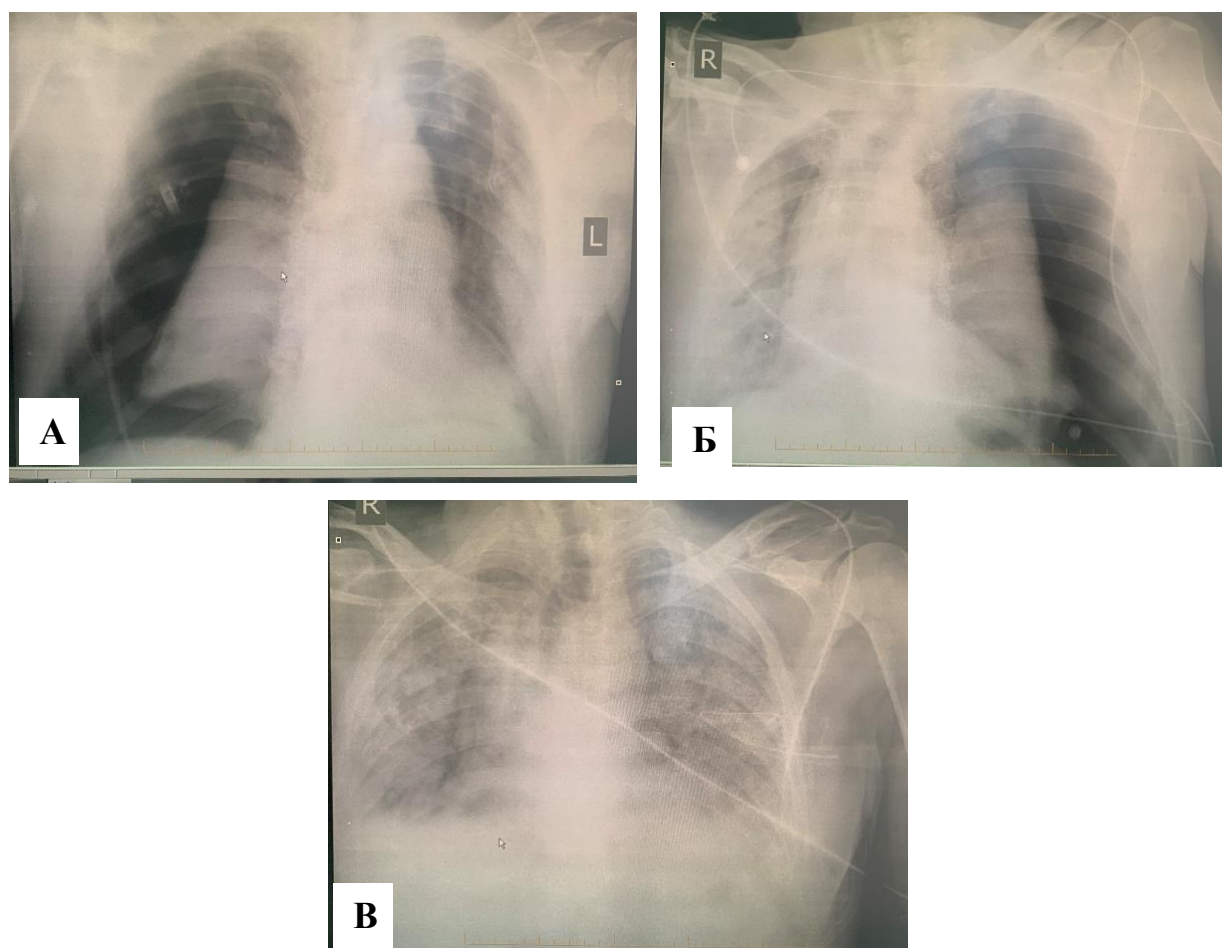


Рисунок 6.13. Собственное наблюдение, фото из рентгенологического архива ЦВКГ им. П.В. Мандрыка. Рентгенограмма пациента с пневмотораксом, вызванным осложненным течением пневмонии COVID-19. А. правосторонний пневмоторакс, легкое коллабировано; Б. левосторонний пневмоторакс, левое легкое коллабировано, правое – расправлено на фоне дренирования; В. расправление легких после дренирования плевральных полостей.

В анализ включены следующие клинически значимые критерии:

-проблемы с контролем дренажной системы, связанные с изменением положения тела;

-динамика поступления жидкости и/или сброса воздуха по

дренажу/дренажам при изменении положения тела;

-необходимость установки дополнительных дренажей.

Установлено, что дренаж в V межреберье сохранял свою функцию и был доступен для контроля вне зависимости от положения тела пациента на спине или на животе. По отношению к дренажу, установленному во II межреберье, для обеспечения функционирования дренажа приходилось прибегать к дополнительным позиционирующим приемам, таким как подкладывание подушки или валика. Однако, даже в этом случае, по мере сминания подкладки, проблемы, связанные с поддержанием проходимости дренажной трубки, повторялись. Поэтому, с накоплением соответствующего опыта, мы практически отказались от дренирования во II межреберном промежутке в пользу V межреберья.

Не зафиксировано какого-либо снижения эффективности плеврального дренажа для контроля и устранения сброса воздуха при перемене положения тела пациента, даже при пролонгированном его стоянии. В то же время, отмечена динамика поступления жидкости по дренажу, связанная с переводом пациента в прон-позицию и обратно на спину: во время нахождения в прон-позиции имелось значительное снижение дебита жидкости (суммарно, не более 100-200 мл). Более того, в некоторых случаях в прон-позиции наблюдалось поступление жидкости по дренажу, установленному к апексу, которого не имелось при нахождении на спине. После возврата в положение на спине, в течение ближайших 30 минут наблюдалось более интенсивное поступление жидкости в объеме 250-300 мл, за которым следовало снижение темпа заполнения дренажной системы. Этот процесс повторялся каждый раз, по мере изменения позиционирования тела пациента. Ориентировочно, изначальное соотношение объема ликвидированной жидкости в положении на спине и в прон-позиции можно оценить, как 3:1. В дальнейшем, при каждой смене положения, отмечалось нивелирование этих различий, вплоть до 2:1, но с сохраняющейся тенденцией к большему объему ликвидации жидкости непосредственно после переворачивания пациента, а также в положении на

спине (Рисунок 6.13).

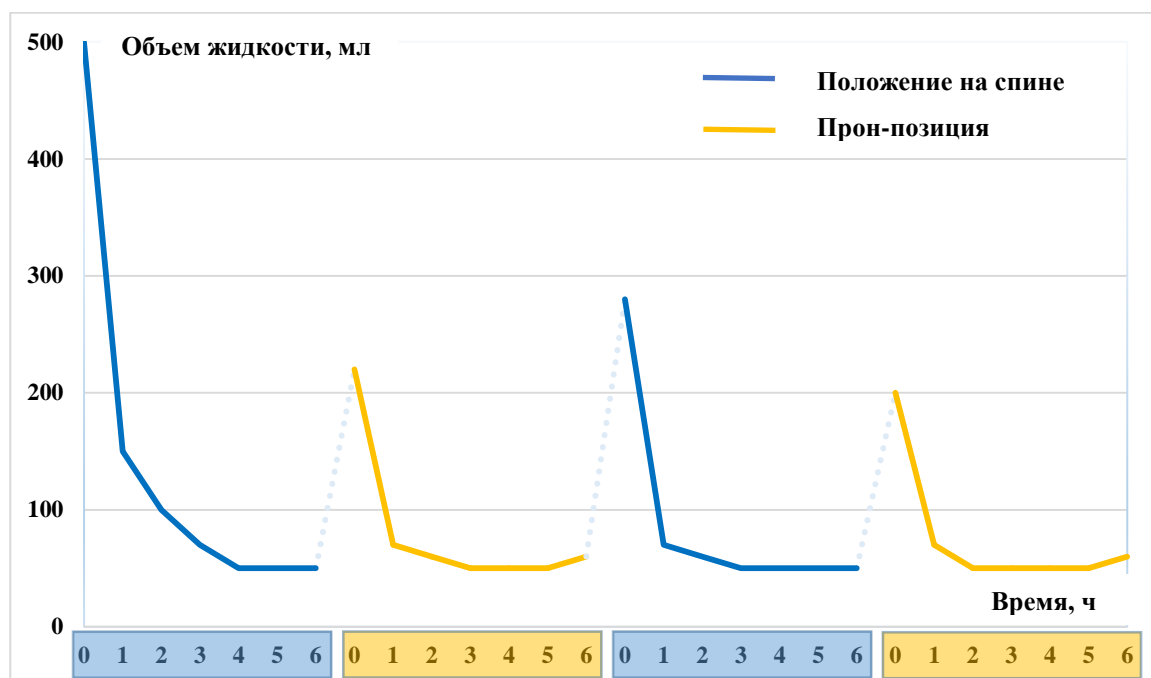


Рисунок 6.13. Динамика поступления жидкости по плевральному дренажу в связи с изменением положения тела пациента

Таким образом, продемонстрирована в клинических условиях динамика объема жидкости, поступающей по плевральным дренажам, в зависимости от положения тела пациента и, соответственно, возможность и целесообразность активного использования постурального дренирования. В этой связи, мы, в некоторой степени, пересмотрели тезис о «правильности» позиционирования плеврального дренажа, в первую очередь, предназначенного для ликвидации жидкости: в определенных ситуациях дренаж, установленный, например, не в плевральном синусе, а в кардио-диафрагмальном углу, может оказаться функционально состоятельным в прон-позиции пациента. Поэтому объективным критерием эффективности дренирования является наличие остаточной жидкости по данным ультразвукового или рентгенологического обследования, позволяющих определить необходимость репозиционирования трубки или редренирования. В анализируемой группе такая потребность имела у 4 пациентов, которая была разрешена посредством фиброторакоскопии, о чем будет более подробно изложено в Главе VII.

ГЛАВА VII. ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ ДРЕНИРОВАНИЯ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ПНЕВМОТОРАКСЕ И/ИЛИ ГИДРОТОРАКСЕ.

7.1. Возможности применения гибкой внутрисветной торакоскопии при дренировании плевральной полости в ходе ликвидации состояний, связанных с пневмогидротораксом.

Уже после проведения серии анатомических экспериментов, посвященных анализу целесообразности применения позиционирующих устройств для облегчения процесса дренирования плевральной полости, изложенных в Главе IV, у автора настоящего исследования сформировалось мнение, что обеспечение придания желаемого направления дренажной трубки возможно не только путем создания для трубки внешней ограничительной оболочки, но и изнутри ее просвета. При этом, по ряду соображений, проводник, типа бужа, не должен быть слишком жестким, иначе он будет представлять потенциальную угрозу повреждения внутренних органов в процессе дренирования. С другой стороны, если проводник будет слишком гибким, он не сможет сохранять приданную ему изначальную кривизну, требуемую для плавного перехода на внутривнутриплевральном участке – от почти горизонтального направления в точке проникновения в плевральную полость до последующего изменения угла на 100-120°. Например, при попытке использования в качестве внутрисветного проводника бужа, устанавливаемого в трубку, предназначенную для интубации трахеи в трудных случаях при искусственной вентиляции легких, было установлено, что его жесткости недостаточно, и, в ходе проведения по нему силиконовой дренажной трубки, буж распрямляется, в результате чего итоговое расположение дренажа отличается от запланированного.

Продолжая проводить клинические параллели с интубацией трахеи, хорошо известно, что в наиболее сложных ситуациях анестезиологи, зачастую, прибегают к возможностям гибкой эндоскопии для установки интубационной трубки [30]. Так, у автора сформировалась концепция выполнения дренирования плевральной полости с применением фиброволоконной оптики.

Следует отметить, что в доступной научной литературе не удалось обнаружить публикаций, описывающих применение подобной технологии и, тем более, технических аспектов выполнения этого вмешательства.

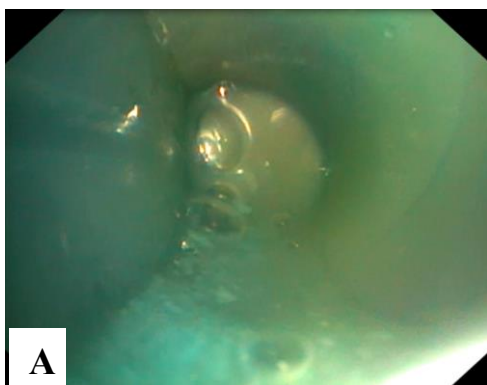
В качестве технического средства для гибкой эндоскопии использовали бронхоскоп производства “Olimpus” (Япония) с длиной рабочей части 70 см и наружным диаметром 8 мм (Рисунок 7.1). Изображение с оптического канала фиброскопа транслировали на монитор стандартной эндоскопической стойки (хотя это не является обязательным элементом, поскольку визуальный контроль возможен и непосредственно с окуляра или дисплея самого аппарата).



Рисунок 7.1. Фибробронхоскоп с дренажной трубкой, подготовленный для введения в плевральную полость под визуальным контролем при «сложном» дренировании.

В клиническом наблюдении, представленном на Рисунках 7.2 А-З и 7.3, у пациента с хронической эмпиемой плевры после неоднократных неэффективных дренирований полости, выполняемых «вслепую», с ожидаемыми техническими сложностями, обусловленными не только тяжестью развившихся в плевральной полости изменений, но и предыдущими оперативными вмешательствами, было решено выполнить управляемое дренирование и санацию патологического очага с применением фиброволоконной торакоскопии.

Пациенту придано положение Фовлера и поворот туловища на интактный бок. Под местной анестезией в V межреберье по передней подмышечной линии рассечены покровные ткани, осуществлен пальцевой вход в плевральную полость (следует подчеркнуть, что в данном случае толщина париетальной плевры составляла около 2 см). Далее, на гибкий бронхоскоп надета силиконовая дренажная трубка, предназначенная для установки в плевральную полость, после чего эта конструкция проведена в плевральную полость, выполнена ревизия: имеется остаточная полость, ограниченная краем легкого и костальной плеврой, частично заполненная жидким слизисто-гнойным содержимым (Рисунок 7.2 А), разделяющаяся на отсеки многочисленными спайками (Рисунок 7.2 Б). Через аспирационную систему (манипуляционный канал) произведена санация полости, ликвидирован жидкостной компонент патологического субстрата, после чего стала возможной визуализация дальнейшего направления продвижения дренажа (Рисунок 7.2 В). Конец бронхоскопа, огибая и сепарируя имевшиеся спайки легкого и грудной клетки, подведен к верхней точке патологического субстрата (Рисунок 7.2 Г), после чего бронхоскоп извлечен. Учитывая, что для создания приточно-промывной системы необходимо наличие двух дренажей, аналогичным способом через прокол в V межреберье по задней подмышечной линии с помощью фиброскопа подведена вторая дренажная трубка к нижней точке остаточной полости (Рисунок 7.2 Д), выполнена санация этого пространства (Рисунок 7.2 Е, Ж). Одновременно, выполнен контроль позиционирования первой дренажной трубки (Рисунок 7.2. З): расположена адекватно, переустановки не требуется.



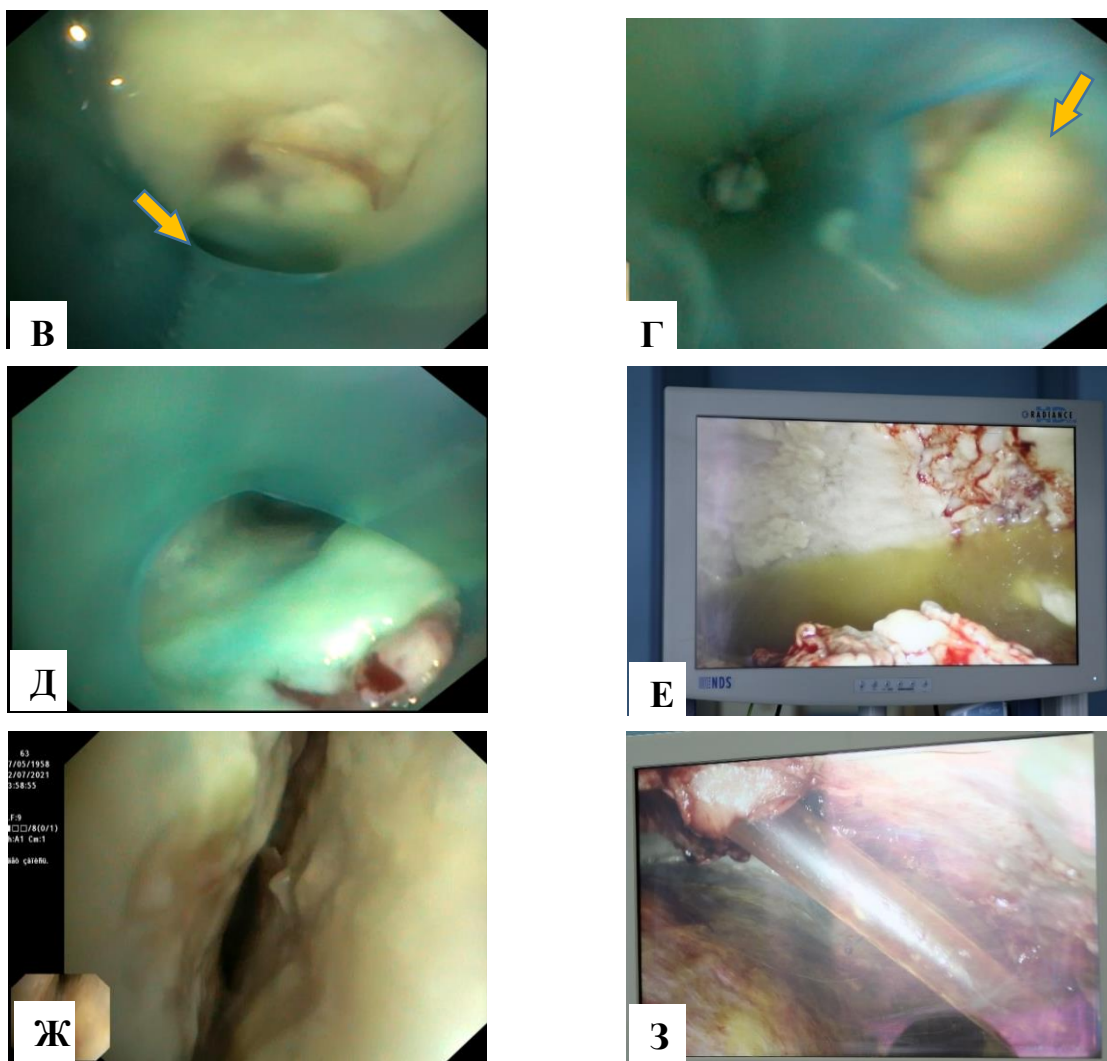


Рисунок 7.2. Интраоперационное фото с экрана монитора, полученное в ходе дренирования и санации эмпиемы с помощью фиброторакоскопии (объяснение – в тексте): А. Вид из просвета дренажа при установке в остаточную полость – жидкое слизисто-гнойное содержимое; Б. Спайки, разделяющие остаточную полость на отсеки; В. После санации визуализируется направление для продвижения дренажной трубки к верхней точке остаточной полости (стрелка); Г. Вид из просвета дренажа, размещенного у верхней точки остаточной полости с визуализацией бокового отверстия (стрелка); Д. Дренаж к нижней точке остаточной полости; Е. Остаточная полость с жидким содержимым; Ж. Остаточная полость после санации; З. Контроль позиционирования дренажа.

В последующем, контроль динамики течения патологического процесса и эффективности выбранной методики лечения пациента, помимо рутинно применяемых диагностических критериев (общеклинические анализы, полипозиционное рентгенологическое исследование, контроль объема и характера отделяемого из дренажей промывной системы и др.), также

осуществляли визуально с помощью фиброторакоскопии, как правило, через день, с проведением повторных санаций, оценивая состояние стенок остаточной полости, ее объем, содержимое, а также позиционирование дренажей и их проходимость (Рисунок 7.3). Более того, дренажи неоднократно переустанавливали в оптимальную для функционирования промывной системы позицию, по мере облитерации остаточной полости, вплоть до полного купирования патологического процесса.

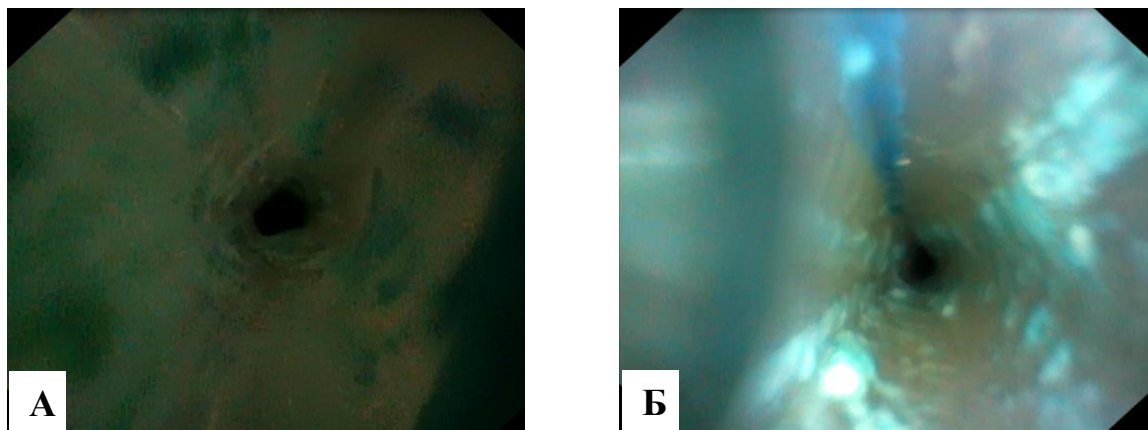


Рисунок 7.3. Интраоперационное фото с экрана монитора, полученное в ходе дренирования и санации эмпиемы с помощью фиброторакоскопии: контроль проходимости и позиционирования дренажных трубок. Вид просвета дренажной трубки: А. после ретроградной фистулографии бриллиантовым зеленым для исключения бронхоплеврокожного свища; Б. в процессе облитерации остаточной полости.

Достаточно часто источником внутриплеврального кровотечения и пневмоторакса является паренхима легких, травмированная острыми обломками ребер [57], [119]. Поэтому данное осложнение травмы должно быть устранено, например, торакоскопическим остеосинтезом ребер. При этом в некоторых ситуациях, например, при продолжающемся кровотечении на фоне стабильной гемодинамики, может быть полезным выполнение диагностической и лечебной гибкой видеоторакоскопии, которая позволяет выполнить ревизию грудной полости, определить дальнейшую тактику и метод лечения, выявить источник кровотечения, оценить его значимость, провести гемостаз, аэростаз, удалить инородные тела, наконец, дренировать плевральную полость в зоне патологического субстрата под визуальным

контролем, как в следующем клиническом наблюдении коморбидного пациента.

Пациент Г., 1928 г.р. (93 года), генерал-полковник в отставке (диспансерная группа), получил травму в быту 01.01.2021 г. при падении с высоты собственного роста на спину. Был доставлен в госпиталь бригадой СМП через 2 часа.

В анамнезе: постоянная форма фибрилляции предсердий с нормосистолией желудочков с 1986 г. В 2006 г. – первый эпизод синкопального состояния, вызванного эпизодом полной поперечной блокады. В дальнейшем синкопальных состояний или их эквивалентов не отмечал до марта 2016 г. 07.07.2016 г. выполнена имплантация постоянного электрокардиостимулятора. В 1995 г. – лапароскопическая холецистэктомия по поводу хронического калькулезного холецистита. В 2017 г. – хирургическое лечение по поводу первично-множественных метахронных злокачественных новообразований желудка, прямой кишки, предстательной железы (оперативный доступ – верхнесредненижнесрединная лапаротомия, объем вмешательства – гастрэктомия, резекция печени, передняя резекция прямой кишки, позадилоная простатэктомия); после операции проведено 25 сеансов гамма-терапии.

Данные обследования при поступлении:

При обзорной рентгенографии органов грудной клетки в положении стоя, в прямой и левой боковой проекциях, выявлен перелом V-X ребер слева со смещением костных отломков, малый гемоторакс в заднем косто-диафрагмальном синусе (Рис. 7.4 А). Подкожная и межмышечная эмфизема левой половины грудной клетки, имбибиция мягких тканей (Рис. 7.4 Б).

КТ органов грудной клетки от 01.01.2021 г.: переломы V-X ребер слева, в том числе VII-IX ребер со смещением и захождением отломков; переломы левых поперечных отростков VII-X грудных позвонков без значимого смещения. Очаги ушибов нижней доли левого легкого. Выпот в левой плевральной полости геморрагического характера, малый пневмоторакс.

Субсегментарные ателектазы в базальных отделах левого легкого. Подкожная и межмышечная эмфизема левой половины грудной клетки. Состояние после установки ЭКС.

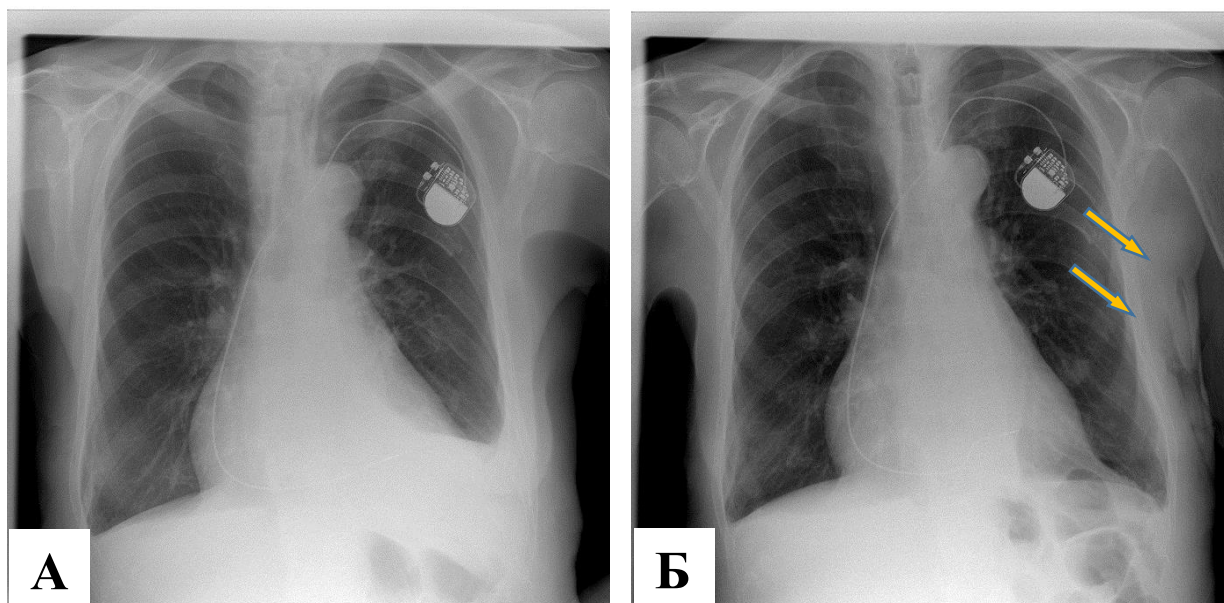


Рисунок 7.4. Собственное наблюдение, фото из рентгенологического архива ЦВКГ им. П.В. Мандрыка. Рентгенограмма, прямая проекция. А. Перелом ребер слева, малый гемоторакс; Б. Подкожная и межмышечная эмфизема левой половины грудной клетки, имбибиция кровью мягких тканей (стрелки).

По данным лабораторных методов исследования: снижение уровня гемоглобина до 60 г/л, тромбоцитопения 92×10^9 /л.

Клинический диагноз: Сочетанная травма груди, позвоночника, конечностей. Закрытая травма груди. Множественные переломы V-X ребер слева по лопаточной линии со смещением костных отломков. Ушиб нижней доли левого легкого. Левосторонний гемоторакс. Дыхательная недостаточность 1 степени. Множественные переломы левых остистых отростков VII-X грудных позвонков без смещения костных отломков.

В связи с кровопотерей и постгеморрагической анемией проведена гемотрансфузия 2 доз одногруппной и резус-совместимой эритроцитарной массы. По сравнению с клиническим анализом крови при поступлении, отмечается подъем уровня гемоглобина до 75 г/л.

По результатам рентгенологического метода обследования и УЗИ плевральных полостей от 04.01.2021 г. отмечается отрицательная динамика

течения заболевания: признаки среднего левостороннего и минимального правостороннего гидроторакса – скопление неоднородной разнодисперсной жидкости в левой плевральной полости по лопаточной линии до 600 мл, справа – по лопаточной линии до 100 мл. Заключение: пациенту показано проведение малого оперативного вмешательства – диагностической пункции левой плевральной полости. Выполнена пункция левой плевральной полости системой Plevrosap в намеченной точке в VII межреберье по лопаточной линии, получен экссудат темно-красного цвета, без сгустков. Активной аспирацией шприцем Жанэ эвакуировано 750 мл экссудата геморрагического характера. С целью коррекции гемостаза пациенту проведена трансфузия 1 дозы одногруппной свежезамороженной плазмы.

08.01.2021 г. – рентгенография органов грудной клетки и УЗИ-контроль плевральных полостей: отмечается отрицательная динамика течения заболевания – признаки среднего левостороннего и малого правостороннего гидроторакса: скопление неоднородной свободной разнодисперсной жидкости в левой плевральной полости объемом до 1200 мл, свободной жидкости в правой плевральной полости до 500 мл. По результатам обследования, пациенту проведена пункция левой плевральной полости в VII межреберье по лопаточной линии системой Plevrosap; получен экссудат геморрагического характера, без сгустков, эвакуировано активной аспирацией шприцем Жанэ 1300 мл.

10.01.2021 г. УЗИ-контроль плевральных полостей: диагностирован средний левосторонний гемоторакс и малый правосторонний гидроторакс – скопление неоднородной свободной разнодисперсной жидкости в левой плевральной полости объемом до 750 мл, свободной жидкости в правой плевральной полости до 100 мл.

В общеклиническом анализе крови от 12.01.2021 г.: гемоглобин 65 г/л, эритроциты $2,08 \times 10^{12}/л$, лейкоциты $4,1 \times 10^9/л$, тромбоциты $130 \times 10^9/л$. Проведена трансфузия 2 доз эритроцитарной массы и 1 дозы свежезамороженной плазмы. В контрольном анализе крови: гемоглобин 90 г/л, эритроциты $2,9 \times 10^{12}/л$, лейкоциты $5,12 \times 10^9/л$, тромбоциты $166 \times 10^9/л$.

13.01.2021 г. - контрольное УЗИ плевральных полостей: скопление неоднородной свободной разнодисперсной жидкости в левой плевральной полости объемом до 750мл, свободной жидкости в правой плевральной полости до 500 мл. Проведена пункция левой плевральной полости в VII межреберье по лопаточной линии системой Plevrosap; получен экссудат геморрагического характера, без сгустков, эвакуировано активной аспирацией шприцем Жанэ 800 мл экссудата, материал отправлен на цитологическое, общеклиническое и биохимическое исследования. По результатам цитологического исследования плеврального экссудата – в мазке эритроциты сплошь в поле зрения, на фоне эритроцитов – клетки реактивного мезотелия (цитограма реактивного выпота); биохимический анализ экссудата – глюкоза 5,42 ммоль/л, ЛДГ 149 ед/л, общий белок 21 г/л, что свидетельствует об транссудативном характера плеврального выпота.

МСКТ органов грудной клетки с 3-D реконструкцией: визуализируются переломы по левой лопаточной линии V-X ребер, из них перелом V-VI ребер – без смещения костных отломков, переломы VII-IX ребер – со смещением костных отломков до 1/2 и на всю ширину кости, оскольчатые.

Консилиум от 18.01.2021 г.: учитывая наличие множественных переломов ребер левой половины грудной клетки со смещением костных отломков, сопровождающихся упорным болевым синдромом и дыхательными нарушениями; рецидивирующее течение левостороннего экссудативного плеврита с геморрагическим характером; высокий риск повторного повреждения паренхимы легкого с угрозой развития напряженного пневмогидроторкса – пациенту после консультации кардиолога, анестезиолога и дополнительной подготовки к оперативному лечению рекомендовано выполнение по жизненным показаниям лечебно-диагностической торакоскопии, санации и дренирования левой плевральной полости, остеосинтеза VII-IX ребер.

Оперирован 25.01.2021 г. в условиях общей анестезии и оротрахеальной двухлегочной вентиляции. В положении пациента на правом боку выполнен разрез кожи, ПЖК в VIII межреберье слева от задней подмышечной до

паравертебральной линии. Острым путем и с использованием аппарата *Harmonic Ethicon Surgery* выполнено обнажение мест переломов VII-IX ребер, локализующихся по лопаточной линии. Иссечены и удалены реберным распатором фиброзные ткани в зоне переломов ребер и осколки ребер. С использованием инструментов и материалов из набора *MatrixRIB fixation System Sinthes* сопоставлены костные отломки костными щипцами; поочередно выполнен накостный остеосинтез VII-IX ребер, при этом использованы 2 пластины для левого гемиторакса, одна из которых разделена на две равные половины; пластины фиксированы к ребрам выше и ниже мест переломов 18-ю самофиксирующимися шурупами № 8 из набора. Контроль гемостаза. Послойный шов раны. В V межреберье по левой среднеподмышечной линии рассечены мягкие ткани, осуществлен пальцевой вход в плевральную полость. Далее, через этот разрез установлен гибкий бронхоскоп *Olimpris*. При ревизии: геморрагический выпот, со сгустками в количестве около 700 мл; определяется выраженный спаечный процесс в плевральной полости, с локализацией плоскостных спаек в области корня легкого, костальной поверхности легкого, прилежащей к местам перелома ребер, где имеются рыхлые сгустки вследствие травматизации паренхимы легкого отломками ребер (наиболее вероятный источник гемоторакса). При дальнейшей ревизии установлено, что остеосинтез состоятелен, костные отломки сопоставлены, винты системы *MatrixRib* в плевральной полости не визуализируются. Через разрез мягких тканей в VI межреберье по левой задней подмышечной линии осуществлен пальцевой вход в плевральную полость. Под визуальным контролем внутриспросветно расположенного фиброскопа установлена дренажная трубка в основную массу свернувшегося гемоторакса, через которую болюсно инъецировано 100000 МЕ стрептокиназы, растворенной в 100 мл физиологического раствора. Геморрагическое содержимое со сгустками удалено путем активной аспирации. Контроль гемостаза, полноты устранения гемоторакса и позиционирования дренажей, после чего фиброскоп извлечен из просвета дренажной трубки. Налажена активная аспирация с разрежением 20 см вод.

ст. По окончании вмешательства, пациент приведен в сознание и экстубирован на операционном столе при стабильных показателях гемодинамики и дыхания. При покашливании, сброса воздуха по дренажам нет, выделилось до 50 мл серозно-геморрагического отделяемого.

В течение первых суток по дренажам из левой плевральной полости до 400 мл серозного отделяемого. Дренаж, установленный в V межреберье по передней подмышечной линии (Рисунок 7.5 А, верхняя синяя стрелка), удален из левой плевральной полости на 2-е сутки. К исходу 3-х суток по оставшемуся плевральному дренажу (Рисунок 7.5 Б, синяя стрелка) – до 50 мл отделяемого, сброса воздуха нет, дренаж удален.

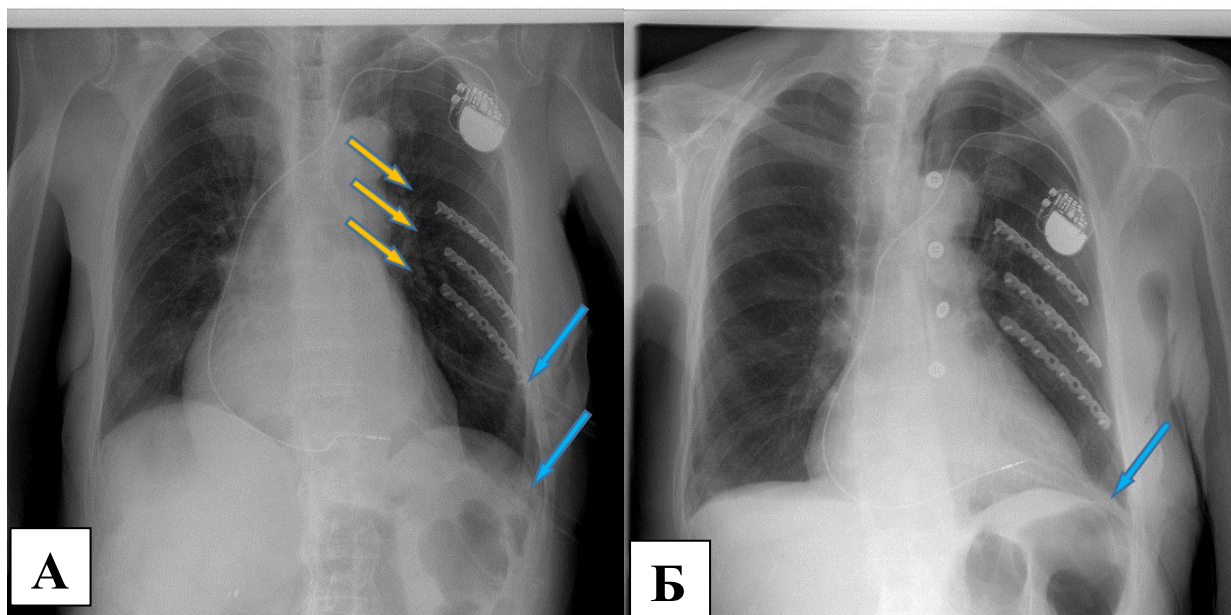


Рисунок 7.5. Рентгенограмма, прямая проекция. А. Металлические пластины MatrixRib, фиксирующие отломки ребер (оранжевые стрелки), плевральные дренажи (синие стрелки); Б. Контрольная рентгенограмма после удаления «верхнего» плеврального дренажа.

Контрольная рентгенография органов грудной клетки: легкие расправлены, свободной жидкости и газа в плевральных полостях нет. Металлические пластины, расположены правильно, ребра фиксированы.

Общеклинический анализ крови от 27.01.2021 г.: гемоглобин 90 г/л, эритроциты 2.88×10^{12} /л, лейкоциты $7,59 \times 10^9$ /л, тромбоциты 166×10^9 /л.

УЗИ плевральных полостей от 01.02.2021 г.: следовое количество свободной жидкости в плевральных полостях: 60 мл в правой, 80 мл – в левой.

Пациент переведен в филиал ФКУ «ЦВКГ им. П.В. Мандрыка», п. Болшево, для восстановительно-реабилитационного лечения.

Таким образом, представленное клиническое наблюдение позволяет продемонстрировать многочисленные сложные проблемы, возникшие в ходе лечения коморбидного пациента старческого возраста, с интуитивно понятным стремлением к минимизации хирургической агрессии и постепенным переходом от простых методик к сложным, что позволило выиграть время, стабилизировать пациента, адаптировать его к посттравматическому состоянию и, в итоге, выполнить оперативное вмешательство в требуемом объеме, с полной коррекцией нарушенных функций. При этом гибкая внутрисветная эндоскопия позволила полностью решить комплекс задач, аналогичных традиционной торакокопии, но без необходимости проведения односторонней вентиляции, которая могла оказать негативное влияние на состояние пациента, а также с меньшим количеством операционных доступов.

Приводим еще одно редкое клиническое наблюдение, демонстрирующее возможности комбинированного применения гибкой торакальной эндоскопии в процессе лечения «осложненных» пациентов.

Пациент Г., 14.09.1950 г.р. (66 лет), поступил в госпиталь в плановом порядке для оперативного лечения 25.05.2021 г. с диагнозом: рак кардиального отдела желудка рT1aN0M0, I стадия, G1, 2-я клиническая группа.

По данным ЭГДС от 11.05.2021 г. выявлены конусовидные мелкие очажки диаметром до 5 мм и высотой до 4 мм с налетом фибрина в области кардии с распространением на малую кривизну и заднюю стенку желудка. Гистологическое исследование – интраэпителиальная неоплазия тяжелой степени с участками интрамукозальной карциномы без распространения за пределы собственной пластинки слизистой оболочки. По данным КТ органов грудной клетки, брюшной полости, забрюшинного пространства от 21.05.2021 г. метастатических поражений и другой органической патологии, в том числе увеличения лимфоузлов, не выявлено.

Оперирован 27.05.2021 г. Оперативный доступ: лапаротомия, правосторонняя передне-боковая торакотомия в VI межреберье, положение пациента на левом боку. Выполнена проксимальная субтотальная резекция желудка, D2 лимфодиссекция со срочным гистологическим исследованием, при котором установлено, что негативный край резекции со стороны пищевода не достигнут. Принято решение выполнить операцию Льюиса с наложением внутриплеврального эзофагогастроанастомоза. Повторное срочное гистологическое исследование: в краях резекции опухолевого роста не выявлено. Правая плевральная полость дренирована двумя дренажами через контрапертуры в V межреберье с подведением дренажей к зоне анастомоза и апексу плевральной полости.

В раннем послеоперационном периоде (01.06.2021 г.) развилась частичная несостоятельность эзофагогастроанастомоза (Рисунок 7.6) до 1 см протяженностью по передне-наружной стенке, с выделением по дренажу правой плевральной полости, установленному к зоне анастомоза, до 300 мл серозно-гнойного отделяемого за сутки.

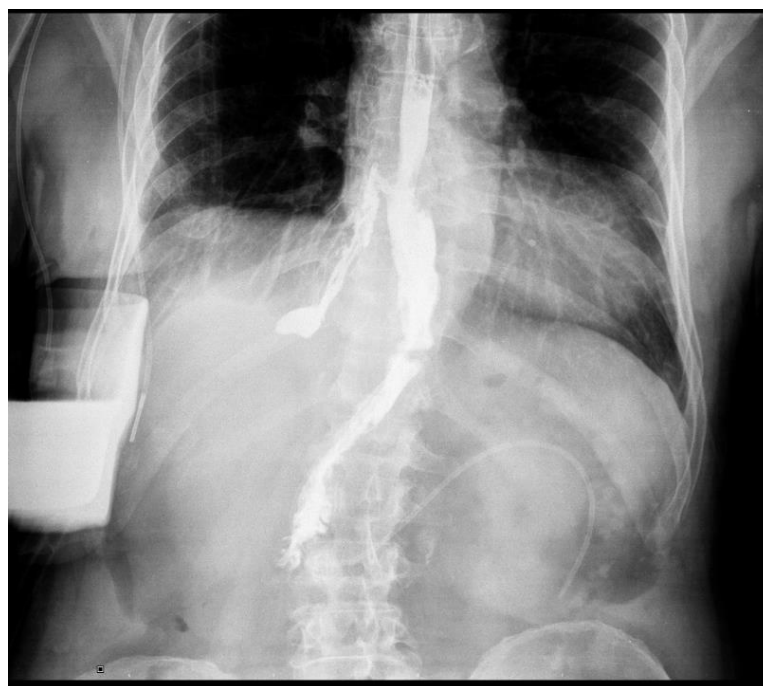


Рисунок 7.6. Обзорная рентгенография с контрастированием пищевода водорастворимым контрастом: частичная несостоятельность эзофагогастроанастомоза с выходом контрастного вещества за пределы анастомоза в правую плевральную полость.

Устранение данного осложнения проводилось с применением следующего оригинального способа. Предварительно, с помощью гибкой эндоскопии в 12-перстную кишку установлен зонд для энтерального питания пациента, выведенный через левый носовой ход. Далее, выполнено внутрипросветное дренирование с помощью VAC-системы, изготовленной из стандартного пищеводного зонда, к дистальной части которого была адаптирована губка из перевязочного набора отечественного производства ВИТ Мобил (Россия), фиксированная к зонду прошивными лигатурами, с подведением к месту несостоятельности анастомоза, а проксимальная его часть – выведена через тот же носовой ход и подсоединена к портативному вакуум-асpirатору с созданием постоянного разрежения 125 мм рт. ст. (Рисунок 7.7).

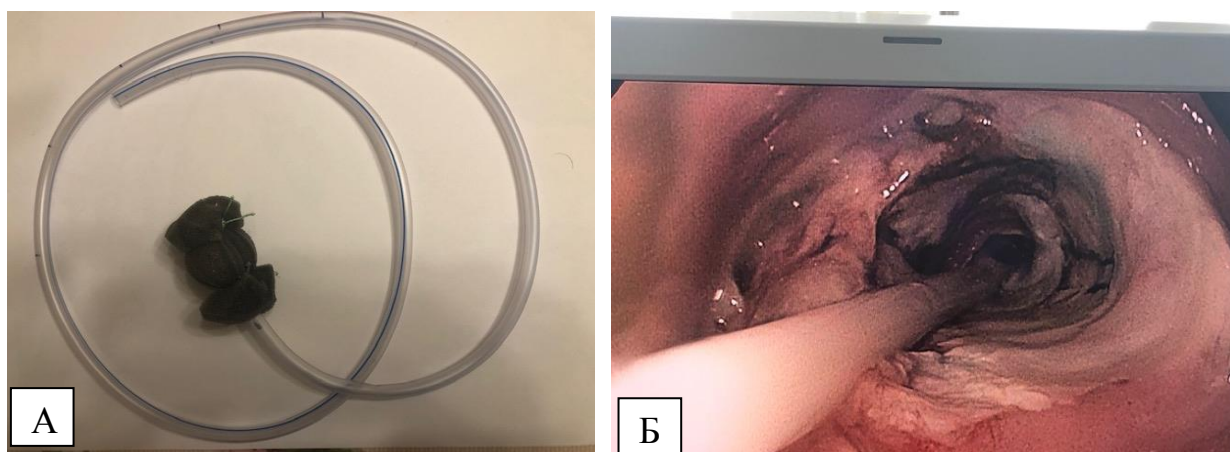


Рисунок 7.7. А. Собранная конструкция VAC-системы; Б. внутрипищеводное дренирование зоны дефекта пищеводно-кишечного анастомоза с помощью VAC-системы (объяснение – в тексте).

Дренаж, установленный к апексу, по достижении полного аэростаза, удален на 7-е сутки. Торакотомная и лапаротомная раны зажили первичным натяжением. Швы сняты все.

В результате нормального функционирования VAC-системы удалось добиться перераспределения отделяемого из плевральной трубки во внутрипищеводный дренаж с купированием локальных воспалительных реакций в зоне несостоятельности эзофагогастроанастомоза, изменением характера отделяемого по плевральному дренажу на серозно-фибринозное, в

объеме до 40 мл в сутки. Размер дефекта анастомоза сократился до 0,3 см. Это позволило в последующем (17.06.2021 г.) удалить внутрипищеводную VAC-систему и заменить ее на самораскрывающийся металлический покрытый внутрипищеводный стент REF EEC200907 (Рисунок 7.8).

Соответственно, необходимость в питании через энтеральный зонд отпала, он был удален.

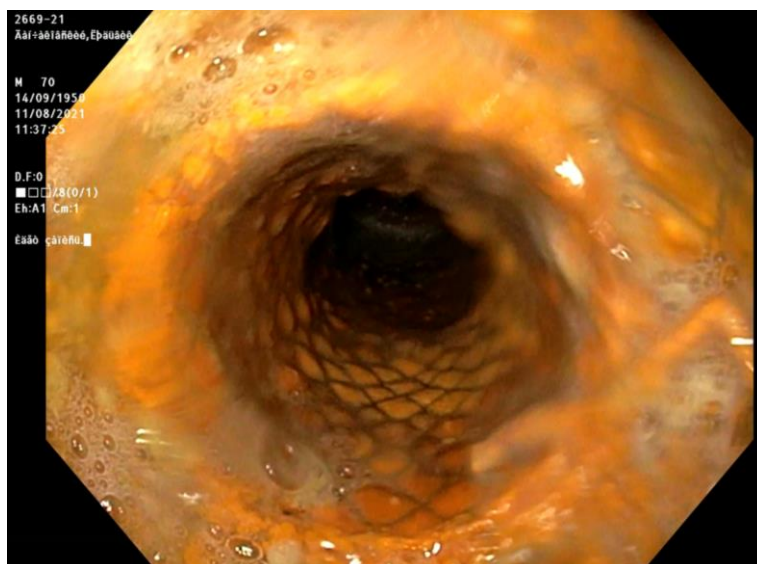
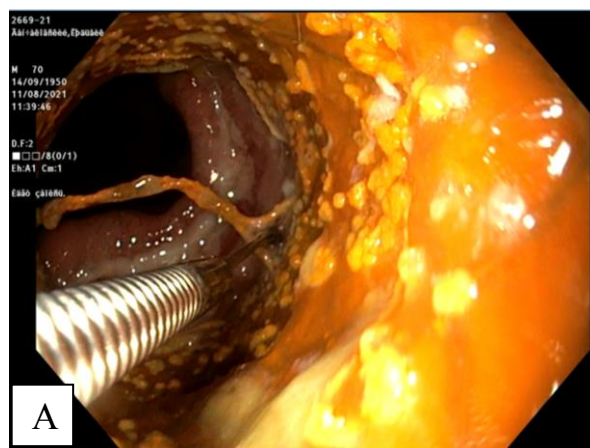


Рисунок 7.8. Гибкая эндоскопия, фото с экрана монитора: стент пищевода в зоне частичной несостоятельности эзофагогастроанастомоза.

Отделяемое по плевральному дренажу прекратилось. Внутрипищеводный стент удален эндоскопически 19.07.2021 г., (Рисунок 7.9).



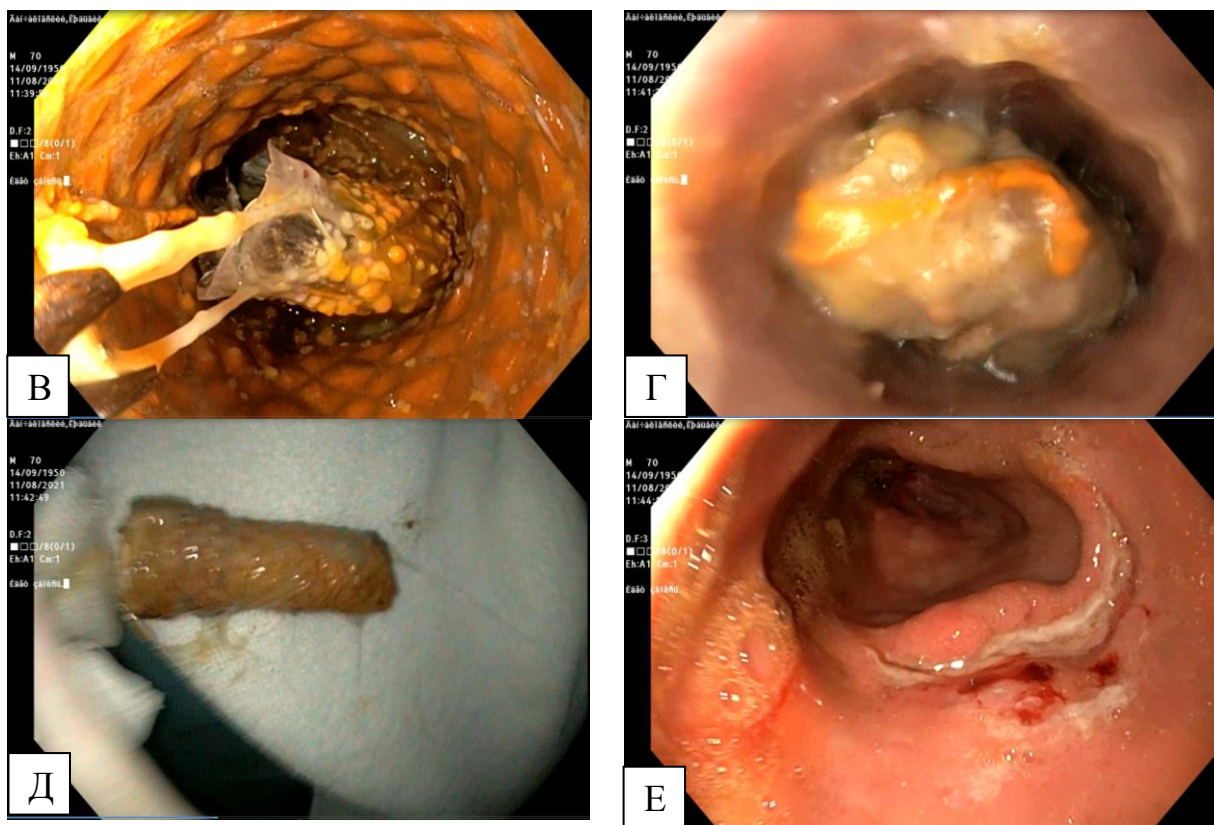


Рисунок 7.9. Гибкая эндоскопия, фото с экрана монитора: А-Г – этапы удаления внутрипищеводного стента; Д – извлеченный стент; Е – зона сформированного эзофагогастроанастомоза после удаления стента.

При контрольной КТ органов грудной клетки с контрастированием водорастворимым контрастом (омнипак) через рот данных за несостоятельность анастомоза не получено (Рисунок 7.10).

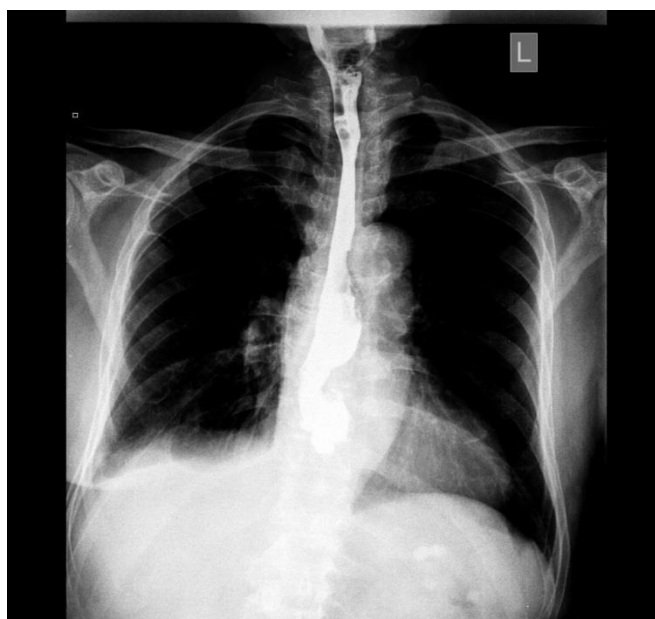


Рисунок 7.10. Обзорная рентгенография с контрастированием пищевода водорастворимым контрастом: выхода контраста в плевральную полость нет; эзофагогастроанастомоз состоятелен.

Плевральный дренаж после визуальной оценки и подтверждения купирования воспалительного процесса с помощью гибкой внутривидеоплевральной торакоскопии удален 20.07.2021 г., как выполнивший свое предназначение. Функция желудочно-кишечного тракта восстановлена, пациент питается через рот.

Таким образом, приведенное клиническое наблюдение позволяет продемонстрировать сразу несколько важных аспектов. Во-первых, позиционирование дренажных трубок непосредственно в отделах плевральной полости, требующих динамического наблюдения, позволило своевременно распознать и, что более важно, контролировать течение раннего послеоперационного периода и развитие жизнеугрожающих осложнений. Это в очередной раз подчеркивает важность расположения дренажных трубок не произвольно, а именно вблизи от зоны патологического субстрата. Во-вторых, комбинированное применение малоинвазивных способов устранения осложнений – гибкой эндоскопии не только по прямому назначению, но и для прямого визуального контроля состояния плевральной полости, зоны патологического очага с оценкой герметичности зоны анастомоза и динамики уменьшения размеров дефекта, а также позиционирования и функции плевральных дренажей – позволило избежать реоперации. Наконец, выбор установки дренажей в V межреберье способствовал, в том числе, быстрой реабилитации пациента с расширением его двигательной активности благодаря хорошей переносимости стояния дренажных трубок и удобству ухода и контроля за ними.

Таким образом, помимо непосредственной возможности установки плеврального дренажа точно в патологический субстрат, гибкая эндоскопия открывает дополнительные, ранее не используемые возможности визуального контроля. По сравнению с рутинно применяемыми для диагностической и лечебной торакоскопии ригидными торакоскопами, ее преимуществами, на наш взгляд, являются следующие. Во-первых, это возможность использования

однопортового доступа, то есть единственной точки вкола. Второе – это возможность осмотреть зону патологического субстрата не только со стороны установки торакоскопа в грудную клетку, где, даже при использовании скошенной 30⁰-ной оптики, существуют ограничения визуализации объекта исследования, но и полипозиционно, включая встречное по отношению к реберной поверхности направление. Третье, это возможность прецизионно обходить под визуальным контролем препятствия, имеющиеся между эндоскопом и зоной патологического субстрата, например, спайки в плевральной полости. Наконец, это возможность использования манипуляционного канала эндоскопа для выполнения диагностических и лечебных манипуляций, начиная от биопсии тканей и заканчивая наложением клипсы на источник кровотечения или зону несостоятельности анастомоза, так же как прокрашивания тканей, при необходимости, маркировки точек интереса. К тому же, определенным, причем весьма существенным, ограничением, возникающим при выполнении торакоскопии, является необходимость общей анестезии и односторонней вентиляции. Напротив, гибкая эндоскопия позволяет проводить диагностические и лечебные мероприятия под местной анестезией и спонтанном дыхании пациента.

7.2. Дренирование плевральной полости в ходе ликвидации состояний, связанных с пневмо- и/или гемотораксом на этапах медицинской эвакуации.

В последнее время особую значимость и актуальность приобрела возросшая потребность в ликвидации пневмо- и/или гемоторакса вследствие ранений и травматических повреждений органов грудной клетки. Практический опыт показывает, что по-прежнему дренирование плевральной полости на этапах медицинской эвакуации сопровождается значительным количеством осложнений и нежелательных явлений. В первую очередь, это относится к ятрогенным повреждениям внутренних органов в процессе установки дренажа. Так, среди пострадавших, доставленных в наш госпиталь,

имели место ранения печени, сквозное ранение диафрагмы – при установке дренажа в VII межреберье. Другое, как оказалось, нередкое осложнение – миграция плеврального дренажа. Автору лично пришлось выполнить семь! оперативных удалений дренажных трубок, полностью оказавшихся внутри плевральной полости. Все были установлены во II межреберье. В этой связи, для проведения сравнительного анализа результатов по критерию выбора места установки дренажа, были сформированы две группы из раненых, доставленных с предыдущих этапов эвакуации с наличием плевральных дренажей. Основную группу составили 74 пострадавших с дренажом плевральной полости, установленным в V межреберье, группу сравнения – 53 человека с дренажами, установленными в других межреберьях, как правило, во II и/или VII.

Исследовали показатель нуждаемости в последующем оперативном лечении, обусловленном наличием сохраняющегося патологического субстрата при компьютерной томографии органов грудной клетки.

Дренирование оказалось окончательным методом лечения у 61 (83%) пострадавших основной группы. Более того, считаем, что если бы в этой группе, дренирование осуществлялось двумя дренажами, то процент неоперативного лечения мог оказаться еще выше. Остальные пациенты были оперированы. В группе сравнения, для лечения которых были применены рутинные методы дренирования, из 53 пациентов только у 24 (45%), лечение закончилось удалением дренажей после ликвидации патологических проявлений полученных повреждений.

Таким образом, не претендуя на универсальность подобного подхода, полученные результаты позволяют прийти к заключению, что дренирование плевральной полости в V межреберье, выполненное на этапах медицинской эвакуации пострадавшим с огнестрельными ранениями грудной клетки, сопровождающимися пневмо- и гемотораксом, характеризуется меньшей частотой осложнений по сравнению со стандартными методами (во II и VII межреберьях), обеспечивает полноценное функционирование дренажей, их

сохранность и удобство контроля дренажа при транспортировке.

К сожалению, потребность в выполнении оперативного вмешательства иногда возникает даже при адекватно функционирующем плевральном дренаже. В первую очередь, она обусловлена необходимостью удаления инородных тел, угрозой развития вторичных осложнений, а также сочетанным характером полученной травмы, например, повреждением органов брюшной полости.

Клиническое наблюдение.

Рядовой К., 1996 г.р., получил огнестрельное ранение левой половины грудной клетки (в момент ранения был в бронезилете). Доставлен в отдельный медицинский батальон. В экстренном порядке выполнено дренирование левой плевральной полости ПХВ трубкой в V межреберье, налажена активная аспирация по Редону. Для дальнейшего лечения переведен санитарно-транспортной авиацией в ЦВКГ им. П.В. Мандрыка МО РФ».

При поступлении: состояние средней степени тяжести, показатели гемодинамики стабильные, дыхательная недостаточность I степени. Жалобы на периодическое кровохарканье, боли и чувство тяжести в левом подреберье. Обследован.

Рентгенография органов грудной клетки в прямой и боковой проекциях (Рисунок 7.11): в паренхиме S9 левого легкого определяется овальная тень высокой плотности 25x5,6 мм (пуля).

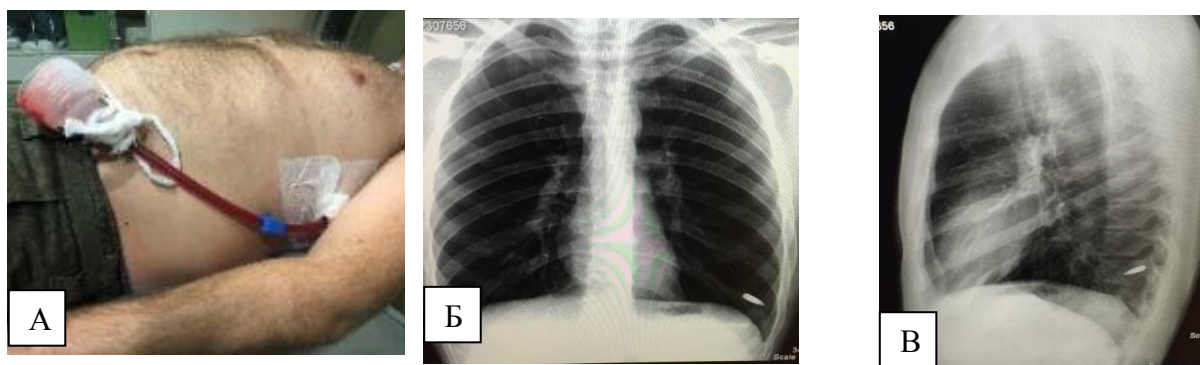


Рисунок 7.11. А: пострадавший с плевральным дренажом в V межреберье; Б-В: рентгенограммы органов грудной клетки в прямой (Б) и боковой (В) проекциях: в паренхиме S9 левого легкого определяется овальная тень высокой плотности 25x5,6 мм (пуля).

Компьютерная томография органов грудной клетки и брюшной полости: в левой плевральной полости в S 9 - инородное тело 25x5,6 мм. Подкапсульная гематома верхнего полюса селезенки размерами 47x25x16 мм. В левом поддиафрагмальном пространстве гиподенсная зона – гематома.

Диагноз: Сочетанное огнестрельное повреждение груди, живота: пулевое слепое проникающее ранение левой половины груди с инородным телом S9 легкого; закрытая травма живота с повреждением селезенки.

Операция: лапароскопическая спленэктомия, эвакуация поддиафрагмальной гематомы, дренирование левого поддиафрагмального пространства. Вторым этапом выполнена торакокопическая ревизия органов левого гемиторакса через предсуществующее дренажное отверстие в V межреберье по передней подмышечной линии (дренажная трубка заменена на 10 мм торакопорт). При помощи эндоскопического степлера выполнена атипичная резекция сегмента S9 легкого с инородным телом. Дренирование плевральной полости двумя дренажами (к апексу и плевральному синусу) через место установки среднего торакопорта в V межреберье, с фиброторакокопическим контролем позиционирования дренажей.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Дренажи из плевральной и брюшной полостей удалены на 2-е сутки после операции. Заживление ран первичным натяжением.

Техническим моментом, к которому следует привлечь внимание, является возможность установки дренажных трубок не через отдельные контрапертуры, а именно через места установки торакопортов (с соблюдением правил асептики): с одной стороны, логично использовать уже имеющиеся плевральные доступы, а с другой – места установки торакопортов целесообразно планировать с учетом последующей необходимости дренирования плевральной полости (разумеется, не в ущерб качеству выполнения основного этапа торакокопического вмешательства).

7.3. Методы стимуляции адгезиогенеза с помощью комбинированного применения биологических аутологичных материалов при состояниях, сопровождающихся образованием остаточной полости

Согласно Национальным клиническим рекомендациям «Эмпиема плевры», принятым в 2015 году [20], «...Целью лечения эмпиемы плевры является стойкая ликвидация эмпиемной полости в результате формирования ограниченного плевродеза (фиброторакса), не нарушающего функцию внешнего дыхания. Для этого необходимо одновременное решение ряда тактических задач...». При этом отмечено, что в литературе отсутствуют рекомендации в отношении лечения II и III стадий течения заболевания с позиций научно-обоснованной медицинской практики. В зависимости от стадии заболевания способы решения будут различными [175].

В клинических рекомендациях по лечению внебольничной пневмонии у взрослых от 2021 г. очень лаконично указано, что «...при гнойном плеврите, как правило, наряду с проведением антибактериальной терапии, приходится прибегать к торакотомическому дренированию, и в редких случаях – к торакоскопии и декорткации». Условием безопасного проведения плевральной пункции при наличии плеврального выпота определена визуализация на латерограмме свободно смещаемой жидкости с толщиной слоя > 1 см, также без конкретного указания объема жидкости.

При эмпиеме плевры, по возможности, выполняют дренирование плевральной полости с целью создания адекватной эвакуации гноя и санации полости эмпиемы. При неэффективности дренирования, обычно прибегают к радикальному оперативному лечению с целью устранения причины эмпиемы, ликвидации остаточной полости [20]. В настоящее время описано множество оперативных пособий, вплоть до плевропульмонэктомии, направленных на выполнение поставленных задач, в том числе различные варианты торакопластик, сопровождающихся пломбировкой остаточной плевральной полости различными синтетическими и натуральными материалами (олеоторакс, мио-, оментопластика и др.), [13], [25], [53], [66], [281].

Следует отметить, что эффективность средств, направленных на ликвидацию этого патологического состояния, зачастую недостаточная, что обуславливает попытку разработки новых путей решений.

Ранее нами (в соавторстве) была продемонстрирована в эксперименте на животных (Глава III) возможность стимулирования адгезиогенеза путем внутривидеоплеврального введения плазмы, обогащённой тромбоцитами, а также аутологичной жировой ткани, как по отдельности, так и в сочетании обоих биологически активных компонентов с целью ускорения ликвидации остаточной полости при хронической эмпиеме плевры [19]. Также описаны способы увеличения количества фибробластов или их предшественников в повреждённых тканях, к которым относится введение в область дефекта ткани клеток аутологичной жировой ткани [18].

Суть предложенного способа состоит в том, что для биологической стимуляции адгезиогенеза в остаточной полости в нее инъецируют, до тугого заполнения, взвесь, состоящую из 10%-ной гомогенизированной жировой ткани в физиологическом растворе, в комбинации с аутоплазмой, обогащённой тромбоцитами. Методика получения жировой аутологичной взвеси и аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, состоит из нескольких этапов, подробно изложенных в Главе II.

Следует отметить, что сочетанное применение стимуляции адгезиогенеза биологически активными материалами может оказаться полезным в качестве самостоятельного способа санации полости эмпиемы при неэффективности или невозможности применения других методов. В этой связи, представляет практический интерес, в первую очередь, для торакальных хирургов и хирургов общей практики, следующее клиническое наблюдение.

Пациент М., 1958 г.р., офицер запаса, пострадал в результате дорожно-транспортного происшествия 22.12.2018 г. Был доставлен в стационар по месту жительства. Диагноз при поступлении: сотрясение головного мозга, закрытая травма грудной клетки, перелом IV-IX рёбер справа, травматический гемопневмоторакс; гипертоническая болезнь 2 ст. 2

ст., риск 3 с поражением сердца и сосудов головного мозга; ишемическая болезнь сердца, АВ-блокада 3 ст., постоянный ЭКС от 2017 г. Выполнено дренирование плевральной полости в VII межреберье справа по средней подмышечной линии. Дренаж удален на 5-е сутки; при рентгенологическом контроле жидкости в плевральной полости нет, легкое расправлено. Выписан с клиническим улучшением 13.01.2019 г., далее состояние начало постепенно ухудшаться, нарастали слабость, одышка при умеренной физической нагрузке, боли в правой половине грудной клетки, беспокоил редкий кашель со скудным количеством мокроты, сохранялась субфебрильная температура с периодическими вечерними подъёмами до 38⁰ С. Через 2 недели после выписки, 01.02.2019 г. открылся свищ в месте постановки дренажа со скудным гнойным отделяемым. Повторно госпитализирован в хирургическое отделение по месту жительства. При плевральной пункции – содержимого не получено. Выполнялась дезинтоксикационная, антибактериальная терапия, санация плевральной полости путём промывания через свищ. Несмотря на проводимую терапию, состояние пациента не улучшалось, нарастали симптомы интоксикации. 14.02.2019 самостоятельно покинул отделение, обратился за медицинской помощью в другое лечебное учреждение, госпитализирован с диагнозом: закрытая травма грудной клетки от 22.12.2018 г., осложненная переломом IV-IX рёбер справа, посттравматическим остеомиелитом V, VI рёбер, эмпиемой плевры с плевро-кожным свищом. Сопутствующий диагноз: ИБС: атеросклеротический кардиосклероз, постоянная форма фибрилляции предсердий, бради-нормосистолия, имплантация ЭКС от 2017 г. Гипертоническая болезнь 3 стад. 2 ст., риск 4, ФК III (NYHA).

При поступлении состояние средней тяжести, кожные покровы бледные, влажные. Нормостенического телосложения, пониженного питания. Правая половина грудной клетки западает, отстаёт в акте дыхания. ЧД 22 в 1 мин., сатурация 95%. В VII межреберье справа имеется свищевой ход с гнойным отделяемым до 70 мл в сутки; при попытке

зондирования ход слепо заканчивается в мягких тканях на глубине 4 см. В общем анализе крови лейкоцитоз $13,3 \cdot 10^9/\text{л}$. Исследование функции внешнего дыхания: значительное снижение вентиляционной способности лёгких по рестриктивному типу, ЖЕЛ 48%. ЭКГ: фибрилляция предсердий, ЧСС 76 в 1 мин., трофические изменения миокарда, рубцовые изменения задней стенки левого желудочка. Рентгенография органов грудной клетки: переломы IV-IX рёбер справа, понижение прозрачности нижних отделов, небольшое количество жидкости в правом синусе (Рисунок 7.12).



Рисунок 7.12. Рентгенограмма органов грудной клетки: переломы IV-IX рёбер справа, понижение прозрачности нижнего лёгочного поля, наличие жидкости с косой границей от VII ребра, купол диафрагмы деформирован спайками.

18.02.2019 г. выполнена фистулография: свищевой ход извитой формы, длиной до 37 мм, шириной до 7 мм, ведёт в плевральную полость, с накоплением контраста в задних ее отделах размерами 52 x27x30 мм, имеется связь с VI ребром (Рисунок 7.13).

Выполнена санация путем промывания полости эмпиемы через свищевой ход, назначена антибактериальная терапия с учетом результатов посева гноя на вторичную флору (от 15.02.2019 г. *Klebsiella pneumoniae* 10^5 КОЕ/мл, чувствительная к Имипенему), дезинтоксикационная терапия – без улучшения общего состояния.

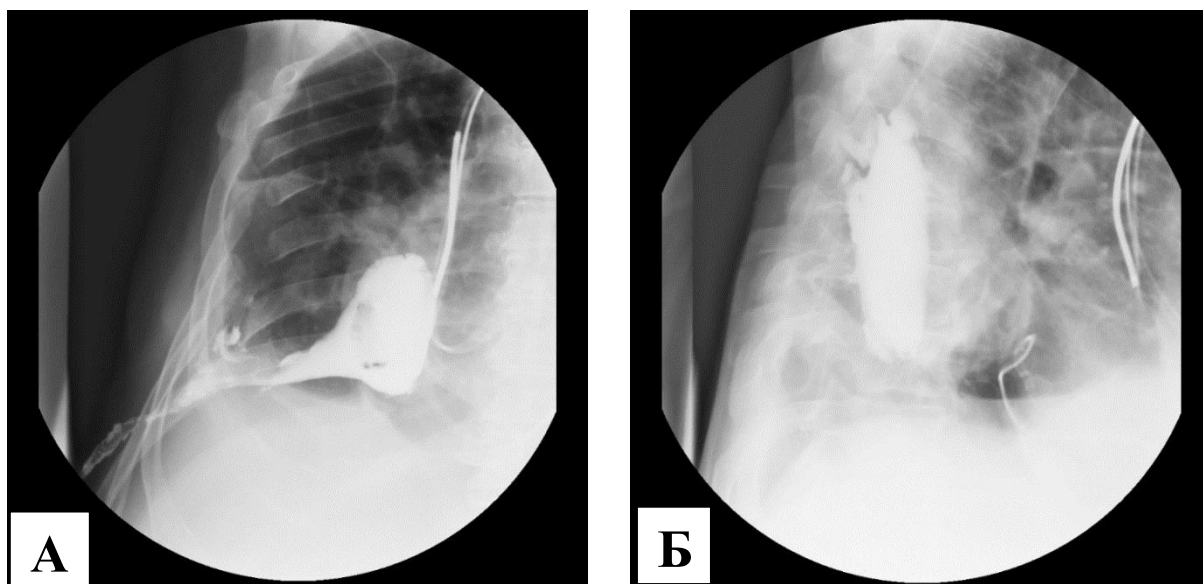


Рисунок 7.13. Фистулография правой плевральной полости в прямой (А) и боковой (Б) проекциях.

25.02.2019 г. под эндотрахеальным наркозом выполнена боковая торакотомия справа в VI межреберье, с прокраской торакального свища раствором бриллиантовой зелени. Выраженный спаечный процесс в плевральной полости, свищевой ход ведёт в междолевую борозду, где находится полость эмпиемы 9x5x5 см. Имеется окончательный перелом V, VI ребер, свободно находящиеся отломки в средней трети рёбер длиной 8-9 см, узурированы, имеют связь со свищевым ходом, прокрашены раствором бриллиантовой зелени. Отломки удалены. Стенки полости эмпиемы освежены, удалены массивные рубцовые ткани, шварты разъединены. При попытке выполнения пневмолиза – появление залповых желудочковых экстрасистол, ЧСС 47/мин., падение АД до 80/40 мм рт. ст. После медикаментозного восстановления гемодинамики предпринята повторная попытка пневмолиза, однако при выделении нижней доли легкого из массивного спаечного процесса – вновь залповые желудочковые экстрасистолы, резкое падение АД до 70/30 мм рт. ст. Реанимационные мероприятия в течение 15 минут привели к восстановлению гемодинамики. С учётом невозможности выполнения пневмолиза ввиду тяжелой сопутствующей патологии, решено ограничить объем оперативного

вмешательства тугим заполнением полости эмпиемы аутологичными биологически активными материалами. Из передней брюшной стенки взят липоаспират в объёме 300 мл, в результате получено 40 мл плазмы, обогащённой тромбоцитами. В полость эмпиемы установлен дренаж, выведенный через контрапертуру, рана грудной стенки послойно ушита наглухо. Смесь аутологичной жировой ткани с плазмой, обогащённой тромбоцитами, введена в остаточную полость через дренаж до тугого заполнения полости, дренаж пережат. По дренажу скудное геморрагическое отделяемое, удален на 3-и сутки. Заживление раны – первичным натяжением, швы удалены на 9-е сутки. При гистологическом исследовании выявлен острый остеомиелит костей рёбер с гнойным воспалением перикостальных тканей; в плевральной полости - фиброз плевры с очаговыми кальцинатами. На контрольной рентгенограмме через 14 суток лёгкое расправлено, в нижних отделах правой плевральной полости определяются плевральные наслоения. Пневматизация нижних отделов правого легкого улучшилась. Корни лёгких структурны, купол диафрагмы деформирован, жидкости, газа нет (Рисунок 7.14).

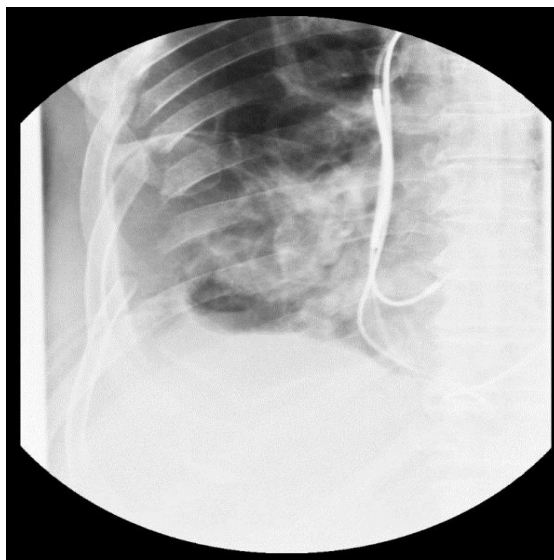


Рисунок 7.14. Рентгенография правой плевральной полости в прямой проекции через 14 суток после операции.

Клинически отмечает значительное улучшение состояния, перестали беспокоить боли в правой половине грудной клетки, появился аппетит,

температура тела снизилась до нормальных цифр. Показатели клинического анализа крови – в пределах референсных значений.

Таким образом, особенностью операции явился выраженный спаечный процесс в нижних отделах плевральной полости, наличие остеомиелита свободно находящихся отломков V, VI рёбер, связь поражённых рёбер с воспалительным процессом плевральной полости, на фоне выраженной сопутствующей/конкурирующей патологии. Впервые выполнено сочетанное применение технологий плазмотерапии с липофиллингом не в эксперименте, а в реальной клинической практике. Продемонстрировано положительное влияние внутриплеврального биологического адгезиогенеза при травматическом повреждении рёберного каркаса грудной клетки. Приведенное клиническое наблюдение образования плевральных спаек в области тупой травмы грудной клетки с множественными переломами рёбер, отграничивающих воспалительный процесс от остальных отделов плевральной полости, можно расценивать как ведущий компонент мероприятий в ликвидации данного патологического состояния. Описанный нами способ показал свою эффективность. Применение технологии внутриплеврального биологического адгезиогенеза может оказаться весьма эффективным, если не единственным, способом лечения пациентов с длительно существующими остаточными полостями, не поддающимися ликвидации другими методами, в том числе в случае невозможности полноценной санации полости эмпиемы по общепринятым канонам. Именно стимуляция плевродеза позволяет отграничить зону остаточной полости от интактных отделов плевральной полости. Помимо этого, потенцирование образования спаек способствует более быстрой фрагментации патологического очага на ряд мелких полостей, что, в итоге, приводит к его облитерации и клиническому выздоровлению. Следовательно, адгезиогенез можно расценивать как ведущий самостоятельный компонент более быстрого купирования данного патологического процесса.

7.4. Оценка показателей функции внешнего дыхания в условиях стояния плеврального дренажа.

Практически неисследованным до настоящего времени вопросом является влияние дренажа, установленного в плевральную полость, на функцию внешнего дыхания (ФВД). При этом представляется очевидным, что такое влияние возможно: пациент щадит себя от болевых ощущений, вызванных изменением положения тела, постоянным контактом раны и ребер с дренажной трубкой в месте установки и рядом других факторов, и, соответственно, инстинктивно регулирует дыхательные движения в сторону уменьшения экскурсии грудной клетки и более поверхностного дыхания [208], [255]. В то же время, поскольку дренирование выполняется в соответствии с показаниями к нему, влияние на ФВД может оказывать и непосредственно сам патологический субстрат – воздух и/или жидкость, остающиеся в плевральной полости, вплоть до купирования процесса.

Для объективизации вероятных нарушений ФВД в условиях стояния плеврального дренажа проведено пилотное исследование: у 21 пациента, которым было выполнено дренирование плевральной полости, в процессе лечения изучены в динамике соответствующие показатели ФВД (Рисунок 7.15).



Рисунок 7.15. Пациенты с дренажом плевральной полости, выполняющие спирометрию

Все измерения ФВД выполнены на спирографе CPFS/D USB, Medical Graphics, США (Рисунок 7.16). Применительно к теме исследования, очевидными преимуществами этого аппаратно-программного комплекса, помимо возможности проводить полнофункциональную спирометрию, является его компактность и портативность, а также осуществление питания посредством USB-порта, что делает возможным выполнять исследование не только стационарно, но и в условиях палаты интенсивной терапии или реанимационного отделения, что избавляет от необходимости транспортировки пациента с плевральным дренажом в отделение функциональной диагностики. К тому же, изложенные выше особенности конструкции позволили провести исследование сразу же после удаления плеврального дренажа, что, очевидно, способствовало большей объективизации полученных результатов благодаря улавливанию тонких изменений показателей спирометрии до- и после удаления дренажной трубки.



Рисунок 7.16. Аппаратный комплекс CPFS/D USB для проведения спирометрии

Исследование выполняли в первой половине дня, не менее чем через 1

час после завтрака. Стандартный протокол предусматривал проведение измерений после 5-минутной адаптации в положении пациента сидя для исключения влияния ортостаза. Далее, пациент выполнял глубокий, максимально возможный выдох, затем максимально возможный вдох. Измерения проводили трижды, результатом считали максимально достигнутые показатели. Протокол спирометрии (Рисунок 7.17) включал определение жизненной емкости легких (ЖЕЛ, мл); форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ, мл) и показателей, характеризующих особенности выдоха и вдоха: объем и скорость форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1, мл и); индекс Генслера, то есть отношение ОФВ1/ФЖЕЛ (%). Помимо регистрации абсолютных значений исследуемых показателей, также вычисляли их относительные величины, выраженные в % к должному. По результатам спирометрии, формировали заключение о наличии/отсутствии нарушений ФВД, а при наличии – об их типе (обструктивный/рестриктивный).

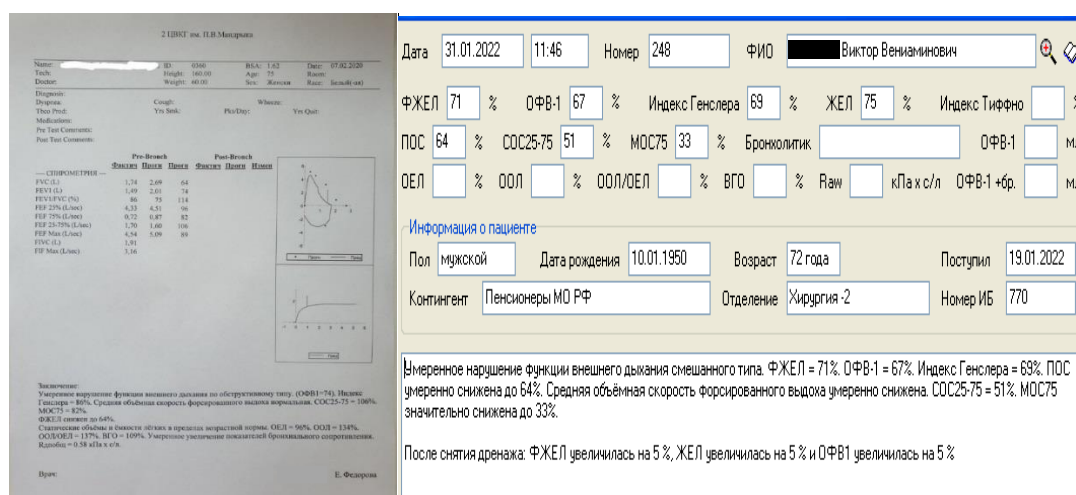


Рисунок 7.17. Шаблон протокола исследования ФВД, параметры спирометрии и заключение по результатам исследования

При выполнении плановых оперативных вмешательств (n=16), первое измерение показателей ФВД было выполнено накануне операции; при необходимости экстренного дренирования плевральной полости (n=5), исследования в этой точке наблюдения не проводили. Следующей реперной точкой проведения спирометрии был момент, непосредственно

предшествующий удалению плеврального дренажа: к этому времени, при наличии пневмоторакса, аэростаз был полностью достигнут, а при гидротораксе – жидкости в плевральной полости не было, что, собственно, и являлось показанием к удалению плеврального дренажа. Следующей точкой исследования являлось повторное измерение показателей ФВД непосредственно после удаления плеврального дренажа. Заключительным этапом исследования была оценка ФВД перед выпиской из стационара. В итоге, анализ результатов спирометрии в динамике позволил объективизировать степень влияния плеврального дренажа на показатели ФВД.

Результаты измерения ФВД в контрольных точках приведены в Таблице 7.1 (данные представлены в виде медианы и интерквартильных интервалов, поскольку распределение совокупности отличалось от нормального).

Таблица 7.1.

Показатели ФВД у пациентов с плевральным дренажом

Показатель, М (25; 75)	До дренирования (n=16)	Перед удалением дренажа (n=21)	После удаления дренажа (n=21)	Перед выпиской (n=21)
ЖЕЛ	82,5 (74; 90)	83 (70; 85)	84 (73,8; 86,3)	85 (83; 92)
ФЖЕЛ	77 (70; 88)	76 (66; 82)	77 (69,8; 83,5)	82 (75; 89)
ОФВ1	76 (68; 94)	75 (67; 82)	75 (67,8; 85,3)	77 (74; 95)
Индекс Генслера	72 (69; 81)	69 (69; 80)	69 (69; 78,5)	72 (69; 81)
ПОС	62 (49; 72)	58 (43; 71)	61 (47,5; 73,3)	65 (49; 81)
СОС 25-75	74 (56; 96)	78 (56; 93)	67,5 (56; 101)	68 (56; 93)
МОС 75	70,5 (37; 79,5)	61 (37; 77)	53 (37; 75)	73 (37; 80)

Примечание: значения всех показателей представлены в виде медианы и интерквартильных интервалов в исследуемой точке наблюдения и приведены в % по отношению к должным величинам; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ1 – объем форсированного выдоха за 1 секунду; индекс Генслера – отношение ОФВ1/ФЖЕЛ; ПОС – пиковая объемная скорость выдоха; СОС 25-75 – средняя объемная скорость потока форсированного выдоха между 25% и 75% ФЖЕЛ; МОС 75 – максимальная объемная форсированная скорость выдоха интервале 75% ФЖЕЛ.

Следует отметить, что не у всех пациентов влияние плеврального дренажа на показатели спирометрии было одинаковым: у некоторых результаты почти не изменялись, в то время как у других – имело место достаточно выраженное угнетение ФВД. Более того, если у пациента не было исходно существенных нарушений, то их, как правило, и не появлялось, тогда как если исходно они имелись, то происходило дальнейшее усугубление показателей, характеризующих дыхательную активность.

Анализ полученных результатов ФВД в динамике позволяет отметить несколько тенденций. Так, показатели, характеризующие жизненную емкость легких и форсированную жизненную емкость легких, как и объем форсированного выдоха за 1 секунду и индекс Генслера – у большинства пациентов не претерпевают значимых изменений во время стояния плеврального дренажа и сразу после его удаления по сравнению с исходными и итоговыми показателями. Тем не менее, после удаления дренажа указанные параметры увеличиваются приблизительно на 5-10%. В то же время, скоростные показатели выдоха, такие как пиковая объемная скорость, средняя объемная скорость потока форсированного выдоха между 25% и 75% непосредственно после удаления плеврального дренажа уменьшаются, в среднем, на 20-25%. В наибольшей степени изменяется максимальная объемная форсированная скорость выдоха – на 30-35% по сравнению с исходными показателями и далее – еще на 20-25%, то есть с суммарным уменьшением почти вдвое. К моменту выписки из стационара показатели ФВД возвращаются к исходным значениям или превосходят их.

Таким образом, на основании проведенного исследования ФВД у пациентов с дренажом плевральной полости и полученных результатов можно сформулировать несколько общих заключений. Первое: доказано, что у пациентов, которым выполнено дренирование плевральной полости, плевральный дренаж, сам по себе, может компрометировать ФВД со снижением показателей вентиляционной функции легких. Вероятнее всего, это связано с ограничением физических возможностей пациента во время выполнения всех этапов спирометрии. Второе: после удаления плеврального

дренажа отмечается возвращение показателей к исходным дооперационным данным, а у некоторых пациентов – с незначительным улучшением исходных показателей. Тем не менее, у ряда пациентов нарушения ФВД могут сохраняться даже после устранения патологического субстрата, по поводу которого был установлен дренаж. После выполнения спирометрии перед выпиской из стационара имеется положительная динамика основных исследуемых показателей.

7.4. Особенности торакальной хирургии «красной» зоны и обеспечения безопасности персонала в условиях инфекции COVID-19

Пандемия COVID-19 продиктовала ряд новых, ранее не встречавшихся вызовов. Применительно к теме настоящего исследования, следует отметить, что в повседневной практике кардиохирургических, торакальных отделений, а также отделений интенсивной терапии – определенная часть пациентов по-прежнему нуждается в дренировании плевральной полости, как при COVID-19, так и при других состояниях. Более того, было показано, что необходимость дренирования плевральной полости на фоне коронавирусной инфекции возникает нередко – у 4-6% пациентов, и сам по себе факт наличия плеврального дренажа негативно влияет на прогноз течения заболевания [250].

Одной из достаточно характерных особенностей ковидной пневмонии является преобладание интерстициального компонента поражения ткани легкого над альвеолярным, что делает инфильтрированную легочную паренхиму плотно-ригидной. Учитывая, что в комплекс патогенетической терапии новой коронавирусной инфекции COVID-19 в обязательном порядке входят антикоагулянты и гормональные препараты, а пациенты, как правило, исходно находятся в состоянии гипокоагуляции, риск внутривидеальных кровотечений значительно возрастает. В такой ситуации, при развитии пневмоторакса, торакоскопическая аппаратная резекция дефектов легкого с целью аэростаза неэффективна и даже вредна, поскольку неизбежно увеличивает площадь поврежденной ткани и ведет к еще большей негерметичности легкого, формированию или увеличению в размерах

остаточной полости на фоне уменьшения эластичности легочной ткани в связи с ее опеченением. Также изменение свойств самого легкого может приводить уже к гемопневмотораксу из-за несоответствия длины скобок в скрепочном шве требуемому объему закрытия дефекта. Поэтому, на наш взгляд, методом выбора лечения осложнений ковидной пневмонии в виде пневмоторакса является дренирование плевральной полости с установкой, как минимум, двух дренажей: одного – для удаления воздуха и второго – для контроля гемо/гидроторакса. Еще одной особенностью дренирования плевральной полости при осложненном течении коронавирусной инфекции является необходимость изменения тактики лечения в сторону более выжидательной, с более длительными сроками стояния дренажей в связи с ригидностью легкого и, соответственно, меньшей возможностью его расправления. Также имеет смысл в очередной раз подчеркнуть, что, оптимальным местом установки плевральных дренажей мы считаем V межреберье в «безопасной» зоне. Это связано, помимо прочих преимуществ, изложенных ранее, с тем фактом, что пациентов с тяжелой дыхательной недостаточностью приходится периодически перемещать в прон-позицию для улучшения легочной вентиляции и оксигенации [1]. Следовательно, дренажи, установленные на фронтальной поверхности грудной клетки, не всегда смогут выполнять свое предназначение из-за повышенной вероятности перегиба на фоне отсутствия возможности постоянного контроля их положения и функции, а также будут вызывать дополнительные болевые ощущения. В дополнение, необходимо отметить, что эта зона наиболее подходит для выполнения фиброторакоскопии, поскольку позволяет максимально полно осмотреть все отделы плевральной полости, а необходимость изгиба фиброскопа в зоне реберного каркаса – минимальна.

В целом, выполнение фиброторакоскопии через установленные дренажные трубки в условиях ковидной пневмонии и ее осложнений может предоставить уникальные возможности, не использовавшиеся до настоящего времени. Помимо, фактически, визуального контроля плевральной полости, данный метод позволяет оценить состояние легочной паренхимы, взять ткань

для биопсии, доказать или исключить эмпиему плевры, выполнить химический плевродез и многое другое, в зависимости от конкретной ситуации. Поскольку фиброскоп является рентгенконтрастным, появляется возможность перепозиционировать (или переустановить дренаж со сменой на трубку большего диаметра), причем даже в условиях спаечного процесса в плевральной полости, контролируя смещение и положение дренажной трубки под визуальным контролем фиброскопа, с одной стороны, и, соответственно, рентгенологическим контролем посредством С-дуги – с другой.

Пневмомедиастинум и, в частности, пневмоперикард - редкое, но хорошо известное состояние, которое может возникать спонтанно быть ятрогенным – осложнять некоторые манипуляции, включая интубацию трахеи и искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) или вторичным по отношению к другим заболеваниям [164]. Обычно это осложнение не требует активной тактики (кроме случаев перфорации трахеи или пищевода) и проходит примерно через неделю. В повседневной практике, до недавнего времени, пневмомедиастинум не представлял научно-практического интереса, однако возросшая частота этого осложнения на фоне пандемии COVID-19 заставила обратить более пристальное внимание на эту проблему. Так, например, S. Volpi et al. представили три сходных наблюдения пневмомедиастинума на фоне тяжелого COVID-19 [287]. Полагают весьма вероятным, в контексте тяжелого респираторного заболевания, связанного с COVID-19, что патогенез пневмомедиастинума (за исключением случаев рвоты, в том числе и в непосредственно предшествующем развитии данного патологического состояния анамнезе) обусловлен разрывом альвеол, вторичным по отношению к баротравме, связанной с механической вентиляцией легких с высоким положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ), необходимыми для поддержания адекватной оксигенации крови у этих пациентов с тяжелыми нарушениями. Действительно, баротравма, в том числе сопровождающаяся пневмомедиастинумом, – признанное осложнение ИВЛ, составляющее около 3% [73]. Однако слишком сложно установить, связан ли пневмомедиастинум с COVID-19, ИВЛ или и тем, и другим одновременно. Причиной также может

быть, например, трахеобронхиальное повреждение, вызванное интубацией. Чтобы попытаться свести к минимуму риск баротравмы, пациентов следует вентилировать в режимах с наименьшими потенциально возможными повреждениями, а у тех из них, которые нуждаются в повышении ПДКВ, следует искать стратегии для снижения его величины, в том числе рассматривая возможность раннего придания пациенту прон-позиции. Вне зависимости от патогенеза пневмомедиастинума, в клинической картине возникает парадоксальная ситуация – развитие «пневмоторакса» без пневмоторакса как такового – то есть отсутствие свободного воздуха в плевральной полости, поскольку утечка воздуха происходит перибронхиально, попадая в рыхлую клетчатку средостения, вызывая подкожную эмфизему. Может иметь место даже напряженный пневмоторакс со сдавлением крупных сосудов средостения и гемодинамическими нарушениями. Несмотря на то, что в большинстве случаев разрешение пневмомедиастинума происходит с течением времени самостоятельно, в некоторых ситуациях приходится прибегать к хирургическим манипуляциям, выполняя разрезы кожи в нескольких местах – яремной ямке, подмышечной впадине и др. Пример локального скопления воздуха в полости перикарда без сопутствующего пневмоторакса приведен на Рисунке 7.18.

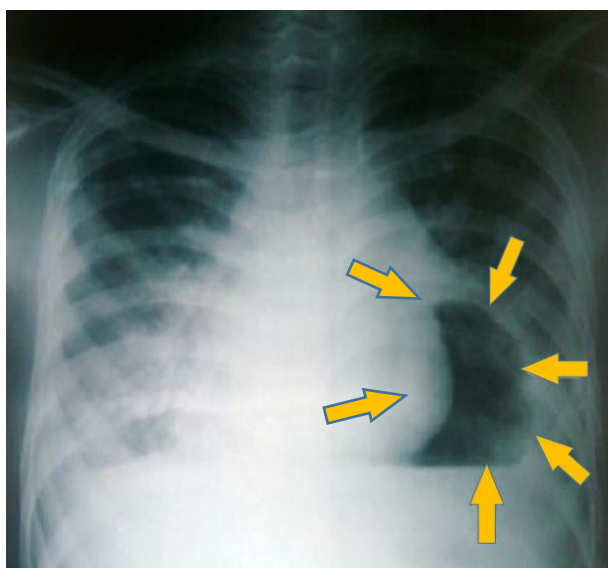


Рисунок 7.18. Рентгенограмма пациента с пневмоперикардом на фоне легкого течения коронавирусной инфекции (границы обозначены стрелками).

К сожалению, последствия коронавирусной инфекции не всегда могут ограничиваться только развитием пневмомедиастинума или пневмоперикарда. Приводим клиническое наблюдение осложненного течения патологического процесса на фоне перенесенной инфекции COVID-19.

Пациент М., 1996 г.р. в феврале 2021 г. перенес пневмонию, ассоциированную с COVID-19. Через 2 месяца, во время сдачи нормативов физической подготовки (кросс) внезапно почувствовал сильную одышку, неадекватную перенесенной нагрузке, которую не ощущал ранее, во время предыдущих кроссов. При обращении за медицинской помощью и обследовании, по данным ЭхоКГ выявлен отрыв задней створки митрального клапана на фоне его миксоматозной дегенерации, по поводу чего прооперирован в плановом порядке 17.05.2021 г.: выполнено протезирование митрального клапана механическим протезом Sorin Carbomedics Standart #29 в условиях искусственного кровообращения и тепловой кровяной кардиopleгии (оперативный доступ – правосторонняя торакотомия, установка плеврального дренажа в VII межреберье). Ранний послеоперационный период осложнился внутриплевральным кровотечением с развитием большого гемоторакса, что потребовало проведения реторакотомии 19.05.2021 г.; источника активного кровотечения не обнаружено; диагноз состояния расценен как гипокоагуляция; кровопотеря восполнена эритроцитарной массой, плазмой в объеме 1500 мл. В дальнейшем, у пациента развился тяжелый респираторный дистресс-синдром, осложнившийся сердечно-сосудистой недостаточностью, почечной дисфункцией, амилаземией (полиорганная недостаточность), отмечен сброс воздуха по плевральному дренажу. Учитывая продленную ИВЛ с ПДКВ, полного аэрозаза на данном этапе лечения достичь не удалось, продолжено пассивное дренирование плевральной полости (по Бюлау); жидкости и крови по дренажу не поступало. К 24.05.2021 г. сброс воздуха по дренажу прекратился, дренаж удален, пациент экстубирован. С 28.05.2021 г. – отрицательная динамика в течении заболевания: прогрессирование осложнений со стороны органов и систем,

развитие нозокомиальной двухсторонней мультилобарной пневмонии тяжелого течения (тотальная слева, срединная нижнедолевая справа), двухстороннего гидроторакса. 29.05.2021 г. пациент переведен на ИВЛ, 04.06.2021 г. наложена трахеостома. 09.06.2021 г. выявлена КТ-картина двустороннего отека легких, тромбоэмболии нижнедолевой артерии слева, двустороннего гидроторакса, правостороннего малого пневмоторакса, пневмоперикарда, подкожной эмфиземы. Принято решение о редренировании плевральной полости, дренажи установлены в V межреберьях справа и слева. 15.06.2021 на фоне субтотального поражения лёгочной ткани в виде многочисленных очагов и зон по типу матового стекла, участков консолидации с признаками воздушной бронхографии, отмечается малый правосторонний пневмоторакс, пневмоперикард, малый двухсторонний гидроторакс с признаками организации. В дальнейшем, состояние пациента продолжало прогрессивно ухудшаться, к полиорганной недостаточности присоединился тяжелый сепсис, в итоге, через 52 суток после операции наступила смерть. По данным патологоанатомического исследования оба легких находились в состоянии цирротической трансформации (Рисунок 7.19), жидкость в плевральных полостях – в минимальном количестве.



Рисунок 7.19. Аутопсия, макропрепарат: цирротическая трансформация легких на фоне тяжелой коронавирусной пневмонии.

Несмотря на, к сожалению, неблагоприятный исход, приведенное клиническое наблюдение показательно в отношении сразу нескольких аспектов. Первое – в настоящее время еще нет полного и однозначного представления об органах-мишенях, страдающих в результате перенесенного COVID-19; по всей видимости, у данного пациента отрыв хорд митрального клапана во время физической нагрузки был спровоцирован последствиями коронавирусной инфекции. Второе – не установлены сроки безопасного проведения хирургических вмешательств у пациентов, нуждающихся в них, даже после легкого (или бессимптомного) течения заболевания коронавирусной этиологии. Применительно к теме данного исследования, представленное клиническое наблюдение демонстрирует возможность адекватного пролонгированного удаления воздуха и жидкости из плевральной полости дренажами, установленными в V межреберье.

Одной из ключевых проблем функционирования лечебных учреждений в условиях противодействия пандемии COVID-19, заслуживающей особого внимания, является защита медицинского персонала в условиях работы в «красной зоне» в рамках пресечения путей распространения и передачи коронавирусной инфекции при контакте с заболевшими пациентами. Так, в ранних отчетах из провинции Ухань в Китае уровень инфицирования медицинских работников, до того, как было полностью освоено использование средств индивидуальной защиты, составил 29% [98].

Как обозначено в недавно опубликованном исследовании Bilkhu R. et al. [86] существует потенциальный риск аэролизации вируса SARS-Cov-2 через дренаж грудной клетки у пациентов с пневмотораксом, вне зависимости от причины, его вызвавшей, на фоне активной аспирации. В меньшей, но отнюдь не нулевой, степени эта угроза существует и при необходимости ликвидации плеврального выпота. Высказано предположение, что это может представлять собой недооцененный способ распространения вируса и, соответственно, риска заражения пациентов и медицинских работников. Подчеркнуто, что

многие системы с водяным затвором, предназначенные для активного дренирования плевральной полости, имеют предохранительный клапан, используемый для профилактики напряженного пневмоторакса, который открывается для воздуха, чтобы избежать эффекта замкнутой системы, если аспирация случайно отключится при наличии утечки воздуха. При пассивной аспирации, если сливная емкость не прикреплена к всасывающему патрубку, порт тоже открыт для атмосферы. Альтернативные традиционным современные цифровые дренажные системы, хотя в них и нет порта, открытого для воздуха в помещении, также не являются закрытыми, и воздух выходит из них в окружающую среду без какого-либо специального вирусного фильтра. В свете этого и до тех пор, пока не появятся дальнейшие надежные данные об отсутствии возможности аэролизации из дренажной системы, рекомендуется использовать закрытые дренажные системы. Однако, чтобы добиться этого, предохранительный клапан должен быть закрыт, с потенциальным риском увеличения внутригрудного давления и развитием напряженного пневмоторакса, если система всасывания будет отключена, оставаясь подключенной к банке. Кроме того, в этом случае мобильность пациентов будет существенно ограничена, что является значимым фактором риска послеоперационных и других осложнений. Возможным путем решения обозначенной проблемы является включение в дренажную систему дополнительных фильтров, например, тех, которые используются в контурах аппаратов ИВЛ. Негативным моментом такой конструкции является возможность забивания пор фильтра жидкостью и влагой, в результате чего может развиваться напряженный пневмоторакс, и, следовательно, необходим постоянный динамический мониторинг состояния фильтра. Тем не менее, обозначено, что проблема дезинфекции содержимого плевральной полости, ликвидируемого в процессе дренирования, существует, поскольку любой контакт с ним представляет потенциальную опасность.

Опыт работы автора в «красной» зоне способствовал апробации и клиническому применению следующего способа и устройства,

предназначенного для профилактики аэрозольного пути передачи инфекции (Патент РФ на изобретение № 2774785 от 13.12.2021 г.). Задачей и результатом применения предлагаемого устройства является возможность снижения риска заражения медицинского персонала, в том числе и при COVID-19, путем дезинфекции отделяемого из плевральной полости – крови, жидкости и воздуха – ультрафиолетовым облучением. Технический результат достигается тем, что емкость для сбора отделяемого из плевральной полости дополнительно содержит портативный блок ультрафиолетовой обработки, закрепленный внутри емкости на герметично навинчивающейся крышке (Рисунок 7.20, п. 10). В результате, дезинфекции подвергаются как жидкость и воздух, уже накопившиеся в банке, так и все отделяемое, поступающее в банку по плевральному дренажу.

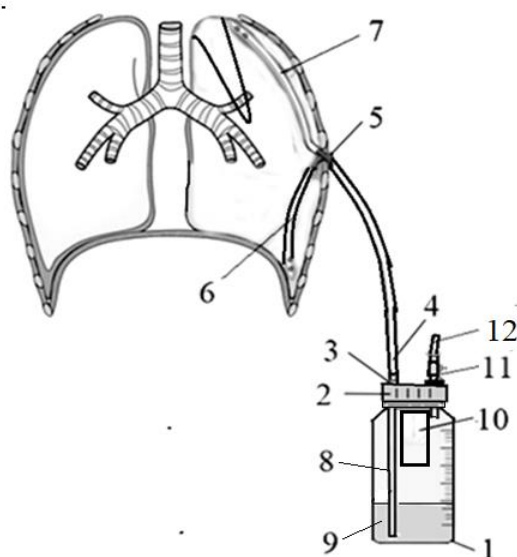


Рисунок 7.20. Устройство для дренирования плевральной полости, с дезинфекцией отделяемого ультрафиолетовым излучением (Рисунок приведен из Патента РФ на изобретение № 2774785).

Начиная с сентября 2020 г. дренажные системы, укомплектованные ультрафиолетовым облучателем, были рутинно применены в ходе лечения 14 пациентов, которым потребовалось дренирование плевральной полости на фоне или в присутствии инфекции COVID-19. Случаев передачи инфекции медицинскому персоналу или другим пациентам не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дренирование плевральной полости – одна из наиболее часто выполняемых манипуляций в торакальной (и не только) хирургии, а заболевания и патологические состояния, при которых его производят, весьма многообразны, их очень сложно систематизировать и даже перечислить. Во многих случаях дренирование является не только основным, но и окончательным методом лечения пациентов. Обычно считается, что установка плеврального дренажа – довольно простая процедура. Однако это является заблуждением, и иногда процесс дренирования может развиваться весьма драматично, вплоть до смертельных осложнений. Мнения о частоте развития осложнений в процессе дренирования значительно варьируют.

Значительная частота неудач в процессе дренирования плевральной полости связана, в частности, с тем, что не всегда учитываются особенности телосложения пациента. Соответственно, недоучет топографоанатомических параметров грудной клетки не будет сопровождаться надежным проникновением в плевральную полость от 4 до 100% пациентов. Вместе с тем, до настоящего времени практически не проводилось научных исследований, посвященных анализу на основе данных компьютерной томографии индивидуальных особенностей строения грудной клетки пациента (за исключением толщины подкожножировой клетчатки), внутриплевральных топографоанатомических взаимоотношений, способных повлиять на эффективность дренирования плевральной полости.

В последние годы внимание исследователей привлекают проблемы, связанные с изучением возможностей и целесообразностью применения в клинической практике плевродеза, стимулированного с помощью физических, химических или биологических методов, при определённых видах патологии плевральной полости и при наличии противопоказаний к применению других, более агрессивных способов, включая хирургическое лечение. Так, одним из типичных вариантов течения эмпиемы плевры является формирование очага хронической инфекции в виде остаточной полости. Эффективность средств,

направленных на ликвидацию этого патологического состояния, зачастую недостаточная, что обуславливает целесообразность разработки новых решений. Контролируемый адгезиогенез может являться необходимым или, по крайней мере, полезным элементом лечения пациентов с пневмотораксом и/или гидротораксом и при ряде других состояний, поскольку спайки являются барьером, отграничивающим, например, зону нагноения или воспаления от здоровых тканей, способствуя локализации патологического процесса, а не его генерализации. Следует отметить, что в последние годы сообщения о применении методов воздействия на адгезиогенез становятся все более и более многочисленными, причем исследования касаются самых разных разделов клинической медицины, в том числе создание искусственного адгезиогенеза успешно применено с обнадеживающими результатами в ходе лечения пациентов с рецидивирующим пневмотораксом или деструктивными процессами в легких. Вместе с тем, доказательная база целесообразности их применения по-прежнему явно недостаточная.

Научно-практическими вопросами, ранее освещенными в недостаточной степени или вообще неразработанными, так же как и ранее не применявшимися технологиями, являются, в частности, -определение потенциальной эффективности дренирования плевральной полости с помощью позиционирующих устройств; -условия, влияющие на функцию плеврального дренажа при сочетании пневмо- и гидроторакса (местоположение плеврального дренажа по отношению к границам разделения воздушной и жидкостной сред, эффективность дренажа при изменении положения тела и др.); -применение фиброторакоскопии в ходе ликвидации патологических состояний в плевральной полости; -исследование функции внешнего дыхания в условиях стояния плеврального дренажа; -анализ особенностей дренирования плевральной полости и защиты медицинского персонала и пациентов в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19, а также ряд других частных вопросов.

Таким образом, целью настоящего исследования явилось улучшение результатов хирургического лечения пациентов при состояниях, сопровождающихся пневмотораксом, гидротораксом и/или патологией плевры. В соответствии с поставленной целью были сформулированы задачи исследования, построена его методология. В итоге, исследование включило три основных блока – два экспериментальных (моделирование процессов на животных; аутопсийный блок) и клинический. Задачей проведения экспериментальной части, выполненной на животных, являлось моделирование патологических процессов в плевральной полости (травма грудной клетки, сопровождающаяся переломами ребер; хроническая эмпиема плевры), а также обоснование возможности стимулирования адгезиогенеза и сравнения эффективности воздействия различных факторов на него. В качестве средств подобного стимулирования выбраны химические агенты, физические методы воздействия, а также биологические (аутологичная плазма, обогащенная тромбоцитами; жировая ткань, применяемые в сочетании обоих компонентов). В свою очередь, экспериментальные исследования, выполненные в рамках аутопсийного блока, были предназначены, в первую очередь, для разработки, апробации и определения потенциальной эффективности новых, ранее не применявшихся, технологий, таких как дренирование плевральной полости с помощью позиционирующих устройств. Также изучали в эксперименте некоторые условия, влияющие на функцию плеврального дренажа при сочетании пневмо- и гидроторакса: местоположение плеврального дренажа по отношению к границам разделения воздушной и жидкостной сред, смещение уровня жидкости при изменении положения тела и ряд других. Наконец, клинический блок исследований затрагивал оценку эффективности применения на практике разработанных в эксперименте оригинальных технических приемов и методик, а также их сравнение с результатами «рутинного» дренирования. Помимо этого, в клиническом разделе исследования были проанализированы научно-практические проблемы, ранее освещенные в недостаточной степени или

вообще неразработанные, в частности такие как: -изучение на основании данных компьютерной томографии топографоанатомических взаимоотношений органов грудной клетки, способных повлиять на эффективность дренирования плевральной полости; -применение фиброторакоскопии в ходе ликвидации патологических состояний в плевральной полости; -применение методов биологической стимуляции адгезиогенеза в процессе комплексного лечения эмпиемы плевры; - исследование функции внешнего дыхания в условиях стояния плеврального дренажа; -анализ особенностей дренирования плевральной полости и защиты медицинского персонала и пациентов в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 , а также ряд других частных вопросов.

Дальнейший анализ полученных данных, способствовал определению закономерностей, их динамики и тенденций, на основании которых сформулированы выводы и практические рекомендации, направленные на улучшение результатов лечения пациентов с пневмо- и/или гидротораксом.

В качестве экспериментальной модели для проведения исследований на животных была выбрана крыса. Данный выбор был обусловлен рядом факторов, одним из главенствующих являлось анатомическое строение ее плевральной полости, что позволяло, в зависимости от поставленных в эксперименте задач, по-разному использовать особенности строения левого и правого легкого (левое легкое, не разделенное на доли, в большей степени способствовало изучению эффективности различных методов стимуляции плевродеза; правая плевральная полость, с учетом мультилобарного строения правого легкого, давала возможность исследования локального гнойно-септического процесса с формированием остаточной полости). Исследование проведено на 90 белых нелинейных крысах-самцах массой 270-300 г.

В эксперименте на животных были воспроизведены следующие модели: - выполнение торакотомии, сопровождающейся локальным переломом ребер, с последующим динамическим наблюдением «естественного» течения репарации или процессов, происходящих в результате направленного

воздействия на плевродез методами «химической», «физической» и биологической стимуляции; -моделирование остаточной плевральной полости (эмпиема плевры) и последующая апробация метода биологической стимуляции с целью ускорения ее облитерации. Группа животных «моделирование адгезиогенеза в плевральной полости» была представлена 60-ю особями, группа «моделирование остаточной полости» – 30-ю.

Для проведения эксперимента 60 животных были подвергнуты торакотомии с формированием локальных переломов ребер. 5 особей были выведены из эксперимента на его начальном этапе при отработке моделирования оперативного вмешательства в условиях открытой грудной клетки (4 погибли, 1 – по другим причинам). Оставшиеся 55 крыс были разделены на две неравные по количеству подгруппы: - контрольную (13 особей), в которой никакого вмешательства в «естественное» течение патологического процесса и репарацию после травмы не производили; - основную (42 особи), в которой осуществляли стимуляцию плевродеза путем применения одного из методов: химического, физического или биологического воздействия. Животных последовательно выводили из эксперимента на 14-е и 28-е сутки.

Данные, полученные в результате проведения этой части эксперимента, позволяют прийти к заключению, что уже к 14-м суткам наблюдения применение любого из методов плевродеза более эффективно по сравнению с группой контроля ($p=0,032$ между группами контроля и стимуляции; $p = 0,047$; $0,023$; $0,029$ между группой контроля и, соответственно, «химическим», «физическим» биологическим плевродезом). В отличие от группы контроля, при стимуляции плевродеза в подавляющем большинстве наблюдений в плевральной полости имелся спаечный процесс, причем, в основном, он затрагивал не только область оперативного вмешательства, но и распространялся за ее пределы – у 3 (50%) животных из подгруппы «физической» стимуляции, 5 (84%) – «химической», 7 (78%) – биологической.

К 28-м суткам эксперимента морфологическая картина плевральной

полости претерпевала некоторые изменения по сравнению с предыдущей точкой наблюдения (14-е сутки). Во всех экспериментальных подгруппах стимулированного плевродеза имел место адгезиогенез, в отличие от контрольной группы, в которой спаяк в плевральной полости не выявлено у 2 из 7 животных.

Таким образом, результаты, полученные в ходе этого раздела эксперимента, представляются интересными в нескольких аспектах. Первое: плевральные спайки образуются не во всех случаях, несмотря на, в целом, стандартизованные условия создания экспериментальной травмы грудной клетки. Второе: стимуляция адгезиогенеза в плевральной полости представляется эффективной. Наконец, третье, и особенно важное в отношении целей и задач эксперимента: биологически активные субстанции, инъецированные в плевральную полость после нанесения повреждения в результате торакотомии, сопровождающейся травмой реберного каркаса, потенцируют и ускоряют процессы плевродеза. Особенностью биологического адгезиогенеза является морфологическое отличие спаяк от таковых, возникающих вследствие «химического» или «физического» плевродеза, в первую очередь, значительным объемом жировой васкуляризированной ткани, в результате чего процессы репарации протекают, на наш взгляд, более физиологично. По крайней мере, складывается впечатление, что другие примененные в исследовании методы плевродеза, при сопоставимой эффективности, являются более агрессивными, менее управляемыми, односторонне протекающими (без возможности обратного развития и резорбции) и, соответственно, могут приводить к менее предпочтительному функциональному результату.

После отработки и имплементации в эксперименте модели эмпиемы плевры, проведена соответствующая серия исследований. Не у всех 30 животных использованная методика привела к формированию локальной эмпиемы плевры: 9 крыс были выведены из эксперимента досрочно в связи с развитием летального исхода до истечения 21 суток вследствие дыхательной

и сердечно-сосудистой недостаточности, генерализации инфекции, сепсиса. Еще у 3 животных остаточная полость не сформировалась к этому периоду. Оставшиеся живыми 18 особей были разделены на 2 группы: контрольную («естественное» течение патологического процесса, $n=6$) и основную (12 животных), в которой осуществляли облитерацию остаточной полости с применением ее пломбировки аутологичным биологическим материалом на 28-е сутки эксперимента.

Анализ полученных результатов показывает, что «естественное» течение процессов, происходящих после формирования остаточной полости, в целом, может свидетельствовать об их негативном сценарии. В группе, подвергнутой биологической стимуляции адгезиогенеза, к 42-м суткам наблюдался более позитивный характер морфологической картины. Помимо уменьшения размеров остаточной полости имелась тенденция к ее фрагментации за счет образования в ней множественных массивных спаек; при этом спайки обильно кровоточили, что может свидетельствовать о незавершенности процесса их организации и, следовательно, позволяет рассчитывать на дальнейшее продолжение процессов облитерации остаточной полости, по мере их уплотнения. Это дает основание полагать, что изменения, происходящие в остаточной полости после ее заполнения биологически активными аутологичными материалами, являются достаточно типичными и заключаются в уменьшении ее размеров за счет ее фрагментации эластичными лентовидными обильно васкуляризованными спайками, вплоть до облитерации полости. Причем, следует отметить, что срок 2 недели, выбранный для исследования в условиях данного эксперимента, оказался достаточным для нормализации состояния животных и очевидной тенденции к выздоровлению. Также необходимо подчеркнуть, что, по-видимому, ни один из других методов плевродеза (химический или физический) не способен обеспечить заполнения всего объема остаточной полости, а только приводит к образованию спаек, уменьшающих объем, что, хотя само по себе, является позитивным, но все же недостаточным фактором для купирования

воспалительного процесса.

Таким образом, анализ особенностей адгезиогенеза в остаточной полости, сформировавшейся в результате эмпиемы плевры, позволяет прийти к заключению, что комбинированное применение плазмы, обогащенной тромбоцитами, и аутологичной жировой ткани способствует усилению регенеративных и репаративных процессов, что делает данную технологию перспективной для клинического применения. Особенностью биологической стимуляции адгезиогенеза по сравнению с другими методами плевротомии является наиболее физиологичный механизм образования спаек, которые, с одной стороны, позволяют сразу заполнить весь объем остаточной полости, но, при этом не приводят к грубой деформации тканей и способны к ретенции.

Объектом для проведения анатомической экспериментальной части исследования послужили 30 рандомизированно выбранных трупов обоего пола без изъятия органокомплекса. В рамках данного блока исследований проведены 3 серии экспериментов, каждая из которых включала 10 анатомических объектов: 1. установка дренажей без применения позиционирующих устройств (контроль); 2. установка дренажей с помощью трахеостомической трубки; 3. установка дренажей с помощью оригинального троакар-адаптера. На всех анатомических объектах выполняли дренирование обеих плевральных полостей с установкой в каждую двух дренажей (к апексу и плевральному синусу); таким образом суммарное количество установленных дренажей составило 120. Чтобы избежать влияния на результат такого фактора как практический опыт хирурга по установке плеврального дренажа, все анатомические эксперименты выполнены пятью хирургами, не имевшими опыта дренирования, каждый из которых выполнил по два эксперимента из каждой серии. По окончании установки дренажных трубок и их фиксации выполняли открытие грудной клетки, осуществляли визуальный контроль позиционирования дренажей, наличие/отсутствие перегиба трубок, измеряли расстояния до зоны дренирования.

Проведенное экспериментальное анатомическое исследование

позволяет прийти к заключению, что в целом, применение позиционирующих устройств облегчает процесс дренирования плевральной полости и по эффективности превосходит результаты без их использования (по крайней мере, при выполнении дренирования хирургами, не имеющими опыта проведения этого хирургического вмешательства). Предлагаемая методика одномоментного дренирования верхнего и нижнего этажей плевральной полости в V межреберном промежутке с помощью позиционирующих устройств позволяет избежать таких характерных ятрогенных осложнений, как дислокация дренажа и перегиб дренажной трубки. В то же время, имеется несколько факторов, частично ограничивающих значимость полученных результатов. Основным из них является выбор в качестве объекта исследования аутопсийного материала, без имитации ситуаций, соответствующих реальному пневмотораксу и гидротораксу. Соответственно, экстраполяцию результатов на клиническую практику следует проводить с осторожностью. Вторым ограничивающим фактором является исключение из этого раздела экспериментального исследования анатомических объектов, ранее перенесших оперативные вмешательства на органах грудной клетки, так же как имевших спаечный процесс в плевральной полости в результате химиолучевой терапии или вследствие других причин (анализ результатов дренирования в этой подгруппе будет представлен далее). Третий фактор, способный существенным образом оказать влияние на полученные результаты, это отсутствие опыта дренирования плевральной полости у хирургов, выполнявших анатомические эксперименты. Вероятно, по мере обучения, различия между изученными вариантами дренирования могут оказаться не столь выраженными; с другой стороны, применение позиционирующих устройств предназначено именно для облегчения дренирования плевральной полости хирургами, не обладающими должным опытом выполнения подобных манипуляций. Наконец, возможность клинического применения апробированного в условиях эксперимента троакар-адаптера зависит от одобрения этого изделия уполномоченными

сертифицирующими организациями.

До настоящего времени, неочевиден ответ на вопрос, сколько отверстий необходимо в дренажной трубке, а также какое (какие) из отверстий наиболее важно для ее оптимального функционирования. Если для устранения пневмоторакса количество отверстий не оказывает существенного влияния на функцию дренажа, то ответ на вопрос, сколько отверстий в трубке является оптимальным для ликвидации жидкости, не является столь же однозначным. Учитывая вышеизложенные соображения, проведено экспериментальное моделирование функционирования плеврального дренажа с определением последовательности «включения» отверстий дренажной трубки в процесс ликвидации пневмогидроторакса, результаты которого позволяют утверждать, что аспирация жидкости происходит всегда через отверстие, находящееся ближе всего к границе разделения жидкой и воздушной сред. В этой связи, обязательным компонентом для функционирования дренажа является наличие экскурсии грудной клетки и диафрагмы, сопровождающееся расправлением легкого, в результате чего и будет происходить уменьшение свободного объема плевральной полости с постепенным выдавливанием жидкости в дренаж мелкими порциями, при достижении жидкостью уровня верхнего отверстия.

Еще одной, важной, на наш взгляд, частью экспериментального анатомического исследования являлось изучение зависимости эффективности дренирования плевральной полости от положения тела пациента: жидкость, по крайней мере неосумкованная, имеет возможность свободного перемещения по плевральной полости, и, вследствие силы тяжести, она будет скапливаться в нижней точке. Следовательно, эта нижняя точка может изменяться при перемене положения тела пациента. Учитывая вышеизложенные особенности скопления и распределения свободной жидкости в плевральной полости, для уточнения эффективности ее ликвидации в процессе дренирования в зависимости от положения тела пациента проведены 6 анатомических исследований на 3 объектах обоего пола (обе плевральные полости). Каждую

плевральную полость рассматривали в качестве отдельного анатомического объекта, в отношении которого последовательно выполняли исследование в одном из фиксированных положений грудной клетки (горизонтальное, Фовлера, Тренделенбурга, ротация «по часовой стрелке», ротация «против часовой стрелки», прон-позиция), трехкратно повторяя измерения. Условия эксперимента предполагали, что, при фиксированном положении дренажной трубки, количество ликвидированной из плевральной полости жидкости будет всецело зависеть только от соответствующего положения грудной клетки. Также предполагалось, что дренаж, установленный в задне-диафрагмальном синусе, расположен «правильно». Второй, косвенной, задачей эксперимента являлось определение эффективности удаления дренажом жидкости в зависимости от ее количества.

В итоге проведенного исследования получены результаты, анализ которых позволяет прийти к следующим заключениям. Первое и главное: эффективность плеврального дренажа, предназначенного для удаления свободной жидкости, зависит, в том числе, от положения тела пациента. Второе: при фиксированной позиции дренажной трубки (в проведенной серии экспериментов – в заднем плевро-диафрагмальном синусе) оптимальным положением тела, обеспечивающим максимально возможное или полное удаление жидкости, является положение Фовлера, с приподнятой на 10-15⁰ головной частью поверхности, на которой расположен пациент. Напротив, некоторые позиции грудной клетки (положение Тренделенбурга, ротация в сторону, противоположную установленному дренажу и, тем более, прон-позиция) могут привести к существенному ограничению возможности удаления свободной жидкости, вплоть до почти полной утраты дренажом своей функции. Это, в свою очередь, таит в себе потенциальную угрозу диагностических ошибок. Например, у пациента, вынужденно находящегося в прон-позиции, даже при значительном скоплении жидкости в плевральной полости не будет своевременно зафиксировано ее поступления по дренажу и напротив, при возвращении в положение «на спине» может наблюдаться

одномоментное заполнение аспирационной системы, что приведет к гипердиагностике интенсивности накопления жидкости. Третье: изначальный объем жидкости в плевральной полости не оказывает значимого влияния на эффективность ее аспирации, во всяком случае, в исследованных пределах (350-1000 мл). Отсюда следует четвертое: повторяемость результатов от серии к серии эксперимента свидетельствует в пользу того, что при фиксированном положении плеврального дренажа объем жидкости, которую возможно аспирировать, является относительно постоянной величиной, зависящей исключительно от взаиморасположения дренажных отверстий и уровня свободной жидкости. Наконец, пятое: применение позиционирующих устройств, в том числе экспериментально апробированного троакар-адаптера, действительно, позволяет добиться «правильного» позиционирования плеврального дренажа, в частности, надежно установить его в задне-диафрагмальный синус, что, в свою очередь, приводит к эффективной аспирации жидкости из плевральной полости, хотя, как продемонстрировано в ходе настоящего эксперимента, позиционирование трубки является не единственным фактором, влияющим на функцию дренажа.

Проведенный анатомический эксперимент, хоть и осветил некоторые проблемы, связанные с эффективностью функционирования плеврального дренажа в условиях придания телу любого, но, тем не менее, фиксированного положения, не позволил ответить на еще один, не менее важный, вопрос: возможно ли добиться более качественного и полного удаления скопившейся свободной жидкости в результате изменений положения пациента, то есть, иными словами, имеет ли смысл выполнять перепозиционирование туловища, особенно в условиях, когда человек лишен возможности самостоятельных активных движений. С этой целью, на 4 анатомических объектах проведено исследование, в ходе которого объекту последовательно придавали различные положения тела, с оценкой дополнительного вклада в объем аспирированной из плевральной полости жидкости в процессе смены позиции грудной клетки. Учитывая результаты предыдущей серии анатомического эксперимента,

положение Тренделенбурга и прон-позицию не применяли. Результаты этой части экспериментального исследования продемонстрировали, что при горизонтальном положении тела дренаж, установленный в задне-диафрагмальный синус, обеспечивает удаление приблизительно 80% жидкости, вне зависимости от ее изначального объема (в исследованных пределах 350-1000 мл), дальнейшее придание телу положения Фовлера позволяет дополнительно аспирировать еще около 10% жидкости, а последующая ротация туловища – около 5% от ее изначального объема. Таким образом, суммарное количество жидкости, ликвидированной из плевральной полости, вплотную приближается к таковому, имевшемуся в ней.

Следует отметить, что некоторым (и весьма существенным) ограничением в интерпретации результатов, полученных в ходе эксперимента, является отсутствие дыхательных движений грудной клетки – диафрагмы и реберного каркаса, моделировать которые не представлялось возможным. Тем не менее, на наш взгляд, то рациональное зерно, которое можно извлечь, заключается в том, что для повышения эффективности функции дренажа в отношении свободной жидкости, содержащейся в плевральной полости, целесообразно активно использовать изменение положения тела пациента. Вероятно, практический интерес может представлять вопрос об определении в динамике эффективности функционирования дренажей в зависимости от положения тела пациента при одновременном дренировании обеих плевральных полостей, в том числе на фоне активной аспирации или работе дренажа по Бюлау, который в настоящем исследовании осуществлен не был.

В связи с фактом, что до настоящего времени технические аспекты, позволяющие избежать ятрогенных осложнений, вызванных выполнением дренирования в условиях спаечного процесса в плевральной полости в предполагаемой для установки дренажа зоне, практически не изучены, был организован анатомический эксперимент. При обнаружении спаечного процесса в месте, запланированном для проведения дренажа в плевральную полость, сначала осуществляли доступы через участки грудной клетки,

отстоящие от нее приблизительно на 5 см вверх, вниз, вправо и влево, то есть определяли, возможно ли обойти участок, вовлеченный в спаечный процесс. Затем выполняли попытку дренирования непосредственно в месте, где легкое было фиксировано спайками к париетальной плевре.

Полученные в итоге результаты подтверждают, что вышеобозначенная проблема объективно существует: в двух из семи попыток установки плеврального дренажа через зону, вовлеченную в спаечный процесс, имело место повреждение ткани легкого – в одном наблюдении незначительное, в другом – локальный разрыв на глубину около 2 см. В остальных наблюдениях удалось осуществить пальцевое разделение плевральных сращений в зоне, предназначенной для дренирования, достаточное для установки позиционирующего устройства (троакар-адаптера) и проведения дренажной трубки. Практически во всех наблюдениях удалось добиться безопасного проникновения в плевральную полость, минуя локальный спаечный процесс, причем независимо от того, в какую сторону производили смещение. Следовательно, идея смещения точки установки плеврального дренажа при возникновении технических сложностей в изначально выбранном месте дренирования может иметь практический смысл. Опыт показывает, что этого в большинстве случаев оказывается достаточным для того чтобы избежать ятрогенных осложнений.

Клиническая часть настоящего исследования состояла из нескольких логических блоков. Так, задачей одного из разделов исследования явилось обоснование целесообразности измерения параметров, полученных при выполнении компьютерной томографии органов грудной клетки, способных повлиять на эффективность установки плеврального дренажа. Для уточнения интересующих показателей было проведено исследование серии из 60 компьютерных томограмм, рандомизированно выбранных из рентгенологического архива. Подобная рандомизация преследовала интуитивно понятную цель: определить, насколько «универсальным» является способ дренирования в V межреберье, в том числе с помощью

позиционирующих устройств, у пациентов, имеющих различные конституциональные параметры. Обязательным условием было представительство на КТ всех типов конституции пациента (нормо-, гипер-, астенический), и, соответственно, выраженность мягких тканей в данном межреберном промежутке. Все измерения выполняли с обеих сторон грудной клетки – справа и слева, в прямой проекции КТ на срезе, соответствующем средней подмышечной линии. Гипотетической точкой установки плеврального дренажа считали поверхность кожи в V межреберном промежутке. В качестве параметров грудной клетки, способных повлиять на результаты дренирования плевральной полости, при выполнении измерений по данным КТ, выбраны: толщина ПЖК, расстояния и углы к апексу плевральной полости и плевральному синусу. Также в анализ включен ранее не применявшийся показатель, косвенно характеризующий форму грудной клетки: отношение высоты плевральной полости (расстояние между апексом и синусом) к ширине плевральной полости, измеренной на уровне плевральных синусов. Мы обозначили этот показатель как коэффициент $K_{в/ш}$. Дополнительной косвенной целью применения анализа данного коэффициента было определение взаимосвязи между формой грудной клетки и развитостью мягких тканей (толщиной ПЖК) в зоне, запланированной для дренирования плевральной полости.

Исходя из проведенных измерений, характеризующих индивидуальные особенности строения грудной клетки, возможно сформулировать следующие заключения: -дренирование апекса, в соответствии с вычисленными значениями расстояний и углов, не должно сопровождаться дополнительными техническими трудностями при установке дренажной трубки через V межреберный промежуток; -чем меньше расстояние до плеврального синуса, тем сложнее завести в него дренаж; чем острее угол к синусу, тем сложнее завести в него дренаж; сочетание обоих этих параметров увеличивает технические сложности, причем не пропорционально, а в большей степени, чем каждый из них по отдельности.

В нашей серии наблюдений, количество пациентов, соответствующих «проблемным» значениям расстояний и углов к синусу, составило 17 (28%). Весьма полезной может оказаться оценка топографоанатомических характеристик грудной клетки при деформации костного скелета, например, при выраженном сколиозе.

Таким образом, хирург, выполняющий дренирование плевральной полости, имеет возможность оценить на основе результатов КТ топографоанатомические особенности грудной клетки пациента, что позволяет избежать потенциальных проблем дренирования плевральной полости, вызванных неправильным позиционированием трубки.

В процессе проведения анатомического экспериментального исследования, посвященного изучению и целесообразности применения позиционирующих устройств для облегчения процесса дренирования плевральной полости, у автора настоящего исследования сформировалось мнение, что обеспечение придания желаемого направления дренажной трубки возможно не только путем создания для трубки внешней ограничительной оболочки, но и изнутри ее просвета, которое в дальнейшем трансформировалось в концепцию выполнения дренирования плевральной полости с применением фиброволоконной оптики. Следует отметить, что в доступной научной литературе не удалось обнаружить публикаций, описывающих применение подобной технологии и, тем более, технических аспектов выполнения этого вмешательства. В клинической практике полученные результаты продемонстрировали, что, помимо непосредственной возможности установки плеврального дренажа точно в патологический субстрат, гибкая эндоскопия открывает дополнительные, ранее не используемые возможности визуального контроля. По сравнению с рутинно применяемыми для диагностической и лечебной торакоскопии ригидными торакоскопами, ее преимуществами, на наш взгляд, являются следующие. Во-первых, это использование однопортового доступа, то есть единственной точки вкола. Второе: возможность осмотреть зону патологического субстрата

не только со стороны установки торакоскопа в грудную клетку, где, даже при использовании скошенной 30⁰-ной оптики, существуют ограничения визуализации объекта исследования, но и полипозиционно, включая встречное по отношению к реберной поверхности направление. Третье, это возможность прецизионно обходить под визуальным контролем препятствия, имеющиеся между фиброскопом и зоной патологического субстрата, например, спайки в плевральной полости. Наконец, это возможность использования манипуляционного канала эндоскопа для выполнения диагностических и лечебных манипуляций, начиная от биопсии тканей и заканчивая наложением клипсы на источник кровотечения или зону несостоятельности анастомоза, так же как прокрашивания тканей, при необходимости, маркировки точек интереса. К тому же, определенным, причем весьма существенным, ограничением, возникающим при выполнении ригидной торакоскопии, является необходимость общей анестезии и однолегочной вентиляции. Напротив, гибкая эндоскопия позволяет проводить диагностические и лечебные мероприятия под местной анестезией и при спонтанном дыхании пациента.

Одним из типичных вариантов течения эмпиемы плевры является формирование очага хронической инфекции в виде остаточной полости. Следует отметить, что эффективность средств, направленных на ликвидацию этого патологического состояния, зачастую недостаточная, что обуславливает попытку разработки новых путей решений. Как отмечалось выше, в ходе выполнения эксперимента на животных была продемонстрирована возможность стимулирования адгезиогенеза путем внутривнутриплеврального введения плазмы, обогащённой тромбоцитами, а также аутологичной жировой ткани, как по отдельности, так и в сочетании обоих биологически активных компонентов с целью ускорения ликвидации остаточной полости при хронической эмпиеме плевры. Успешное решение этой экспериментальной задачи способствовало применению биологической стимуляции адгезиогенеза в клинической практике в качестве самостоятельного способа санации

полости эмпиемы при неэффективности или невозможности применения других методов. Применение технологии внутривидеоплеврального биологического адгезиогенеза может оказаться весьма эффективным, если не единственным, способом лечения пациентов с длительно существующими остаточными полостями, не поддающимися ликвидации, в том числе в случае невозможности полноценной санации полости эмпиемы по общепринятым канонам. Именно стимуляция плевродеза позволяет отграничить зону остаточной полости от интактных отделов плевральной полости. Помимо этого, потенцирование образования спаек способствует более быстрой фрагментации патологического очага на ряд мелких полостей, что, в итоге, приводит к его облитерации и клиническому выздоровлению. Следовательно, адгезиогенез можно расценивать как ведущий самостоятельный компонент более быстрого купирования данного патологического процесса. Полученные обнадеживающие результаты предполагают возможность более широкого внедрения этой технологии в трудных клинических ситуациях, в первую очередь при эмпиеме плевры, но, вероятно и при других патологических процессах.

Практически неисследованным до настоящего времени вопросом является влияние дренажа, установленного в плевральную полость, на функцию внешнего дыхания. При этом представляется очевидным, что такое влияние возможно. Для объективизации вероятных нарушений ФВД в условиях стояния плеврального дренажа проведено пилотное исследование: у 21 пациента, которым было выполнено дренирование плевральной полости, в процессе лечения изучены в динамике соответствующие показатели ФВД. Анализ полученных результатов проведенного исследования ФВД в динамике у пациентов с дренажом плевральной полости позволяет отметить несколько тенденций и сформулировать несколько общих заключений. Первое: доказано, что у пациентов, которым выполнено дренирование плевральной полости, плевральный дренаж, сам по себе, может компрометировать ФВД со снижением показателей вентиляционной функции легких. Вероятнее всего,

это связано с ограничением физических возможностей пациента во время выполнения всех этапов спирометрии. Второе: после удаления плеврального дренажа отмечается возвращение показателей к исходным дооперационным данным, а у некоторых пациентов – с незначительным улучшением исходных показателей. Тем не менее, у ряда пациентов нарушения ФВД могут сохраняться даже после устранения патологического субстрата, по поводу которого был установлен дренаж. После выполнения спирометрии перед выпиской из стационара имеется положительная динамика основных исследуемых показателей.

Пандемия COVID-19 продиктовала ряд новых, ранее не встречавшихся вызовов. Применительно к теме настоящего исследования, следует отметить, что в повседневной практике кардиохирургических, торакальных отделений, а также отделений интенсивной терапии – определенная часть пациентов по-прежнему нуждается в дренировании плевральной полости, как при COVID-19, так и при других состояниях. Одной из ключевых проблем функционирования лечебных учреждений в условиях противодействия пандемии COVID-19, заслуживающей особого внимания, является защита медицинского персонала в условиях работы в «красной зоне» в рамках пресечения путей распространения и передачи коронавирусной инфекции при контакте с заболевшими пациентами. Существует потенциальный риск аэролизации вируса SARS-Cov-2 через дренаж грудной клетки у пациентов с пневмотораксом, вне зависимости от причины, его вызвавшей, на фоне активной аспирации. В меньшей, но отнюдь не нулевой, степени угроза существует и при необходимости ликвидации плеврального выпота, что может представлять собой недооцененный способ распространения вируса и, соответственно, риска заражения пациентов и медицинских работников. Возможным путем решения обозначенной проблемы является включение в дренажную систему дополнительных фильтров, например, тех, которые используются в контурах аппаратов ИВЛ. Опыт работы автора в «красной» зоне способствовал апробации и клиническому применению устройства,

предназначенного для профилактики аэрозольного пути передачи инфекции (Патент РФ на изобретение № 2774785 от 13.12.2021 г.). Задачей и результатом применения предлагаемого устройства является дезинфекция отделяемого из плевральной полости – крови, жидкости и воздуха – ультрафиолетовым облучением. Технический результат достигается тем, что емкость для сбора отделяемого из плевральной полости дополнительно содержит портативный блок ультрафиолетовой обработки. В результате, дезинфекции подвергаются как жидкость и воздух, уже накопившиеся в банке, так и все отделяемое, поступающее в банку по плевральному дренажу. Начиная с сентября 2020 г. дренажные системы, укомплектованные ультрафиолетовым облучателем, были рутинно применены в ходе лечения 12 пациентов, которым потребовалось дренирование плевральной полости на фоне или в присутствии инфекции COVID-19.

Таким образом, проведенное экспериментально-клиническое исследование позволило изучить ряд мало- или неизученных аспектов, связанных с хирургическими проблемами купирования пневмо- и гидроторакса, эмпиемы плевры, и, тем самым, повысить эффективность и безопасность лечения этих пациентов.

ВЫВОДЫ

1. Разработанные экспериментальные модели патологических процессов в плевральной полости отличаются простотой, воспроизводимостью и позволяют апробировать новые хирургические методики их ликвидации, провести сравнительный анализ эффективности и внедрить в клиническую практику.
2. Биологически активные материалы, инъецированные в плевральную полость после альтерации в результате торакотомии или при экспериментальной эмпиеме плевры, потенцируют и ускоряют процессы плевродеза. «Биологические» спайки отличаются по морфологии от спаек, возникающих вследствие «химического» или «физического» плевродеза. В результате, процессы репарации протекают более физиологично. Другие

методы плевродеза, при сопоставимой эффективности, являются более агрессивными, односторонне протекающими (без возможности обратного развития и резорбции) и, соответственно, могут приводить к менее предпочтительному результату.

3. Разработанное и запатентованное устройство для одномоментного дренирования плевральной полости прошло успешную апробацию в условиях анатомического эксперимента, в результате которого доказана возможность точного топографо-анатомического позиционирования дренажных трубок при пневмогидротораксе, через один порт, выполненный в V межреберье, что доказывает целесообразность дальнейшей сертификации разработанного устройства, как медицинского изделия. На переходный период сертифицирования, доказана возможность использования с внедрением в клиническую практику методики анатомического позиционирования дренажей с помощью трахеостомической канюли Люэра.
4. Функция плеврального дренажа зависит от положения тела. В позиции Тренделенбурга, ротации, прон-позиции, наблюдалось ограничение функции дренажей, вплоть до ее утраты. Положение Фовлера дает полноценное функционирование вне зависимости от расположения оперативных доступов. При дренировании через V межреберье, возможно достичь полноценного функционирования дренажей вне зависимости от положения тела. Данный доступ является оптимальным для прон-позиции, часто используемой при осложненном течении ковидных пневмоний и осложненных травмах грудной клетки с ушибом легкого.
5. Определение хирургических топографо-анатомических характеристик грудной клетки, полученных на основании компьютерной томографии, дает не только диагностическую информацию, но и позволяет определить рациональную тактику – выбрать индивидуальный подход к дренированию плевральной полости, оптимальный размер троакар-адаптера и требуемую длину внутривнутриплевральной части дренажа.

6. Оптимальным способом дренирования плевральной полости у пациентов с пневмогидротораксом является дренирование в V межреберье с использованием технологий для точного анатомического позиционирования дренажей, позволяющее избежать технических ошибок дренирования и обеспечить оптимальное функционирование дренажей в различных позициях тела пациентов.
7. Дренирование плевральной полости в V межреберье, выполненное на этапах медицинской эвакуации пациентам с проникающими ранениями грудной клетки, сопровождающимися пневмо- и гидротораксом, характеризуется меньшей частотой осложнений по сравнению со стандартными методами (во II и VII межреберьях), обеспечивает полноценное функционирование дренажей, их сохранность и удобство контроля дренажа при транспортировке больных. При этом в 83% эта манипуляция была окончательной, в 17% потребовала оперативного вмешательства, что существенно выше (соответственно, 64% и 36%), чем в группе с рутинными методами дренирования.
8. При наличии в плевральной полости спаечного процесса, дренирование плевральной полости, даже с использованием позиционирующих устройств, в ряде случаев неэффективно. В этих условиях, точного позиционирования дренажа позволяет добиться фиброволоконная торакоскопия, с возможностью одновременной санации патологического очага и проведения дополнительных процедур. При невозможности выполнения фиброторакоскопии, при наличии локального спаечного процесса целесообразно использовать правило «ромба» – смещение места установки дренажа на одно межреберье выше/ниже или на 5 см проксимальнее/дистальнее, в пределах «безопасной зоны».
9. Дренировать плевральную полость при осложнениях коронавирусной инфекции COVID-19 в виде пневмо-и гидроторакса или их сочетания, необходимо в безопасной зоне V межреберья с использованием позиционирующих устройств, что делает дренирование адекватным с

возможностью перепозиционирования дренажей, обеспечивает длительное дренирование плевральной полости. В качестве конечного резервуара трубок, необходимо использовать закрытые разработанные дренажные системы с дополнительными фильтрами и дезинфекцией отделяемого субстрата ультрафиолетовым излучением.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При необходимости дренирования плевральной полости, оптимальной точкой установки плевральных дренажей, вне зависимости от характера патологического процесса (воздух, жидкость), является V межреберье между передней и средней подмышечной линиями: эта зона удалена от важных анатомических образований, имеет небольшую толщину тканей грудной стенки, проходимых в процессе дренирования (как у мужчин, так и у женщин, при любом типе телосложения), а также предоставляет возможность нахождения пациента в любом требуемом положении (Фовлера, Тренделенбурга, прон-позиции, на боку).
2. В процессе дренирования плевральной полости целесообразно применение позиционирующих устройств (особенно, при выполнении вмешательства хирургами, не имеющими опыта), поскольку они облегчают манипуляции и позволяют избежать ятрогенных осложнений – экстраплевральной установки дренажа, кровотечения, ранения внутренних органов, дислокации и/или перегиба дренажной трубки.
3. При необходимости дренирования плевральной полости, целесообразно учитывать топографо-анатомические характеристики грудной клетки пациента, анализируемые на основании данных компьютерной томографии (тип конституции, толщина подкожно-жировой клетчатки, расстояния и углы от запланированной точки вкола до плеврального апекса и диафрагмального синуса).
4. В сложных клинических ситуациях, когда установка плеврального дренажа затруднена (выраженный спаечный процесс в плевральной полости, осумкованные жидкостные образования и плевриты, эмпиема плевры и др.)

возможно применение фиброволоконной торакоскопии, которая позволяет выполнить управляемое дренирование плевральной полости и, при необходимости, санацию патологического очага под визуальным контролем.

5. Для ликвидации остаточной полости, вызванной эмпиемой плевры, может быть осуществлена ее пломбировка биологически активными аутологичными материалами, в частности, комбинированным применением жировой ткани и плазмы, обогащенной тромбоцитами.
6. При повреждениях плевральной части пищевода, так же, как и при несостоятельности пищеводнодигестивного анастомоза, целесообразно комбинированное лечение путем внутрисветной установки VAC-системы наряду с дренированием плевральной полости.
7. У пациентов с дренажом плевральной полости целесообразно исследовать функцию внешнего дыхания, поскольку плевральный дренаж, сам по себе, может ее компрометировать; результаты исследования могут влиять, в том числе, на определение тактики в отношении продолжения стояния дренажной трубки или ее удаления.
8. При выполнении дренирования плевральной полости в условиях, связанных с работой в «красной зоне» отделений для лечения пациентов с COVID-19, особое внимание следует уделять мероприятиям, направленным на снижение риска заражения других пациентов и медицинского персонала из-за аэролизации вируса SARS-Cov-2. С этой целью показано использование закрытых дренажных систем, включение в них дополнительных фильтров, а также дезинфекция отделяемого из плевральной полости – крови, жидкости и воздуха – ультрафиолетовым облучением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев С. Н., Белобородов В. Б., Белоцерковский Б. З. и др. Тяжелая внебольничная пневмония у взрослых. Клинические рекомендации Федерации анестезиологов и реаниматологов России. *Анестезиология и реаниматология* 2022, №1, С. 6–35 <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology2022011>.
2. Агаларян А. Х. Оптимизация подходов к лечению пострадавших с повреждениями органов грудной клетки и брюшной полости при политравме. - Автореф. дисс. д-ра мед. наук. - Новосибирск - Ленинск-Кузнецкий, 2019. - 48 с.
3. Адамян Л. В., Козаченко А. В., Кондратович Л. М. Спаечный процесс в брюшной полости: история изучения, классификация, патогенез (обзор литературы) // *Проблемы репродукции*. 2013. № 6. С. 7–13.
4. Бебуришвили А. Г., Михин И. В., Воробьев А. А. и др. Современные противоспаечные барьерные средства в профилактике рецидивов острой спаечной кишечной непроходимости // *Эндоскопическая хирургия*. 2009. № 1. С. 204–205.
5. Бижанов А. Б. Видеоторакокаустика в лечении больных деструктивным туберкулезом легких: автореф. дисс. ... канд.мед.наук. – М., 2009.- 24с.
6. Бисенков Л. Н., Гришаков С. В., Шалаев С. А. Хирургия рака легкого в далеко зашедших стадиях заболевания. — СПб.: Гиппократ, 1998. — С. 303–305.
7. Блаженко А. Н., Муханов М. Л., Лысых Е. Г. и др. Применение обогащённой тромбоцитами плазмы для стимуляции репаративного остеогенеза на ранней стадии формирования костной мозоли. // *Современные проблемы науки, технологий, инновационной деятельности*. Сб. трудов матер. междунар. науч.-практич. конф. Белгород: Агентство перспективных научных исследований. 2017. С. 9–12.
8. Бокерия Л. А., Сивцев В. С. Послеоперационный спаечный перикардит: факторы риска, патогенез и методы профилактики // *Анналы хирургии*. – 2014. - №6. – С.7-14.
9. Вагнер Е. А., Тавровский В. М. Ошибки, опасности и осложнения в легочной хирургии / Е. А. Вагнер, В. М. Тавровский, Пермь: Пермское кн. изд-во, 1977. 208 с.
10. Войно-Ясенецкий В. Ф. Очерки гнойной хирургии / В. Ф. Войно-Ясенецкий, Москва: Сибирь, 2008. 708 с.
11. Воробьев А. А., Калашников А. В., Горячев А. Н. Двузубый реберный распатор для экспериментального моделирования травмы грудной клетки. - Патент RU 163863U1 // 2015.
12. Воробьев А. А., Калашников А. В., Салимов Д. Ш. Патологические проявления внутриплевральной адгезии // *Современная наука и инновации*. 2017. № 1. С. 228–236.
13. Воробьев А. А., Поройский С. В., Писарев В. Б. и др. Морфологические и хирургические аспекты профилактики послеоперационного спайкообразования / А. А. Воробьев, С. В. Поройский, В. Б. Писарев,

Волгоград: Волгоградский ГМУ, 2005. 136 с.

14. Елифанов С. А. Инновационные технологии в реконструктивной хирургии носа (клинико-экспериментальное исследование). Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. М.: 2016. - 48 с.

15. Жестков К. Г., Акопов А. Л., Корымасов Е. А. и др. Национальные клинические рекомендации по лечению спонтанного пневмоторакса. 2013. - 22 с.

16. Казначеев Н. Н., Гладких В. Г., Иванов В. А. Способ моделирования плеврита – Авторское свидетельство на изобретение СССР № 3669925/28-14 Приоритет 05.12.83. Оpubл. 15.03.86. Курский государственный медицинский институт.

17. Калашников А. В. Спайки плевральной полости: клинико-морфологическая характеристика // Современная наука и инновации. 2016. № 2 (14). С. 174–178.

18. Калашников А. В., Воробьев А. А., Салимов Д. Ш. Способ стимуляции адгезиогенеза в плевральной полости при политравмах с преимущественным поражением грудной клетки - Патент на изобретение RU 2625002 (Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 11.07.2017).

19. Калашников А. В., Воробьев А. А., Салимов Д. Ш. Калашникова, С.А. Айдаева, С.Ш. Стимуляция адгезиогенеза при хронической эмпиеме плевры // Новости хирургии. 2018. № 4 (26). С. 412–419.

20. Корымасов Е. А. и др. Национальные клинические рекомендации «Эмпиема плевры» - М.: 2015. - 33 с.

21. Корымасов Е. А., Беньян А. С., Пушкин С. Ю. Анализ ошибок, опасностей и осложнений в лечении спонтанного пневмоторакса // Тольяттинский медицинский консилиум. 2013. № 3–4. С. 44–51.

22. Ливингстон Д., Хаусер С. Травма грудной клетки. / Травма. В 3-х томах. Том 2. М: издательство: Бином, 2013. – 653-86. [Livingston DH, Hauser CJ] ISBN: 978-5-91839-029-0.

23. Маслак О. С., Пищик В.Г., Оборнев А.Д., Зинченко Е.И., Коваленко А.И. Влияние активной аспирации на риск продленного сброса воздуха после видеоторакоскопических лобэктомий: проспективное рандомизированное исследование // Инновационная медицина Кубани. 2020;(4):14-1.

24. Маслов В. И. Малая хирургия. (Б-ка практического врача. Важнейшие вопросы хирургии). М.: Медицина, 1988. – 208 с. / В. И. Маслов,.

25. Масляков В. В., Дудаев А. Я., Хасиханов С. С. Отдаленные результаты лечения больных с огнестрельными ранениями груди // Фундаментальные исследования. 2013. № 9. С. 79–83.

26. Мельник Е. А. Оценка использования аутологичных стромальных клеток жировой ткани при хирургическом лечении кистозных образований челюстей. Автореф. дисс... канд. мед. наук. - Ставрополь. – 2011. - 22 с.

27. Мельников В. М., Волков А. В., Григорьева Д. Э. Технические особенности дренирования плевральной полости после пневмонэктомии по поводу рака лёгкого // Медицина и образование в Сибири. 2015. № 3.

28. Миланов Н. О., Старцева О. И., Истранов А. Л. и др. Перспективы клинического применения стволовых клеток жировой ткани в пластической хирургии и регенеративной медицине // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2014. № 4. С. 70–76.
29. Милованов А. П. Патолого-анатомический анализ причин смертей. - М.: Медицина, 2003. - 76 с.
30. Миронов А. В., Тимербаев В. Х. Фиброоптическая интубация трахеи // Sklifosovsky Journal of emergency medical care. 2017. № 4 (6). С. 342–346.
31. Мухаммедов Х. Б. М., Шевлюк Н. Н., Третьяков А. А. и др. Метод закрытия остаточной полости композитным материалом «ЛитАр» в комбинации с антибиотиком при хронической эмпиеме плевры и особенности репаративного гистогенеза // Вестник СПбГУ. Медицина. 2017. № 2 (12). С. 154–160.
32. Николаева Е. Б., Бармина Т. Г., Паршин В. В. Современные подходы к лечению спонтанного пневмоторакса и спонтанной эмфиземы средостения // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2011. № 1. С. 45–51.
33. Оболенский В. Н., Ермолова Д. А., Макаров М. С. и др. Применение аппликаций богатой тромбоцитами аутоплазмы в лечении больных с хроническими ранами различной этиологии. Методические рекомендации (№ 2). - М., 2013. – 16 с.
34. Окороков А. Н. Диагностика болезней внутренних органов. — М.: Медицинская литература, 2001. — Т. 3. Диагностика болезней органов дыхания. — С. 419-420. — 464 с. ISBN 5-896-77-015-4.
35. Отс И. О. Профилактика плевральных осложнений после резекций буллезно-эмфизематозного легкого: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2010. - 24 с.
36. Петренко В. М. Анатомия легких у белой крысы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 10 (3). С. 414–417.
37. Петровский Б. В. Большая медицинская энциклопедия под ред. Б. В. Петровский, Мастерская «Коллекция», АРИА - АиФ, 2012.
38. Пичуров А. А., Оржешковский О. В., Петрунькин А. М. Спонтанный пневмоторакс – анализ 1489 случаев // Вестник хирургии им. И.И.Грекова. 2013. (172). С. 82–88.
39. Плаксин С. А., Фаршатова Л. И. Роль торакоскопии и плевродеза в диагностике и лечении воспалительных плевральных выпотов // Вестник хирургии им. И.И.Грекова. 2018. № 6 (177). С. 45–48.
40. Поддубный В. В., Жестков К. Г. Применение торакоскопии в лечении торакоабдоминальных ранений // Московский хирургический журнал. 2018. № 3 (61). С. 42–43.
41. Полянцев А. А., Быков А. В., Полянцев (мл.) А. А., Котрунов В. В., и др. Ошибки, опасности, осложнения при первом эпизоде спонтанного пневмоторакса // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2018. № 3. С. 64-69.
42. Полянцев А. А., Быков А. В., Полянцев, А. А. (мл.) и др. Видеоассистированные и торакоскопические хирургические вмешательства

при первом эпизоде спонтанного пневмоторакса // Эндоскопическая хирургия. 2015. № 1 (21). С. 20–23.

43. Полянцев А. А., Быков А. В., Котрунов В. В. Полянцев, А.А. (мл.). Первый эпизод спонтанного пневмоторакса: консервативное лечение или операция? // Альманах Ин-та хирургии им. А.В.Вишневого. 2015. № 2 (10). С. 100–101.

44. Полянцев А. А., Быков А. В., Полянцев (мл.) А. А. и др. Ошибки, опасности, осложнения при первом эпизоде спонтанного пневмоторакса // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2018. № 3. С. 64–69.

45. Поройский С. В. Экспериментальное, морфологическое и клиническое обоснование патогенеза, диагностики и профилактики послеоперационного спайкообразования. Автореф. дисс. ...д-ра мед. наук. Волгоград, 2012 – 46 с.

46. Романенков Н. С., Мовчан К. Н. Возможности маммопластики с использованием трансплантации аутологичной жировой ткани, обогащенной стволовыми клетками // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2017. № 4 (24). С. 13–20.

47. Семенова О. В. Плевриты при туберкулезе легких // Лечебное дело. 2009. № 3. С. 4–11.

48. Сопуев А. А., Султакеев М.З., Ташиев М.М., и др. Выбор метода лечения при травмах грудной клетки // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2020. – № 5. – С. 21-27; URL: <https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=1139> (дата обращения: 15.04.2022).

49. Стегний К. В., Ожерельев А. В., Ожерельев Е. В. и др. Исследование валидности симуляционной модели грудной клетки для отработки навыка торакоцентеза // Медицинское образование и профессиональное развитие. 2022. Т. 13, № 1. С. 31–38. DOI: <https://doi.org/10.33029/2220-8453-2022-13-1-31-38>.

50. Стяжкина С., Меньшикова М., Дербенева И. Спаечная болезнь как хирургическая проблема // Проблемы современной науки и образования. 2017. № 38 (120). С. 103–104.

51. Суковатых Б. С., Затолокина М. А., Мутова Т. В. и др. Влияние аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, на прочность и эластичность брюшной стенки при наднапоневротической имплантации легкого полипропиленового эндопротеза. - Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2018.–№4.-С.66-71.

52. Сушко А. А., Можейко М. А., Гаврусик В. З. Миниинвазивная хирургия пневмоторакса // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2014. № 3. С. 21–23.

53. Тарасенко В. С., Аркушенко В. А., Мхоян С. А. Хирургическая тактика при ранениях груди // Медицинский вестник Башкортостана. 2014. № 3 (9). С. 40–43.

54. Тарасенко С. В., Песков О. Д., Соколова С. Н. Зайцев О.В., Копейкин А.А. Учебно-методическое пособие для подготовки к государственному аттестационному экзамену по хирургии. Практические навыки. – Рязань, РГМУ, 2002 – 107с.

55. Титов А. Н., Измайлов Е. П. Эффективность участия торакального хирурга в лечении больных с изолированной травмой груди, осложненной пневмо- и гидротораксом, в дежурном хирургическом стационаре // Аспирантский вестник Поволжья. 2017. № 1–2. С. 140–146.
56. Тулупов А. Н., Лапшин В. Н., Михайлов Ю. М. Клинические рекомендации (протокол) по оказанию скорой медицинской помощи при напряженном пневмотораксе. 2014.
57. Указания по военно-полевой хирургии. (Глава 18. Повреждения груди. С. 265-284). – М. МО РФ, 2013. – 474 с. / Указания,.
58. Фаршатова Л. И. Мини-инвазивные технологии в диагностике и лечении плевральных выпотов различной этиологии. – Автореф. дис. канд. мед. наук. – Пермь, 2019. – 22 с. / Л. И. Фаршатова,.
59. Филенко Б. П., Земляной В.П., Борсак И.И., Иванов А.С. Спаечная болезнь: профилактика и лечение. Санкт-Петербург, 2013. – 171 с. / Б. П. Филенко,.
60. Филенко Б. П., Лазарев С. М. Профилактика и лечение спаечной болезни // Вестник хирургии им. И.И.Грекова. 2012. № 1 (171). С. 70–74.
61. Филоненко Д. В. Плевродез опухолевых плевритов с использованием бинарных каталитических систем. – Автореф. дисс. канд. мед. наук Москва, 2013. – 24 с.
62. Хасанов А. Р. Дренирование плевральной полости. Прошлое и настоящее // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – 6. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27332> / А. Р. Хасанов,.
63. Хасанов А. Р., Коржук М. С., Ельцова А. А. К вопросу о дренировании плевральной полости и измерении внутриплеврального давления. Проблемы и решения // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 5. ; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26840> (дата обращения: 29.06.2022).
64. Хижняк И. И., Третьяков А. А., Стадников А. А., Неверов А.Н. Цитоактивный композит как способ закрытия инфицированных остаточных полостей в печени в условиях эксперимента // Морфология. 2016. № 3 (149). С. 219-219а.
65. Цеймах Е. А., Левин А. В., Зимонин П. Е., Самуйленков, А.М. Эмпиемы плевры. Частота возникновения, пункционная терапия, закрытое дренирование плевральной полости. Ч. I // Туберкулез и болезни легких. 2009. № 8. С. 3–9.
66. Шейх Ж. В., Дунаев А. П., Дребушевский Н. С. Абсцедирующая пневмония при огнестрельном ранении грудной клетки (клинический пример) // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии Минздрава России. 2014. № 3. С. 23–26.
67. Яблонский П.К. Протоколы оказания помощи пациентам со спонтанным пневмотораксом. СПб. 2013. - 42 с.
68. Aho J., Ruparel R., Rowse P. et al. Tube thoracostomy: a structured review of case reports and a standardized format for reporting complications. World J. Surg. 2015; 39: 2691–706. DOI: 10.1007/s00268-015-3158-6.

69. Akoglu H., Akoglu E., Evman S. et al. Determination of the appropriate catheter length and place for needle thoracostomy by using computed tomography scans of pneumothorax patients. *Injury*. 2013 Sep; 44 (9): 1177-82.
70. Albert R., Lakshminarayan S., Hildebrandt J. et al. Increased surface tension favors pulmonary edema formation in anesthetized dogs' lungs. *J Clin Invest*. 1979; 63: 1015-8.
71. Almarzouqi F., Rennekampff H., Stromps J. et al. The effect of lipoaspirates vs. dissected abdominal fat on breast cancer cells in vitro // *Eur J Med Res*. 2017 Mar 21;22(1):10. doi: 10.1186/s40001-017-0251-3.
72. Altmann E., Crossingham I., Wilson S. , Davies H.R. Intra-pleural fibrinolytic therapy versus placebo, or a different fibrinolytic agent, in the treatment of adult parapneumonic effusions and empyema. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Oct 30; 2019(10). doi: 10.1002/1465.
73. Anzueto A., Frutos-Vivar F., Esteban A. et al. Incidence, risk factors and outcome of barotrauma in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 2004; 30: 612-619. <https://doi.org/10.1007/s00134-004-2187-7>.
74. Atashi F., André-Lévigne D., Colin D. et al. Does non-activated platelet-rich plasma (PRP) enhance fat graft outcome? An assessment with 3D CT-scan in mice. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2019 Apr;72(4):669-75. doi: 10.1016/j.bjps.2018.12.039.
75. Badsha H., Harifi G., Murrell W. Platelet rich plasma for treatment of rheumatoid arthritis: case series and review of literature. *Case Rep Rheumatol*, 2020, Jan 31: 8761485. doi: 10.1155/2020/8761485.
76. Bailey R. Complications of tube thoracostomy in trauma. *J Accid Emerg Med*. 2000;17:111–4. DOI: 10.1136/emj.17.2.111.
77. Baldt M., Bankier A., Germann P. et al. Complications after emergency tube thoracostomy: assessment with CT. *Radiology*, 1995; 195, no. 2: 539–43, <https://doi.org/10.1148/radiology.195.2.7724780>.
78. Ball C., Wyrzykowski A., Kirkpatrick A. et al. Thoracic needle decompression for tension pneumothorax: clinical correlation with catheter length. *Can J Surg* 2010; 53: 184–8.
79. Baskett R., MacDougall C., Ross D. Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review. *Ann Thorac Surg*. 1999;67:462–5. DOI: 10.1016/s0003-4975(98)01195-3.
80. Bauman Z., Kulvatunyou N., Joseph B. et al. A prospective study of 7-year experience using percutaneous 14-french pigtail catheters for traumatic hemothorax/hemopneumothorax at a level-1 trauma center: size still does not matter. *World J Surg*, 2018; 42: 10.
81. Bellini E., Grieco M., Raposio E. The science behind autologous fat grafting. *Ann Med Surg (Lond)*, 2017. Nov 10; 24: 65-73. doi: 10.1016/j.amsu.2017.11.001.
82. Bender M., Ferraris V., Saha S. Modern management of thoracic empyema. *South Med J*, 2015 Jan; 108(1): 58-62. doi: 10.14423/SMJ.0000000000000226.
83. Bernstein A., Waqaruddin M., Shah M. Management of spontaneous pneumothorax using a Heimlich flutter valve. *Thorax* (1973), 28, 386-9.
84. Bertino R., Wesbey G., Johnson R. Horner syndrome occurring as a

complication of chest tube placement. *Radiology*. 1987; 164: 745.

85. Bertolaccini L., Rizzardi G., Filice M., Terzi A. Six sigma approach - an objective strategy in digital assessment of postoperative air leaks: a prospective randomised study. *EJCTS*. 2011; 39 (5): e128-32. doi:10.1016/j.ejcts.2010.12.027. PMID 21316980.

86. Bilkhu R., Viviano A., Saftic I., Billè A. COVID-19: Chest Drains With Air Leak – The Silent ‘Super Spreader’?. *CTSNet, Inc. Dataset* 2020. <https://doi.org/10.25373/ctsnet.12089130.v1>.

87. Birch C. *Emergencies in medical practice*, 8th edition, Livingston, London and Edinburgh. 1967: 163-7.

88. Bohlen H., Schwartz Z., Wu V. et al. Platelet-rich plasma is an equal alternative to surgery in the treatment of Type 1 medial epicondylitis. *Sports Med*. 2020 Mar 25; 8(3): 2325967120908952. doi: 10.1177/2325967120908952.

89. Boyle M., Williams B., Dousek S. Do mannequin chests provide an accurate representation of a human chest for simulated decompression of tension pneumothoraxes? *World J Emerg Med*. 2012;3(4):265-9. doi: 10.5847/wjem.j.issn.1920-8642.2012.04.005. PMID: 25215075.

90. Bozzay D., Walker P., Ronaldi A. Tube Thoracostomy Management in the Combat Wounded. <https://doi.org/10.1177/000313481808400852>.

91. Briggs J., Walters R., Byron F. Spontaneous pneumothorax. *Dis. Chest*. 1953; 24: 564.

92. Brunelli A., Cassivi S., Salati M. et al. Digital measurements of air leak flow and intrapleural pressures in the immediate postoperative period predict risk of prolonged air leak after pulmonary lobectomy. *EJCTS*. 2011; 39 (4): 584–8. doi:10.1016/j.ejcts.2010.07.025.

93. Carlson R., Classen K., Gollan F. et al. Pulmonary edema following the rapid reexpansion of a totally collapsed lung due to a pneumothorax: a clinical and experimental study. *Surg Forum*. 1959; 9: 367-71.

94. Chan L., Reilly K., Henderson C. et al. Complication rates of tube thoracostomy. *Am J Emergency Med*, 1997; 4(15): 368–70.

95. Chang S., Kim B., Ryu K. Ryu JW. Intranodal lymphangiography as a possible therapeutic option for patients with isolated thoracic duct injury from penetrating chest trauma. *J Thorac Dis*. 2015 Oct;7(10):E499-501.

96. Chemelli A., Thauerer M., Wiedermann F. et al. Transcatheter arterial embolization for the management of iatrogenic and blunt traumatic intercostal artery injuries. *J Vasc Surg*. 2009; 49 :1505–13. DOI: 10.1016/j.jvs.

97. Chen J., Nadler R., Schwartz D. et al. Needle thoracostomy for tension pneumothorax: the Israeli Defense Forces experience. *Surg*. 2015 Jun; 58(3 Suppl 3): S118-24. doi: 10.1503/cjs.012914. PMID: 26100771.

98. Chen W., Huang Y. To protect healthcare workers better, to save more lives. *Anesth Analg*. 2020:1-15. doi:10.1213/ANE.0000000000004834.

99. Cho S., Lee J., Kim M. New treatment method for reexpansion pulmonary edema: Differential lung ventilation. *Ann Thorac Surg*. 2005; 80:1933–4 № Cho SR.

100. Cleveland E., Albano N., Hazen A. Roll, spin, wash, or filter? Processing of lipoaspirate for autologous fat grafting: an updated, evidence-based review of the

literature. *Plast Reconstr Surg*, 2015; 136(4): 706-13.

101. Collop N., Kim S., Sahn S. Analysis of tube thoracostomy performed by pulmonologists at a teaching hospital. *Chest*. 1997; 112: 709–13. DOI: 10.1378/chest.112.3.709.

102. Compact digital thoracic drain systems for the management of thoracic surgical patients: a review of the clinical effectiveness, safety, and cost-effectiveness. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. October 1, 2014.

103. D'Alessio I., Settembrini A., Romagnoli S. et al. Successful fat grafting in a patient with thromboangiitis obliterans. *Adv Skin Wound Care*, 2019 Dec; 32(12): 1-4. doi: 10.1097/01.ASW.0000604192.77577.6f.

104. Dango S., Sienel W., Passlick B. , Stremmel C. Impact of chest tube clearance on postoperative morbidity after thoracotomy: Results of a prospective, randomised trial. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2010;37:51–5.

105. Daradka M., Alardah M., Ismail Z. Effects of autologous platelet-rich plasma coated sutures on intestinal anastomotic healing in rabbits. *Heliyon*. 2019 Nov 28; 5(11): e02713. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02713.

106. DaRocha R., Vengjer A., Blanco A. et al. Size of the collateral intercostal artery in adults: anatomical considerations in relation to thoracocentesis and thoracoscopy. *Surg Radiol Anatomy*, 2002; 1 (24): 23–26.

107. Deng M., Gu Y., Liu Z. et al. Endothelial differentiation of human adipose-derived stem cells on polyglycolic acid / Polylactic Acid Mesh. *Stem Cells Int*. 2015; 2015: 350718.

108. DenHengst W., Gielis J., Lin J. et al. Lung ischemia-reperfusion injury: a molecular and clinical view on a complex pathophysiological process. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2010; 299: H1283-99.

109. Desai N., Rambhia P., Gishto A. Human embryonic stem cell cultivation: historical perspective and evolution of xeno-free culture systems. *Reprod Biol Endocrinol*, 2015; 13: 9.

110. Díaz-Agero Álvarez P. , García-Arranz M, Georgiev-Hristov T, García-Olmo D. A new bronchoscopic treatment of tracheomediastinal fistula using autologous adipose-derived stem cells. *Thorax*. 2008; 63(4): 374-76. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2007.083857>.

111. Doornaert M. , Colle J, De Maere E, Declercq H, Blondeel P. Autologous fat grafting: Latest insights. *Ann Med Surg (Lond)*, 2018 Oct 16; 37: 47-53. doi: 10.1016/j.amsu.2018.10.016.

112. Dresler C., Olak J., Herndon J. et al. Phase III intergroup study of talc poudrage vs talc slurry sclerosis for malignant pleural effusion. *Chest*, 2005; 3 (127): 909-15.

113. Duncan C., Erickson R. Pressures associated with chest tube stripping. *Heart Lung*. 1982; 11: 166–71.

114. Eaves C. Hematopoietic stem cells: concepts, definitions, and the new reality. *Blood* 2015; 125(17): 2605-13. *ndocrinol*. 2015; 13: 9.

115. Ellis H. The applied anatomy of chest drain insertion. *Br J Hosp Med (Lond)* 2010; 71: M52–3.

116. Etoch S., Bar-Natan M., Miller F. et al. Tube thoracostomy. Factors related to complications. *Arch Surg.* 1995; 130: 521–5. discussion 525-6.
117. Fallon W. J., Wears R. Prophylactic antibiotics for the prevention of infectious complications including empyema following tube thoracostomy for trauma: Results of meta-analysis. *J Trauma.* 1992; 33 :110–6. discussion 116-7.
118. Feenstra T., Dickhoff C., Deunk J. Systematic review and meta-analysis of tube thoracostomy following traumatic chest injury; suction versus water seal. *Eur. J. Trauma Emerg Surg.* 2018; 44: 819–27. DOI: 10.1007/s00068-018-0942-7.
119. Feliciano D., Mattox K., Moore E. *Trauma, Ninth Edition.* – 2013. – 1415 p. ISBN-13: 978-1260143348.
120. Feller-Kopman D., Berkowitz D., Boiselle P. , Ernst A. Large-volume thoracentesis and the risk of reexpansion pulmonary edema. *Ann Thorac Surg.* 2007 Nov;84(5):1656-61. doi: 10.1016/j.athoracsur.2007.06.038. PMID: 17954079.
121. Filosso P., Guerrera F., Sandri A. et al. Errors and Complications in Chest Tube Placement. *Thorac Surg Clin.* 2017. V. 27. P. 57–67. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2016.08.009.
122. Filosso P., Sandri A., Guerrera F. et al. When size matters: changing opinion in the management of pleural space-the rise of small-bore pleural catheters. *J. Thorac Dis.* 2016. V. 8. № 7. P. 503–510. DOI: 10.21037/jtd.2016.06.25.
123. Finley T., Tooley W., Swenson E. et al. Pulmonary surface tension in experimental atelectasis. *Am Rev Respir Dis.* 1964; 89: 372-8.
124. Foresti V., Villa A., Casati O. et al. Abdominal placement of tube thoracostomy due to lack of recognition of paralysis of hemidiaphragm. *Chest.* 1992; 102: 292–3.
125. Frautschi R., Hashem A., Halasa B. et al. Current evidence for clinical efficacy of platelet rich plasma in aesthetic surgery: a systematic review. *Aesthet Surg J,* 2017 Mar 1; 37(3): 353-62. doi: 10.1093/asj/sjw178. Review. PMID:28207031.
126. Freixinet J., Rodriguez P., Santana N. et al. Necrotizing fasciitis of thoracic wall complicating chest tube drainage. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals,* 2001; 1 (9): 76–7.
127. Fuld H. Simple device for control of tension pneumothorax. *Brit. med. J.* 1944; 2: 503.
128. Gao S. [et al.] The Society for Translational Medicine: clinical practice guidelines for the postoperative management of chest tube for patients undergoing lobectomy. *J Thorac Dis.* 2017 Sep; 9(9): 3255–3264. doi: 10.21037/jtd.2017.08.165.
129. Gao Y. , Gao B, Zhu H, Yu Q, Xie F, Chen C, Li Q. Adipose-derived stem cells embedded in platelet-rich plasma scaffolds improve the texture of skin grafts in a rat full-thickness wound model. *Burns,* 2019 Dec 15. pii: S0305-4179(19)30152-4. doi: 10.1016/j.bu.
130. Givens M., Ayotte K., Manifold C. Needle thoracostomy: implications of computed tomography chest wall thickness. *Acad Emerg Med* 2004; 11: 211–3.
131. Goddard N., Waterhouse N. Regenerative Medicine, Stem Cell Therapies, and Platelet-Rich Plasma: Where Is the Evidence? *Aesthet Surg J.* 2020 Jan 13. pii:

sjz317. doi: 10.1093/asj/sjz317.

132. Godfrey M., Bramley K., Detterbeck F. Medical and surgical management of empyema. *Semin Respir Crit Care Med*. 2019 Jun;40(3):361-74. doi: 10.1055/s-0039-1694699.

133. Gogakos A. Heimlich valve and pneumothorax. *Annals of Translational Medicine*. – 2015. – Vol. 3, № 4. – P. 54.

134. Goh S., Xu W., Teo L. Decompression of tension pneumothoraces in Asian trauma patients: greater success with lateral approach and longer catheter lengths based on computed tomography chest wall measurements. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018 Oct; 44 (5): 767-.

135. Gomez-de-Antonio D. , Zurita M, Santos M, Salas I, Vaquero J, Varela A. Stem cells and bronchial stump healing. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010; 6 (140): 1397-401.

136. Gonzalez R., Holevar M. Role of prophylactic antibiotics for tube thoracostomy in chest trauma. *Amer Surg*, 1998; 64, 7: 617–20.

137. Gooding C., Kerlan R. J., Brasch R. Partial aortic obstruction produced by a thoracostomy tube. *J Pediatr*, 1981; 98: 471–3.

138. Graham M., Bell C. Open pneumothorax: its relation to the treatment of empyema. *J Med Sci*. 1918; 156 (6): 839–871. doi:10.1097/00000441-191812000-00007.

139. Grande J. Role of transforming growth factor- β in tissue injury and repair. *Proc. Soc. Exp Biol. Med*, 1997; 214: 27–40.

140. Guo H., Chu T., Santos L. et al. Growth factor concentrations in platelet-rich plasma for androgenetic alopecia: An intra-subject, randomized, blinded, placebo-controlled, pilot study. *Exp. Dermatol*. 2020 Mar;29(3):334-40. doi: 10.1111/exd.14074.

141. Haddad F. , Younes RN, Gross JL, Deheinzelin D. Pleurodesis in patients with malignant pleural effusions: talc slurry or bleomycin? Results of a prospective randomized trial. *World J Surg*, 2004 Aug; 8 (28): 749-53.

142. Halejian B., Badach M., Trilles F. Maintaining chest tube patency. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. 1988; 167 (6): 521. PMID 3187876.

143. Hallifax R., Psallidas I., Rahman N. Chest drain size: the debate continues. *Curr Pulmonol Rep*. 2017;6(1):26-29. doi: 10.1007/s13665-017-0162-3. Epub 2017 Jan 26. PMID: 28344925; PMCID: PMC5346594.

144. Han J., Gao F., Li Y. et al. The use of platelet-rich plasma for the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a systematic review. *Biomed Res Int*. - 2020 Mar; 7: 220-39. doi:10.1155/2020/2642439.

145. Haron H., Rashid N., Dimon M. et al. Chest tube injury to left ventricle: Complication or negligence? *Ann Thorac Surg*. 2010; 90: 308–9.

146. Harris A., O'Driscoll B. R., Turkington P. M. Survey of major complications of intercostal chest drain insertion in the UK // *Postgraduate Medical Journal*. 2010. № 1012 (86). C. 68–72.

147. Havelock T., Teoh R., Laws D. et al. Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax* 2010;65 Suppl 2:ii61-76.

148. Hawker G. , Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov;63 Suppl 11:S240-52. doi: 10.1002/acr.
149. Heifetz S., Zeichner M., Minkowitz S. Sudden death from ruptured intercostal artery aneurysm. A late complication of thoracotomy. *Arch Surg*. 1975; 110: 1253–4.
150. Heimlich H. Heimlich flutter valve: effective replacement for drainage bottle. *Hosp. Topics*. 1965; 43: 122.
151. Helling T., Gyles N., Eisenstein C. Complications following blunt and penetrating injuries in 216 victims of chest trauma requiring tube thoracostomy. *Journal of Trauma*, 1989; 10(29): 1367–70.
152. Hernandez M., Khatib M., Prokop L. et al. Complications in tube thoracostomy: Systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018 Aug;85(2):410-416. doi: 10.1097/TA.0000000000001840.
153. Hernandez M., Laan D., Zimmerman S. et al. Tube thoracostomy: Increased angle of insertion is associated with complications. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2016. V. 81. № 2. P. 366–370. DOI: 10.1097/TA.0000000000001098.
154. Herold C. , Engeli S, Beckmann B, Vogt PM, Rennekampff HO. Adipokine concentrations in lipoaspirates may have a role in wound healing. *Indian J Plast Surg*, 2017 Jan-Apr; 50(1): 56-63. doi: 10.4103/ijps.IJPS_103_16.
155. Hesari R., Keshvarinia M., Kabiri M. et al. Comparative impact of platelet rich plasma and transforming growth factor- β on chondrogenic differentiation of human adipose derived stem cells. *Bioimpacts*. 2020;10(1):37-43. doi: 10.15171/bi.2020.05.
156. Hippocrates . *Genuine Works of Hippocrates*. Sydenham Society. 1847 – 466 p.
157. Hochberg L. *Thoracic surgery before the 20th century*. New York: Vantage Press, 1960: 858 p. (7, 9-12, 239-280). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-2-18-25>.
158. *Hospital supply index. Product analysis, 1st quarter, 1995*. Plymouth Meeting, PA: IMS America, 1995.
159. Hsu S. , Wang HC, Huang I.T, Chu KA, Chang HC. Tube thoracostomy-related necrotizing fasciitis: a case report. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 2006; 22, 12: 636–40.
160. Huggins J., Sahn S. Causes and management of pleural fibrosis. *Respirology*. 2004; 9: 441–7.
161. Huh U., Kim Y., Cho Y. et al. The effect of thoracoscopic pleurodesis in primary spontaneous pneumothorax: apical parietal pleurectomy versus pleural abrasion. *Korean J. of Thoracic and Cardiovasc. Surg*, 2012; 5(45): 316-9.
162. Icoz G., Kara E., Ilkgul O. et al. Perforation of the stomach due to chest tube complication in a patient with iatrogenic diaphragmatic rupture. *Acta Chir Belgica*, 2003; 4: 423–4. DOI: 10.1080/00015458.2003.11679459.
163. Inaba K., Lustenberger T., Recinos G. et al. Does size matter? A prospective analysis of 28-32 versus 36-40 French chest tube size in trauma. *J. Trauma Acute*

Care Surg. 2012. V. 72. P. 422–427. DOI: 10.1097/TA.0b013e3182452444.

164. Iskander S. , Amar H, Audrey B, Fabien D. Pneumopericardium: A rare complication of pericardiocentesis. *J Cardiovasc Ultrasound*. 2016 Mar; 24(1): 55-59.

165. Ivey K., White C., Wallum T. et al. Thoracic injuries in US combat casualties: a 10-year review of operation enduring freedom and Iraqi freedom. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012; 6 (73): S514–9.

166. Jones P. , Hewer RD, Wolfenden HD, Thomas PS. Subcutaneous emphysema associated with chest tube drainage. *Respirology*. 2001; 6: 87–9.

167. Kao C., Lu M., Chang J. Successful management of pulmonary artery perforation after chest tube insertion. *J Trauma*. 2007; 62: 1533. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.07.01.

168. Karimov J., Gillinov A., Schenck L. et al. Incidence of chest tube clogging after cardiac surgery: a single-centre prospective observational study. *EJCTS*. 2013; 44 (6): 1029–36. doi:10.1093/ejcts/ezt140. PMID 23520.

169. Kartoun U. Improving the management of spontaneous pneumothorax. *Eur Resp J*, 2018; 52 (6): 1801857. doi:10.1183/13993003.01857-2018. PMID 30523206.

170. Kasmani R., Irani F., Okoli K. Mahajan V. Re-expansion pulmonary edema following thoracentesis. *CMAJ*. 2010; 182 (18): Pubmed.

171. Kaya S. , Liman ST, Bir LS, Yuncu G, Erbay HR, Unsal S. Horner's syndrome as a complication in thoracic surgical practice. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2003; 24 :1025–8. DOI: 10.1016/j.ejcts.2003.09.014.

172. Kerger H., Blaettner T. , et al. Perforation of the left atrium by a chest tube in a patient with cardiomegaly: management of a rare, but life threatening complication. *Resuscitation* 2007;74:178e82.

173. Kesieme E., Dongo A., Ezemba N. et al. Tube thoracostomy: complications and its management. *Pulm Med* 2012. 256878. DOI: 10.1155/2012/256878.

174. Kilic D., Akay H., Kavukcu S. et al. Management of recurrent malignant pleural effusion with chemical pleurodesis. *Surg Today*, 2005; 8 (35): 634-8.

175. Klopp M., Pfannschmidt J., Dienemann H. Treatment of pleural empyema. *Chirurg*, 2008; 1(79): 83-94.

176. Knight R. A pneumothorax valve. *Lancet*. 1967; 1: 190-1.

177. Knyazer B. Horner's syndrom secondary to chest tube insertion for pneumothorax. *Asian J Ophthalmol*. 2008; 10: 27–9.

178. Kollef M., Dothager D. Reversible cardiogenic shock due to chest tube compression of the right ventricle. *Chest*, 1991; 99: 976–80.

179. Kong V., Oosthuizen G., Clarke D. Selective conservatism in the management of thoracic trauma remains appropriate in the 21st century. *Ann. Royal Coll. Surg. England*, 2015; 97(3): 224–8. <https://doi.org/10.1308/003588414X1405592>.

180. Kozul C., Jassal K., Judson R. Massive bilateral chylothorax post blunt trauma. *Trauma Case Rep*. 2017 Nov 6;12:63-65.

181. Kreutzer F., Brizzolara L., Rogers W. Treatment of spontaneous pneumothorax by means of continuous intrapleural suction. *Dis. Chest*. 1952; 21:

663.

182. Kulvatunyou N., Joseph B., Friese R. et al. 14 French pigtail catheters placed by surgeons to drain blood on trauma patients: is 14-Fr too small? *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012; 73: 1423–7. DOI: 10.1097/TA.0b013e318271c1c7.

183. Kumar P., McKee D., Grant M. , Pepper J. Phosphatidylcholine coated chest drains: are they better than conventional drains after open heart surgery? *EJCTS.* 1997; 11 (4): 769–73. doi:10.1016/s1010-7940(96)01145-1. PMID 9151051.

184. Kumar S. , Agarwal N, Rattan A, Rathi V. Does intrapleural length and position of the intercostal drain affect the frequency of residual hemothorax? A prospective study from north India. *J. Emerg Trauma Shock.* 2014. V. 7. P. 274–279. DOI: 10.4103/0974-2700.142761.

185. Laan D., Vu T., Thiels C. et al. Chest wall thickness and decompression failure: A systematic review and meta-analysis comparing anatomic locations in needle thoracostomy. *Injury.* 2016 Apr;47(4):797-804. doi: 10.1016/j.

186. Lakshmanadoss U., Mogili S., Kothari T. , Das V. Migration of the chest tube into the esophagus in a case of Boerhaave's syndrome. *Heart Lung.* 2011; 40: 576–9.

187. Laloze J., Varin A., Bertheuil N. et al. Cell-assisted lipotransfer: current concepts. *Ann Chir Plast Esthet.* 2017 Dec; 62 (6): 609-616. doi: 10.1016/j.anplas.2017.03.011.

188. Lamont T., Surkitt-Parr M., Scarpello J. et al. Insertion of chest drains: summary of a safety report from the National Patient Safety Agency *BMJ* 2009; 339: b4923.

189. Laws D., Neville E., Duffy J. BTS guidelines for the insertion of a chest drain. *Thorax.* 2003; 58 Suppl 2 (90002): 53-9. doi:10.1136/thorax.58.suppl_2.ii53. PMC 1766017. PMID 12728150.

190. Lee K. , Baker HP, Hanaoka CM, Tjong VK, Terry MA. Treatment of patellar and hamstring tendinopathy with platelet-rich plasma in varsity collegiate athletes: A case series. *J. Orthop.* 2019. Oct 31; 18: 91-4. doi:10.1016/j.jor.2019.10.007.

191. Lee Y., Teixeira L., Devin C. et al. Transforming growth factor-b2 induces pleurodesis significantly faster than talc. *Am J Respir Crit Care Med,* 2001; 63: 640–4.

192. Leech C., Porter K., Steyn R. et al. The pre-hospital management of life-threatening chest injuries: A consensus statement from the Faculty of Pre-Hospital Care, Royal College of Surgeons of Edinburgh // *Trauma (United Kingdom).* 2017. № 1 (19). C. 54–62.

193. Lenhart M. , Savitsky E, Eastbridge B, Eastridge B. *Combat casualty care: lessons learned from OEF and OIF: government printing office; 2012.*

194. Light R. Pleural controversy: optimal chest tube size for drainage. *Respirology.* 2011. V. 16. P. 244–248. DOI: 10.1111/j.1440-1843.2010.01913.x.

195. Light R. , Cheng DS, Lee YCG et al. A single intrapleural injection of transforming growth factor-b2 produces an excellent pleurodesis in rabbits. *Am J Respir Crit Care Med,* 2000; 162: 98–104.

196. Light R., Porcel J. Parapneumonic effusions and empyema. *Med Clin (Barc)* 2000; 115(10): 384–91. PMID: 11262357.
197. Lilienthal H. *Thoracic Surgery*. Philadelphia: Saunders, 1926: Vol I, 24, 52-56; vol II, 156-7.
198. Lilienthal H. Resection of the lung for supportive infections with a report based on 31 consecutive operative cases in which resection was done or intended". *Annals of Surgery*. 1922 (March); 75 (3): 257–320. doi:10.1097/00000658-192203000-00001. PMC 13998.
199. Limsukon A., Yick D., Kamangar N. Chylothorax: a rare complication of tube thoracostomy. *Journal of Emergency Medicine*, vol. 40, no. 3, pp. 280–282, 2008. DOI: 10.1016/j.jemermed.2007.12.023.
200. Liu Z., Xiao S., Tao K. et al. Synergistic effects of human platelet-rich plasma combined with adipose-derived stem cells on healing in a mouse pressure injury model. *Stem Cells Int*. 2019 Oct 30;2019:3091619. doi: 10.1155/2019.
201. MacDuff H., Arnold A., Harvey J. , BTS Pleural Disease Guideline Group. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax*, 2010, Aug; 65. – Suppl. 2: 18–31.
202. Maleki-Hajiagha A., Razavi M., Rouholamin S. et al. Intrauterine infusion of autologous platelet-rich plasma in women undergoing assisted reproduction: A systematic review and meta-analysis. *J Reprod Immunol*. 2020 Feb;137:103078. doi:
203. Martin M. J., Beekley A. C., Eckert M. J. *Front Line Surgery / M. J. Martin, A. C. Beekley, M. J. Eckert,*.
204. Martinez-Moragon E. Pleurodesis in malignant pleural effusions: a randomized study of tetracycline vs bleomycin. *Eur Respir J*, 1997; 10: 2380-3.
205. Maskell N. , on behalf of the British Thoracic Society Pleural Disease Guideline Group. British Thoracic Society Pleural Disease Guidelines - 2010 update. *Thorax* August 2010 Vol 65 No 8: 667-9. 10.1136/thx.2010.140236.
206. Matsuura Y., Nomimura T., Murakami H. et al. Clinical analysis of reexpansion pulmonary edema. *Chest*. 1991; 100: 1562–6.
207. Maxwell R., Campbell D., Fabian T. et al. Use of presumptive antibiotics following tube thoracostomy for traumatic hemopneumothorax in the prevention of empyema and pneumonia - a multi-center trial. *Journal of Trauma*, 2004; 4 (57): 742–8.
208. Mayberry J., Kroeker A., Ham L. et al. Long-term morbidity, pain, and disability after repair of severe chest wall injuries. *Am Surg*. 2009; 75: 389–94.
209. Mazzola R., Mazzola I. History of fat grafting: from ram fat to stem cells. *Clin Plast Surg*. 2015; 42(2): 147-53.
210. McGrath E., Blades Z., Anderson P. Chylothorax: aetiology, diagnosis and therapeutic options. *Respir Med*. 2010 Jan; 104 (1): 1-8.
211. Mclean A. Ultrasound Determination of Chest Wall Thickness: Implications for Needle Thoracostomy. *Academic Emergency Medicine*. 2005; 12: 37-37. doi: 10.1197/j.aem.2005.03.097.
212. Meisel S., Ram Z., Priel I. et al. Another complication of thoracostomy - perforation of the right atrium. *Chest*, 1990; 98: 772–3.

213. Menger R. , Telford G, Kim P, et al. Complications following thoracic trauma managed with tube thoracostomy. *Injury*. 2012. V. 43. P. 46–50. DOI: 10.1016/j.injury.2011.06.420.
214. Mesa-Guzman M., Periklis P., Niwaz Z. Determining optimal fluid and air leak cut off values for chest drain management in general thoracic surgery. *J Thor Dis*, 2015; 7 (11): 2053-7.
215. Miller D., Helms G., Mayfield W. Digital drainage system reduces hospitalization after video-assisted thoracoscopic surgery lung resection. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2016; 102 (3): 955–961. doi:10.1016/j.athoracsur.2016.03.089. PMID 27234573.
216. Miller K., Sahn S. Chest tubes. Indications, technique, management and complications. *Chest*. 1987; 91 (2): 258–64. doi:10.1378/chest.91.2.258. PMID 3542404.
217. Millikan J., Moore E., Steiner E. et al. Complications of tube thoracostomy for acute trauma. *Am J Surg*. 1980; 140: 738–41.
218. Minter D., Marra K., Rubin J. Adipose stem cells: biology, safety, regulation, and regenerative potential. *Clin. Plast. Surg*. 2015; 42(2): 169-79.
219. Mitchell P. *Medicine in the Crusades: warfare, wounds, and the medieval. Surgeon*, Cambridge University Press, 2004 ix 293 p.
220. Molnar T. Thoracic trauma: which chest tube when and where? *Thorac. Surg. Clin*. 2017; 27: 13–23. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2016.08.003.
221. Mongil Poce R., Roca Fernandes J., Ruiz Navarrete J. Surgical treatment of spontaneous pneumothorax secondary to chronic obstructive pulmonary disease: what should be the approach of choice. Abstracts of the 18-th European Conference on General Thoracic Sur.
222. Munnell E. Thoracic Drainage. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 1497-502.
223. Nahum E., Ben-Ari J., Schonfeld T. Horev G. Acute diaphragmatic paralysis caused by chest-tube trauma to phrenic nerve. *Pediatr Radiol*. 2001; 31: 444–6.
224. Noppen M., Alexander P., Driesen P. et al. Manual aspiration versus chest tube drainage in first episodes of primary spontaneous pneumothorax: a multicenter, prospective, randomized pilot study. *Am. J. Resp.Crit. Care Med*. 2002; 165 (9): 1240–4. doi:10.1164.
225. Nseir I., Delaunay F., Latrobe C. et al. Use of adipose tissue and stromal vascular fraction in hand surgery. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017 Oct; 103(6): 927-932. doi: 10.1016/j.otsr.2017.05.017.
226. Obolenskiy V., Ermolova D. Platelet-rich plasma and collagen preparation in treating patients with nonhealing wounds. - 4th International Congress on Stem Cells and Tissue Formation. - Dresden. - 2012. - P. 184.
227. Olgac G. , Aydogmus U, Mulazimoglu L, Kutlu CA. Antibiotics are not needed during tube thoracostomy for spontaneous pneumothorax: an observational case study. *J Cardiothorac Surg*, 2006;. 1: 43.
228. Osinowo O., Softah A., Eid Zahrani M. Ectopic chest tube insertions: Diagnosis and strategies for prevention. *Afr J Med Med Sci*. 2002; 31 :67–70.
229. Ozer K., Atan O. The addition of platelet-rich plasma to facial lipofilling: a

double-blind, placebo-controlled, randomized trial. *Plast Reconstr Surg*, 2018 Nov; 142(5): 795e-796e. doi: 10.1097/PRS.0000000000004929.

230. Ozpolat B., Yazkan R. Ectopic chest tube insertion to thoracic wall. *Turkish Journal of Geriatrics*, 2007; 10: 40–2.

231. Padilla L., Argüero-Sánchez R., Rodríguez-Trejo J. et al. Effect of autologous transplant of peripheral blood mononuclear cells in combination with proangiogenic factors during experimental revascularization of lower limb ischemia. *J Tissue Eng Regen Med*. 2020 Feb.

232. Papz E., McAdams H., Erasmus J. et al. Sclerotherapy for malignant pleural effusions: a prospective randomized trial of bleomycin vs doxycycline with small-bore catheter drainage. *Chest*, 1998; 5 (113): 1305-11.

233. Parker M. Epidemiology of adhesions: the burden. *Hosp. Med*, 2004; 65: 330-6. Paschoalini Mda S., Vargas F.S., Marchi E. Prospective randomized trial of silver nitrate as talc slurry in pleurodesis for symptomatic malignant pleural effusions. *Chest*, 2005;

234. Paschoalini M. S., Vargas F., Marchi E. Prospective randomized trial of silver nitrate as talc slurry in pleurodesis for symptomatic malignant pleural effusions. *Chest*. 2005; 128 (2): 684–9.

235. Paterson I., Klausner J., Goldman G. et al. Pulmonary edema after aneurysm surgery is modified by mannitol. *Ann Surg*. 1989; 210: 796-801.

236. Petrella F., Spaggiari L. Stem cells application in thoracic surgery: current perspective and future directions. *Adv Exp Med Biol*, 2018; 1089: 143-147. doi: 10.1007/5584_2018_180.

237. Petrella F., Spaggiari L., Acocella F. et al. Airway fistula closure after stem-cell infusion // *New Engl. J. Med.* – 2015. – Vol. 372, №1. - P. 96-97.

238. Petta B. F. V., Cazanti R. F., Fontes C. E. R. An experimental pleural drainage device in hypertensive pneumothorax // *Acta Cirurgica Brasileira*. 2021. № 7 (36).

239. Picard F., Hersant B., Padula S. La , Meningaud J.P. Platelet-rich plasma-enriched autologous fat graft in regenerative and aesthetic facial surgery: Technical note. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2017 Sep;118(4):228-231. doi: 10.1016/j.jormas.2017.05.005.

240. Pillay T., Singh B. A review of traumatic chylothorax. *Injury*. 2016 Mar;47(3):545-50.

241. Playfair. Case of empyema treated by repeated aspiration and subsequently by drainage: recovery. - *The British Medical Journal*. 1875. Jan. 9, 45-46.

242. Poon H., Morrison J., Apodaca A. et al. The UK military experience of thoracic injury in the wars in Iraq and Afghanistan. *Injury*, 2013; 9 (44): 1165–70.

243. Porcel J. Improving the management of spontaneous pneumothorax. *The European Respiratory Journal*. 2018; 52 (6): 1801918. doi:10.1183/13993003.01918-2018. PMID 30523207.

244. Porcel J. Chest tube drainage of the pleural space: a concise review for pulmonologists. *Tuberc Respir Dis (Seoul)*. 2018 Apr; 81(2): 106–115. doi: 10.4046/trd.2017.0107.

245. Potzger T., Ried M., Hofmann H. Decortication in pleural empyema:

reasonable effects on lung function? *Zentralbl Chir.* 2016 Sep; 141 Suppl 1: S18-25. doi: 10.1055/s-0042-112025.

246. Povacz F. *Geschichte der Unfallchirurgie.* Springer-Verlag, 2008. (P. 328).

247. Powers W., Clancy T., Adams A. et al. Proper catheter selection for needle thoracostomy: a height and weight-based criteria. *Injury.* 2014 Jan;45 (1): 107-11. doi: 10.1016/j.injury.2013.08.026. Epub 2013 Sep 7. PMID: 24064394.

248. Rabin R., DeCharro F. EQ-5D: a measure of health status from the EuroQol Group. *Annals of Medicine.* 2001; 33:5, 337-343.

249. Remerand F., Luce V., Badachi Y. et al. Incidence of chest tube malposition in the critically ill: a prospective computed tomography study. *Anesthesiology,* 2007; 6 (106): 1112–9.

250. Rizer N., Smood B., Mergler B. et al. Reduced survival in patients requiring chest tubes with COVID-19 acute respiratory distress syndrome // *JTCVS Open.* 2022. C. 1–7.

251. Robinson S. Acute thoracic empyema. Avoidance of chronic empyema. Rib trephining for suction drainage. *Boston Med Surg J* 1910; 163: 561-70.

252. Rodríguez Suárez P., Freixinet Gilart J., Hernández Pérez J. et al. Treatment of complicated parapneumonic pleural effusion and pleural parapneumonic empyema. *Med Sci Monit* 2012;18(7):CR443–9. PMID: 22739734.

253. Rosadi I., Karina K., Rosliana I. et al. In vitro study of cartilage tissue engineering using human adipose-derived stem cells induced by platelet-rich plasma and cultured on silk fibroin scaffold. *Stem Cell Res Ther.* 2019;10(1):369. doi: 10.1186/s13287-019-1443-2.

254. Runyon B., Greenblatt M., Ming R. Hepatic hydrothorax is a relative contraindication to chest tube insertion. *The American Journal of Gastroenterology.* 1986; 81 (7): 566–7. PMID 3717119.

255. Sadler C. , Burgess JR, Dougherty KE, Collins JN. Bedside incentive spirometry predicts risk of pulmonary complication in patients with rib fractures. *Am Surg.* 2019 Sep 1; 85 (9):1051-5.

256. Sahn S., Heffner J. Management of pleural diseases. In: Crapo JD, Glassroth J, Karlinsky J, King TE (eds). *Baum's Textbook of Pulmonary Diseases.* Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2004; 1369–1403.

257. Sasse S., Jadus M., Kukes G. Pleural fluid transforming growth factor- β 1 correlates with pleural fibrosis in experimental empyema. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 168: 700–5.

258. Schley M., Rössler M., Konrad C. Schüpfer G. Damage of the subclavian vein with a thorax drainage. *Anaesthetist.* 2009; 58 :387–90. DOI: 10.1007/s00101-009-1507-2.

259. Schmelz J., Johnson D., Norton J. et al. Effects of position of chest drainage tube on volume drained and pressure. *American Journal of Critical Care.* 1999; 8 (5): 319–23. doi:10.4037/ajcc1999.8.5.319. PMID 10467469.

260. Senanayake E., Poon H., Graham T. , Midwinter M.J. UK specialist cardiothoracic management of thoracic injuries in military casualties sustained in the wars in Iraq and Afghanistan. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;45(6):e202–3207. DOI: 10.1093/ejcts/ezu076.

261. Senesi L., DeFrancesco F., Farinelli L. et al. Mechanical and enzymatic procedures to isolate the stromal vascular fraction from adipose tissue: preliminary results. *Front Cell Dev Biol.* 2019 Jun 7; 7: 88.
262. Senyigit A., Bayram H., Babayigit C. et al. Comparison of the effectiveness of some pleural sclerosing agents used for control of effusions in malignant pleural mesothelioma: a review of 117 cases. *Respiration*, 2000; 6 (67): 623-9.
263. Shalli S., Saeed D., Fukamachi K. et al. Chest tube selection in cardiac and thoracic surgery: a survey of chest tube-related complications and their management. *Journal of Cardiac Surgery.* 2009; 24 (5): 503–9. doi:10.1.
264. Shapira O., Aldea G., Kupferschmid J. Shemin RJ. Delayed perforation of the esophagus by a closed thoracostomy tube. *Chest.* 1993; 104 : 1897–8. DOI: 10.1378/chest.104.6.1897.
265. Shen S., Liang B. Horner's syndrome following chest drain migration in the treatment of pneumothorax. *Eye (Lond)* 2003; 17: 785–8.
266. Simonacci F., Bertozzi N., Grieco M. et al. Procedure, applications, and outcomes of autologous fat grafting. *Ann Med Surg (Lond)*, 2017, Jun 27; 20: 49-60. doi: 10.1016/j.amsu.2017.06.059.
267. Slaninka I., Fibír A., Kaška M. , Páral J. Use of autologous platelet-rich plasma in healing skin graft donor sites // *J Wound Care.* 2020 Jan 2;29(1):36-41. doi: 10.12968/jowc.2020.29.1.36.
268. Smith O., Kanapathy M., Khajuria A. et al. Protocol for a systematic review of the efficacy of fat grafting and platelet-rich plasma for wound healing. *Syst Rev.* 2017 Jun 6;6(1):111. doi: 10.1186/s13643-017-0505-.
269. Sohara Y. Reexpansion pulmonary edema. *Ann thorac cardiovasc surg*, 2008; 14: 205-9.
270. Spiekman M., VanDongen J., Willemsen J. et al. The power of fat and its adipose-derived stromal cells: emerging concepts for fibrotic scar treatment. *Tissue Eng Regen Med*, 2017, Nov; 11(11): 3220-3235. doi: 10.1002/term.2213.
271. Stark D., Federle M., Goodman P. CT and radiographic assessment of tube thoracostomy. *The American Journal of Roentgenology*, vol. 141, no. 2, pp. 253–258, 1983 doi: 10.1155/2012/256878.
272. Stawicki S., Sarani B., Braslow B. Reexpansion pulmonary edema. *OPUS 12. Scientist.* 2008; 2: 29–31.
273. Stessuk T., Ribeiro-Paes J., Colpas P. et al. A topical cell therapy approach for diabetic chronic ulcers: Effects of mesenchymal stromal cells associated with platelet-rich plasma. *J Cosmet Dermatol.* 2020 Feb 14. doi: 10.1111/jocd.13321.
274. Stillaert F., Depypere B., Doornaert M. et al. Autologous plasma and its supporting role in fat graft survival: A relevant vector to counteract resorption in lipofilling. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2016 Jul;69(7):952-8. doi: 10.1016/j.bjps.2016.03.014.
275. Struck M., Ewens S., Fakler J. et al. Clinical consequences of chest tube malposition in trauma resuscitation: single-center experience. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019 Aug;45(4):687-695. doi 10.1007/s00068-018-0966-z.
276. Sundar Raj S., Deshmukh A., Priya N. et al. Development of a system and method for automated isolation of stromal vascular fraction from adipose tissue

lipoaspirate. *Stem Cells Int.* 2015; 2015: 109353No Title.

277. Sure R., Matthay M., Ware L. Hydrostatic mechanisms may contribute to the pathogenesis of human re-expansion pulmonary edema. *Intensive Care Med.* 2004; 30: 1921-6.

278. Tait P., Waheed U., Bell S. Successful removal of malpositioned chest drain within the liver by embolization of the transhepatic track. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2009;32:825–7. DOI: 10.1007/s00270-008-9461-y.

279. Tecchio T., Salcuni P., Azzarone M. Soliani PA. Subclavian vein lesion due to the positioning of a chest tube via thoracostomy. *G Chir.* 1991; 12: 435–7.

280. The Advanced Trauma Life Support . Student Course Manual. Tenth edition. American College of Surgeons, 2018. – 474 p. ISBN 78-0-9968262-3-5.

281. Thomas R., Piccolo F., Miller D. Intrapleural fibrinolysis for the treatment of indwelling pleural catheter-related symptomatic loculations. *Chest*, 2015; 148(3): 746-51.

282. Trapnel D., Thurston J. Unilateral pulmonary edema after pleural aspiration. *Lancet* 1970; 1: 1367-9.

283. Tyler J., Clive K., White C. et al. Current US military operations and implications for military surgical training. *J Am Coll Surg.* 2010, Nov; 5 (211): 658-62. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.07.009.

284. Underwood E. Boerhaave after three hundred years. *Br Med J.* 1968 Dec 28; 4(5634): 820–5. <https://www.jstor.org/stable/20395297>.

285. Venuta F. Chest Tubes: Generalities. *Thorac Surg Clin*, 2017; 27: 1-5.

286. Virzi F., Bianca P., Giammona A. et al. Combined platelet-rich plasma and lipofilling treatment provides great improvement in facial skin-induced lesion regeneration for scleroderma patients. *Stem Cell Res Ther*, 2017, Oct 23; 8(1): 236. doi: 10.1186/s13287-.

287. Volpi S., Ali J., Suleman A. , Ahmed RN. Pneumomediastinum in COVID-19 patients: a case series of a rare complication *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, Volume 58, Issue 3, September 2020, Pages 646–647, <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa222>.

288. Wallen M., Morrison A., Gillies D. et al. Mediastinal chest drain clearance for cardiac surgery. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2004; (4): CD003042. doi:10.1002/14651858.CD003042.pub2. PMID 15495040.

289. Ward E., Hughes T. Sudden death following chest tube insertion: An unusual case of vagus nerve irritation. *J Trauma.* 1994; 36: 258–9.

290. Willemsen J., Dongen J. Van, Spiekman M. et al. The addition of platelet-rich plasma to facial lipofilling: a double-blind, placebo-controlled, randomized trial. *Plast Reconstr Surg*, 2018, Feb; 141(2): 331-4.

291. Wolcott M., Shaver W., Jennings W. Spontaneous pneumothorax-management by tube thoracostomy and suction. *Dis. Chest.* 1963; 43: 78.

292. Wraight W., Tweedie D., Parkin I. Neurovascular anatomy and variation in the fourth, fifth, and sixth intercostal spaces in the mid-axillary line: a cadaveric study in respect of chest drain insertion. *Clin Anatomy*, 2005; 5 (18): 346–9.

293. Xiong B., Tan Q., Chen Y. et al. The effects of platelet-rich plasma and adipose-derived stem cells on neovascularization and fat graft survival. *Aesthetic*

Plast Surg. – 2018. - Feb;42(1):1-8. doi: 10.1007/s00266-017-1062-1.

294. Yamagiwa T., Morita S., Yamamoto R. et al. Determination of the appropriate catheter length for needle thoracostomy by using computed tomography scans of trauma patients in Japan. - *Injury*. 2012 Jan; 43(1): 42-5. doi: 10.1016/j.inju.

295. Yamashita S., Yoshida Y., Iwasaki A. et al. Robotic surgery for thoracic disease. *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2016; 22: 1-5. <https://doi.org/10.5761/atcs.ra.15-00344>.

296. Yen C., Yang Y., Liu K. Aortic perforation caused by friction of a chest tube after coronary artery bypass surgery. *Heart Surg Forum*. 2010; 13: E159–60.

297. Yoon J., Suh J., Choi S. et al. Risk factors for the development of reexpansion pulmonary edema in patients with spontaneous pneumothorax. *J Cardiothorac Surg* 2013; 8: 164.

298. Zhang M., Liu Z., Yang J. et al. Rapid detection of pneumothorax by ultrasonography in patients with multiple trauma. *Crit Care*, 2006; 10 (4): R112.

299. Zheng W., Zhao D., Zhao Y. , Li ZY. Effectiveness of platelet rich plasma in burn wound healing: A systematic review and meta-analysis. *J Dermatolog Treat*. 2020 Feb 12:1-25. doi: 10.1080/09546634.2020.1729949.