

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

На правах рукописи

Волчанский Дмитрий Александрович

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ПЕРЕДНЕЙ ГРУДНОЙ СТЕНКИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТЧАТОГО ТИТАНОВОГО ЭНДОПРОТЕЗА У
ПАЦИЕНТОВ С ТОТАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ГРУДИНЫ**

3.1.9. Хирургия (медицинские науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
кандидат медицинских наук
Печетов Алексей Александрович

Москва – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Вступление	8
1.2 Стернотомия как оптимальный кардио-торакальный доступ.....	9
1.3 Осложнения стернотомии.....	10
1.4 Техники первичного остеосинтеза грудины.....	16
1.5 Способы реостеосинтеза грудины.....	22
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	29
2.1 Методы обследования.....	30
2.2 Характеристика клинических наблюдений	37
2.3 Техника комбинированной торакопластики сетчатым титановым эндопротезом.....	42
2.4 Оценка эффективности метода.....	55
2.5 Статистический анализ	56
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	57
3.1 Результаты исследования.....	57
3.2 Результаты электронно-микроскопического исследования.....	66
ГЛАВА IV. ОБСУЖДЕНИЕ.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
ВЫВОДЫ	85
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	86
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	87
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Ежегодно в России выполняют около 70 тысяч операций на открытом сердце [113]. Основной хирургический доступ в кардиохирургии – срединная стернотомия, впервые выполненная Милтоном еще в 1897 году [57]. Частота гнойно-септических осложнений после стернотомии по данным отдельных авторов достигает 4% – 8 %, и сохраняет высокий уровень даже в многопрофильных клиниках, в пределах 0,4% – 3% [49, 94]. В ряду наиболее значимых осложнений в кардио-торакальной хирургии – стерномедиастинит, одной из причин которого выступает частичная или полная несостоятельность шва грудины. Летальность при остром стерномедиастините достигает 14% – 50 % [73]. В настоящий момент алгоритм хирургического лечения стерномедиастинита оптимизирован и имеет четкую структуру, однако существует ряд недостаточно освещенных разделов.

Актуальными остаются вопросы выбора способа реостеосинтеза грудины, восполнения дефекта передней грудной стенки и восстановления ее каркаса, снижение болевого синдрома и повышения качества жизни данной категории больных [4, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 19, 25, 30].

Одной из важных проблем выступает отсутствие единого подхода (основанного на наличие тех или иных факторов риска) к выбору реконструктивной операции как у пациентов с асептической нестабильностью грудины, так и у пациентов в исходе стерномедиастинита после многократных хирургических вмешательств, а также – описательный характер большинства предложенных методов первичного остеосинтеза грудины, а также ее реконструкции.

Появление нового эндопротеза на основе титана и успешные результаты его применения в качестве реконструктивного материала в хирургическом лечении различных дефектов скелета и мягких тканей послужили основой для

перспективы его применения в реконструкции передней грудной стенки [10, 17, 33, 59, 91].

Цель исследования

Улучшить результаты лечения пациентов с послеоперационной нестабильностью грудины.

Задачи исследования

1. Разработать методику комбинированной торакопластики передней грудной стенки сетчатым титановым эндопротезом у пациентов с тотальной послеоперационной нестабильностью грудины.

2. Провести анализ непосредственных результатов комбинированной торакопластики передней грудной стенки сетчатым титановым эндопротезом у пациентов с послеоперационной нестабильностью грудины, в том числе после этапного лечения стерномедиастинита.

3. Провести оценку отдаленных результатов комбинированной торакопластики передней грудной стенки сетчатым титановым эндопротезом.

4. Выполнить сравнительный анализ результатов применения комбинированной торакопластики грудины сетчатым титановым эндопротезом и реостеосинтеза грудины без применения эндопротеза и оценить эффективность применения эндопротеза.

Научная новизна

Разработан и апробирован новый метод реконструкции передней грудной стенки при нестабильности грудины с использованием сетчатого титанового эндопротеза. Впервые проведена оценка эффективности данного метода лечения. Проведен сравнительный анализ непосредственных и отдаленных результатов методов реконструкции передней грудной стенки с применением сетчатого титанового эндопротеза и без него.

Дизайн исследования

1. Ретроспективное, одноцентровое, когортное исследование.
2. Период выполнения исследования: 2016 г. – 2020 г.
3. Общий объем выборки – 128 пациентов.
4. Длительность наблюдения – от 30 сут. до 54 мес.
5. Оценка результатов исследования на основе клинического осмотра пациентов, данных МСКТ грудной клетки до и после хирургического лечения, анализ болевого синдрома (по ВАШ), степени социальной адаптации (опросники Освестри и SF-36) в периоперационном периоде.

Материал и методы исследования

Исследование проведено на базе отделения торакальной хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» МЗ РФ. Объект исследования – 128 пациентов старше 18 лет, которым проведено хирургическое лечение послеоперационной нестабильности грудины. Под послеоперационной нестабильностью грудины понимают послеоперационную патологическую подвижность грудины вследствие ее переломов или несостоятельности шва грудины, приводящие к развитию болевого синдрома и нарушению функции плечевого пояса. С целью оценки эффективности метода комбинированной торакопластики сетчатым титановым эндопротезом и его преимущества в отношении способов торакопластики без применения эндопротеза пациенты были разделены на 2 группы. Пациентам основной группы выполнена комбинированная торакопластика сетчатым титановым эндопротезом (n=97). Пациентам контрольной группы выполнена торакопластика без сетчатого титанового эндопротеза (n=31).

Протокол ведения пациентов представлен единым подходом к ведению пациентов в течение всего периоперационного периода.

Основные анализируемые показатели:

- 1) распределение осложнений по степени тяжести на госпитальном и амбулаторном этапе наблюдения в соответствие с классификацией Clavien-Dindo;

- 2) оценка болевого синдрома с помощью визуально-аналоговой шкалы боли;
- 3) оценка степени социальной адаптации по шкалам Освестри, SF-36;
- 4) оценка непосредственных и отдаленных результатов исследования.

Положения, выносимые на защиту

1. Комбинированная торакопластика сетчатым титановым эндопротезом позволяет снизить риск рецидива нестабильности грудины;
2. Комбинированная торакопластика сетчатым титановым эндопротезом является эффективным методом устранения болевого синдрома у пациентов с нестабильностью грудины;
3. Комбинированная торакопластика сетчатым титановым эндопротезом превосходит метод торакопластики без использования сетчатого титанового эндопротеза в виду меньшего числа случаев рецидива нестабильности грудины.

Апробация результатов исследования

Основные положения диссертационной работы изложены на следующих конференциях и конгрессах:

- 1) II Общероссийский хирургический форум, г. Москва, 12–14 апреля 2019 г.;
- 2) X международный конгресс «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии», г. Санкт-Петербург, 17 – 19 июня 2021г.;
- 3) V международный научно-практический конгресс «Раны и раневые инфекции», г. Москва, 21–23 декабря 2021 г.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 1 учебное пособие.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 101 странице машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, объединяющих 12 параграфов, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 113 источников (19 отечественных и 94 зарубежных), приложения. Диссертация иллюстрирована 26 рисунками, 14 таблицами.

ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Вступление

В течение последних 10 лет в РФ отмечена тенденция к увеличению объема кардиохирургических вмешательств в том числе – с использованием стернотомии [2, 113]. По данным литературы у 0,3% – 8% пациентов развивается нестабильность и/или остеомиелит грудины [49, 79, 85, 94]. Под определением «нестабильность грудины» понимают патологическую подвижность грудины вследствие единичных или множественных переломов тела или рукоятки, грудино-реберных разрывов, а также несостоятельности шва грудины, приводящие к развитию болевого синдрома и нарушению функции плечевого пояса. При возникновении гнойно-некротического процесса с вовлечением грудины и клетчатки переднего средостения (стерномедиастинит) летальность достигает 14% – 50% [73].

В развитии названных осложнений наибольшую роль играют известные специфические факторы риска [6, 44, 76, 79]. Данные факторы делят на предоперационные, интраоперационные и послеоперационные. Предоперационные факторы риска, как правило, являются немодифицируемыми. К ним относят женский пол, возраст старше 50 лет, сахарный диабет, остеопороз, хроническая обструктивная болезнь легких, острый эндокардит, постоянная терапия глюкокортикостероидами, фракция сердечного выброса < 40%, креатинин плазмы крови более 120 мкмоль/л, полиорганная недостаточность, системный атеросклероз, дисциркуляторная энцефалопатия, предшествующие операции в зоне грудины и наличие трансплантационного анамнеза, к модифицируемым предоперационным факторам относят ожирение (индекс массы тела свыше 30).

К интраоперационным факторам риска относят асимметрично выполненную стернотомию, экстренное вмешательство, нарушение принципов асептики, использование обеих внутригрудных артерий, продолжительность

искусственного кровообращения, неправильная техника стернотомии, в том числе первичного остеосинтеза.

Факторами риска в послеоперационном периоде являются рестернотомия, массивная гемотрансфузия, острый инсульт, длительная госпитализация с присоединением нозокомиальной инфекции, экстубация в ранние сроки (до 24 часов), отсутствие коррекции гликемии у пациентов с сахарным диабетом, гипергидратация и/или эритроцитопения (снижение уровня гематокрита менее 45%), острый эндокардит, СПОН [6, 44, 76, 79].

Помимо неблагоприятных клинических исходов немаловажным аспектом развития осложнений со стороны операционного доступа выступает значительное повышение расходов на лечение пациентов, столкнувшихся с развитием осложнений после стернотомии. Так, стоимость лечения пациента со стерномедиастинитом трехкратно превышает стоимость лечения пациентов без осложнений, более того – пациенты с инфекционным осложнением требуют дополнительных условий для лечения в стационаре [34, 47].

У более чем 20% пациентов стерномедиастинит приобретает рецидивирующий характер, что ассоциировано с обсемененностью раны резистентными к антибиотикотерапии формами *St. aureus* [29].

Актуальным остается вопрос реостеосинтеза грудины, восполнения дефекта передней грудной стенки, восстановления ее каркаса, снижение болевого синдрома и повышения качества жизни данной категории больных.

1.2 Стернотомия как оптимальный кардио-торакальный доступ

Срединная стернотомия – это широкий срединный доступ ко всем органам переднего средостения, позволяет избежать выраженного кровотечения и снизить риски респираторных осложнений в сравнении с боковой торакотомией [27].

Обоснование анатомо-физиологического преимущества доступа исходит из эмбриогенетического развития самой грудины. Формирование грудины происходит в течение первых 10 недель эмбриогенеза из двух независимых

половин. После 10 недели данные половины срастаются срединно в кранио-каудальном направлении [20, 105].

В 1957 году Julian O.C. детально описал и продемонстрировал срединную стернотомию в качестве основного доступа в кардиохирургии, которую предложил и использовал Milton H. еще в 1897 году с целью удаления измененных лимфатических узлов средостения [57]. В работе А.А. Вишневого (1959г.) отмечено следующее: «продольная срединная стернотомия является оптимальным доступом к сердцу и крупным сосудам, т.к. дает возможность оперировать на всех его полостях в условиях искусственного кровообращения и гипотермии. При этом продольный трансстернальный доступ в значительной мере менее травматичен, технически прост и позволяет избегать осложнений, которые могут развиваться после внутрисердечной операции, произведенной при чрездвуплевральном доступе с поперечным рассечением грудины» [3].

Доступ эффективен для выполнения операций на легких, трахее, ее бифуркации и главных бронхах [86]. Так, Y. Watanabe с соавторами (1988г.) широко использовали стернотомию как доступ выбора в случаях одновременной двухсторонней операции при буллезной эмфиземе, спонтанном пневмотораксе, при двустороннем метастатическом поражении легких, при бронхопластической лобэктомии слева, а также в случае завершающей пневмонэктомии по поводу рецидива рака легкого [109].

Исследователи отмечали низкий болевой синдром, меньшее время операции, ускоренное восстановление показателей респираторной системы в сравнении с пациентами, которым выполняли операции через боковую торакотомию [21, 64, 109].

1.3 Осложнения стернотомии

Двумя наиболее грозными осложнениями срединной стернотомии принято считать расхождение половин грудины (нестабильность) и нагноение

послеоперационной раны с остеолитическим поражением грудины и/или загрудинной клетчатки (остеомиелит грудины и стерномедиастинит).

Впервые термин «послеоперационный стерномедиастинит» был введен в 1976 году в исследовании Fabiani J.N. [39]. Нестабильность шва грудины, как отдельный вид осложнения срединной стернотомии, была рассмотрена позже в работе W. Stoney и соавторов в 1978 году [98]. Интересно, что в монографии Н.М. Амосова (1962г.) данные осложнения упомянуты отдельно, как нагноение раны, передний медиастинит и асептическое расхождение раны, однако методы коррекции данных осложнений не описаны, в частности указано, что данные осложнения крайне редки и случаи их возникновения прекратились после изменения способа стерилизации АИК [1].

Несмотря на то, что нестабильность грудины может быть следствием травмы или хирургического лечения опухолей грудной стенки, преимущественно это осложнение кардио-торакальных вмешательств. В зарубежной литературе принято разделять нестабильность грудины на раннюю, выявленную в первые 2 недели после операции (в зарубежной литературе “sternal dehiscence”), и позднюю, когда формируется ложный сустав грудины (“sternal non-union”) [89].

На развитие нестабильности и стерномедиастинита влияют одни и те же факторы риска, но в работе Fu R.H. с соавторами (2016) выделены специфические предикторы развития для каждого из осложнений [44]. Так, использование внутригрудных артерий при шунтировании более значимо для развития гнойно-некротического поражения грудины – 60% против 52% [44]. Это связано с нарушением кровоснабжения грудины и ее последующей ишемией. С точки зрения предиктора развития нестабильности шва грудины выступает ожирение, приводящее к чрезмерному механическому растяжению, и, соответственно, к увеличению движения между половинами грудины, препятствуя их репарации – 54% против 45% [44]. Ожирение в сочетании с сахарным диабетом нарушает микроциркуляцию, снижает репарационные способности, предрасполагая к развитию инфекционного компонента. Жировая ткань состоит из долек, кровоснабжение которых происходит из терминальных капилляров. Различные

нарушения структуры данного капилляра приводят к некрозу дольки, увеличивая «мертвое» пространство, что способствует образованию серомы с ее последующим нагноением [44].

Зарубежные авторы активно применяют классификацию стернальной раневой инфекции по объему вовлеченных тканей с целью определения дальнейшей тактики лечения (таблица 1.1) [112]:

1 тип – поверхностная инфекция (ПИ), вовлекающая подкожную клетчатку,

2 тип – раневая инфекция, вовлекающая глубокие слои передней грудной стенки (ГИ), в том числе грудины и клетчатку переднего средостения [36].

Таблица 1.1 – Классификация раневой инфекции по объему поражения грудной стенки

Тип раневой инфекции	Подтипы	Объем поражения
ПИ	I	Кожа и подкожная клетчатка
ГИ	IIА	Без поражения грудины и ретростеральной клетчатки
	IIВ	Ретростеральная клетчатка
	IIС	Стерномедиастинит
	IIД	Выраженный остеомиелит

El Oakley и Wright (1996г.), основываясь на локализации инфекционного компонента, факторах риска и прошедшего с момента первичной операции времени, предложили разделить раневую инфекцию вне зависимости от наличия нестабильности шва грудины на типы (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Классификация глубокой стеральной раневой инфекции [36]

Подтипы	Время с момента операции	Наличие факторов риска	Дополнительный критерий
I	До 2-х недель	0	-
II	2 – 6 недель	0	-
IIIa	До 2-х недель	≥ 1	-
IIIb	2 – 6 недель	≥ 1	-
Iva	Тип I, II или III	-	Неудачная попытка лечения
IVb	Тип I, II или III	-	≥ 2 попыток лечения
V	> 6 недель	-	-

ХОБЛ – еще одна причина развития нестабильности шва грудины. Хронический кашель, благодаря резкому повышению внутригрудного давления и сокращению мышц передней грудной стенки, воздействует периодическим растяжением на шов грудины. Это приводит к постепенному ослаблению шва или к прорезыванию им кости. В исследовании S. Celik с соавторами (2011) сравнил 328 пациентов с ХОБЛ (с различной степенью выраженности) с 514 пациентами без наличия сопутствующего заболевания. Всем пациентам был выполнен первичный остеосинтез проволокой по типу восьмиобразного шва. Установлено, что у пациентов с обструктивной болезнью легких частота расхождения половинок грудины значительно выше, чем у пациентов без ХОБЛ (7,9% по сравнению с 1,2%). При этом частота развития нестабильности грудины зависит от стадии заболевания – (3,5% пациентов с ОФВ1 60% и 70% в сравнении с 45,4% среди пациентов с ОФВ1 30% и 40%) [25].

Основные механические силы, воздействующие на шов грудины после ушивания и приводящие к развитию нестабильности, широко представлены в работе W. McGregor (1999). Наибольшее значение имеет сила отведения больших грудных мышц, а нестабильность грудины формируется благодаря прорезыванию

стальными лигатурами кости, а не нарушению целостности самих лигатур [70]. Грудные мышцы действуют точно противоположно удерживающей силе проволочных швов, и при любом чрезмерном натяжении наиболее разрушительны. Сила инспираторного расширения грудной клетки действует также в латеральном направлении совместно с грудными мышцами, однако она также имеет переднезадний изгибающийся компонент, максимально акцентирующийся на линии шва. Подвижность одной половины грудины относительно другой в осевом направлении может быть вызвана прямыми мышцами живота – но только в той маловероятной ситуации, когда одна из них отсепарована от грудины, а другая нет [70, 89]. В работах W. McGregor (1999) и F. Robicsek (2000) также установлено, что нестабильность грудины развилась из-за прорезывания стальными лигатурами кости, а не из-за переломов лигатур, и подтвердили, что наименьшая сила, необходимая для того, чтобы вызвать разрушение, была направлена в латеральном направлении – по вектору сокращения грудных мышц [70, 89].

Говоря о факторах риска развития нестабильности грудины, нельзя не упомянуть о нарушениях в самой технике стернотомии, что является существенным фактором развития нестабильности [89]:

При разделении мягких тканей и обнажении передней костной пластинки грудины срединная линия должна быть четко обозначена электрокоагуляцией, а стернотомия должна быть выполнена точно по средней линии. Отклонение от средней линии, особенно если грудина относительно узка, может еще больше ослабить соответствующую половину грудины до такой степени, что она не сможет удерживать последующие швы. Такой ошибочной техники следует избегать. Разводить грудину ранорасширителем следует осторожно и постепенно. Грудинные ранорасширители, имеющие узкую рабочую часть, могут оказывать чрезмерное давление на рыхлую кость, вызывая фрагментацию и перелом грудины. От их использования следует отказаться в пользу инструментов с более широкими рабочими частями, которые распределяют давление по большей площади грудины. Если использовать ранорасширители с одной парой лопастей,

их следует вводить в нижний конец разделенной грудины, а не в центральную часть. Также следует избегать чрезмерного раздвижения половин грудины независимо от типа применяемого расширителя. Реберно-хрящевой разрыв может произойти при использовании различных подъемников для мобилизации внутренней грудной артерии, что также требует соблюдения осторожности.

Еще один значимый фактор риска нестабильности грудины описан в работе А.А. Вишневого с соавторами (2012) – это асимметричное выполнение стернотомии. Асимметричную стернотомию выявляют у 1/3 пациентов с нестабильностью грудины и стерномедиастинитом. Развитие нестабильности грудины в данном случае обусловлено большей нагрузкой на меньший фрагмент грудины и его пониженной прочностью. У таких пациентов выполнение остеосинтеза даже по комбинированной методике может не иметь успеха [5].

Немаловажной проблемой выступает хронический болевой синдром. Персистирующий болевой синдром в груди, или стерналгия, у пациентов после стернотомии встречается в 9 – 56% наблюдений [50]. Со значимым болевым синдромом, требующим ежедневного введения наркотических анальгетиков, сталкиваются 10% – 30% пациентов [49, 68]. Хронический болевой синдром – фактор, способствующий ограничению повседневной физической нагрузки и снижению уровня качества жизни [50, 68]. Помимо болевого синдрома существенно на снижение уровня качества жизни влияет сам факт осложненного течения послеоперационного периода. Так, в соответствие с данными анкеты SF-36 в исследовании 2009 года продемонстрирован сопоставимый низкий уровень качества жизни как у пациентов до операции коронарного шунтирования, так и у пациентов со стерномедиастинитом [62]. Анализ качества жизни является дополнительным подходом к обычной оценке хирургических результатов, поскольку показатели заболеваемости и смертности не дают полной информации о реабилитации пациентов [57, 62]. Более того, отдельные блоки (психическое здоровье и общее психическое благополучие) в анкете SF-36 обладают высокой чувствительностью и специфичностью для диагностики психического благополучия у пациентов [108].

1.4 Техники первичного остеосинтеза грудины

Несмотря на описанные в предыдущем пункте значимые факторы риска развития осложнений, причиной развития нестабильности грудины является ненадежность ее первичного соединения и выбор неоптимального метода остеосинтеза при наличии тех или иных факторов риска.

Учитывая разнообразие способов стернорамии, каждый из них, прежде всего, должен соответствовать принципам остеосинтеза [71].

Выделяют следующие принципы остеосинтеза:

- 1) репозиция фрагментов кости;
- 2) жесткая фиксация фрагментов, исключая их подвижность;
- 3) сохранность кровоснабжения репозиционируемой кости;
- 4) ранняя активизация поврежденного сегмента.

Материалы, применяемые для стернорамии, должны равномерно распределять силу натяжения по большей площади поверхности, обеспечить прочную фиксацию половин грудины благодаря более точному и достаточно прочному сопоставлению [70].

Среди способов первичного остеосинтеза грудины следует выделить:

- 1) лигатурный шов;
- 2) остеосинтез с применением бандажных или ленточных фиксаторов;
- 3) остеосинтез с использованием клипс на основе сплавов металлов (никелид титана);
- 4) накостный остеосинтез конструкциями из различных металлических сплавов.

Основные способы первичного остеосинтеза грудины представлены таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Методы первичного остеосинтеза грудины

Метод	Авторы	Материал и способы	Преимущества	Недостатки
Лигатурный	Julian O.C., Jolly S., Robicsek F., Taber R.E.	Полидиаксанон	Биологически более инертный материал в сравнении с другими	Ограниченное применение (дети, ИМТ <25)
		Узловой шов стальной лигатурой	*Позволяет обеспечить стабильность у большинства пациентов *Низкая стоимость	*Необходимо ≥ 7 лигатур *Прорезывание швов у пациентов с остеопорозом, на фоне ХОБЛ
		Шов стальной лигатурой по типу восьмерки	Обеспечивает захват большей площади поверхности	Неоднозначные результаты по данным литературы
		Butterfly- шов	Обеспечивает захват большей площади поверхности	Не распространен
		Метод Robicsek	Применимо у пациентов с факторами риска	*Неоднозначные результаты в литературе *Нарушение коллатерального кровоснабжения грудины *Увеличенное время операции *Неудовлетворительная репозиция концов грудины
Бандажный	Riess F.C., Kalush S.L.	Стальные ленточные фиксаторы	*Применимо у пациентов с факторами риска *Обеспечивает захват большей площади поверхности	*Невозможно адаптировать к форме грудины *Трудно удалить в случае рестернотомии *Нет запирающего устройства Высокая стоимость

Продолжение таблицы 1.3

		Sternal ZipFix	<ul style="list-style-type: none"> *Просты в использовании *Применимо у пациентов с факторами риска 	<ul style="list-style-type: none"> *Сохраняющаяся подвижность фиксатора *Нет в широком применении *Отсутствуют исследования на больших группах больных
Терморезистивные клипсы (фиксаторы из никелида титана)	Вишневецкий А.А., Negri A.	FlexiGrip Thermoclips, Фиксаторы из никелида титана с эффектом памяти формы (КИМПФ)	<ul style="list-style-type: none"> *Большая репозиция и стабильность грудины *Легко удалить при рестернотомии *Меньший риск прорезывания грудины *Большая биосовместимость 	<ul style="list-style-type: none"> *Высокая стоимость *Отсутствуют исследования на больших группах больных
Накостный остеосинтез с применением сложных систем фиксации	Raman J., Dell'Amore A.	SternumFix SternaLock Synthes	<ul style="list-style-type: none"> *Применимо у пациентов с факторами риска *Стабильная фиксация *Сохраняет кровоснабжение грудины *Уменьшение времени операции *Быстрая активизация *Уменьшенное время госпитализации 	<ul style="list-style-type: none"> *Нет в широком применении *Трудно удалить в случае рестернотомии *Возможное развитие нестабильности грудины в отсроченные сроки у пациентов с ИМТ>40 *Высокая стоимость *Переломы пластины у пациентов с ИМТ>40

1) Лигатурный шов

Шов стальной лигатурой в данный момент является «золотым стандартом» первичного остеосинтеза грудины. За время своего существования метод претерпел множество модификаций, среди наиболее востребованных используют простой узловой шов грудины, лигатурный шов грудины по типу «восьмерки», шов по типу «бабочки», шов Робичека (для пациентов с факторами риска развития несостоятельности шва грудины) [56, 88, 89, 99].

Как правило, для первичного шва грудины используют стальную лигатуру типоразмеров №7 и №8 (диаметр 0,7 мм и 0,8 мм соответственно). В своей работе F. Robicsek (2000) описывал следующее: «Неудивительно, что из нескольких типоразмеров хирургических лигатур из нержавеющей стали, испытанных в условиях нециклической растягивающей нагрузки, уровень разрушения под нагрузкой снижался с увеличением диаметра лигатуры, поэтому большие по размеру лигатуры держались лучше, чем более тонкие. Поскольку с лигатурами с более широким типоразмером труднее добиться конгруэнтного сопоставления грудины, а их громоздкость может создать проблемы при заживлении раны, приемлемый компромисс должен быть достигнут путем фиксации шовных нитей из нержавеющей стали средней прочности. При этом количество и расстояние между фиксируемыми лигатурами также имеют значение. Для закрытия грудины взрослого человека следует использовать минимум 6–7 лигатур» [89].

К преимуществам шва стальной лигатурой относят достижение стабильной репозиции у большинства пациентов, низкую стоимость материала. К недостаткам метода можно отнести достаточно большое число швов, необходимых для репозиции грудины, а также – риск развития нестабильности грудины у пациентов с остеопорозом или асимметрично рассеченной грудиной, что связано с прорезыванием грудины [76].

Friberg O. с соавторами (2006) установил, что применение 7 и более лигатур снижает риск развития нестабильности грудины до 0,4% за счет более жесткой фиксации половин грудины [43].

Возможно, необходимое число лигатур берет свое начало от следующей хирургической аксиомы, появившейся в 70-х годах: «одна проволока на 10 кг массы тела» [98]. Однако, едва ли данный метод остеосинтеза можно считать рациональным у пациентов с ожирением.

По данным крупных исследований разницы в результатах между применением обычного проволочного шва и его модификациями нет [60].

Частота раневой инфекции, вызванной инородным телом грудины, побудила часть хирургов использовать рассасывающийся шовный материал при срединной стернотомии, ожидая снижения числа осложнений [92]. Данный метод имеет ограниченное применение (пациенты детского возраста, с ИМТ < 25) [66].

2) Бандажные или ленточные фиксаторы

Впервые стальной ленточный фиксатор был использован в 1958 г. с целью фиксации перелома грудины [48]. Данный бандаж обладает большей площадью в сравнении с обычной стальной лигатурой, что позволяет лучше распределить давление по грудины. Это обеспечивает стабильность репозиции и снижает риск прорезывания самой грудины. Преимущества метода – снижение длительности операции, болевого синдрома, осложнений при установке данной «ленты» [58]. Среди недостатков — невозможность полноценной адаптации к форме грудины, невозможность быстрого удаления в случае рестернотомии, а также высокая стоимость.

В качестве перспективы усовершенствования метода в исследовании Riess F.C. с соавторами (2004) отметили снижение числа случаев нестабильности грудины и стерномедиастинита при использовании комбинации из 8 проволочных швов и одного стального ленточного фиксатора (с 2,9% и 0,9% до 0,3% и 0,2% соответственно) [87].

Новой вехой в развитии бандажных фиксаторов стало появление Sternal ZipFix (DePuy Synthes Inc., West Chester, Pennsylvania, США) – фиксатора на основе полимеров. Предполагалось уменьшение риска развития нестабильности грудины и болевого синдрома за счет большей жесткости и лучшей репозиции, что могло обеспечить применение ZipFix у пациентов с рисками

развития раневых осложнений [77]. Однако различия в степени снижении болевого синдрома и частоты раневой инфекции в сравнении со стандартным способом стернотомии не выявлено [68, 71].

В экспериментальном исследовании, сравнивая методы стернотомии (лигатурный и с применением ленточных фиксаторов), авторы не обнаружили значимых различий между ними в отношении устойчивости шва к статическим нагрузкам [80].

3) Остеосинтез с применением нитиноловых клипс

Никелид титана (нитинол) представляет собой гетерофазный сплав NiTi, обладающий биологической инертностью и износостойкостью в сравнении с другими материалами. Отличительными особенностями изделий из данного сплава выступает эффект памяти формы, сверхупругость и саморегулируемая компрессия, что позволяет при воздействии температур легко установить данный фиксатор (ЗАО "КИМПФ" г. Москва, Россия; Flexigrips – Preasidia SRL, Bologna, Италия) и обеспечить надежную репозицию грудины [38, 101, 103].

Некоторые авторы не отмечают разницы в развитии раневой инфекции между стандартным методом остеосинтеза и применением фиксаторов из никелида титана [97]. Большинство исследователей отмечают значимое снижение частоты нестабильности грудины, сокращение времени операции, болевого синдрома, более раннюю активизацию пациентов, а также применение данных фиксаторов выгодно с точки зрения уменьшения экономических затрат [4, 22, 23, 75, 97]. Несмотря на перечисленные преимущества, есть сообщения о переломах фиксатора и его дислокации, а также увеличенном времени рестернотомии, однако оба фактора напрямую связаны с нарушением техники установки клипс [24, 76, 102].

4) Накостный остеосинтез

Первичный наkostный остеосинтез грудины с помощью титановых пластин и различных закрепляющих устройств обеспечивает жесткое конгруэнтное сопоставление половин грудины и ускоряет ее репарацию. Данный метод остеосинтеза давно и эффективно используют в травматологии, ортопедии,

нейрохирургии, офтальмологии, челюстно-лицевой хирургии и онкологии [52, 53, 82, 91, 104].

К наиболее известным системам в настоящий момент относят: Synthes (DePuy Synthes Inc., West Chester, Pennsylvania, США), SternumFix (B-Braun, Великобритания), SternaLock (ZimmerBiomet, Jacksonville, США). Выполнение рестернотомии с использованием таких систем удовлетворяет всем принципам остеосинтеза и позволяет активизировать пациентов в ранние сроки [76].

Ozaki W. и группой ученых в сравнительном экспериментальном исследовании (1998) продемонстрированы преимущества накостного остеосинтеза грудины титановыми пластинами над лигатурным швом в виде меньшего бокового смещения грудины при воздействии на нее сил растяжения, снижения подвижности грудины в проекции стернотомии, а также уменьшение точек переломов грудины [81].

В рандомизированном исследовании Raman J. с соавторами (2012) у пациентов в группе фиксации титановыми пластинами было продемонстрировано снижение болевого синдрома в первые недели после операции, а также – лучшая консолидация грудины в сроки 3 и 6 мес., в отличие от группы стандартной стернотомии, однако, значимой разницы в частоте осложнений в ранние сроки не отмечено [83, 84].

Среди недостатков метода отмечены большие трудности при экстренной рестернотомии, дороговизна данных систем [44]. Использование титановых пластин не рекомендовано у пациентов с экстремальным ожирением (ИМТ >40), поскольку способствует образованию поперечных переломов грудины и формированию ее поздней нестабильности [44].

1.5 Способы реостеосинтеза грудины

Вопрос о повторном шве при развитии нестабильности грудины или в исходе лечения инфекционного процесса актуален всегда. В настоящий момент

отсутствует единый подход, а также стандартные методы и материалы для его популяризации, как в нашей стране, так и за рубежом [30].

Принципиально категорию больных с нестабильностью грудины необходимо разделить на 2 большие группы:

- (1) пациенты с асептической нестабильностью грудины и
- (2) с инфицированной нестабильностью грудины.

1) Реконструкция грудины при асептической нестабильности грудины

Как правило, формирование асептической нестабильности грудины происходит в сроки более 3 мес. после операции и характеризуется формированием ложного сустава грудины [89, 111]. По данным литературы четких сроков выполнения реостеосинтеза нет, однако следует учитывать результаты МСКТ-исследования – свободно лежащие костные фрагменты могут служить источником инфекции или травматического повреждения окружающих органов [107].

Известны разные виды формирования повторного проволочного шва, их сильные и слабые стороны [19]. Как правило, рецидивы нестабильности грудины (до 20%) после реостеосинтеза встречаются в группах использования классических способов ушивания с применением стальных лигатур [41, 79].

В связи с этим, как правило, реостеосинтез выполняют иными способами фиксации: скобами из NiTi, системами фиксации титановыми пластинами [19, 59]. Vos R. с коллегами (2016) представил собственный положительный опыт реконструкции грудины с использованием системы на костного остеосинтеза Synthes, дополненной фиксацией проволочными швами и миопластикой мобилизованными лоскутами больших грудных мышц [106].

2) Реконструкция грудины после этапного лечения стерномедиастинита

Особенностью лечения данных пациентов является его этапность, что существенно увеличивает сроки реабилитации.

В течение первого этапа лечения выполняют хирургическую обработку передней грудной стенки с удалением всех металлоконструкций, некрсеквестрэктомию с резекцией грудины в пределах здоровых тканей [11, 91].

У ряда больных для достижения стерильности раны выполняют более одной хирургической обработки. В отдельных случаях ввиду тотального инфекционного поражения грудины выполняют стернумэктомию. Это влечет за собой формирование костного дефекта, самостоятельное заживление которого невозможно. Такой дефект называют критическим, его критерием служит дефект костной поверхности площадью $\geq 100 \text{ см}^2$. Данное условие представляет технические трудности пластики таких ран [42, 60, 65, 96]. Для ускорения процессов регенерации раны используют метод местной терапии, основанный на применении отрицательного давления или *negative pressure wound treatment* (NPWT). В работе Левчука А.Л. (2020) представлен анализ применения метода отрицательного давления в лечении инфицированных ран [12]. Отмечено, что ускорение процесса заживления раны на фоне применения отрицательного давления происходит за счет уменьшения ее размеров и удаления экссудата, что способствует нейроангиогенезу, процессам пролиферации клеток и образованию грануляционной ткани [12].

Локальное отрицательное давление способствует удалению излишнего экссудата из раны с продуктами лизиса тканей и микроорганизмами, что приводит к невозможности образования колоний и биопленок [12].

После достижения второй фазы раневого процесса приступают к следующему этапу лечения – реконструктивно-пластической операции.

а) Миопластика

Среди используемых мышечных лоскутов выделяют лоскуты больших грудных мышц, прямых мышц живота и широчайшей мышцы спины. В практике наиболее часто используют лоскуты больших грудных мышц [59]. Несмотря на потерю пациентами некоторых функций верхней конечности, по выражению Eriksson J. (2011): «потеря целостности скелета передней грудной стенки – более инвалидизирующее состояние» [37]. Часть авторов демонстрирует необходимость при обширных ранах осуществлять дополнительную пластику лоскутом прямой мышцы живота [28, 110]. Отрицательным моментом забора данных лоскутов является развитие грыж передней брюшной стенки в 13% [92].

Отдельные исследования посвящены пластике обширных дефектов грудной стенки перемещенными свободными кожно-мышечными лоскутами с выполнением сосудистого анастомоза – данный способ является альтернативой у пациентов, которым по тем или иным причинам невозможно выполнить пластику большими грудными или иными мышечными группами близлежащей локализации [101].

б) Лоскут большого сальника

При сформированном критическом дефекте грудины аутопластики различными видами мышечных лоскутов может быть недостаточно [41]. С целью наиболее эффективной стабилизации грудной клетки и предотвращения развития дыхательной недостаточности для реконструкции грудины большинство исследователей используют перемещенную прядь большого сальника, конструкции на костном остеосинтезе, а также различные костные ауто- и аллотрансплантаты [26, 31, 41, 50, 72, 96, 107, 111].

Торакооментопластику отдельные авторы признают «крайним» методом аутопластики. Он оправдан в условиях дефицита мышечных лоскутов, вследствие их использования ранее или развития явлений дистрофии [72, 96]. Ряд авторов выделяют сальник лапароскопическим способом [15].

В отдельных исследованиях оментопластику комбинируют с на костном остеосинтезом с фиксацией титановых пластин к ребрам. По данным Н. Fawzy (2011г.) 2,5 – 24% больных сталкиваются с развитием отграниченного жидкостного скопления в субпекторальном пространстве (серома, гематома), в следствие широкой мобилизации мышечных лоскутов, а также, до 50% с продолжительным послеоперационным болевым синдромом [41, 93].

в) Сетчатые эндопротезы

Некоторые авторы с целью отграничения плевральной полости или переднего средостения при резекциях грудино-реберного комплекса, в том числе полнослойных, используют сетчатый эндопротез [63, 91]. Среди часто используемых – синтетические не рассасывающиеся эндопротезы, состав которых включает полипропилен, полиэстер или политетрафторэтилен. Отрицательной

стороной применения сетчатого эндопротеза является его инфицирование в 10 – 25% случаев [91].

Альтернативой синтетическим служат сетчатые эндопротезы на основе титана и его сплавов. Их используют в реконструкции костного каркаса не только грудной клетки, но и позвоночника, костей лицевого скелета и черепа [59]. Титановый сетчатый эндопротез обладает большей прочностью, чем синтетический, сохраняя такую же пластичность.

В работе Черепановой Т.В. (2020) представлен опыт применения сетчатого титанового эндопротеза у пациенток с грыжами передней брюшной стенки. В эксперименте, проведенном на биологических моделях, изучены морфологические изменения тканей в зоне установки сетчатого титанового эндопротеза. Установлено, что регенерация тканей брюшной стенки после операции происходит в том числе за счет активного прорастания тканей в ячейки структуры эндопротеза. В отдаленном послеоперационном периоде в месте имплантации происходит превращение образованной ткани в плотную соединительную ткань с формированием единого полноценного регенерата, что восстанавливает каркасную функцию брюшной стенки [17].

Инертность титана позволяет снизить риск инфицирования, однако для лучшей реконструкции грудины изолированного применения недостаточно, поскольку эндопротез не обеспечивает должную стабилизацию грудной стенки [91]. В своем исследовании Dimarakis I. (2001) комбинирует титановый эндопротез с применением титановых пластин, достигая положительный результат [33]. В отдельных клинических ситуациях возможно выполнение торакооментопластики в сочетании с титановым эндопротезом.

Титановый эндопротез позволяет активно прорасти соединительной ткани, армируя грудную стенку и формируя дополнительные точки фиксации [10, 13].

г) Трансплантаты

В качестве перспективного метода реконструкции критического костного дефекта грудной стенки в своей обзорной статье Sanna S. с коллегами (2017)

Сетчатые эндопротезы давно занимают важное положение в реконструктивной хирургии тех или иных дефектов, в основном – при пластике грыж брюшной стенки. Однако наличие различных осложнений местного характера и неудовлетворенность результатами привели к необходимости поиска новых материалов, которые бы удовлетворяли таким положениям, как инертность в отношении тканей организма и формирование плотного регенерата тканей в проекции установки эндопротеза, обеспечивающего жесткий каркас. В свою очередь хирургическое лечение послеоперационной нестабильности грудины имеет свои особенности, в частности – достаточно высокий процент рецидива нестабильности, связанный, в том числе, с фактической невозможностью полной иммобилизации данного участка скелета ввиду анатомического расположения и физиологической роли. Появление нового эндопротеза на основе титана и успешные результаты его использования в качестве реконструктивного материала послужили основой для его применения в реконструкции передней грудной стенки.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период с 2016 по 2020 гг. в отделении торакальной хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» МЗ РФ проведено хирургическое лечение 128 пациентам с послеоперационной нестабильностью грудины, среди которых выделены основная и контрольная группы. В основную группу (n=97) включены пациенты, которым выполнена комбинированная торакопластика сетчатым титановым эндопротезом ВТ 1-00 («титановый шелк», ТУ-9398-001-65066398-2010, ООО НПФ «Темп», г. Екатеринбург, Россия, получен патент на изобретение №2578359 от 25.01.2016 г.). В контрольную группу (n=31) включены пациенты, которым выполнен реостеосинтез грудины без сетчатого титанового эндопротеза. Дизайн исследования представлен на рисунке 2.1.

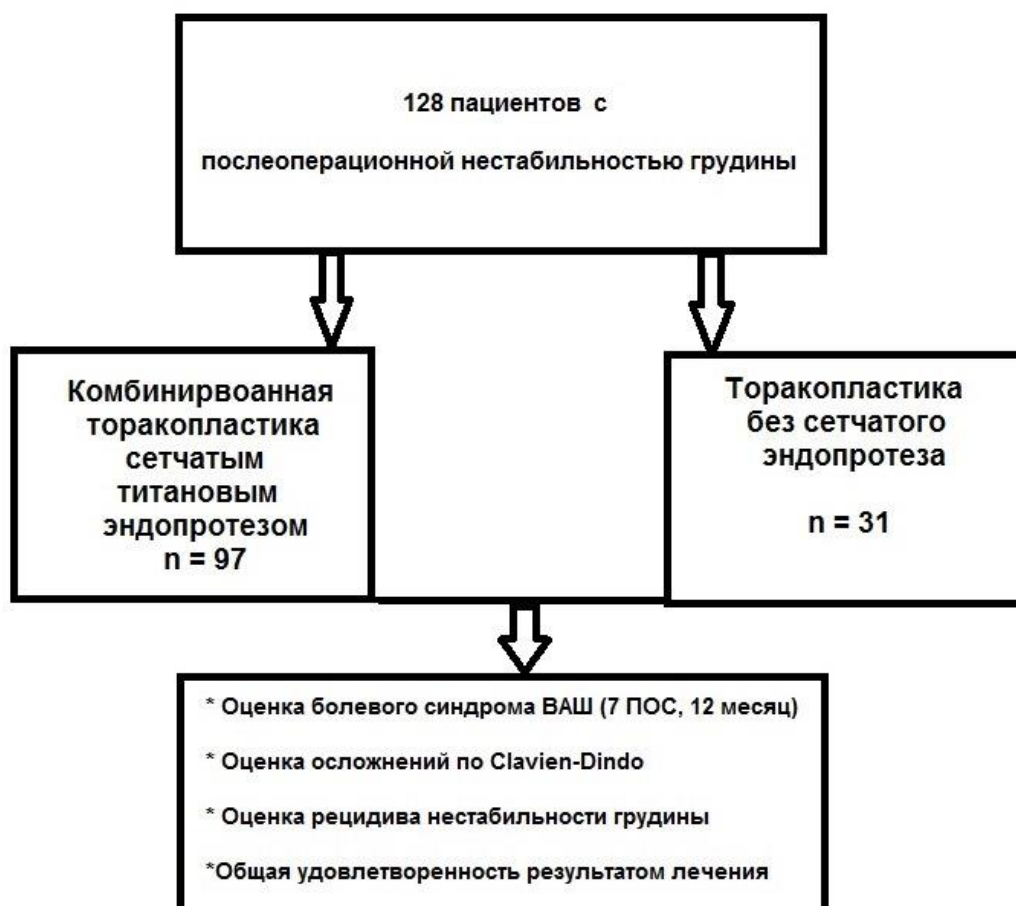


Рисунок 2.1 – Дизайн исследования

Критерии включения:

- возраст старше 18 лет;
- клиническое течение послеоперационной нестабильности грудины по следующим признакам: наличие дефекта передней грудной стенки, болевой синдром в груди, наличие нестабильности грудины по данным МСКТ-исследования органов грудной клетки.
- единый протокол пред- и послеоперационного лечения;

Критерии исключения:

- отсутствие клинического течения заболевания;
- неявка пациента на одно или несколько промежуточных этапов обследования.

Контрольными точками исследования явились: оценка болевого синдрома по ВАШ на 7-е послеоперационные сутки и через 12 месяцев после операции, оценка рецидива нестабильности грудины в сроки от 30 суток и до 54 месяцев, наличие специфических осложнений в раннем и позднем послеоперационном периоде.

В анамнезе у всех больных проведены операции на сердце и магистральных сосудах с выполнением полной срединной стернотомии. На стационарное лечение все пациенты поступили в плановом порядке.

2.1 Методы обследования

Все больные обследованы по единому протоколу, который включал в себя оценку клинического состояния пациента, а также инструментальное обследование органов и систем с целью определения функционального статуса пациента в течение всего периоперационного периода.

- 1) Клиническое обследование;

В данный блок включен анализ клинического состояния пациента – оценка жалоб, общего и местного статуса, выраженность болевого синдрома, оценка

степени функциональной дезадаптации и качества жизни на основе опросников ВАШ (рисунок 2.2), Освестри и SF-36.

Все пациенты были распределены по возрастным группам в соответствии с классификацией ВОЗ [34].

У всех пациентов основной жалобой выступал болевой синдром и смежное с этим ограничение движения в плечевом поясе. При первом осмотре пациента проводили оценку локального статуса, при этом отмечали признаки нестабильности грудины при пробе с кашлевым толчком, функциональную ограниченность движений в плечевом поясе, наличие местных проявлений раневой инфекции в виде свищей или обширной раны, ее размеры, форму, вовлеченность подлежащих тканей.



Рисунок 2.2 – Визуально-аналоговая шкала боли

Анкета SF-36 (англ. The Short Form-36) — широко используемый опросник, применяемый с целью оценки качества жизни пациентов в различных областях медицины. SF-36 включает в себя 36 вопросов, сгруппированных в восемь шкал: физическое функционирование, ролевая деятельность, телесная боль, общее здоровье, жизнеспособность, социальное функционирование, эмоциональное состояние и психическое здоровье. Показатели данной анкеты представляют в виде процентного значения. Каждый из показателей составляет две группы –

психологический и физический компоненты здоровья, в зависимости от уровня которых оценивают уровень качества жизни.

Индекс Освестри (The Oswestry Disability Index, сокр. ODI) – анкета, используемая с 1980 г. для оценки влияния болевого синдрома на повседневную активность. Опросник включает в себя десять вопросов с вариантами ответов (6), наиболее точно описывающими состояние пациента. Каждый из вопросов акцентирует внимание пациента на трудности выполнения того или иного действия ввиду болевого синдрома. Тезисы данной анкеты включают в себя оценку интенсивности болевого синдрома, его влияние на возможность подъема тяжестей, способность самостоятельно ухаживать за собой. Влияние болей на возможность ходьбы, сидение, возможность работы в быту, способности стоять, социальной жизни, качества сна и способности путешествовать. Каждый вопрос может быть оценен по шкале от 0 до 5, при этом первое утверждение, равное нулю, указывает на наименьшую степень функциональной ограниченности пациента, а последнее – на наиболее тяжелую ограниченность [40]. После подсчета категорий устанавливаются степень ограничения жизни пациента в связи с наличием болевого синдрома (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Значения индекса Освестри

Набранный показатель	Уровень ограничения повседневной жизнедеятельности
0-8%	отсутствие
10-28%	небольшое
30-48%	умеренное
50-64%	серьезное
70-100%	полное

2) Лабораторное обследование;

Оценивали общий анализ крови (анализатор CellDynRuby, Abbott, США), общий анализ мочи, биохимический анализ крови (анализатор ArchitectC4000,

Abbott, США), определение группы крови и резус-фактора (анализатор Qwaliss Evo, Франция), коагулологическое исследование крови (ACL TOP 700, Instrumentation Laboratory, США), маркеры инфекции (антиген/антитело ВИЧ 1/2, HbsAg, антитела к HCV, антитела к бледной трепонеме).

3) Инструментальное обследование;

Выполняли УЗИ сосудов нижних конечностей для определения наличия тромбов в системе глубоких вен нижних конечностей и выраженности атеросклероза, эхокардиографию с целью определения выраженности сердечной недостаточности и функциональных резервов пациента.

С целью оценки рисков развития и последующего рецидивирующего течения нестабильности грудины принципиально всем пациентам выполняли МСКТ органов грудной клетки. С помощью данного метода исследования оценивали отсутствие или наличие, а также количество поперечных переломов грудины, протяженность сформированного ложного сустава, наличие асимметричного распила кости, состояние ретростернальной клетчатки, топографию близлежащих органов, наличие инородных тел, активность воспалительного процесса.

В предоперационном периоде оценивали наличие сопутствующих заболеваний, объем выполненной операции, после которой наступило развитие нестабильности, вид первичного соединения грудины. У ряда пациентов с наличием стерномедиастинита в анамнезе к моменту комбинированной торакопластики проведено этапное хирургическое лечение.

Лечение пациентов со стерномедиастинитом проводили в соответствии с проектом Национальных клинических рекомендаций по диагностике и лечению послеоперационного остеомиелита грудины и ребер [16].

Лечение разделяли на следующие этапы:

1) Деконтаминация раны;

Данный этап включал хирургическую обработку с удалением всех некротизированных тканей передней грудной стенки.

2) Этап местного лечения;

В соответствии с фазами раневого процесса проводили местное лечение раны в объеме ежедневных перевязок с оценкой местного статуса и контролем бактериальной обсемененности по данным микробиологических посевов раневого отделяемого. В первые сутки после хирургической обработки с учетом местного статуса применяли антисептические водные растворы йода. По мере перехода раневого процесса во II фазу, развития грануляций проводили смену местного препарата на мазевые антисептики на ПЭГ-основе. С целью ускорения процессов созревания грануляций применяли лечение переменным отрицательным давлением с помощью аппарата VivanoMed (Hartmanntm, Германия). Используемый интервал давления -50/-100 мм рт.ст. Также в состав системы входили:

- 1) гидрофобная губка VivanoMed типоразмеров 10x7,5x3,3 см, 18x12,5x3,3 см и 25x15x3,3 см;
- 2) медицинский вакуумный аспиратор S042 NPWT VivanoТес;
- 3) стерильный одноразовый полипропиленовый контейнер, объем 800 мл, с системой прямого соединения с аспиратором, не допускающей обратной аспирации экссудата в шланг для транспортировки экссудата, с двумя встроенными антибактериальными фильтрами. Также двухканальный шланг для транспортировки экссудата от раны к контейнеру длиной до 180 см.

При визуализации «вялых» грануляций в ране выполняли ее кюретаж. Уровень бактериальной обсемененности раны оценивали каждые 7 суток.

При уровне бактериальной обсемененности биоптата от 10^3 КОЕ/мл и более по данным двух исследований и сохранении явных признаков инфекционного процесса в ране – проводили повторную хирургическую обработку.

При двукратных отрицательных посевах из раны или бактериальной обсемененности менее 10^3 КОЕ/мл начинали подготовку к реконструктивно-пластической операции.

Для всех пациентов, учитывая наличие и выраженность сопутствующих заболеваний, данные объективного осмотра, данные инструментальных и лабораторных методов обследования, проведена оценка степени

анестезиологического риска по шкале ASA (American Society of Anesthesiology) [69].

В послеоперационном периоде оценены длительность операции, проведена оценка общей продолжительности госпитализации, а также длительность дооперационного и послеоперационного периодов, развития общих и местных осложнений, частоты повторных госпитализаций, общей летальности и наличия рецидива основного заболевания. Перед выпиской проведено анкетирование пациента по шкалам ВАШ, Освестри и SF-36.

В течение первых суток после операции пациенты пребывали в отделении реанимации, где им проводили комплексную послеоперационную терапию с необходимой коррекцией нарушений. Далее, пациентов переводили в отделение торакальной хирургии, где они были активизированы, проводили комплексную обезболивающую, противовоспалительную терапию, антибиотикопрофилактику, проводили профилактику тромбоэмболических осложнений, эластическую компрессию нижних конечностей. Ежедневно выполняли перевязки с растворами антисептиков до полного заживления послеоперационного шва. Каждые 3 суток выполняли контроль лабораторных маркеров, по показаниям выполняли УЗИ мягких тканей передней грудной стенки с целью визуализации отграниченных жидкостных скоплений.

Осложнения в послеоперационном периоде оценивали по шкале Clavien-Dindo (таблица 2.2) [32].

В отдаленном послеоперационном периоде (более 30 суток) оценивали динамику болевого синдрома по шкале ВАШ. В течение периода динамического наблюдения пациентам выполняли МСКТ-исследование органов грудной клетки с целью оценки выраженности воспалительного компонента в проекции ранее установленного эндопротеза. Важным критерием эффективности операции служило наличие рецидива инфекционного компонента (остеомиелита грудины) или развитие нестабильности грудины.

Таблица 2.2 – Классификация осложнений по шкале Clavien-Dindo

Вид осложнения		Определение
I		Не требуют хирургической коррекции
II		Требуется активная терапия, местное лечение
III	IIIa	Осложнение, требующее операции без общей анестезии
	IIIb	Осложнение, требующее операции под общей анестезией
IV	Iva	Осложнение в виде недостаточности одного органа, требующее интенсивной терапии в условиях ОРИТ
	Ivb	СПОН
V		Летальный исход

4) Электронная микроскопия

В одном клиническом наблюдении у пациента основной группы в связи с развитием лигатурного свища в зоне установленного титанового эндопротеза выполнена инцизионная биопсия участка тканей передней грудной стенки с элементами титанового эндопротеза. В дальнейшем биоптат подвергнут электронно-микроскопическому исследованию для оценки морфологической картины взаимодействия с тканями передней грудной стенки с использованием техники растровой микроскопии на электронном микроскопе EM-ASID4D ultrahigh resolution scanning system (JEOL, Япония).

Растровый электронный микроскоп (РЭМ) или сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) — микроскоп, позволяющий получить изображение исследуемого объекта с высоким разрешением (менее 1 нанометра).

Одно из преимуществ РЭМ – отсутствие необходимости выполнения ультратонких срезов, что позволяет сохранить структуру препарата и оценить клеточную интеграцию в ячейки эндопротеза. Дополнительно биоптат исследован

на трансмиссионном электронном микроскопе (ТЭМ). Для электронно-микроскопического исследования извлекали участки биоматериала объемом до 1 мм³. Ультратонкие срезы толщиной 100-200 нм получали на ультрамикротоме (ЛКВ, Швеция). Ультраструктурное изучение препаратов проводили при помощи электронного микроскопа JEM 100-CX (JEOL, Япония) в трансмиссионном режиме (ТЭМ) при ускоряющем напряжении 80кВ.

2.2 Характеристика клинических наблюдений

В соответствие с дизайном исследования из 128 пациентов с послеоперационной нестабильностью грудины сформированы две группы пациентов.

Основная группа (n=97) – в данную группу включены пациенты с послеоперационной нестабильностью грудины, хирургическое лечение которым выполнено в объеме комбинированной торакопластики с использованием сетчатого титанового эндопротеза (далее ОГ).

Контрольная группа (n=31) – представляет собой группу пациентов с нестабильностью грудины, которым выполнен реостеосинтез без использования сетчатого титанового эндопротеза (далее КГ).

Основная характеристика групп исследования представлена в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Характеристика групп исследования

Показатель		ОГ (n = 97)	КГ (n = 31)	p
Возраст (M ± SD)		62.8 ± 7.3	64.9 ± 7.1	0.175
Пол	Мужской	79.0 (81.4%)	28.0 (90.3%)	0.245
	Женский	18.0 (18.6%)	3.0 (9.7%)	
Нарушение жирового обмена	Вес, кг (M ± SD)	87.5 ± 14.9	92.7 ± 11.8	0.198
	ИМТ (M ± SD)	29.7 ± 4.1	32.3 ± 3.9	0.019*

Продолжение таблицы 2.3

Сопутствующие заболевания	ХОБЛ	6.0 (6.2%)	2.0 (6.5%)	0.958
	ИБС	73.0 (75.3%)	29 (93.5%)	0.028*
	ХСН	11.0 (11.3%)	0.0 (0.0%)	0.050*
	СД	31.0 (32.0%)	7.0 (22.6%)	0.501
	ХПН	6.0 (6.2%)	3.0 (9.7%)	0.508
Первичный остеосинтез стальными лигатурами		89.0 (91.8%)	28.0 (90.3%)	0.805
Асимметричная стернотомия		49.0 (52.7%)	9.0 (29.0%)	0.022*
Поперечные переломы грудины	Один	20.0 (20.6%)	5.0 (16.1%)	0.597
	Два	16.0 (16.5%)	4.0 (12.9%)	
	Множественные	15.0 (15.5%)	3.0 (9.7%)	
	Нет	46.0 (47.4%)	19.0 (61.3%)	
Попытки реостеосинтеза	Нет	81.0 (83.5%)	25.0 (80.6%)	0.215
	Одна	15.0 (15.5%)	4.0 (12.9%)	
	Две и более	1.0 (1.0%)	2.0 (6.5%)	
Дефицит костного остова грудины	Нет	41.0 (42.7%)	22.0 (71.0%)	0.017*
	Менее 1/3	43.0 (44.8%)	5.0 (16.1%)	
	1/2	5.0 (5.2%)	3.0 (9.7%)	
	Субтотальный (3/4)	7.0 (7.3%)	1.0 (3.2%)	
ВАШ на предоперационном этапе (M ± SD)		5.6 ± 2.6	6.4 ± 1.4	0.179

Примечание: (*) – значения $p \leq 0,05$.

Исходя из анализируемых данных, группы пациентов были сопоставимы по большинству анализируемых показателей. Такие значимые факторы риска развития нестабильности грудины, как ожирение, ХОБЛ, асимметричная форма стернотомии, сахарный диабет, первичный остеосинтез стальной лигатурой установлены в ОГ у 42 (43,3%), 6 (6,2%), 49 (52,7%), 31 (32%) и 89 (91,8%)

пациентов соответственно. В КГ данные показатели отмечены у 14 (45,6%), 2 (6,5%), 9 (29%), 7 (22,6%) и 28 (90,3%) пациентов. В ходе сравнительного анализа среди факторов риска различия были получены в показателе ИМТ, который был достоверно выше в группе КГ – 32.3 ± 3.90 , 95% ДИ [26.0, 40.0], против 29.7 ± 4.15 , 95% ДИ [20.7, 38.7] в группе ОГ, ($p = 0.019$). Однако пациенты с ожирением достоверно чаще отмечены в ОГ – 43 (44,3%) против 14 (38,7%) в КГ ($p = 0.015$). Среди остальных факторов риска значимое различие наблюдали в показателе асимметричной стернотомии – 49 (52,7%) в ОГ против 9 (29%) в КГ ($p = 0.022$) (рисунок 2.3).

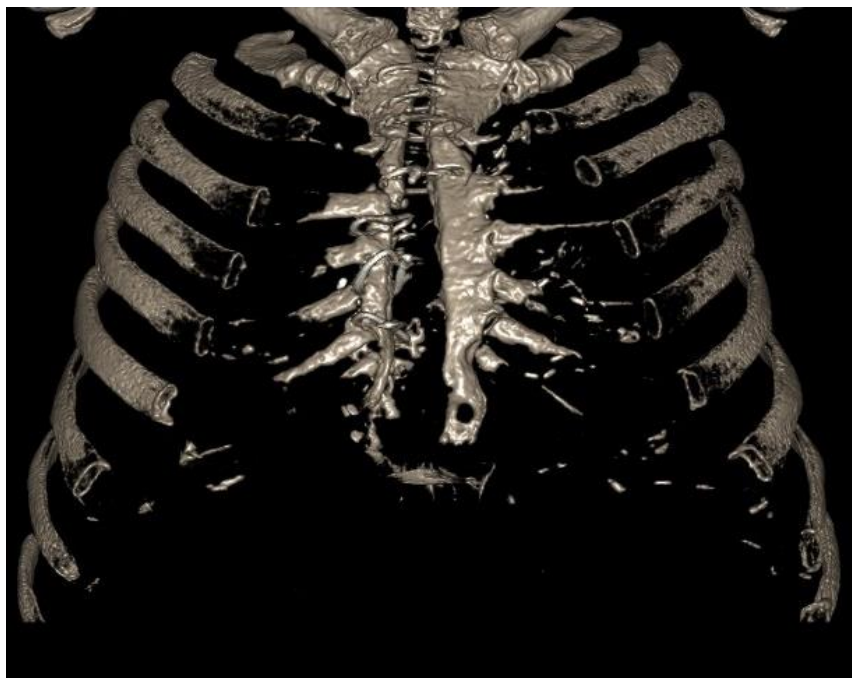


Рисунок 2.3 – МСКТ органов грудной клетки с 3Д-реконструкцией.

Визуализирована асимметричная форма стернотомии

Все пациенты на основании анестезиологического риска распределены по шкале ASA. Группы риска II, III и IV в ОГ установлены у 12 (12,4%), 80 (82,5%) и 4 (4,1%) пациентов, в КГ у всех пациентов установлена ASA III (100%).

По объему первичного хирургического вмешательства на сердце больные различий не имели ($p > 0.05$), данные представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Первичная операция на сердце

Первичная операция	ОГ (n = 97)	КГ (n = 31)	p
	Абс. (%)	Абс. (%)	
АКШ. МКШ	80.0 (82.5%)	29.0 (93.5%)	0.131
Протезирование АК	7.0 (7.2%)	1.0 (3.2%)	0.424
Протезирование МК	7.0 (7.2%)	1.0 (3.2%)	0.424
Сочетанное протезирование клапанов	3.0 (3.1%)	1.0 (3.2%)	0.970
Протезирование аорты	2.0 (2.1%)	1.0 (3.2%)	0.709
Сочетанные операции на сердце (реваскуляризация + протезирование)	1.0 (1.0%)	0.0 (0.0%)	0.570
Пластика МПП	1.0 (1.0%)	0.0 (0.0%)	0.570
Удаление миксомы предсердия	1.0 (1.0%)	0.0 (0.0%)	0.570

Преимущественными вмешательствами в обеих группах были операции по реваскуляризации миокарда (АКШ и МКШ): в ОГ у 80 пациентов (82,5%), в КГ – у 29 пациентов (93,5%).

Среди видов первичного остеосинтеза преобладал шов стальной лигатурой – в ОГ у 89 пациентов (91,8%), в КГ у 28 пациентов (90,3%). Среди других видов первичного шва грудины в ОГ отмечены: фиксация с помощью фиксаторов Zip-Fix в различной комбинации со стальной лигатурой и стальными фиксаторами Sternal Band у 5 пациентов (5,2%) (рисунок 2.4), у 3 пациентов (3%) грудина была фиксирована фиксаторами из никелида титана. В КГ альтернативные методы фиксации установлены у 3 пациентов: у 1 пациентов (3,2%) грудина была фиксирована фиксаторами из никелида титана, у 2 пациентов (6,5%) остеосинтез грудины выполнен швом по типу Robicsek.



Рисунок 2.4 – Система фиксации Zip-Fix (удаленный операционный материал).

До обращения в центр попытки реостеосинтеза грудины в связи с развитием несостоятельности первичного шва предприняты в ОГ у 16 пациентов (16,5%), у одного пациента предприняты более одной попытки реостеосинтеза. В КГ реостесинтез предпринят у 6 пациентов (19,4%), у 2 пациентов более одного раза.

Хронический болевой синдром на момент госпитализации установлен у всех пациентов обеих групп исследования. Достоверных различий в данных группах не получено, так ВАШ в ОГ составил 5.6 ± 2.6 баллов, в КГ – 6.4 ± 1.4 баллов. Стандартный протокол обезболивания включал инъекции кетопрофена 2.0 мл 2 раза в сутки. При болевом синдроме более 5 баллов по ВАШ применяли инъекции трамадола 5% 2.0 мл.

Асептическая нестабильность грудины была установлена у 37 пациентов в ОГ (38,1%) и у 22 пациентов в КГ (70,9%). Этапное хирургическое лечение инфицированной нестабильности грудины (стерномедиастинита) к моменту завершающей торакопластики проведено 59 (60,8%) и 7 (22,5%) пациентам. При этом в ОГ до обращения в центр этапное лечение проведено у 27 пациентов. В КГ этапное лечение – у 6 пациентов. Один пациент ОГ и два пациента КГ не

требовали этапного лечения ввиду ограниченного инфекционного процесса. Количество пациентов, которым суммарно выполнено три и более хирургических обработки, составили в ОГ 8 пациентов (8,2%). В КГ таких пациентов было 2 (6,4%). С учетом особенностей этапного лечения, предполагающего некрсеквестрэктомию и резекцию костного остова грудины, к завершающей торакопластике у 7 пациентов ОГ (7,3%) и у 1 пациента КГ (3,2%) отмечен субтотальный дефект грудины, что влияло на особенности пластики у данных пациентов.

2.3 Техника комбинированной торакопластики сетчатым титановым эндопротезом

С учетом описанных свойств титановых эндопротезов всем пациентам основной группы с целью создания дополнительных зон фиксации и стабилизации грудной стенки реостеосинтез дополняли пластикой сетчатого титанового эндопротеза по описанной ниже методике.

Основными этапами операции комбинированной торакопластики являются (рисунок 2.5):

- 1) иссечение послеоперационного рубца, удаление металлоконструкций грудины и резекция краев нестабильной грудины;
- 2) комбинированной реостеосинтез грудины с применением стальных лигатур и фиксаторов из никелида титана с эффектом памяти формы;
- 3) фиксация сетчатого титанового эндопротеза по периметру грудины с захватом прилегающих ребер;
- 4) пластическое закрытие раневого дефекта.

Возможность закрытия дефекта тем или иным пластическим материалом во многом зависит от таких предоперационных особенностей, как:

– использование больших грудных мышц для пластики ранее, их дистрофическое изменение;

– значимый дефект грудины, превышающий $\frac{1}{2}$ ее площади (субтотальная резекция грудины).

В отсутствие таких условий применяли пластику раны большими грудными мышцами. При наличии данных положений дальнейшую пластику выполняли лоскутом большого сальника.

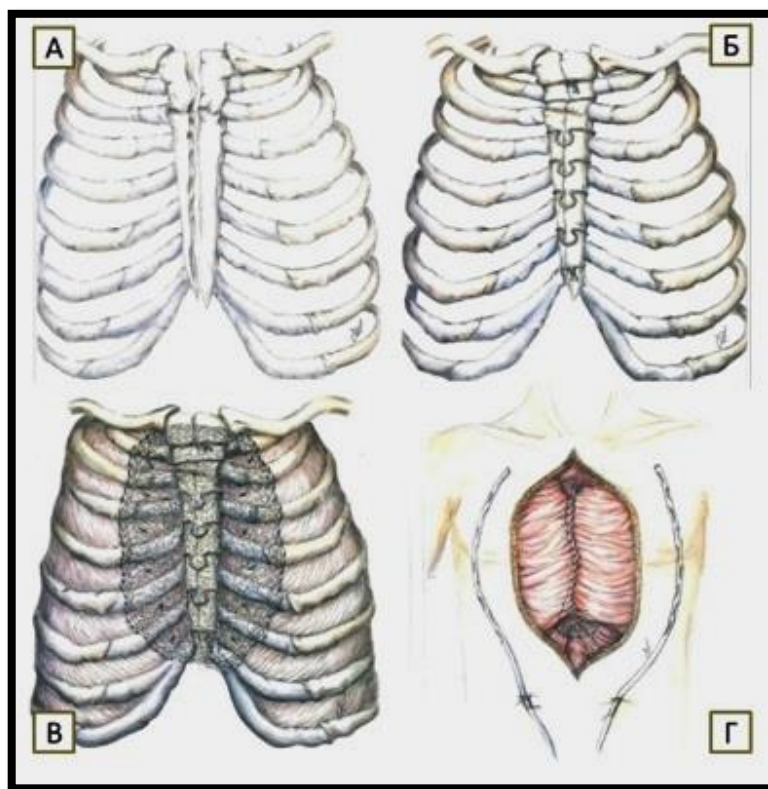


Рисунок 2.5 – Схема комбинированной торакопластики. А – диастаз краев грудины перед завершающей торакопластикой; Б – реостеосинтез с применением стальных лигатур и фиксаторов из металла с эффектом памяти формы; В – укрепление титановой сетки на передней поверхности грудины; Г – встречные лоскуты больших грудных мышц ушиты по срединной линии

У пациентов с наличием раневого дефекта после ранее выполненного лечения стерномедиастинита выполняли иссечение послеоперационного рубца, повторную хирургическую обработку с иссечением краев раны и удалением грануляционной ткани. Далее выделяли большие грудные мышцы до среднеключичных линий с обнажением латерального края грудины с

использованием электрокоагуляции на аппарате Force Triad™ (Medtronic-Covidien, США) в режиме Valleylab™ (рисунок 2.6) [32].

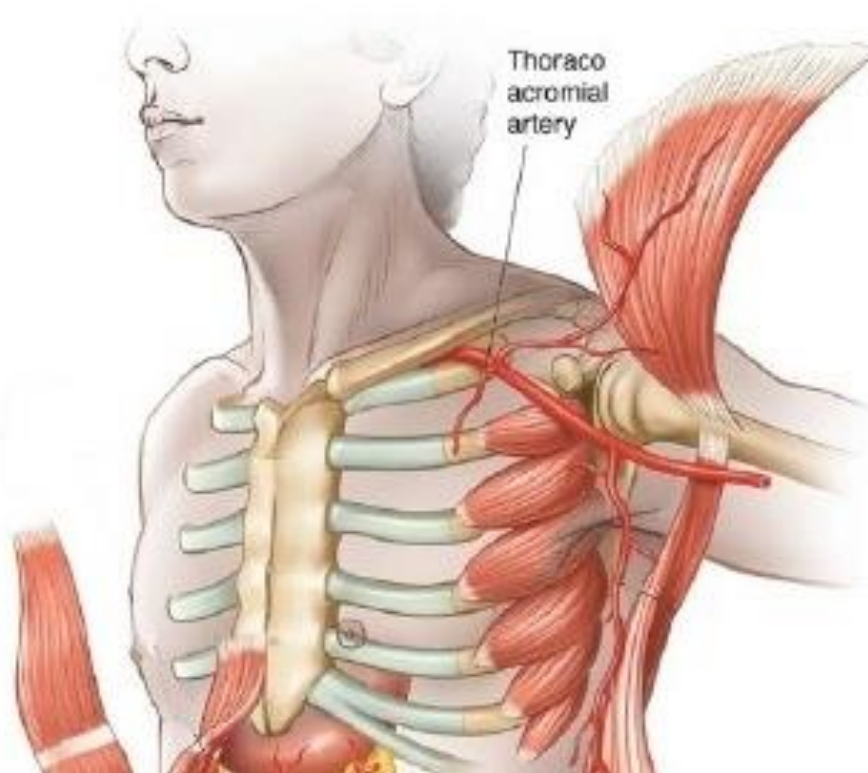


Рисунок 2.6 – Формирование лоскута большой грудной мышцы на питающей сосудистой ножке (a. thoracoacromialis) [32]

Ввиду предшествующего вмешательства на груди у всех пациентов происходит формирование грубого спаечного процесса между задней пластинкой грудины и передним средостением. Для дальнейшей возможности конгруэнтного сопоставления грудины, ее половины препарировали от окружающей фиброзной капсулы переднего средостения (рисунок 2.7).

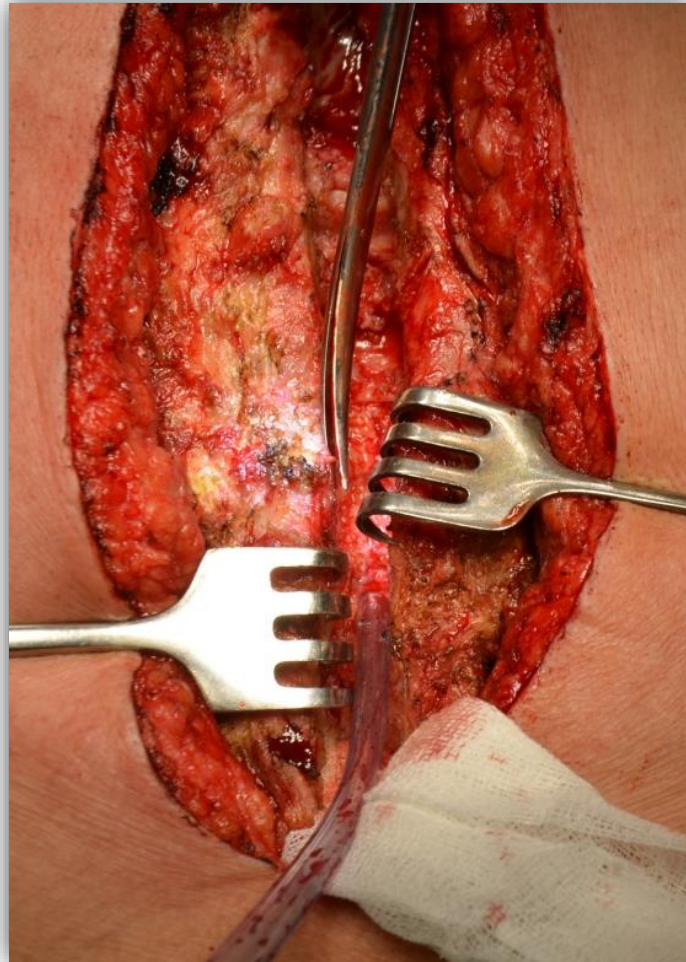


Рисунок 2.7 – Острым путем выполняют препарирование задней пластинки грудины от фиброзной капсулы. На дне визуализировано фиброзное перерождение клетчатки переднего средостения с интеграцией в него сердца

Резекцию краев половин грудины (в среднем до 0.2 см) выполняли осциллирующей пилой (Aescular inc., США) с целью так называемого «освеживания» кости (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Резекция поверхностей грудины осциллирующей пилой

Реостеосинтез выполняли комбинированным способом: два 8-образных проволочных шва типоразмера №7 (Johnson&Johnson, США) – на рукоятку грудины и на среднюю треть тела грудины.

После сближения краев грудины выполняли фиксацию с использованием предварительно охлажденных 3 нитиноловых фиксаторов (количество опционально, зависит от длины грудины). Предварительно с помощью измерителя определяли размеры в соответствии с анатомией пациента, наиболее часто «0» – «3» (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 – Фиксаторы (1) из никелида титана различных типоразмеров и необходимые инструменты для фиксации: – измеритель (2), деформирующий зажим (3) для выполнения остеосинтеза

Фиксаторы выполнены из материала с термомеханической памятью формы на основе интерметаллида никелида титана с прочностью на изгиб в пределах 25–85 Н/мм и модулем упругости 15–20 ГПа. Фиксаторы предварительно охлаждали до температуры ниже температуры обратных фазовых мартенситных превращений интерметаллида никелида титана (рисунок 2.10).

Вид грудины после ее реостеосинтеза представлен на рисунке 2.11.



Рисунок 2.10 – Охлаждение фиксаторов из никелида титана в предварительно подготовленном стерильном растворе с температурой $0^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C}$

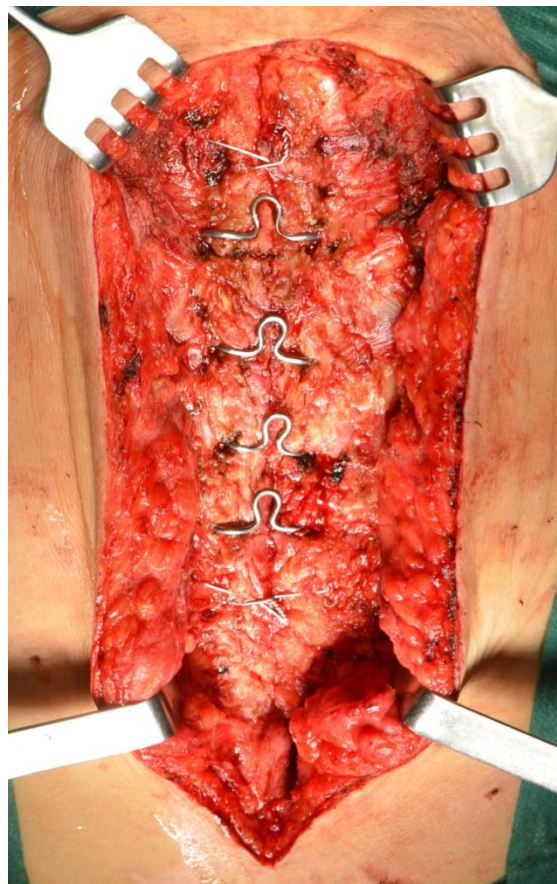


Рисунок 2.11 – Вид грудины после выполнения реостеосинтеза с помощью стальных лигатур и фиксаторов из NiTi

После реостеосинтеза на переднюю грудную стенку пациента от яремной вырезки до 4 межреберья фиксировали имплантат из титанового сплава ВТ 1-00 в виде проволочной сетки 100x100 мм «титановый шелк» (ТУ-9398-001-65066398-2010, ООО НПФ «Темп», г. Екатеринбург, Россия). Используемый титановый эндопротез выполнен из полифиламентной титановой нити, пересекающейся под углом друг с другом. Сетчатый титановый эндопротез легко растяжим, что обеспечивает формирование заданной формы для пластики.

Выполняли предварительную фиксацию эндопротеза отдельными узловыми швами на расстоянии 20–23 мм друг от друга нитью Prolene 2/0 к передней грудной стенке с захватом всей площади, рукоятки и тела грудины, а также передних отрезков II-V ребер. После предварительной фиксации эндопротеза 4 одиночными швами, далее обвивным швом нитью Prolene 2/0 имплантат фиксировали без натяжения по всему периметру к передней стенке грудной клетки, а именно к надхрящнице, межреберным мышцам и надкостнице (рисунок 2.12).

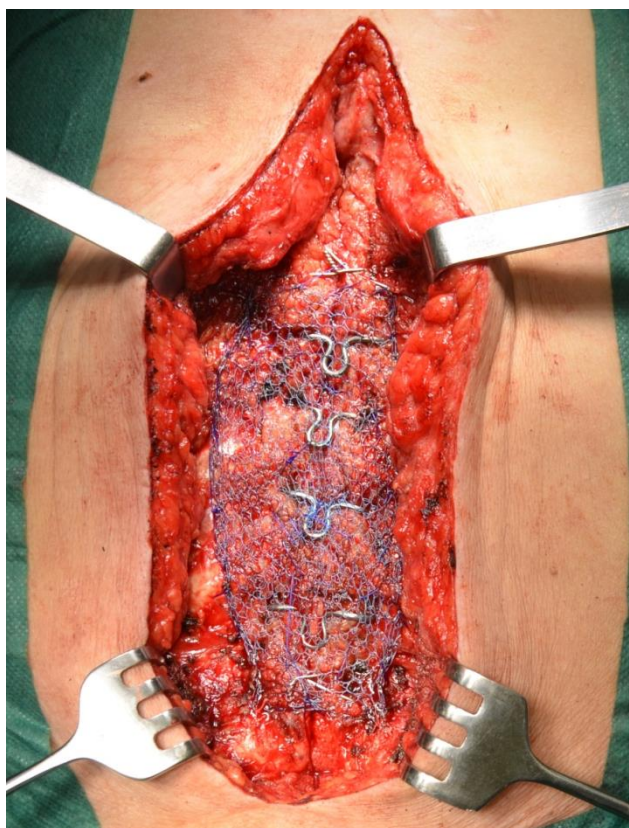


Рисунок 2.12 – Фиксированный титановый эндопротез

Дренировали субпекторальные пространства с обеих сторон силиконовыми дренажами диаметром 10 мм с выведением отдельно через апертуры на коже в нижних углах раны. Далее выполняли фиксацию лоскутов больших грудных мышц ко дну раны и к сетчатому титановому эндопротезу непрерывным швом абсорбирующей нитью 2/0. После выполняли ушивание раны. Дополнительно в операционной на больного надевали торакальный бандаж с целью дополнительной фиксации грудной клетки (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Торакальный бандаж

Ввиду наличия критического костного дефекта у 7 пациентов после этапного лечения стерномедиастинита операцией выбора служила комбинированная торакопластика сетчатым титановым эндопротезом и лоскутом большого сальника. Пациентам с критическим дефектом грудины проводили экономную хирургическую обработку с иссечением грануляций, формировали мышечные лоскуты. Следующим этапом было выполнение реостеосинтеза сохраненных фрагментов – рукоятки грудины и части ее тела 8-образным швом стальной лигатурой типоразмера 0.7. Далее на питающей сосудистой ножке

выделяли прядь сальника, необходимую для пластического закрытия дефекта (рисунок 2.14–2.15).

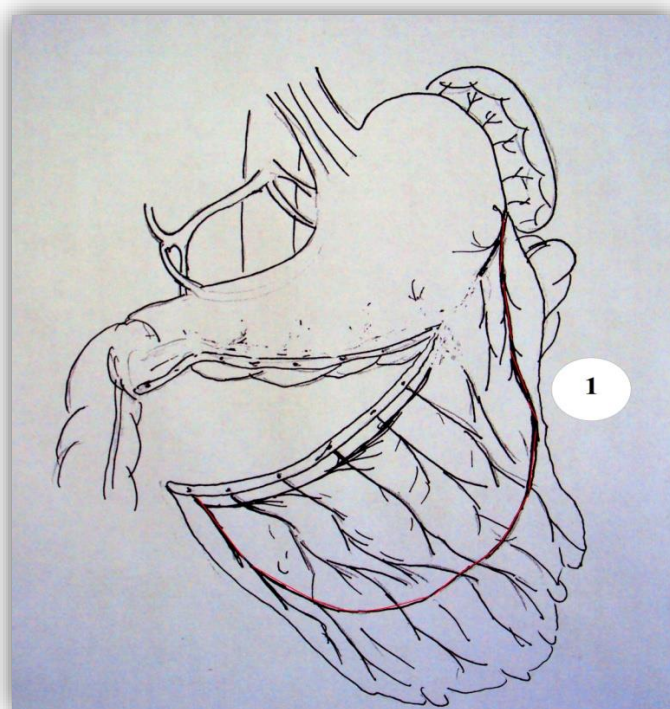


Рисунок 2.14 – Вариант формирования лоскута большого сальника на сформированной питающей ножке. Под номером 1 указана левая желудочно-сальниковая артерия

При этом руководствовались следующими принципами [9]:

- при избыточном объеме сальника выполняли его краевую резекцию;
- при недостаточном объеме перемещаемых тканей и с целью увеличения мобильности и удлинения трансплантата формировали одну питающую ножку с сосудом большего диаметра, оцениваемом на предоперационном МСКТ исследовании органов брюшной полости с контрастным исследованием;

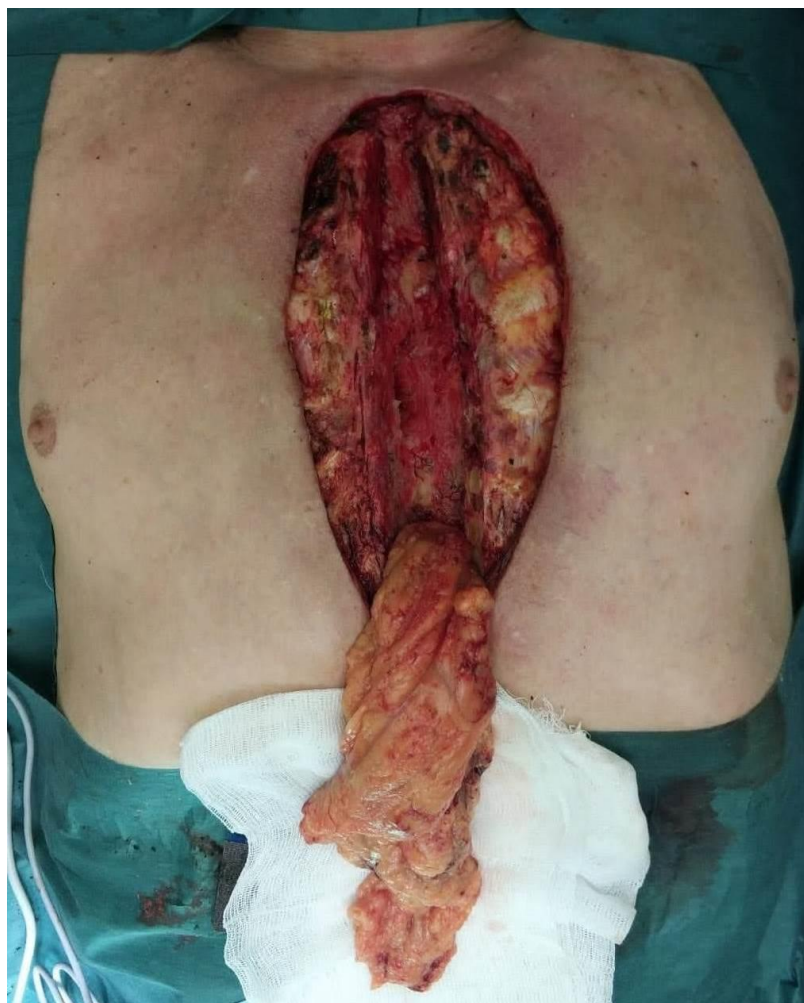


Рисунок 2.15 – Прядь большого сальника на сформированной питающей ножке проведена через щель Ларрея в раневой дефект

- при сообщении ран грудной и брюшной стенок питающую ножку проводили в раневом канале, в случае сохранения мягких тканей в области реберного угла – в подкожном тоннеле, при прилегании диафрагмы ко дну раны
- через диафрагмотомию в ретростеральном пространстве (рисунок 2.16) [13];
- ушивание раны над трансплантатом выполняли «наглухо».

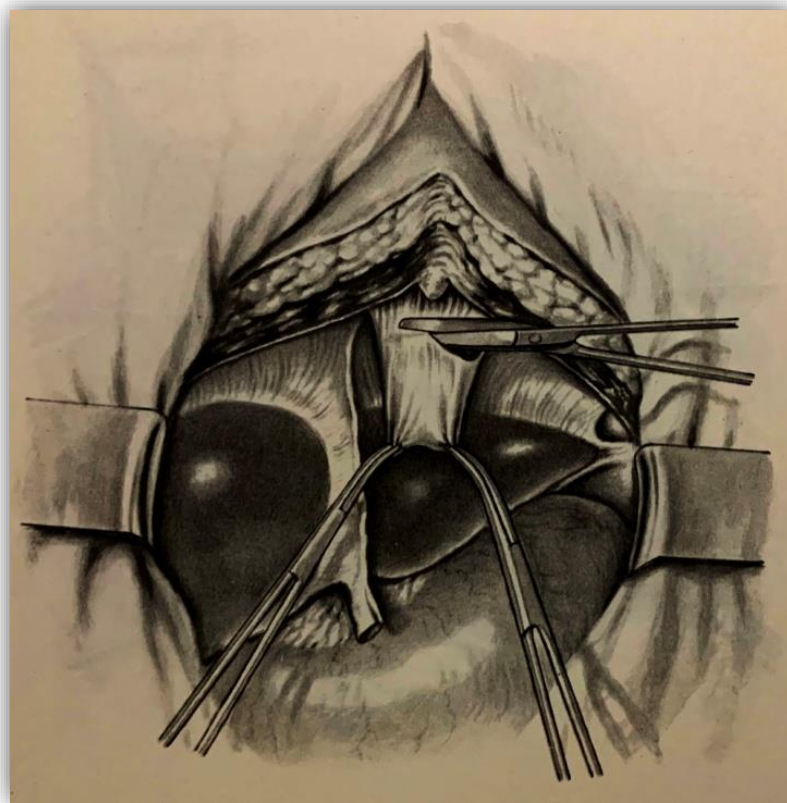
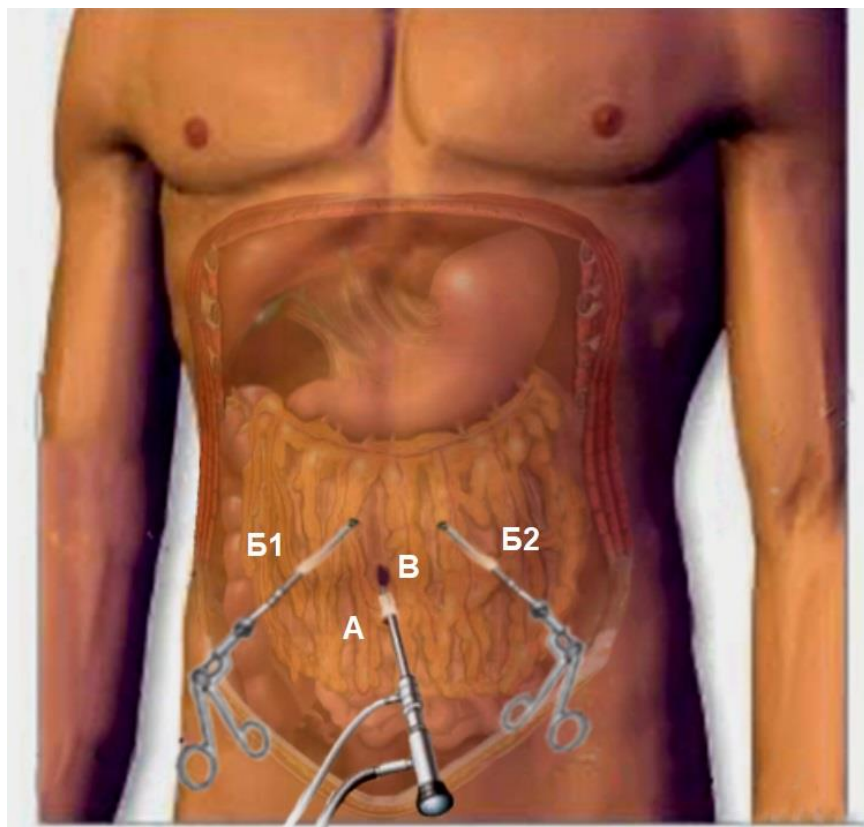


Рисунок 2.16 – Формирование тоннеля для проведения сформированной пряди большого сальника в проекции щели Ларрея (из "Атлас грудной хирургии" Б.В. Петровского, 1974)

При лапароскопическом выделении сальника пациента укладывали в положение Тренделенбурга с применением карбоксиперитонеума с давлением 12 мм в.д.ст.

Использовали 3 порта – 2 по 5 мм для зажима и ультразвукового скальпеля (Harmonic 25mm, J&J, США), 10 мм для лапароскопа – на 2 см ниже пупка (рисунок 2.17).



А – лапароскоп, Б1, Б2 – манипуляторы, В – пупок

Рисунок 2.17 – Схема расстановки портов и инструментов для торакооментопластики

После заполнения всего объема раневого дефекта сальником на переднюю грудную стенку пациента с перекрытием области сохраненной рукоятки и тела грудины укладывали сетчатый титановый эндопротез ВТ 1-00, растянутый в краниальном и каудальном направлении до размера 120 х 120 мм. Предварительно фиксировали титановый эндопротез по углам одинарным швом. Далее эндопротез фиксировали обвивным швом нитью Prolene 2/0 без натяжения по периметру к передней стенке грудной клетки. Затем выполняли пластику встречными лоскутами больших грудных мышц с последующим послойным ушиванием раны (рисунок 2.18).

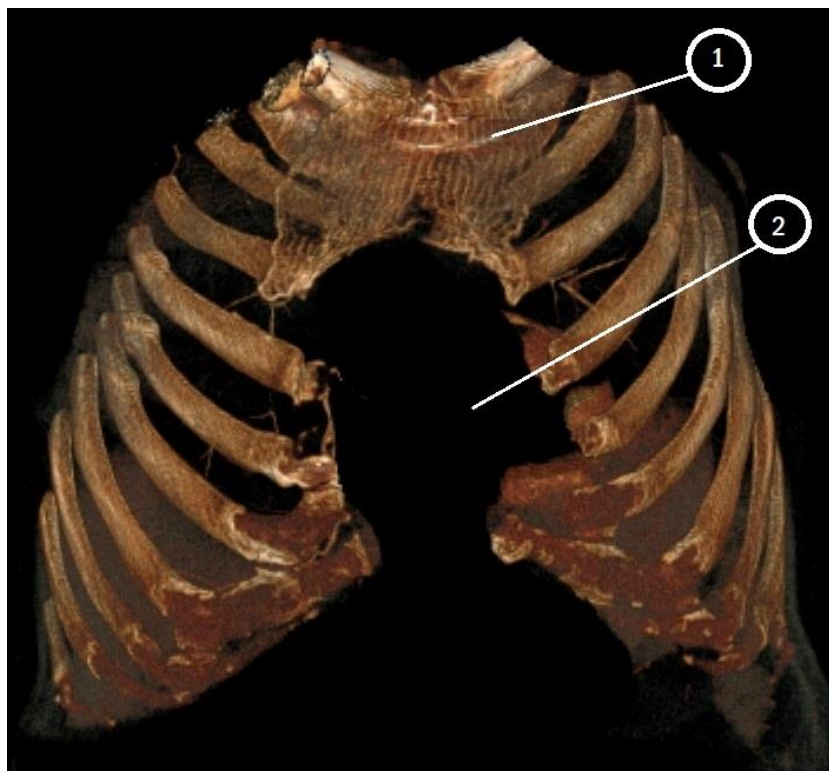


Рисунок 2.18 – 3D-реконструкция грудной клетки на 7 сутки после торакооментопластики с использованием титанового эндопротеза: 1- область фиксации эндопротеза в зоне сохраненной рукоятки грудины; 2 – сформирован обширный костный дефект, замещен лоскутом большого сальника (не визуализирован).

2.4 Оценка эффективности метода

Показатели эффективности оценивали по данным регистрационных карт–опросников, в которых учтены:

- сохранение подвижности в грудине;
- купирование болевого синдрома в отдаленном периоде;
- отсутствие развития нестабильности металлоконструкции;
- отсутствие развития гнойно-септического воспаления в зоне операции;
- предупреждение развития инвалидности;
- улучшение качества жизни.

2.5 Статистический анализ

Обработка клинических данных и полученных результатов проведена с использованием программы Statistica 7. Для статистической обработки данных использованы методы вариационной статистики, расчет среднего квадратического отклонения, медианы и интерквартильного размаха (интервал между 25 и 75 перцентилями). Сопоставление двух связанных между собой групп по количественным признакам выполняли непараметрическим методом с использованием теста согласованных пар Уилкоксона. Сравнение двух несвязанных между собой групп по количественным признакам осуществляли непараметрическим методом с использованием U-критерия Манна-Уитни. При вероятности большей 95% различия считали статистически достоверными. Разница двух средних или относительных величин считали достоверной при вероятности ошибки (p) меньше или равной 0,05.

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Результаты исследования

Результаты лечения прослежены в сроки от 30 сут. до 54 мес. после завершающей торакопластики.

Пациенты основной группы (n=97) прооперированы по описанной ранее методике с использованием сетчатого титанового эндопротеза. Пациенты контрольной группы (n=31) прооперированы по стандартному методу реостеосинтеза, включающему применение стальных лигатур и фиксаторов из никелида титана с ЭФП. При этом у 7 пациентов (7,2%) ОГ и 1 пациента (3,2%) КГ в связи с наличием критического дефекта грудины торакопластика дополнена оментопластикой с лапароскопическим выделением лоскута сальника на питающей ножке.

Общая продолжительность операции в ОГ составила от 65 мин. до 280 мин. с медианой 150 (120; 185) минут. Общая продолжительность выполнения операции в КГ составило от 45 мин. до 205 мин. с медианой 135 (105; 175) минут.

Перевод пациентов из отделения реанимации и их активизацию осуществляли в течение 1-х ПОС. В послеоперационном периоде проводили профилактику тромботических, инфекционных и респираторных осложнений. Антибактериальную терапию у пациентов, ранее прошедших этапное лечение стерномедиастинита, назначали в соответствии с данными предоперационного микробиологического исследования раны. Непосредственные результаты исследования включали оценку местных и общих осложнений, общую удовлетворенность пациента и рецидив нестабильности в первые 30 ПОС с момента операции.

Исчезновение подвижности в проекции передней грудной стенки отметили 100% пациентов в раннем послеоперационном периоде.

Общая частота послеоперационных осложнений составила 21,1%. Распределение госпитальных осложнений по степени тяжести в соответствии с классификацией Dindo-Clavien в сроки до 30 суток представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристика послеоперационных осложнений в сроки до 30 суток

Классификация по Dindo-Clavien			
Степень	ОГ (n = 97)	КГ (n = 31)	p
I	3.0 (17.6%)	9.0 (90.0%)	0.003
II	-	-	
IIIa	5.0 (29.4%)	1.0 (10.0%)	
IIIb	8.0 (29.6%)	-	
IV	-	-	
V	1.0 (3.7%)	-	
Всего	17 (100%)	10 (100%)	

При анализе осложнений по шкале Clavien-Dindo получены достоверные различия ($\chi^2(3, N = 27) = 13.8, p = 0.003$). Подавляющее большинство осложнений в группе КГ было I степени (n = 9, 90.0%), в группе ОГ преобладали осложнения IIIa (n = 5, 29.4%) и IIIb степени (n = 8, 29.6%). К I группе осложнений в ОГ отнесены 3 пациентов, из них у 2 отмечено длительное наличие фебрильной температуры, разрешившейся самостоятельно в течение 5 суток. У одного пациента отмечено наличие гематомы, не потребовавшей инвазивного лечения. В КГ в соответствии со шкалой Clavien-Dindo I степень установлена у 9 пациентов, у 4 из них отмечено наличие длительной фебрильной температуры, также разрешившейся самостоятельно, у 5 пациентов в течение 7 суток после операции сохранялся болевой синдром более 5 баллов по ВАШ, требовавший введения трамадола. Основные виды осложнений представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Виды послеоперационных осложнений

Осложнения	ОГ (n = 97)	КГ (n = 31)	p
	Абс. (%)	Абс. (%)	
Наличие местного осложнения			0.040
да	15.0 (15.5%)	10.0 (32.3%)	
нет	82.0 (84.5%)	21.0 (67.7%)	
гематома			0.570
да	1.0 (1.0%)	0.0 (0.0%)	
нет	96.0 (99.0%)	31.0 (100.0%)	
Серома			0.391
да	1.0 (1.0%)	1.0 (3.2%)	
нет	96.0 (99.0%)	30.0 (96.8%)	
Краевой некроз кожи			0.570
да	1.0 (1.0%)	0.0 (0.0%)	
нет	96.0 (99.0%)	31.0 (100.0%)	
Нагноение раны			0.099
да	8.0 (8.2%)	0.0 (0.0%)	
нет	89.0 (91.8%)	31.0 (100.0%)	
Расхождение краев раны			0.322
да	3.0 (3.1%)	0.0 (0.0%)	
нет	94.0 (96.9%)	31.0 (100.0%)	
Смерть после операции			0.570
да	1.0 (1.0%)	0.0 (0.0%)	
нет	96.0 (99.0%)	31.0 (100.0%)	

Местные осложнения наблюдали у 25 больных, достоверно чаще в группе ОГ ($\chi^2(1, N = 128) = 4.22, p = 0.040$). Риск возникновения местного осложнения в группе КГ был на 61.6% ниже, чем в группе ОГ (ОШ = 0.384, 95% ДИ [0.151, 0.976]). В структуре осложнений достоверных различий между группами

выявлено не было ($p > 0.05$). В ОГ местное лечение без общего обезболивания с положительным эффектом проведено одному пациенту с наличием серомы послеоперационного рубца после ранее выполненной оментопластики, одному пациенту с некрозом кожных краев раны и 3 пациентам с послеоперационным нагноением раны – на фоне смены антибактериальной терапии и местного лечения удалось консервативно разрешить инфекционный процесс. В КГ также проведено местное лечение пациенту с явлениями серомы в проекции послеоперационного рубца после ранее выполненной оментопластики. Повторное хирургическое вмешательство выполнено 8 пациентам ОГ: 3 пациентам в связи с расхождением краев раны и 5 пациентам в связи с рецидивом инфекционного процесса – после проведенного хирургического лечения, дополненного антибактериальной терапией, инфекционный процесс разрешен.

Один пациент в основной группе умер на 9-е сутки после операции в результате острой сердечной недостаточности.

Продолжительность госпитализации в послеоперационном периоде в ОГ составила от 3 до 86 суток с медианой 10 (9; 12) суток. Продолжительность госпитализации в послеоперационном периоде в КГ составила от 6 до 20 суток с медианой 9 (9; 11) суток.

Рецидива основного заболевания за время наблюдения не зафиксировано. Во всех случаях достигнута стабилизация передней грудной стенки.

Сводные значения проведенного анкетирования по тесту Освестри представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Распределение пациентов в периоперационном периоде по шкале Освестри

Уровень ограничения	До операции (%)	После операции (%)
Отсутствие ограничений	10,3 %	7,7 %
Небольшое	17,2 %	27 %
Умеренное	31,1 %	46,2 %

Продолжение таблицы 3.3

Серьезное	31,1 %	15,3 %
Полное	10,3 %	3,8 %

Так, в послеоперационном периоде отмечено снижение уровня физического ограничения на фоне снижения болевого синдрома в группах тяжелого физического ограничения.

Оценка изменения качества жизни проведена на основании анкеты SF-36 в пред- и в послеоперационном периоде.

Согласно полученными данными у всех пациентов ОГК (n=97) в предоперационном периоде отмечена значимая функциональная дезадаптация и снижение уровня качества жизни. Так, медианные значения уровня физического и психического состояния были 31,8 (26; 36) и 36,7 (32; 42) соответственно. В послеоперационном периоде положительные данные достигнуты по ряду показателей: «физическое функционирование», «социальное функционирование» и «психическое здоровье» (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Оценка качества жизни в периоперационном периоде по данным анкетирования SF-36

Шкалы	Параметр до операции, Ме (25%; 75%)	Параметр после операции, Ме (25%; 75%)
физическое функционирование	35 (10; 50)	40 (15; 55)
ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием	0 (0; 0)	0 (0; 25)

Продолжение таблицы 3.4

интенсивность боли	41 (22; 51)	41 (31; 41)
общее состояние здоровья	45 (35; 57)	45 (42; 57)
жизненная активность	40 (30; 55)	40 (25; 65)
социальное функционирование	50 (25; 62)	62,5 (37,5; 75)
ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием	0 (0; 33)	0 (0; 33)
Психическое здоровье	50 (36; 64)	56 (44; 72)
Общее физическое благополучие	31,8 (26; 36)	31,8 (26,1; 36,4)
Общее психическое благополучие	36,7 (32; 42)	42 (34; 48)

Отдаленные результаты исследования оценивали исходя из данных о рецидиве нестабильности грудины, рецидиве стерномедиастинита, а также динамике болевого синдрома по данным ВАШ-тестирования.

При оценке болевого синдрома по шкале ВАШ выявлено, что данный показатель достоверно снижался в обеих группах на 7 сутки и через год после операции ($p < 0.001$) (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Оценка болевого синдрома по ВАШ (Me)

Группа	Этапы наблюдения выраженности по боли по ВАШ						p
	До операции		Через 7 суток		Через 12 месяцев		
	Me	Q1– Q3	Me	Q1– Q3	Me	Q1 – Q3	
КГ	6	6 – 7	3	3 – 4	3	1 – 4	< 0.001

Продолжение таблицы 3.5

ОГ	6	4 – 7	4	2 – 5	1	0 – 1	< 0.001
p	0.249		0.887		< 0.001*		–

При сравнении показателя между группами достоверные различия выявлены через 12 месяцев после операции (Me = 3, [ИКР] 1-4 в группе КГ против Me = 1, [ИКР] 0-1 в группе ОГ, $p < 0.001$) – рисунок 3.1.

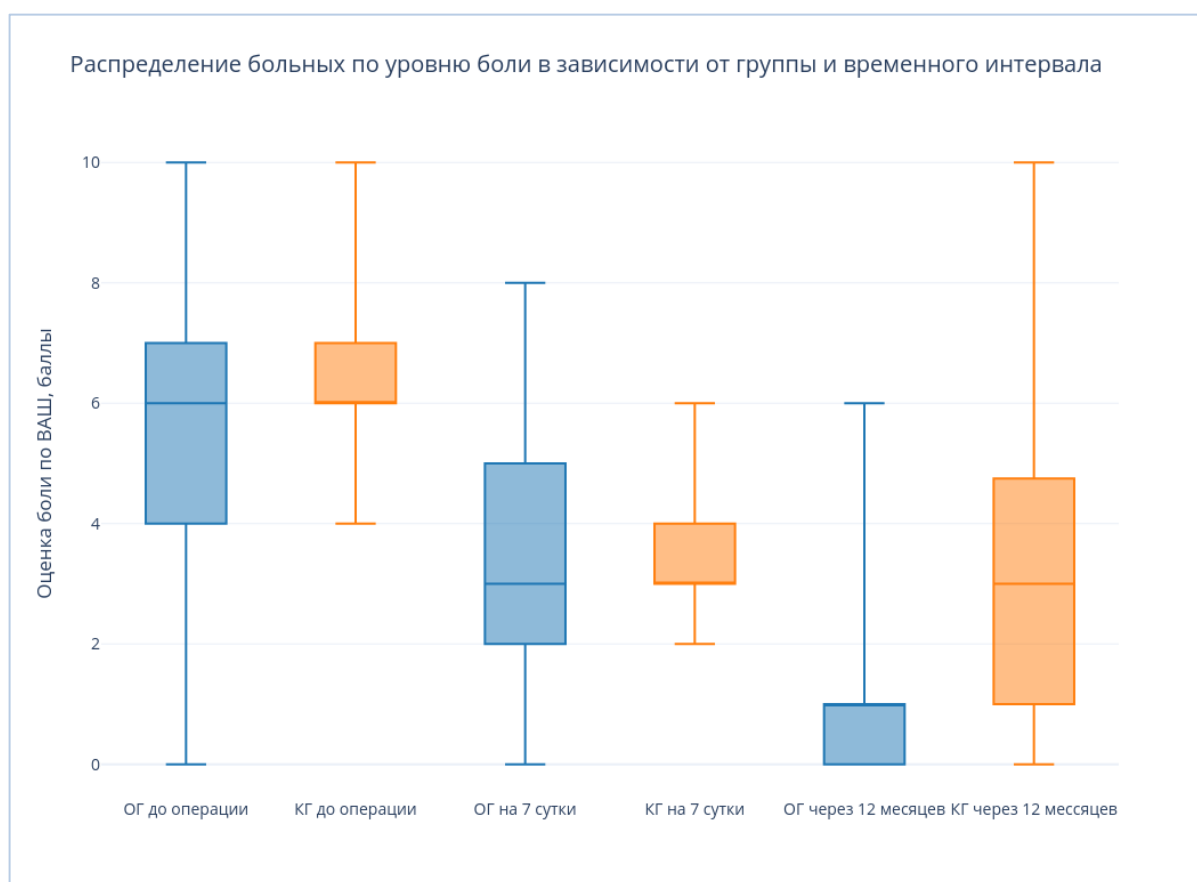


Рисунок 3.1 – Динамика болевого синдрома по ВАШ в течение 1 года после операции

При анализе рецидива нестабильности (таблица 3.6) в отдаленном периоде получены достоверные различия ($\chi^2 (1, N = 96) = 5.37, p = 0.021$).

Таблица 3.6 – Рецидив нестабильности грудины

Осложнения	ОГ (n = 96)	КГ (n = 31)	p
	Абс. (%)	Абс. (%)	
Рецидив нестабильности отдаленный			
да	3 (3.1%)	6 (19.4%)	0.021
нет	93 (96.9%)	25 (80.6%)	

Данное осложнение достоверно чаще наблюдалось в группе КГ (ОШ = 4.96, 95% ДИ [1.15, 21.4]) (рисунок 3.2).

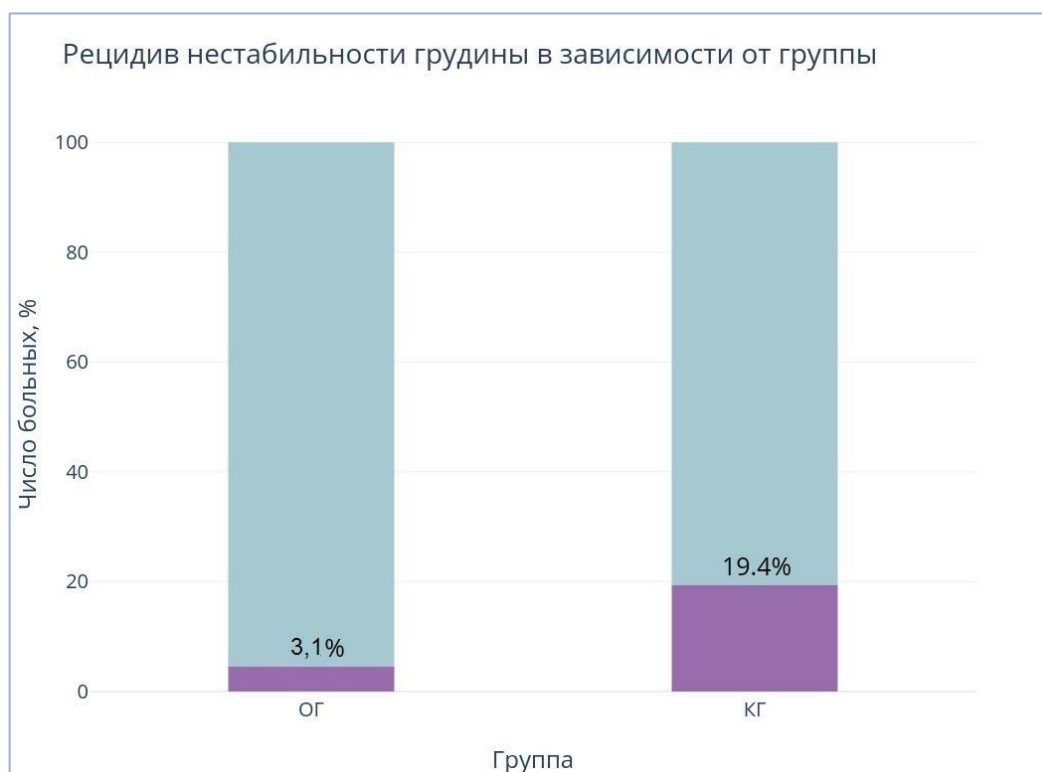


Рисунок 3.2 – Распределение рецидива нестабильности между группами

В отдаленном периоде нестабильность грудины отмечена у 3 пациентов основной группы и у 6 пациентов в контрольной группе. Распределение пациентов с рецидивом нестабильности грудины по наличию известных факторов риска представлено в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Факторы риска у пациентов с рецидивом нестабильности грудины (объяснение в тексте)

Показатель	Пациент 1	Пациент 2	Пациент 3	Пациент 4	Пациент 5	Пациент 6	Пациент 7	Пациент 8	Пациент 9
Группа	ОГ	ОГ	ОГ	КГ	КГ	КГ	КГ	КГ	КГ
Пол	М	М	М	М	М	М	М	М	М
Возраст (лет)	57	59	56	54	68	59	72	57	69
ИМТ	32,4	36,05	36	40	33	34	31	40	31
ХОБЛ	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Сахарный диабет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Первичный остеосинтез	Проволока	фиксаторы из ИТ	Проволока	Проволока	Проволока	фиксаторы из ИТ	Проволока	Проволока	Проволока
Форма стернотомии	Симметричная	Асимметричная	Асимметричная	Асимметричная	Симметричная	Симметричная	Асимметричная	Асимметричная	Симметричная
Хирургическая обработка	Более трех	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Костный дефицит грудины	Субтотальный	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Поперечные переломы грудины	Множественные	Множественные	Один	Два	нет	нет	нет	нет	Один
Попытки реостеосинтеза	Одна	Одна	Нет	Одна	Нет	Две	Нет	Нет	Нет

В основной группе достоверно известны причины развития нестабильности грудины у двух пациентов – рецидив в одном случае вызван прямой механической травмой передней грудной стенки с частичным разрывом сетчатого титанового эндопротеза, во втором случае – с длительно персистирующим кашлевым синдромом на фоне тяжелого ХОБЛ.

Рецидив инфекционного процесса в виде свищевой формы остеомиелита грудины зарегистрирован у 4 пациентов в двух группах, что потребовало повторной госпитализации. На фоне проведения системной антибактериальной терапии и местного лечения достигнуто консервативное заживление свищевых дефектов. Рецидивы раневых инфекций преобладали в группе ОГ (3:1), но достоверных различий не получено ($p = 0.750$).

В отдаленном периоде летальные исходы не зарегистрированы.

3.2 Результаты электронно-микроскопического исследования

Электронно-микроскопическое исследование проведено одному пациенту основной группы (2017 г.) через 5 лет после установки титанового эндопротеза в связи с развитием лигатурного свища. Признаков рецидива нестабильности грудины не выявлено (рисунок 3.3).

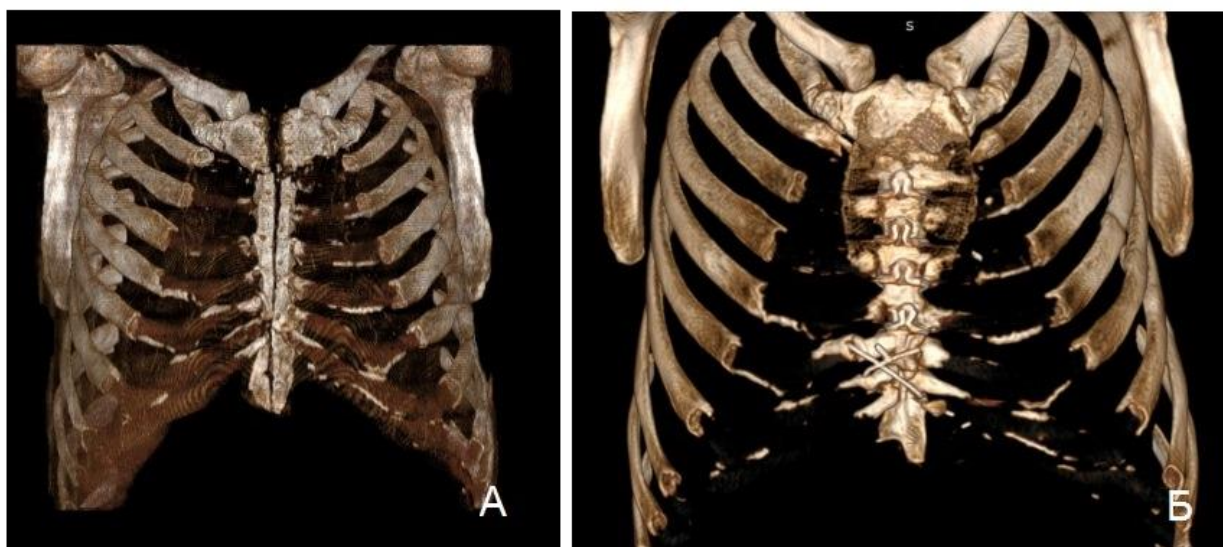


Рисунок 3.3 – 3Д-реконструкция грудины: А – до обращения в центр в 2017 году, Б – через 5 лет после торакопластики

По данным фистулографии отмечен затек контрастного препарата в проекции мягких тканей над зоной эндопротеза (рисунок 3.4).

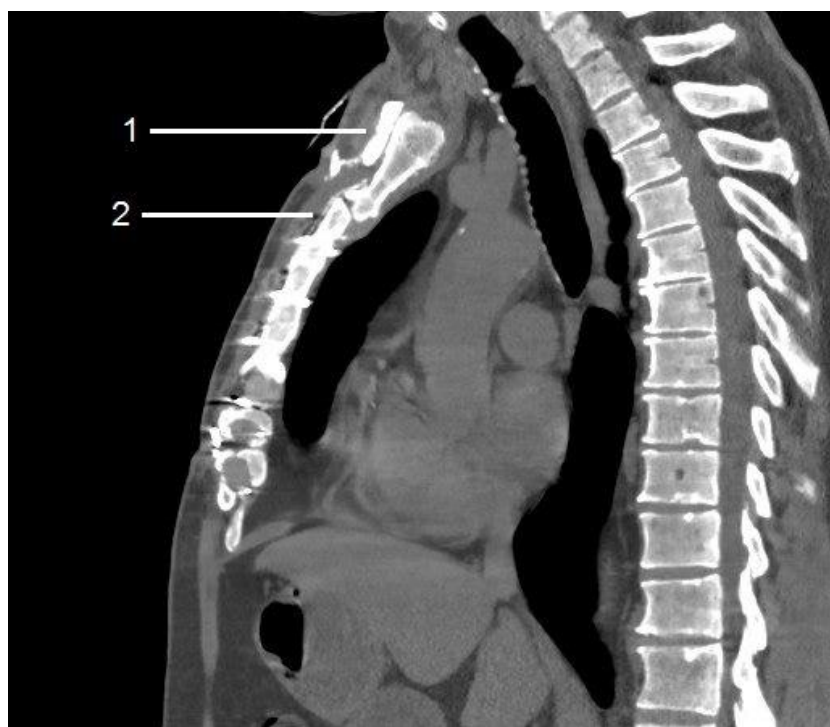


Рисунок 3.4 – МСКТ-фистулография: 1 – область распространения контрастного препарата; 2 – зона фиксации эндопротеза

В ходе операции выявлен затек в проекции медиального края большой грудной мышцы – лигатурный свищ, иссечен.

При визуальном контроле установленный ранее сетчатый эндопротез полностью интегрирован в переднюю костную пластинку грудины (рисунок 3.5).

Визуальных признаков наличия остеолитических очагов не установлено. С целью морфологического исследования выполнена полнослойная биопсия тканей в зоне установки эндопротеза в проекции рукоятки грудины.

Для пучков коллагена была характерна направленность вдоль нитей имплантата с образованием соединительнотканых капсул, в виде «муфт», вокруг титановых нитей (рисунок 3.6).

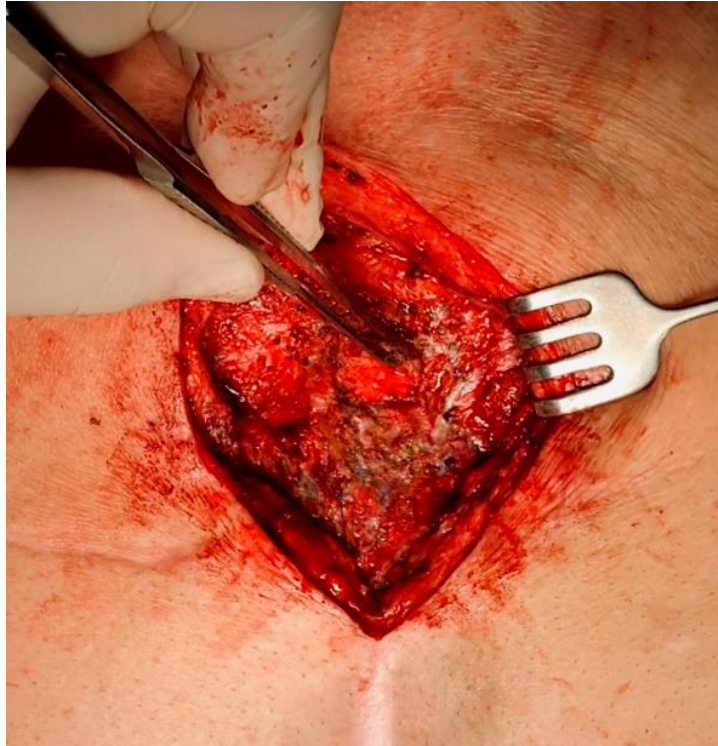


Рисунок 3.5 – Интраоперационная фотография: отсутствует граница между эндопротезом и грудиной

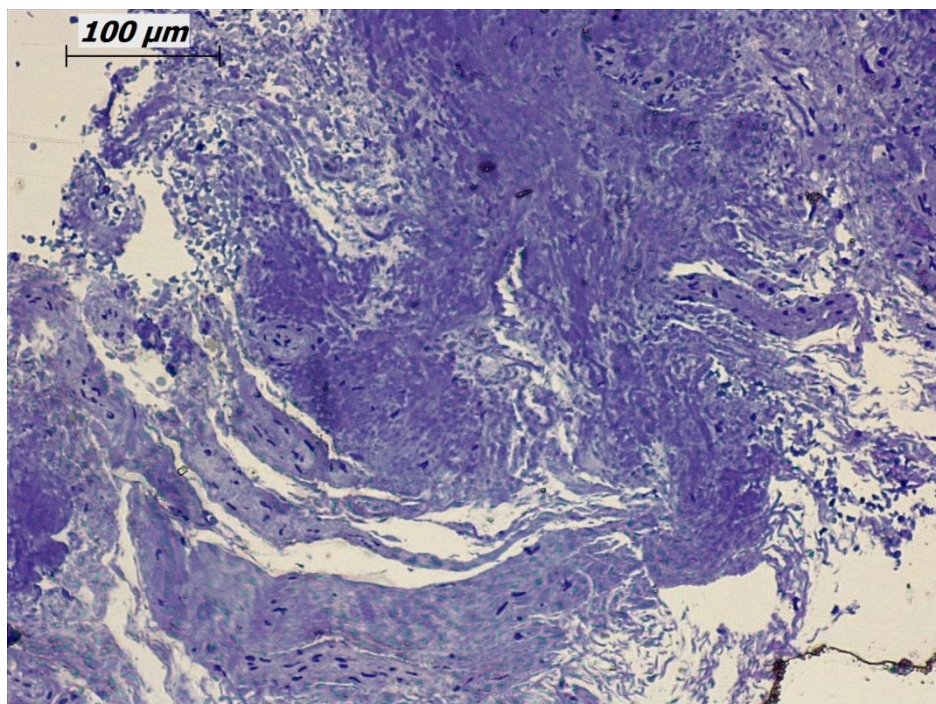


Рисунок 3.6 – Разнонаправленные коллагеновые волокна в зоне имплантации титанового эндопротеза. Окраска толуидиновым синим

Коллагеновые волокна образовывали в ячейках титановой сетки своеобразную разнонаправленную решетку (рисунок 3.7).

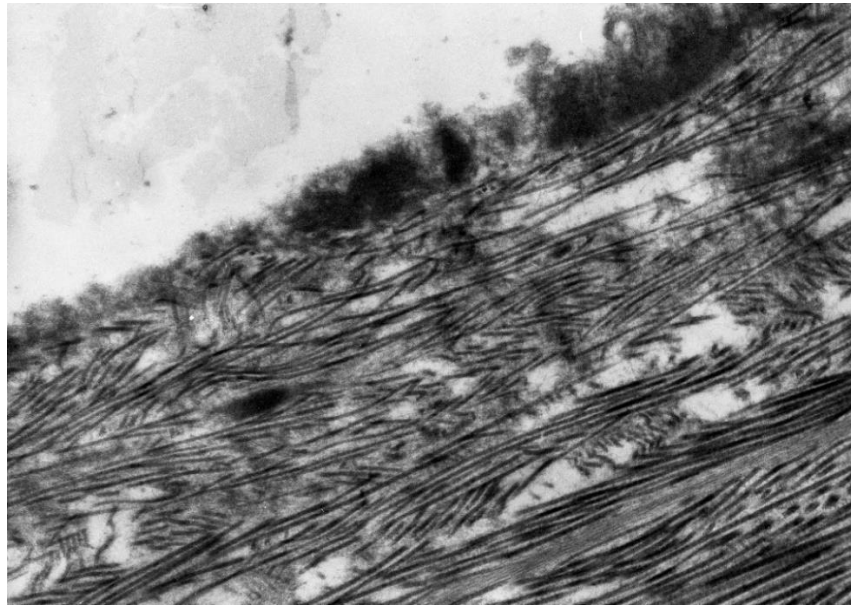


Рисунок 3.7 – Соединительнотканная капсула, образованная вокруг титановой нити. Светлое пространство – место нахождения нити. ЭМ Ув. 14000

При сканирующей электронной микроскопии отмечена полная интеграция нитей титана в тканевой регенерат (рисунок 3.8).

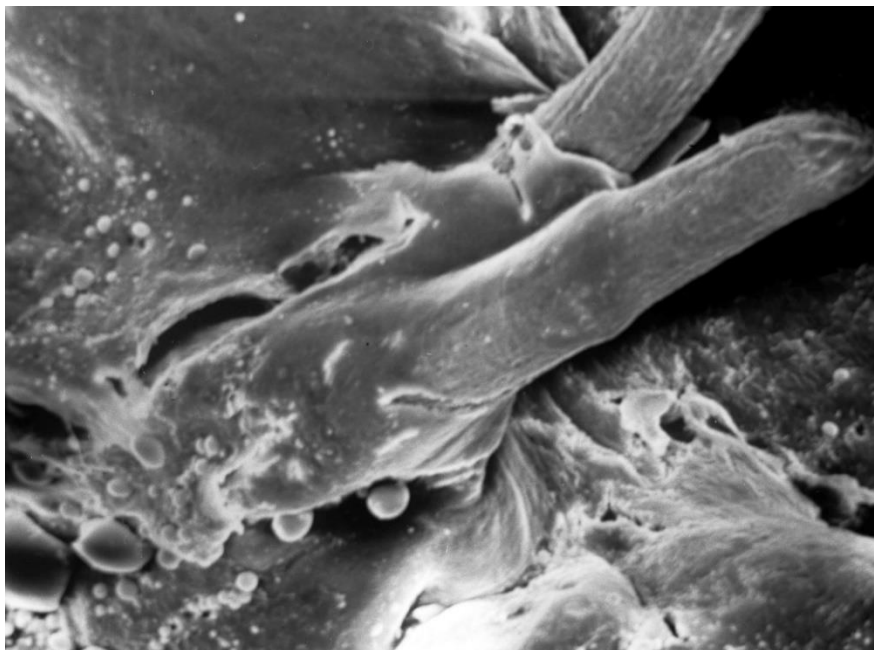


Рисунок 3.8 – Тканевой регенерат с интегрированными нитями из титана.

СЭМ Ув. 200

Ни в одном из препаратов не было отмечено воспалительных инфильтратов вокруг нитей никелида титана.

Данное наблюдение демонстрирует ряд таких преимуществ применения титанового эндопротеза в условиях реконструкции грудной стенки, как зрелость вновь сформированной соединительной ткани в зоне имплантации эндопротеза, формирование соединительнотканной капсулы вокруг нитей из никелида титана, отсутствие участков гиалиноза и воспаления около фрагментов эндопротеза. Это демонстрирует биосовместимость титановой нити с тканями организма, значимую интеграцию имплантата и прочность сформированного соединительнотканного регенерата.

ГЛАВА IV. ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на активное развитие миниинвазивных и эндоваскулярных методик коррекции заболеваний сердца, ежегодно в России выполняют до 70 тысяч операций на открытом сердце с использованием доступа – срединной стернотомии [2, 113]. Частота осложнений после стернотомии по данным отдельных авторов достигает 8% и сохраняет устойчиво высокий уровень даже в многопрофильных клинических центрах [49, 79, 85, 94]. Отрицательной стороной проводимых исследований зарубежной и отечественной литературы выступает локальный характер анализируемых данных, отсутствие охвата результатов работы большинства центров и клиник сердечно-сосудистой хирургии, что влияет на достоверность представленных публикаций в плане распространенности данных осложнений в совокупности.

Если в настоящий момент благодаря клиническим рекомендациям и проводимым исследованиям существует четкая хирургическая тактика лечения стерномедиастинита, то вопрос реостеосинтеза грудины, восполнения дефекта передней грудной стенки и восстановления ее каркаса, снижение болевого синдрома и повышения качества жизни данной категории больных будет актуальным [4, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 19, 25, 31].

Отсутствие систематизации и показаний к каждому из множества способов восстановления рассеченной грудины приводит и к неоптимальному выбору метода первичной стернотомии, и к трудностям выполнения реостеосинтеза грудины, а также восстановления каркаса передней грудной стенки. Появление нового эндопротеза на основе титана и успешные результаты его применения в качестве реконструктивного материала послужили основой для его применения в реконструкции передней грудной стенки [10, 17, 33, 59, 91]. С целью оценки преимуществ данного метода в период с 2016 по 2020 гг. в отделении торакальной хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» МЗ РФ проведено хирургическое лечение послеоперационной нестабильности грудины 128 пациентам старше 18 лет. Ретроспективно среди данных пациентов выделена

основная и контрольная группы. В основную группу (n=97) включены пациенты, которым выполнена комбинированная торакопластика сетчатым титановым эндопротезом ВТ 1-00 («титановый шелк», ТУ-9398-001-65066398-2010, ООО НПФ «Темп», г. Екатеринбург, Россия, получен патент на изобретение №2578359 от 25.01.2016 г.). В контрольную группу (n=31) включены пациенты, которым выполнен реостеосинтез грудины без сетчатого титанового эндопротеза, группы пациентов были сопоставимы по своим основным клиническим характеристикам.

Основная жалоба у всех пациентов с нестабильностью грудины – хронический болевой синдром. Хронический болевой синдром в грудине и прилегающих ребрах отмечают до 50% пациентов [50]. С тяжелым болевым синдромом, требующим терапевтической коррекции опиоидными анальгетиками, сталкиваются 10% – 30% пациентов [49, 68].

Хронический болевой синдром – достоверный фактор, способствующий ограничению повседневной жизнедеятельности и снижению уровня качества жизни [50, 68]. В нашем исследовании болевой синдром на предоперационном этапе отмечен у всех пациентов, у 26 (20,3%) пациентов болевой синдром оценен как тяжелый (ВАШ ≥ 5 баллов). Исходя из оценки болевого синдрома согласно ВАШ, достоверных различий в группах не получено, так ВАШ в ОГ составил 5.6 ± 2.6 баллов, в КГ – 6.4 ± 1.4 баллов. Более 40% пациентов на фоне болевого синдрома имели значимое ограничение жизнедеятельности (согласно результатам опросника Освестри), выраженная физическая и психологическая дезадаптация – медиана показателей физического и психологического компонентов здоровья составила соответственно 31,8 (26; 36) и 36,7 (32; 42).

Из множества различных пред-, интра- и послеоперационных факторов риска развития нестабильности грудины наиболее часто выделяют: возраст старше 50 лет, женский пол, нарушение жирового обмена, в особенности – ожирение (ИМТ ≥ 30), ХОБЛ, сахарный диабет, асимметричная стернотомия, выполнение первичной стернотомии проволочным швом [6, 19, 44, 76, 79]. В проведенном исследовании возраст пациентов в основной и контрольной группах составил 62.8 ± 7.3 года и 64.9 ± 7.1 года соответственно (p=0,175). В нашем

исследовании распределение мужчин и женщин представлено в основной группе как 79:18 и в контрольной группе как 28:3 соответственно ($p=0.245$). Такие значимые факторы риска развития нестабильности грудины, как ожирение, ХОБЛ, асимметричная форма стернотомии, сахарный диабет, первичный остеосинтез стальной лигатурой установлены в ОГ у 42 (43,3%), 6 (6,2%), 49 (52,7%), 31 (32%) и 89 (91,8%) пациентов соответственно. В КГ данные показатели отмечены у 14 (45,6%), 2 (6,5%), 9 (29%), 7 (22,6%) и 28 (90,3%) пациентов.

В ходе сравнительного анализа среди факторов риска различия были получены в показателе ИМТ, который был достоверно выше в группе КГ – 32.3 ± 3.90 , 95% ДИ [26.0, 40.0], против 29.7 ± 4.15 , 95% ДИ [20.7, 38.7] в группе ОГ, ($p = 0.019$). Однако пациенты с ожирением достоверно чаще встречались в ОГ – 43 (44,3%) против 14 (38,7%) в КГ ($p = 0.015$). Как видно из приведенных данных литературы, а также анализа собственного исследования – большинство пациентов имели множество модифицируемых и не модифицируемых факторов риска. Наиболее значимым было нарушение жирового обмена, проявлявшееся в наличие избыточной массы тела и ожирения. Среди остальных факторов риска, непосредственно оказывающих влияние на развитие нестабильности грудины, различие наблюдали в показателе асимметричной стернотомии – 49 (52,7%) в ОГ против 9 (29%) в КГ ($p = 0.022$) [5]. По объему первичного хирургического вмешательства на сердце больные не имели различий ($p > 0.05$) – преимущественно это были пациенты, перенесшие шунтирующие операции на коронарных артериях.

Немаловажной является проблема лечения и подготовки пациентов со стерномедиастинитом к завершающей торакопластике, поскольку у 20% пациентов стерномедиастинит приобретает рецидивирующее течение [29]. В соответствии с проектом Национальных клинических рекомендаций по диагностике и лечению послеоперационного остеомиелита грудины и ребер данным пациентам проведено этапное хирургическое лечение стерномедиастинита, включая этапы хирургической обработки и последующего

местного лечения [16]. В соответствии с фазами раневого процесса местное лечение раны проводили в объеме ежедневных перевязок с оценкой местного статуса и контролем бактериальной обсемененности по данным микробиологических посевов раневого отделяемого.

С целью ускорения процессов созревания грануляций применяли лечение переменным отрицательным давлением с помощью аппарата VivanoMed (Hartmanntm, Германия) [12]. Этапное хирургическое лечение стерномедиастинита к моменту завершающей торакопластики проведено 59 (60,8%) и 7 (22,5%) пациентам в ОГ и КГ соответственно. При этом рецидивирующий характер инфекционный процесс приобрел у 33 (25,8%) пациентов – в ОГ до обращения в центр попытки этапного лечения предприняты у 27 пациентов, в КГ попытки этапного лечения предприняты у 6 пациентов. Один пациент ОГ и два пациента КГ не требовали этапного лечения ввиду ограниченного инфекционного процесса. Количество пациентов, которым суммарно выполнено три и более хирургических обработки, составили в ОГ 8 пациентов (8,2%). В КГ таких пациентов было 2 (6,4%).

Не менее интересен тот факт, что в литературе почти не описаны существенные значения в формировании нестабильности грудины предыдущих попыток выполнения реостеосинтеза грудины, как в срочном, так и в отсроченном порядке, способствующих фрагментации грудины. Более того, у отдельных пациентов до этапа завершающей торакопластики были более 1 попытки реостеосинтеза. Неудачные попытки реостеосинтеза грудины по данным литературы составляет около 20% наблюдений нестабильности грудины, а поскольку каждая неудачная попытка восстановления целостности грудины приводит к формированию дополнительных поперечных переломов и костному дефициту – это осложняет выполнение торакопластики [19, 41, 79]. Так, попытки реостеосинтеза предприняты у 16 (16,5%) пациентов основной группы, и у 6 (19,4%) пациентов контрольной группы ($p=0.215$).

Все эти факторы актуализируют проблему нестабильности грудины и требуют решения вопросов как изменения подхода к остеосинтезу грудины у

пациентов с факторами риска, так и применения надежного способа восстановления грудины и передней грудной стенки с целью профилактики рецидива нестабильности грудины.

Как отмечено ранее, из 128 пациентов с послеоперационной нестабильностью грудины сформированы основная группа (n=97), где хирургическое лечение выполнено в объеме комбинированной торакопластики с использованием сетчатого титанового эндопротеза, и контрольная группа (n=31), где выполнен реостеосинтез без использования сетчатого титанового эндопротеза. При этом у 7 пациентов (7,2%) ОГ и 1 пациента (3,2%) КГ в связи с наличием критического дефекта грудины торакопластика дополнена оментопластикой с лапароскопическим выделением лоскута сальника на питающей ножке. Результаты исследования прослежены в сроки от 30 суток до 54 месяцев.

Общая продолжительность операции в ОГ составила от 65 мин. до 280 мин. с медианой 150 (120; 185) минут. Общая продолжительность выполнения операции в КГ составило от 45 мин. до 205 мин. с медианой 135 (105; 175) минут.

В послеоперационном периоде проводили профилактику тромботических, инфекционных и респираторных осложнений. Антибактериальную терапию у пациентов, ранее прошедших этапное лечение стерномедиастинита, назначали в соответствии с данными предоперационного микробиологического исследования раны. Непосредственные результаты исследования включали оценку местных и общих осложнений, общую удовлетворенность пациента и рецидив нестабильности в первые 30 ПОС с момента операции. Исчезновение подвижности в проекции передней грудной стенки отметили 100% пациентов в раннем послеоперационном периоде. Общая частота послеоперационных осложнений составила 21,1%.

При анализе осложнений по шкале Clavien-Dindo получены достоверные различия ($\chi^2(3, N = 27) = 13.8, p = 0.003$). Подавляющее большинство осложнений в группе КГ было I степени (n = 9, 90.0%), в группе ОГ преобладали осложнения IIIa (n = 5, 29.4%) и IIIb степени (n = 8, 29.6%). Местные осложнения наблюдались у 25 больных, достоверно чаще в группе ОГ ($\chi^2(1, N = 128) = 4.22, p = 0.040$).

Частота возникновения местного осложнения в группе КГ была на 61.6% ниже, чем в группе ОГ (ОШ = 0.384, 95% ДИ [0.151, 0.976]). В структуре встретившихся осложнений достоверных различий между группами выявлено не было ($p > 0.05$).

В ОГ местное лечение без общего обезболивания с положительным эффектом проведено одному пациенту с наличием серомы послеоперационного рубца после ранее выполненной оментопластики, одному пациенту с некрозом кожных краев раны и 3 пациентам с послеоперационным нагноением раны – на фоне смены антибактериальной терапии и местного лечения удалось консервативно разрешить инфекционный процесс. В КГ также проведено местное лечение пациенту с явлениями серомы в проекции послеоперационного рубца после ранее выполненной оментопластики. Повторное хирургическое вмешательство потребовалось 8 пациентам ОГ: 3 пациентам в связи с расхождением краев раны и 5 пациентам в связи с рецидивом инфекционного процесса – после проведенного хирургического лечения, дополненного антибактериальной терапией, инфекционный процесс разрешен. Один пациент в основной группе скончался на 9-е сутки после операции в результате острой сердечной недостаточности. Продолжительность госпитализации в послеоперационном периоде в ОГ составила от 3 до 86 суток с медианой 10 (9; 12) суток. Продолжительность госпитализации в послеоперационном периоде в КГ составила от 6 до 20 суток с медианой 9 (9; 11) суток. Рецидива основного заболевания за время наблюдения не зафиксировано. В обеих группах достигнута стабилизация передней грудной стенки.

В послеоперационном периоде отмечено снижение уровня физического ограничения на фоне снижения болевого синдрома в группах тяжелого физического ограничения. Оценка изменения качества жизни проведена на основании анкеты SF-36 в пред- и в послеоперационном периоде. В соответствии с полученными данными у всех пациентов ОГ ($n=97$) в предоперационном периоде отмечена значимая функциональная дезадаптация и снижение уровня качества жизни. Так, медианные значения уровня физического и психического состояния были 31,8 (26; 36) и 36,7 (32; 42) соответственно. В послеоперационном

периоде положительные медианные данные достигнуты по ряду показателей в оценке качества жизни пациента по опроснику SF-36: «физическое функционирование» – 35(10; 50) против 40 (15; 55); «социальное функционирование» – 50 (25; 62) против 62,5 (37,5; 75); «психическое здоровье» – 50 (36; 64) против 56 (44; 72). Отдаленные результаты исследования оценивали исходя из данных о рецидиве нестабильности грудины, рецидиве стерномедиастинита, а также динамике болевого синдрома по данным ВАШ-тестирования.

При оценке болевого синдрома по шкале ВАШ выявлено, что данный показатель достоверно ниже в обеих группах на 7-е ПОС. Медиана в ОГ составила 4 (2; 5) балла, в КГ – 3 (3; 4) балла ($p = 0.887$). Однако достоверные различия между группами выявлены через 12 месяцев после операции ($Me = 3$, [ИКР] 1-4 в группе КГ против $Me = 1$, [ИКР] 0-1 в группе ОГ, $p < 0.001$).

Снижение болевого синдрома существенно изменило структуру пациентов по характеристике физического ограничения в соответствии с индексом Освестри. Так, отмечено снижение количества пациентов в уровне полного (10,3% против 3,8%) и серьезного ограничений (31,1% против 15,3%) за счет распределения этих пациентов в группах умеренного и небольшого ограничения (31,1% против 46,2% и 17,2% против 27%).

При анализе отдаленного рецидива нестабильности получены достоверные различия ($\chi^2(1, N = 96) = 5.37, p = 0.021$). Данное осложнение достоверно чаще наблюдалось в группе КГ (ОШ = 4.96, 95% ДИ [1.15, 21.4]).

В отдаленном периоде нестабильность грудины отмечена у 3 пациентов основной группы и у 6 пациентов в контрольной группе. Все пациенты являлись мужчинами старше 50 лет. Из анализируемых факторов риска наиболее определяющим, встречавшимся у всех пациентов с рецидивом нестабильности, было ожирение. Минимальное значение ИМТ составило 31, максимальное – 40. Среди других факторов риска отмечены: ХОБЛ в ОГ у 1 пациента против 2, в КГ отсутствовала, первичный остеосинтез стальными лигатурами у 2 пациентов против 1 с фиксацией грудины фиксаторами из никелида титана, в КГ – у 6

пациентов против 1 с фиксаторами из никелида титана, асимметричная форма стернотомии в ОГ отмечена у 2 из 3 пациентов, в КГ – 3 пациентов из 6, неудачные попытки реостеосинтеза в ОГ предприняты у 2 пациентов из 3, в КГ данный показатель составил 2 из 6 пациентов. Многократную хирургическую обработку в связи с рецидивирующим характером стерномедиастинита проводили одному пациенту основной группы, вследствие чего у пациента был сформирован критический костный дефект. При этом в основной группе достоверно известны причины развития нестабильности грудины у двух пациентов – рецидив в одном случае вызван прямой механической травмой передней грудной стенки с частичным разрывом сетчатого титанового эндопротеза, во втором случае – с длительно персистирующим кашлевым синдромом на фоне тяжелого ХОБЛ.

Рецидив инфекционного процесса в виде свищевой формы остеомиелита грудины зарегистрирован у 4 пациентов в двух группах, что потребовало повторной госпитализации, у 3 пациентов на фоне проведения системной антибактериальной терапии и местного лечения достигнуто консервативное заживление свищевых дефектов. Рецидивы раневых инфекций преобладали в группе ОГ (3:1), но достоверных различий не получено ($p = 0.750$). У 1 пациента основной группы через 5 лет после торакопластики выявлено наличие лигатурного свища, потребовавшее хирургического лечения. В ходе операции у пациента отмечено отсутствие вовлечения в лигатурный свищ костного остова грудины и имплантированного эндопротеза, с целью оценки морфологических изменений была выполнена резекция участка грудной стенки с фиксированным к нему титановым эндопротезом. С учетом ранее проведенных исследований установлено, что эндопротез из титана инертен в отношении тканей организма, а также определено, что регенерация тканей брюшной стенки после операции происходит за счет активного прорастания окружающих тканей в ячеистые структуры эндопротеза. В отдаленном послеоперационном периоде в месте имплантации происходит превращение образованной ткани в плотную соединительную ткань с формированием единого полноценного регенерата, что восстанавливает каркасную функцию реконструируемого органа [17, 59, 91]. В

частности, в работе Т.В. Черепановой подтверждены данные морфологические изменения в зоне установки титанового эндопротеза на брюшную стенку при хирургическом лечении грыж [17].

Во время операции определено, что ранее установленный сетчатый эндопротез был полностью интегрирован в переднюю костную пластинку грудины. При проведении морфологического исследования фрагментов тканевого регенерата через 5 лет после имплантации эндопротеза из титана подтверждена полная его интеграция в окружающие ткани. Коллагеновые волокна образовывали в ячейках титановой сетки своеобразную разнонаправленную решетку, что способствовало образованию единого тканевого регенерата с высокой прочностью соединения с имплантатом, через 5 лет после имплантации эндопротеза из титана отмечено отсутствие воспаления и реакции на инородное тело.

Таким образом, зрелость вновь сформированной соединительной ткани в зоне имплантации эндопротеза, формирование соединительнотканной капсулы вокруг нитей из никелида титана, отсутствие участков гиалиноза и воспаления около фрагментов эндопротеза указывают на биосовместимость титановой нити с тканями организма, на высокую степень интеграции имплантата и прочность соединительнотканного регенерата, прорастающего сквозь ячейки титанового эндопротеза и плотно фиксирующего его.

Наше наблюдение подтверждает, что титановый эндопротез обладает высокой коррозионной стойкостью, сверхэластичностью, электрохимической устойчивостью, биомеханической и биохимической инертностью и способствует армирующему эффекту передней грудной стенки [8, 17, 18].

В отдаленном периоде летальных исходов не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ежегодно в Российской Федерации выполняют более 70 тысяч операций на открытом сердце. Основным хирургическим доступом в кардиохирургии выступает тотальная срединная стернотомия, описанная еще в 1897 году Милтоном, но активно внедренная кардиохирургами лишь в 50-е годы XX века. Несмотря на популяризацию методик миниинвазивной коррекции заболеваний сердца, срединная стернотомия при операциях на открытом сердце – наиболее популярный доступ. Частота осложнений после стернотомии, связанных с нарушением целостности шва грудины или развитием раневой инфекции, по данным отдельных авторов достигает 8%, в многопрофильных клиниках процент данных исходов составляет порядка 0,4%, 3%. В ряду наиболее значимых осложнений в кардио-торакальной хирургии отдельно стоит стерномедиастинит, одной из причин которого выступает частичная или полная несостоятельность шва грудины. Летальность при остром стерномедиастините может достигать 50%. В настоящий момент алгоритм хирургического лечения стерномедиастинита оптимизирован и имеет четкую последовательность, однако отдельные вопросы лечения и реабилитации таких пациентов освещены недостаточно.

Актуальными остаются вопросы выбора способа реостеосинтеза грудины, восполнения дефекта передней грудной стенки и восстановления ее каркаса, снижение болевого синдрома и повышения качества жизни данной категории больных.

Несмотря на разносторонность проводимых исследований и представленных докладов, практически невозможно учесть данные всех клиник, осуществляющих коррекцию заболеваний сердца, что не дает ясного представления о распространенности осложненного течения таких операций в популяции в целом.

Одним из важных пунктов, требующих разработки, выступает отсутствие единого подхода к выбору реконструктивной операции как у пациентов с асептической нестабильностью грудины, так и у пациентов в исходе

стерномедиастинита после многократных хирургических вмешательств, а также – неудовлетворительная методология исследований большинства предложенных методов первичного остеосинтеза грудины и ее реконструкции, представленная в основном описательными исследованиями.

В настоящий момент отсутствует четкая систематизация и показания к каждому способу восстановления рассеченной грудины, классификация данных способов громоздка и не учитывает всех особенностей пациента, а также наличие факторов риска. Это приводит к неоптимальному выбору метода первичной стернорамии, и, как следствие – к развитию нестабильности грудины. У 20% пациентов неверное использование методов и способов восстановления грудины при уже случившемся факте послеоперационной нестабильности приводит к ее рецидиву, что лишь усложняет возможность восстановления грудной стенки. Успех выбора методики в данной ситуации расположен среди комбинации методов и различных материалов для реостеосинтеза. Учитывая, что ни один способ реконструкции не способен максимально обеспечить положительный результат, в том числе и высокое качество жизни после операции в связи с нарушением функции плечевого пояса и развитием тяжелого болевого синдрома, вневременным требованием исследования стал поиск оптимального способа реконструкции передней грудной стенки у пациентов с послеоперационной нестабильностью грудины.

Сетчатые эндопротезы давно занимают важное положение в реконструктивной хирургии тех или иных дефектов, в основном – при пластике грыж брюшной стенки. Однако наличие различных осложнений местного характера и, как следствие, неудовлетворенность результатами применения сетчатых эндопротезов обострили необходимость поиска новых материалов, которые бы удовлетворяли таким положениям, как инертность в отношении тканей организма и формирование плотного регенерата тканей в проекции установки эндопротеза, обеспечивающего жесткий каркас.

Альтернативой синтетическим эндопротезам стало появление сетчатых эндопротезов на основе сплавов титана. Их применение стало актуальным при

реконструкциях не только скелета грудной клетки, но и позвоночника, костей лицевого скелета и черепа, а также при пластике мягкотканых дефектов. Экспериментально установлено, что регенерация тканей происходит в том числе за счет активного прорастания тканей в ячеистые структуры эндопротеза. В отдаленном послеоперационном периоде в месте имплантации происходит превращение образованной ткани в плотную соединительную ткань с формированием единого полноценного регенерата, что восстанавливает каркасную функцию брюшной стенки.

Другими особенностями сетчатого эндопротеза на основе титанового сплава, подтвержденными экспериментально и клинически, выступают: большая прочность в сравнении с синтетическим эндопротезом при сохранении такой же пластичности; инертность титана в отношении инфицирования.

Появление нового эндопротеза на основе титана и успешные результаты его применения в качестве реконструктивного материала в хирургическом лечении различных дефектов скелета и мягких тканей послужили основой для его применения в реконструкции передней грудной стенки.

Основной целью исследования явилось улучшение результатов хирургического лечения пациентов с послеоперационной нестабильностью грудины. Для ее решения были сформулированы следующие задачи:

1. Разработать методику комбинированной торакопластики передней грудной стенки сетчатым титановым эндопротезом у пациентов с тотальной послеоперационной нестабильностью грудины.
2. Провести анализ непосредственных результатов комбинированной торакопластики передней грудной стенки сетчатым титановым эндопротезом у пациентов с послеоперационной нестабильностью грудины, в том числе после этапного лечения стерномедиастинита.
3. Провести оценку отдаленных результатов комбинированной торакопластики передней грудной стенки сетчатым титановым эндопротезом.
4. Выполнить сравнительный анализ результатов применения комбинированной торакопластики грудины сетчатым титановым эндопротезом и

реостеосинтеза грудины без применения эндопротеза и оценить эффективность применения эндопротеза.

Исследование проведено на базе отделения торакальной хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» МЗ РФ. В качестве объекта исследования включены 128 пациентов старше 18 лет, которым проведено хирургическое лечение послеоперационной нестабильности грудины. Был разработан и внедрен метод реконструкции передней грудной стенки с использованием сетчатого титанового эндопротеза.

С целью оценки эффективности метода комбинированной торакопластики сетчатым титановым эндопротезом и его преимущества в отношении способов торакопластики без применения эндопротеза пациенты были разделены на 2 группы. Пациентам основной группы выполнена комбинированная торакопластика сетчатым титановым эндопротезом (n=97). Пациентам контрольной группы выполнена торакопластика без сетчатого титанового эндопротеза (n=31). Группы были сопоставимы по своим основным характеристикам. Результаты исследования оценивали по следующим контрольным точкам:

- 1) количество и качество выявленных осложнений по степени тяжести на госпитальном и амбулаторном этапе наблюдения в соответствии с классификацией Clavien-Dindo;
- 2) выраженность болевого синдрома на всех этапах исследования;
- 3) оценка эффективности метода при анализе непосредственных и отдаленных результатов исследования.

В исходе исследования установлено, что метод торакопластики сетчатым титановым эндопротезом сопоставим со стандартным методом реконструкции грудины без использования эндопротеза по основным контрольным точкам – продолжительность операции, продолжительность госпитализации, снижение болевого синдрома, но существенно превосходит стандартный метод по наиболее важному показателю – стабилизации грудной клетки и предотвращению рецидива нестабильности грудины в отдаленном периоде, что говорит об эффективности

метода, а электронно-микроскопическое исследование подтверждает данные результаты. Также, за время наблюдения у пациентов отсутствовали специфические осложнения, данных за развитие нагноительных поражений в зоне установки эндопротеза не получено.

Таким образом, метод торакопластики с использованием сетчатого титанового эндопротеза является безопасным, эффективным и воспроизводимым методом хирургической реконструкции передней грудной стенки при нестабильности грудины у пациентов с наличием механических факторов развития нестабильности грудины – ожирения, ХОБЛ, асимметричной стернотомии в анамнезе, поперечных переломов и попытках реостеосинтеза.

ВЫВОДЫ

1. Разработана и внедрена оригинальная методика реконструкции передней грудной стенки при помощи сетчатого титанового эндопротеза ВТ1-00 «титановый шелк», позволившая улучшить результаты лечения у 96,9% пациентов с тотальной послеоперационной нестабильностью грудины.

2. По данным проведенного анализа непосредственных результатов лечения рецидив нестабильности грудины в сроки до 30 суток не зарегистрирован. У всех пациентов основной группы достигнуто улучшение качества жизни по результатам опросника SF-36: «физическое функционирование» – 35 (10; 50) против 40 (15; 55); «социальное функционирование» – 50 (25; 62) против 62,5 (37,5; 75); «психическое здоровье» – 50 (36; 64) против 56 (44; 72). Значимое снижение болевого синдрома отмечено к 7 послеоперационным суткам.

3. В отдаленном периоде специфические осложнения у пациентов основной группы не зарегистрированы. В сроках от 1 года достигнуто фактическое отсутствие болевого синдрома – медиана балла по шкале ВАШ составила 1 (0; 1) ($p < 0.001$).

4. При сравнительном анализе рецидив нестабильности грудины достоверно реже ($p = 0.021$) отмечен в основной группе – в 3,1% наблюдений против 19,4% в контрольной группе. Снижение болевого синдрома по ВАШ в отдаленном периоде также достоверно преобладало в основной группе – 1 (0; 1) против 3 (1; 4) в контрольной группе ($p < 0.001$). Рецидивы свищевой формы остеомиелита грудины отмечены в обеих группах исследования, однако достоверной разницы в результатах не получено ($p = 0.750$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. У пациентов с наличием факторов риска развития нестабильности грудины следует рассматривать альтернативные простому ушиванию грудины стальными лигатурами методы остеосинтеза.

2. Всем пациентам на предоперационном этапе следует выполнять МСКТ-исследование органов грудной клетки с дальнейшей 3D-реконструкцией ее костного остова с целью определения объема поражения грудины, вида и количества несостоятельных швов, количества поперечных переломов.

3. С целью ускорения процессов репарации и перехода раневого процесса во II стадию рекомендовано использовать NPWT-терапию. К реконструктивно-пластическому этапу следует приступать при бактериальной обсемененности в ране $\leq 10^2$ КОЕ/мл.

4. Дополнять комбинированную торакопластику использованием пряди большого сальника целесообразно только при обширном костном дефекте грудины и при выраженном дефиците мышечной массы.

5. С целью профилактики рецидива нестабильности грудины реостеосинтез следует выполнять с использованием комбинированных методов хирургического лечения, в том числе с применением сетчатого титанового эндопротеза.

6. Сетчатый титановый эндопротез следует использовать у пациентов с наличием ожирения, асимметричной стернотомии, поперечных переломов грудины и ранее предпринимавшихся попыток реостеосинтеза грудины.

7. Установку титанового эндопротеза следует начинать с фиксации отдельными узловыми швами на расстоянии 20 – 23 мм друг от друга к передней грудной стенке с захватом всей площади рукоятки и тела грудины, а также передних отрезков II-V ребер. Эндопротез следует фиксировать без натяжения, по всему периметру к передней стенке грудной клетки, а именно к надхрящнице, межреберным мышцам и надкостнице.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АКШ – аортокоронарное шунтирование

ВАШ – визуально-аналоговая шкала

ВГА – внутренняя грудная артерия

ВОК – ветвь острого края

ДВ – диагональная ветвь

ДИ – доверительный интервал

ЗБВ – задняя боковая ветвь

ЗМЖВ – задняя межжелудочковая ветвь

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИК – искусственное кровообращение

МКШ – маммарокоронарное шунтирование

МПП – межпредсердная перегородка

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ПКА – правая коронарная артерия

ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь

ПОС – послеоперационные сутки

СПОН – системная полиорганная недостаточность

СЭМ – сканирующая электронная микроскопия

ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии

УЗИ – ультразвуковое исследование

ФХКП – фармакохолодовая кардиоплегия

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких

ЭКМО – экстракорпоральная мембранная оксигенация

ASA – Американское общество анестезиологов

DSWI – глубокая раневая инфекция грудины (стерномедиастинит)

NPWT – терапия раны отрицательным давлением

SSWI – поверхностная раневая инфекция грудины

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амосов, Н.М. Операции на сердце с искусственным кровообращением / Н.М. Амосов, И.Л. Лиссов, Л.Н. Сидоренко. – ДМВ. Киев. УССР. 617.03. А2. 1962. – 247 с.
2. Бокерия, Л.А. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения / Л.А. Бокерия, Р.Г. Гудкова // Сердечно-сосудистая хирургия. – М.: НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева, 2013. – 210 с.
3. Вишневский, А.А. Опыт операций на выключенном из кровообращения сердце в условиях гипотермии / А.А. Вишневский, В.И. Бураковский, Т.М. Дарбинян // Грудная хирургия. – 1959. – № 6. – С. 8-22.
4. Вишневский, А.А. Остеосинтез грудины фиксаторами на основе никелида титана после операций на сердце / А.А. Вишневский, А.Н. Коростелев, В.Г. Кондратьев [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2011. – № 8. – С. 4-7.
5. Вишневский, А.А. Асимметричная стернотомия как фактор риска в развитии послеоперационного стерномедиастинита / А.А. Вишневский, А.А. Печетов, Д.В. Даньков // Грудная и сердечно-сосудистой хирургии. – 2012. – Т. 54, № 2. – С. 19-23.
6. Вишневский, А.А. Хирургия грудной стенки: руководство / А.А. Вишневский, С.С. Рудаков, Н.О. Миланов. – М.: Издательский дом Видар-М, 2005. – 312 с.
7. Галеев, Н.А. Результаты различных видов фиксации грудины после операций на сердце и аорте: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.01.26 / Галеев Наиль Альбертович; [Место защиты: Рос. науч. центр хирургии им. академика Б.В. Петровского РАМН]. – Москва, 2017. – 24 с.
8. Гюнтер, В.Э. Материалы с памятью формы и новые технологии в медицине / В.Э. Гюнтер. – Томск: НПП МИЦ, 2006. – 316 с.
9. Даньков, Д.В. Торакооментопластика в хирургической реабилитации больных с послеоперационным стерномедиастинитом: автореферат дис. ...

кандидата медицинских наук: 14.01.17 / Даньков Дмитрий Васильевич; [Место защиты: Ин-т хирургии им. А.В. Вишневского РАМН]. – Москва, 2012. – 22 с.

10. Казанцев, А.А. Перспективы использования полифиламентного титанового шовного материала в травматологии / А.А. Казанцев, С.С. Туляков, А.И. Алехин [и др.] // РМЖ. – 2017. – № 8. – С. 533-538.

11. Корымасов, Е.А. Стратегия и тактика хирургического лечения инфекционных осложнений после стернотомии / Е.А. Корымасов, С.Ю. Пушкин, А.С. Беньян [и др.] // Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б.М. Костюченка. – 2015. – Т. 2, № 4. – С. 15-26. – doi: 10.17650/2408-9613-2015-2-4-15-26.

12. Левчук, А.Л. Применение метода локального отрицательного давления в лечении пациентов с инфицированными сетчатыми эндопротезами после герниопластик / А.Л. Левчук, О.Ю. Сысоев, Ю.М. Стойко // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2020. – Т. 15, № 4. – С. 91-95. – doi: 10.25881/BPNMSC.2020.91.54.017.

13. Паршиков, В.В. К вопросу о возможности применения ультралегких титансодержащих сетчатых эндопротезов для пластики брюшной стенки в условиях инфицирования (экспериментальное исследование) / В.В. Паршиков, А.А. Казанцев, А.А. Миронов [и др.] // Хирургия. Журнал ИМ. Н.И. Пирогова. – 2016. – № 11. – С. 64-70. – doi: 10.17116/hirurgia20161164-70.

14. Петровский, Б.В. Атлас грудной хирургии. Том 2 / Б.В. Петровский. – М.: «Медицина», 1974. – 336 с.

15. Печетов, А.А. Лапароскопически-ассистированная торакооментопластика в реконструкции обширных дефектов передней грудной стенки / А.А. Печетов, Ю.С. Есаков, М.А. Маков [и др.]. // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2017. – № 8. – С. 18-23. – doi: 10.17116/hirurgia2017818-23.

16. Порханов, В.А. Клинические рекомендации по хирургическому лечению больных послеоперационным медиастинитом и остеомиелитом грудины и ребер / В.А. Порханов, А.А. Печетов, В.А. Митиш. – Краснодар-Москва, 2014. – 25 с.

17. Черепанова, Т.В. Применение сетчатого никелид титанового имплантата в восстановлении мышечно-апоневротического каркаса передней брюшной стенки: клиничко-экспериментальное исследование: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.01.17 / Черепанова Татьяна Валентиновна; [Место защиты: Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения Российской Федерации]. – Красноярск, 2020. – 24 с.

18. Чайнзонов, Е.В. Современные методы лечения больных раком гортани и гортаноглотки / Е.В. Чайнзонов, Ю.В. Белевич, С.Ю. Чижевская [и др.] // Сибирский онкологический журнал. – 2016. – Т. 15, № 3. – С. 91-96. – doi: 10.21294/1814-4861-2016-15-3-91-96.

19. Шведова, М.В. Методы остеосинтеза грудины в лечении и профилактике осложнений срединной стернотомии / М.В. Шведова, Я.Д. Анфиногенова, Г.Ц. Дамбаев [и др.] // Сибирский медицинский журнал. – 2016. – Т. 31, № 3. – С. 26-32. – doi: 10.29001/2073-8552-2016-31-3-26-32.

20. Altalib, A.A. Anatomy, Thorax, Sternum / A.A. Altalib, K.H. Miao, R.G. Menezes. – StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2020.

21. Asaph, J.W. Midline sternotomy for the treatment of primary pulmonary neoplasms / J.W. Asaph, J.F. Keppel // Am J Surg. – 1984. – Vol. 147(5). – P. 589-592. – doi: 10.1016/0002-9610(84)90119-3.

22. Bejko, J. Nitinol flexigrip sternal closure system and standard sternal steel wiring: insight from a matched comparative analysis / J. Bejko, T. Bottio, V. Tarzia [et al.] // J Cardiovasc Med (Hagerstown). – 2015. – Vol. 16(2). – P. 134-138. – doi: 10.2459/JCM.0000000000000025.

23. Bejko, J. Nitinol flexigrip sternal closure system and chest wound infections: insight from a comparative analysis of complications and costs / J. Bejko, V. Tarzia, M. De Franceschi [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2012. – Vol. 94(6). – P. 1848-1853. – doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.08.032.

24. Broadhurst, J. Traumatic fracture of nitinol thermoreactive sternal clips / J. Broadhurst, N. Moorjani, S. Ohri // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2010. – Vol. 10(3). – P. 465-466. – doi: 10.1510/icvts.2009.218867.
25. Celik, S. Sternal dehiscence in patients with moderate and severe chronic obstructive pulmonary disease undergoing cardiac surgery: the value of supportive thorax vests / S. Celik, A. Kirbas, O. Gurer [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2011. – Vol. 141(6). – P. 1398-1402. – doi: 10.1016/j.jtcvs.2011.01.042.
26. Cicilioni, O.J. Sternal Wound Reconstruction with Transverse Plate Fixation / O.J. Cicilioni, F.H. Stieg, G. Papanicolaou // *Plastic and Reconstructive Surgery.* – 2005. – Vol. 115(5). – P. 1297-1303. – doi: 10.1097/01.prs.0000156918.15595.85.
27. Cosío-Pascal, M. Closed mitral commissurotomy through a midline sternotomy. A useful and potentially advantageous alternative to the left thoracotomy approach / M. Cosío-Pascal, C. Ibarra-Pérez // *Am J Surg.* – 1974. – Vol. 127(6). – P. 721-724. – doi: 10.1016/0002-9610(74)90356-0.
28. Davison, S.P. Sternotomy wounds: rectus flap versus modified pectoral reconstruction / S.P. Davison, M.W. Clemens, D. Armstrong [et al.] // *Plast Reconstr Surg.* – 2007. – Vol. 120(4). – P. 929-934. – doi: 10.1097/01.prs.0000253443.09780.0f.
29. De Feo, M. Treatment of recurrent staphylococcal mediastinitis: still a controversial issue / M. De Feo, L.S. De Santo, G. Romano [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2003. – Vol. 75(2). – P. 538-542. – doi: 10.1016/s0003-4975(02)04313-8.
30. Dell'Amore, A. Sternal reconstruction after post-sternotomy dehiscence and mediastinitis / A. Dell'Amore, S. Congiu, A. Campisi [et al.] // *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2020. – Vol. 36(4). – P. 388-396. – doi: 10.1007/s12055-019-00880-5.
31. DeLong, M.R. Sternal talon offers a solution for secondary sternum osteosynthesis in patients with nonunion / M.R. DeLong, D.B. Hughes, J.G. Gaca [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2014. – Vol. 98(5). – P. 1804-1808. – doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.06.048.

32. Dienemann, H. Chest Surgery. Springer Surgery Atlas Series / H. Dienemann, H. Hoffmann, F. Detterbeck. -- Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. – 544 p. – ISBN 978-3-642-12043-5.
33. Dimarakis, I. Single stage sternal reconstruction using titanium mesh for dehiscence following open-heart surgery / I. Dimarakis, D. Oswal, U.R. Nair // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2005. – Vol. 4(1). – P. 49-51. – doi: 10.1510/icvts.2004.096065.
34. Dindo, D. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey / D. Dindo, N. Demartines, P. Clavien // *Ann Surg.* – 2004. – Vol. 240. – P. 205-213. – doi: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae.
35. Dyussenbayev, A. Age Periods of Human Life / A. Dyussenbayev // *Advances in Social Sciences Research Journal.* – 2017. – Vol. 4(6). – doi: 10.14738/assrj.46.2924.
36. El Oakley, R.M. Postoperative mediastinitis: Classification and management / R.M. El Oakley, J.E. Wright // *The Annals of Thoracic Surgery.* – 1996. – Vol. 61(3). – P. 1030-1036. – doi: 10.1016/0003-4975(95)01035-1.
37. Eriksson, J. Functional impairment after treatment with pectoral muscle flaps because of deep sternal wound infection / J. Eriksson, I. Huljebrant, H. Nettelblad [et al.] // *Scand Cardiovasc J.* – 2011. – Vol. 45(3). – P. 174-180. – doi: 10.3109/14017431.2011.563318.
38. Es-Souni, M. Assessing the biocompatibility of NiTi shape memory alloys used for medical applications / M. Es-Souni, M. Es-Souni, H. Fischer-Brandies // *Anal Bioanal Chem.* – 2005. – Vol. 381(3). – P. 557-567. – doi: 10.1007/s00216-004-2888-3.
39. Fabiani, J.N. Treatment of sternal and sterno-chondral infections after cardiac surgery. With reference to 50 cases / J.N. Fabiani, J.P. Lemerle, J. Beres [et al.] // *Ann Chir Thorac Cardiovasc.* – 1976. – Vol. 30(9). – P. 297-304.
40. Fairbank, J.C. The Oswestry Disability Index / J.C. Fairbank, P.B. Pynsent // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2000. – Vol. 25(22). – P. 2940-2952; discussion 2952. – doi: 10.1097/00007632-200011150-00017.

41. Fawzy, H. Sternal plate fixation for sternal wound reconstruction: initial experience (retrospective study) / H. Fawzy, K. Osei-Tutu, L. Errett [et al.] // *J Cardiothorac Surg.* – 2011. – Vol. 6. – P. 63. – doi: 10.1186/1749-8090-6-63.
42. Ferraro, P. Principles of chest wall resection and reconstruction / P. Ferraro, S. Cugno, M. Liberman [et al.] // *Thorac Surg Clin.* – 2010. – Vol. 20. – P. 465-473. – doi: 10.1016/j.thorsurg.2010.07.008.
43. Friberg, Ö. Influence of more than Six Sternal Fixation Wires on the Incidence of Deep Sternal Wound Infection / Ö. Friberg, L.-G. Dahlin, B. Söderquist [et al.] // *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon.* – 2006. – Vol. 54(7). – P. 468-473. – doi: 10.1055/s-2006-924437.
44. Fu, R.H. Risk factors of infected sternal wounds versus sterile wound dehiscence / R.H. Fu, A.L. Weinstein, M.M. Chang [et al.] // *J Surg Res.* – 2016. – Vol. 200(1). – P. 400-407. – doi: 10.1016/j.jss.2015.07.045.
45. Gjeilo, K.H. Risk factors and early pharmacological interventions to prevent chronic postsurgical pain following cardiac surgery / K.H. Gjeilo, R. Stenseth, P. Klepstad // *Am J Cardiovasc Drugs.* – 2014. – Vol. 14(5). – P. 335-342. – doi: 10.1007/s40256-014-0083-2.
46. Gjeilo, K.H. Chronic postsurgical pain in patients 5 years after cardiac surgery: A prospective cohort study / K.H. Gjeilo, R. Stenseth, A. Wahba [et al.] // *Eur J Pain.* – 2017. – Vol. 21(3). – P. 425-433. – doi: 10.1002/ejp.918.
47. Graf, K. Economic aspects of deep sternal wound infections / K. Graf, E. Ott, R.P. Vonberg [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2010. – Vol. 37(4). – P. 893-896. – doi: 10.1016/j.ejcts.2009.10.005.
48. Guillemeteau, Brun, Buisson, Blanc. Utilisation de la lame de Parham dans le traitement des fractures du sternum avec déplacement [Use of Parham's band in the treatment of sternal fractures with displacement] // *Bord Chir.* – 1958. – Vol. 1. – P. 13-16.
49. Hashimoto, I. Risk Factors for Complications after Reconstructive Surgery for Sternal Wound Infection / I. Hashimoto, M. Takaku, S. Matsuo [et al.] // *Arch Plast Surg.* – 2014. – Vol. 41(3). – P. 253-257. – doi: 10.5999/aps.2014.41.3.253.

50. Huh, J. Transverse sternal plating in secondary sternal reconstruction / J. Huh, F. Bakaeen, D. Chu [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2008. – Vol. 136(6). – P. 1476-1480. – doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.03.051.
51. Hunt, J.O. Quality of life 12 months after coronary artery bypass graft surgery / J.O. Hunt, M.V. Hendrata, P.S. Myles // *Heart Lung.* – 2000. – Vol. 29(6). – P. 401-411. – doi: 10.1067/mhl.2000.110578.
52. Iliff, N.T. The ophthalmic implications of the correction of late enophthalmos following severe midfacial trauma / N.T. Iliff // *Trans Am Ophthalmol Soc.* – 1991. – Vol. 89. – P. 477-548.
53. Inamasu, J. Posterior instrumentation surgery for craniocervical junction instabilities: an update / J. Inamasu, D.H. Kim, A. Klugh // *Neurol Med Chir (Tokyo).* – 2005. – Vol. 45(9). – P. 439-447. – doi: 10.2176/nmc.45.439.
54. Jenney, A.W. Cost of surgical site infections following coronary artery bypass surgery / A.W. Jenney, G.A. Harrington, P.L. Russo [et al.] // *ANZ J Surg.* – 2001. – Vol. 71(11). – P. 662-664. – doi: 10.1046/j.1445-1433.2001.02225.x.
55. Jidéus, L. Patients with sternal wound infection after cardiac surgery do not improve their quality of life / L. Jidéus, A. Liss, E. Ståhle // *Scand Cardiovasc J.* – 2009. – Vol. 43(3). – P. 194-200. – doi: 10.1080/14017430802573098.
56. Jolly, S. Cabled butterfly closure: a novel technique for sternal closure / S. Jolly, B. Flom, C. Dyke // *Ann Thorac Surg.* – 2012. – Vol. 94(4). – P. 1359-1361. – doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.05.067.
57. Julian, O.C. The median sternal incision in intracardiac surgery with extracorporeal circulation: a general evaluation of its use in heart surgery / O.C. Julian, M. Lopez-Belio, W.S. Dye [et al.] // *Surgery.* – 1957. – Vol. 42. – P. 753-761.
58. Kalush, S.L. Peristernal closure of median sternotomy using stainless steel bands / S.L. Kalush, L.I. Bonchek // *Ann Thorac Surg.* – 1976. – Vol. 21(2). – P. 172-173. – doi: 10.1016/s0003-4975(10)64285-3.
59. Kaul, P. Sternal reconstruction after post-sternotomy mediastinitis / P. Kaul // *J Cardiothorac Surg.* – 2017. – Vol. 12(1). – P. 94. – doi: 10.1186/s13019-017-0656-7.

60. Khasati, N. Is the figure-of-eight superior to the simple wire technique for closure of the sternum? / N. Khasati, R. Sivaprakasama, J. Dunning // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. – 2004. – Vol. 3(1). – P. 191-194. – doi: 10.1016/s1569-9293(03)00259-7.
61. Kolbenschlag, J. Sternal Reconstruction with the Omental Flap-Acute and Late Complications, Predictors of Mortality, and Quality of Life / J. Kolbenschlag, C. Hörner, A. Sogorski [et al.] // *J Reconstr Microsurg*. – 2018. – Vol. 34(5). – P. 376-382. – doi: 10.1055/s-0038-1629918.
62. Koptan, W. Single stage anterior reconstruction using titanium mesh cages in neglected kyphotic tuberculous spondylodiscitis of the cervical spine / W. Koptan, Y. Elmiligui, M. Elsharkawi // *Eur Spine J*. – 2011. – Vol. 20(2). – P. 308-313. – doi: 10.1007/s00586-010-1537-0.
63. Kuźdżał, J. Reconstruction of the sternal manubrium / J. Kuźdżał, J. Warmus, Z. Grochowski [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 2014. – Vol. 147(6). – P. 1986-1988. – doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.01.040.
64. Lima, O. Median sternotomy for bilateral resection of emphysematous bullae / O. Lima, L. Ramos, P. Di Biasi [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1981. – Vol. 82(6). – P. 892-897.
65. Liu, T. A critical-sized bone defect / T. Liu, G. Wu, Z. Gu [et al.] // *Bone*. – 2014. – Vol. 68. – P. 163-164. – doi: 10.1016/j.bone.2014.07.016.
66. Luciani, N. Polydioxanone sternal sutures for prevention of sternal dehiscence / N. Luciani, A. Anselmi, F. Gandolfo [et al.] // *J Card Surg*. – 2006. – Vol. 21(6). – P. 580-584. – doi: 10.1111/j.1540-8191.2006.00302.x.
67. Mahabir, R.C. Stabilization of the chest wall: autologous and alloplastic reconstructions / R.C. Mahabir, C.E. Butler // *Semin Plast Surg*. – 2011. – Vol. 25. – P. 34-42. – doi: 10.1055/s-0031-1275169.
68. Marasco, S.F. Prospective, randomized, controlled trial of polymer cable ties versus standard wire closure of midline sternotomy / S.F. Marasco, L. Fuller, A. Zimmet [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 2018. – Vol. 156(4). – P. 1589-1595.e1. – doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.04.025.

69. Mayhew, D. A review of ASA physical status – historical perspectives and modern developments / D. Mayhew, V. Mendonca, B.V.S. Murthy // *Anaesthesia*. – 2019. – Vol. 74(3). – P. 373-379. – doi: 10.1111/anae.14569.
70. McGregor, W.E. Mechanical analysis of midline sternotomy wound closure / W.E. McGregor, D.R. Trumble, J.A. Magovern // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 1999. – Vol. 117(6). – P. 1144-1150. – doi: 10.1016/s0022-5223(99)70251-5.
71. Melly, L. A new cable-tie-based sternal closure device: infectious considerations / L. Melly, B. Gahl, R. Meinke [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. – 2013. – Vol. 17(2). – P. 219-224. – doi: 10.1093/icvts/ivt183.
72. Milano, C.A. Comparison of omental and pectoralis flaps for poststernotomy mediastinitis / C.A. Milano, G. Georgiade, L.H. Muhlbaier [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 1999. – Vol. 67(2). – P. 377-381. – doi: 10.1016/s0003-4975(99)00022-3.
73. Morisaki, A. Evaluation of risk factors for hospital mortality and current treatment for poststernotomy mediastinitis / A. Morisaki, M. Hosono, Y. Sasaki [et al.] // *Gen. Thoracic. Cardiovasc. Surg*. – 2011. – Vol. 59(4). – P. 261-267. – doi: 10.1007/s11748-010-0727-3.
74. Müller, M.E. *Manual der Osteosynthese* / M.E. Müller, M. Allgöwer, R. Schneider, H. Willenegger. – Springer-Verlag, 1996. – 750 p. – ISBN 3-540-53819-4.
75. Negri, A. Prospective evaluation of a new sternal closure method with thermoreactive clips / A. Negri, J. Manfredi, A. Terrini [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg*. – 2002. – Vol. 22(4). – P. 571-575. – doi: 10.1016/s1010-7940(02)00411-6.
76. Nenna, A. Sternal wound closure in the current era: the need of a tailored approach / A. Nenna, F. Nappi, J. Dougal [et al.] // *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. – 2019. – Vol. 67(11). – P. 907-916- doi: 10.1007/s11748-019-01204-5.
77. Nezafati, P. ZipFix versus conventional sternal closure: one-year follow-up / P. Nezafati, A. Shomali, M. Kahrom [et al.] // *Heart, Lung and Circulation*. – 2019. – Vol. 28(3). – P. 443-449. – doi: 10.1016/j.hlc.2018.01.010.

78. Nikolaidis, N. The use of Nitinol clips for primary sternal closure in cardiac surgery / N. Nikolaidis, D. Karangelis, K. Mattam [et al.] // *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* – 2013. – Vol. 19(4). – P. 330-334. – doi: 10.5761/atcs.nm.12.01947.
79. Olbrecht, V.A. Clinical outcomes of noninfectious sternal dehiscence after median sternotomy / V.A. Olbrecht, C.J. Barreiro, P.N. Bonde [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2006. – Vol. 82(3). – P. 902-907. – doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.04.058.
80. Orhan, S.N. A biomechanical study of 4 different sternum closure techniques under different deformation modes / S.N. Orhan, M.H. Ozyazicioglu, A. Colak [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2017. – Vol. 25(5). – P. 750-756. – doi: 10.1093/icvts/ivx175.
81. Ozaki, W. Biomechanical study of sternal closure using rigid fixation techniques in human cadavers / W. Ozaki, S.R. Buchman, M.D. Iannetton [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 1998. – Vol. 65(6). – P. 1660-1665. – doi: 10.1016/s0003-4975(98)00231-8.
82. Park, J.S. Rigid Sternal Fixation Versus Modified Wire Technique for Poststernotomy Closures: A Retrospective Cost Analysis / J.S. Park, J.H. Kuo, J.N. Young [et al.] // *Ann Plast Surg.* – 2017. – Vol. 78(5). – P. 537-542. – doi: 10.1097/SAP.0000000000000901.
83. Raman, J. Sternal closure with rigid plate fixation versus wire closure: a randomized controlled multicenter trial / J. Raman, S. Lehmann, K. Zehr [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2012. – Vol. 94(6). – P. 1854-1861. – doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.07.085.
84. Raman, J. Rigid plate fixation of the sternum / J. Raman, D. Straus, D.H. Song // *Ann Thorac Surg.* – 2007. – Vol. 84(3). – P. 1056-1058. – doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.11.045.
85. Ramzisham, A.R. Figure-of-eight vs. interrupted sternal wire closure of median sternotomy / A.R. Ramzisham, A.R. Raflis, M.G. Khairulasri [et al.] // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* – 2009. – Vol. 17(6). – P. 587-591. – doi: 10.1177/0218492309348948.

86. Reser, D. Median sternotomy / D. Reser, E. Caliskan // *Multimed Man Cardiothorac Surg.* – 2015. – Vol. 2015. – Article number: mmv017. – doi: 10.1093/mmcts/mmv017.
87. Riess, F.C. A steel band in addition to 8 wire cerclages reduces the risk of sternal dehiscence after median sternotomy / F.C. Riess, N. Awwad, B. Hoffmann [et al.] // *Heart Surg Forum.* – 2004. – Vol. 7(6). – P. 387-392. – doi: 10.1532/HSF98.200403114.
88. Robicsek, F. The prevention and treatment of sternum separation following open-heart surgery / F. Robicsek, H.K. Daugherty, J.W. Cook // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1977. – Vol. 73(2). – P. 267-268.
89. Robicsek, F. Sternal Instability After Midline Sternotomy / F. Robicsek, A. Fokin, J. Cook // *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon.* – 2000. – Vol. 48(4). – P. 1-8. – doi: 10.1055/s-2000-9945.
90. Rupprecht, L. Deep sternal wound complications: an overview of old and new therapeutic options / L. Rupprecht, C. Schmid // *Open J Cardiovasc Surg.* – 2013. – Vol. 6. – P. 9-19. – doi: 10.4137/OJCS.S11199.
91. Sanna, S. Materials and techniques in chest wall reconstruction: a review / S. Sanna, J. Brandolini, A. Pardolesi [et al.] // *J Vis Surg.* – 2017. – Vol. 3. – P. 95. – doi: 10.21037/jovs.2017.06.10.
92. Schade, K. Experimentelle Untersuchungen zur Stabilisierung der Refixation nach medianer Sternotomie [Experimental studies of stabilization of refixation following median sternotomy] / K. Schade, H. Greve // *Langenbecks Arch Chir.* – 1989. – Vol. 374(1). – P. 20-24. – doi: 10.1007/BF01261931.
93. Schimmer, C. Large thoracic wall hematoma following sternal reconstruction with transversal plate fixation after deep sternal wound infection / C. Schimmer, P. Keith, K. Neukam [et al.] // *Thorac Cardiovasc Surg.* – 2007. – Vol. 55(6). – P. 402-405. – doi: 10.1055/s-2007-965402.
94. Schimmer, C. Prevention of sternal dehiscence and infection in high risk patients: a prospective randomized multicentre trial. *Annals of thoracic* / C. Schimmer,

W. Reents, S. Berneder [et al.] // *Surgery*. – 2008. – Vol. 86. – P. 1897-1904. – doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.08.071.

95. Seder, C.W. Chest wall reconstruction after extended resection / C.W. Seder, G. Rocco // *J Thorac Dis*. – 2016. – Vol. 8. – P. S863-S871. – doi: 10.21037/jtd.2016.11.07.

96. Spindler, N. Omentum flap as a salvage procedure in deep sternal wound infection / N. Spindler, C.D. Etz, M. Misfeld [et al.] // *Ther Clin Risk Manag*. – 2017. – Vol. 13. – P. 1077-1083. – doi: 10.2147/TCRM.S134869.

97. Srivastava, V. Thermoreactive clips do not reduce sternal infection: a propensity-matched comparison with sternal wires / V. Srivastava, C.H. Yap, C. Burdett [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. – 2015. – Vol. 21(6). – P. 699-704. – doi: 10.1093/icvts/ivv238.

98. Stoney, W.S. Median sternotomy dehiscence / W.S. Stoney, W.C. Alford Jr, G.R. Burrus [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 1978. – Vol. 26(5). – P. 421-426. – doi: 10.1016/s0003-4975(10)62920-7.

99. Taber, R.E. Prevention of sternotomy wound disruptions by use of figure-of-eight pericostal sutures / R.E. Taber, J. Madaras // *Ann Thorac Surg*. – 1969. – Vol. 8(4). – P. 367-369. – doi: 10.1016/s0003-4975(10)66253-4.

100. Taeger, C.D. Combined free flaps with arteriovenous loops for reconstruction of extensive thoracic defects after sternal osteomyelitis / C.D. Taeger, R.E. Horch, A. Arkudas [et al.] // *Microsurgery*. – 2016. – Vol. 36(2). – P. 121-127. – doi: 10.1002/micr.22405.

101. Tarniță, D. Properties and medical applications of shape memory alloys / D. Tarniță, D.N. Tarniță, N. Bîzdoacă [et al.] // *Rom J Morphol Embryol*. – 2009. – Vol. 50(1). – P. 15-21.

102. Tavlasoglu, M. Detachment and dislocation of thermoreactive clips from sternum in late postoperative period due to misuse / M. Tavlasoglu, M. Kurkluoglu, Z. Arslan [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. – 2012. – Vol. 14(4). – P. 491-493. – doi: 10.1093/icvts/ivr165.

103. Tomitsuka, K. Study of mechanical properties of shape memory alloy plate for internal fixation of jaws / K. Tomitsuka // *The Journal of the stomatological society, Japan.* – 1991. – Vol. 58(1). – P. 59-73. – doi: 10.5357/koubyou.58.59.

104. Uthoff, H.K. Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments / H.K. Uthoff, P. Poitras, D.S. Backman // *J Orthop Sci.* – 2006. – Vol. 11(2). – P. 118-126. – doi: 10.1007/s00776-005-0984-7.

105. Van der Merwe, A.E. A review of the embryological development and associated developmental abnormalities of the sternum in the light of a rare palaeopathological case of sternal clefting / A.E. Van der Merwe, D.A. Weston, R.J. Oostra [et al.] // *HOMO – Journal of Comparative Human Biology.* – 2013. – Vol. 64(2). – P. 129-141- doi: 10.1016/j.jchb.2013.01.003.

106. Vos, R.J. Titanium Plate Fixation versus Conventional Closure for Sternal Dehiscence after Cardiac Surgery / R.J. Vos, L. Jongbloed, U. Sonker [et al.] // *Thorac Cardiovasc Surg.* – 2017. – Vol. 65(4). – P. 338-342. – doi: 10.1055/s-0036-1583297.

107. Wang, W. Titanium plate fixation versus conventional approach in the treatment of deep sternal wound infection / W. Wang, S. Wang // *J Cardiothorac Surg.* – 2016. – Vol. 11. – P. 46. – doi: 10.1186/s13019-016-0458-3.

108. Ware, J.E. Jr Overview of the SF-36 Health Survey and the International Quality of Life Assessment (IQOLA) Project / J.E. Ware Jr, B. Gandek // *J Clin Epidemiol.* – 1998. – Vol. 51(11). – P. 903-912. – doi: 10.1016/s0895-4356(98)00081-x.

109. Watanabe, Y. Median sternotomy as an approach for pulmonary surgery / Y. Watanabe, T. Ichihashi, T. Iwa // *Thorac Cardiovasc Surg.* – 1988. – Vol. 36(4). – P. 227-231. – doi: 10.1055/s-2007-1020084.

110. Wu, S. Sternal reconstruction of deep sternal wound infections following median sternotomy by single-stage muscle flaps transposition / S. Wu, F. Wan, Y.S. Gao [et al.] // *Chin Med Sci J.* – 2014. – Vol. 29(4). – P. 208-213. – doi: 10.1016/s1001-9294(14)60072-9.

111. Wu, L.C. Sternal Nonunion: A Review of Current Treatments and a New Method of Rigid Fixation / L.C. Wu, J.D. Renucci, D.H. Song [et al.] // *Annals of*

Plastic Surgery. – 2005. – Vol. 54(1). – P. 55-58. – doi: 10.1097/01.sap.0000139564.37314.1f.

112. Yusuf, E. Current perspectives on diagnosis and management of sternal wound infections / E. Yusuf, M. Chan, N. Renz [et al.] // Infect Drug Resist. – 2018. – Vol. 11. – P. 961-968. – doi: 10.2147/IDR.S130172.

113. Zilla, P. Global Unmet Needs in Cardiac Surgery / P. Zilla, M. Yacoub, L. Zühlke [et al.] // Glob Heart. – 2018. – Vol. 13(4). – P. 293-303. – doi: 10.1016/j.gheart.2018.08.002.