

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

ШВЕДОВА Мария Витальевна

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО  
СТЕРНОМЕДИАСТИНИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПЛАНТАТА  
ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА

14.01.17 – хирургия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, профессор,  
член-корр. РАН,  
заслуженный деятель науки РФ  
Дамбаев Георгий Цыренович  
Научный консультант:  
доктор технических наук, профессор,  
заслуженный деятель науки РФ  
Гюнтер Виктор Эдуардович

Томск  
2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 4  |
| ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ, ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ И ПРОФИЛАКТИКЕ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО СТЕРНОМЕДИАСТИНИТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)..... | 11 |
| 1.1. Вопросы терминологии, эпидемиологии и классификации послеоперационного стерномедиастинита.....  | 11 |
| 1.2. Этиология и факторы риска развития послеоперационного стерномедиастинита.....   | 13 |
| 1.3. Методы диагностики послеоперационного стерномедиастинита...   | 16 |
| 1.4. Лечение послеоперационного стерномедиастинита.....  | 21 |
| 1.5. Профилактика развития послеоперационного стерномедиастинита и нестабильности грудины.....   | 35 |
| ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....  | 40 |
| 2.1. Характеристика экспериментального исследования по оценке взаимодействия грудины и парастернальных тканей с имплантатом из никелида титана.....      | 40 |
| 2.2. Общая характеристика клинических наблюдений.....  | 43 |
| 2.3. Методы обследования и периоперационного ведения больных.....  | 49 |
| 2.4. Статистическая обработка данных исследования.....   | 59 |
| ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ: ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРАБОТАННЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ОПЕРАЦИИ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....                            | 60 |
| 3.1. Характеристика разработанного имплантата и инструмента для его проведения.....  | 60 |
| 3.2. Характеристика разработанной операции по восстановлению целостности каркаса грудины у пациентов с послеоперационным стерномедиастинитом.....        | 65 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.3. Результаты экспериментального исследования.....   | 79  |
| ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....  | 84  |
| 4.1. Характеристика групп пациентов.....   | 84  |
| 4.2. Оценка в сравнительном аспекте эффективности операции по<br>восстановлению целостности грудины с использованием имплантата из<br>никелида титана..... | 93  |
| 4.3. Анализ структуры и результатов хирургического лечения у<br>пациентов с послеоперационным стерномедиастинитом.....                                     | 105 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....  | 111 |
| ВЫВОДЫ.....  | 114 |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....   | 116 |
| СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....  | 117 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....   | 118 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность проблемы.** Срединная стернотомия остается доступом выбора при операциях на сердце, магистральных сосудах, крупных воздухоносных путях и одномоментных, двусторонних операциях на легких [41, 64].

Согласно данным мировой литературы, такие послеоперационные осложнения после срединной стернотомии, как несостоятельность швов грудины, острый медиастинит и остеомиелит грудины и ребер формируются у 2–6% пациентов [59, 64, 166].

Послеоперационное расхождение грудины может привести не только к дискомфорту и дыхательной дисфункции, но и способствовать развитию инфекции, как поверхностной, так и медиастинальной. Расхождение грудины – это одно из самых тревожных кардиохирургических осложнений. Несращение грудины после стернотомии может требовать существенных экономических затрат из ресурсов службы здравоохранения и оказывать большое влияние на выживание пациента [59, 82, 124].

Глубокая инфекция стернальной раны, или медиастинит, после операции на открытом сердце – это тяжелое хирургическое осложнение с высокой летальностью, длительным периодом госпитализации, необходимостью неоднократных хирургических процедур и высокой стоимостью лечения [68].

Послеоперационный стерномедиастинит – это инфекционное осложнение стернотомии, с вовлечением в инфекционный процесс костной ткани грудины, тканей средостения, с вовлечением (или без вовлечения) в процесс поверхностных мягких тканей, с наличием (или без) стабильности грудины [34, 141]. Таким образом, остеомиелит грудины и передний медиастинит – это составляющие единого патологического процесса [82, 161]. Для стерномедиастинита (СМ) характерна высокая частота вовлечения в патологический процесс ребер, хрящей, ключиц и мышц грудной стенки [34, 64, 68].

Послеоперационный СМ после срединной стернотомии развивается с частотой 0,7–6% случаев, летальность в группе риска при его осложнениях составляет 14–47% случаев [34, 178]; в последние годы отмечается тенденция к увеличению числа больных послеоперационным СМ, что связано с увеличением числа операций на органах грудной полости [68, 82].

Течение послеоперационного СМ нередко хроническое и упорно рецидивирующее. Инвалидизация больных при неоднократных оперативных вмешательствах может прогрессировать, так как увеличивается дефицит тканей каркаса грудной стенки. Безуспешное лечение с последующим летальным исходом часто встречается, несмотря на все усилия, направленные на устранение диастаза и удаление инфицированной ткани, интерпозицию мышечных лоскутов и наложение проволочных швов [38, 178].

Совершенствование методик лечения послеоперационного стреномедиастинита на сегодняшний день остаётся одной из сложных и актуальных задач современной торакальной хирургии.

**Степень разработанности темы исследования.** Несмотря на то, что разработаны различные подходы к лечению послеоперационного стреномедиастинита и различные методики и конструкции для восстановления целостности каркаса грудины у данной категории больных, проблема лечения послеоперационного стреномедиастинита далека от окончательного решения [86, 133, 171]. Проблема рецидивов послеоперационного стреномедиастинита актуальна на сегодняшний день, так как ни одна из существующих методик лечения данной категории больных не лишена недостатков и осложнений [107, 133, 139, 154].

Сложность патологического процесса, неудовлетворенность результатами лечения данной категории больных послужили основанием для выполнения настоящего исследования.

**Целью исследования** было разработать, изучить в экспериментальном и клиническом исследованиях и внедрить в клиническую практику имплантат из

никелида титана и способ восстановления целостности каркаса грудины при послеоперационных стерномедиастинитах.

**Задачи исследования:**

1. Разработать имплантат из никелида титана и инструмент для его проведения, обладающие оптимальными параметрами для восстановления целостности каркаса грудины при ее нестабильности у больных с послеоперационным стерномедиастинитом; разработать способ хирургического лечения послеоперационного стерномедиастинита с восстановлением целостности каркаса грудины.

2. Изучить в эксперименте на основании результатов морфологического исследования закономерности проявлений взаимодействия тканей грудины и парастернальных тканей с разработанным имплантатом, оценить течение процессов регенерации тканей грудины и парастернальных тканей после операций с использованием разработанного имплантата из никелида титана.

3. Изучить в клиническом исследовании эффективность способа хирургического лечения с восстановлением целостности каркаса грудины с использованием имплантата из никелида титана при послеоперационном стерномедиастините; оценить особенности течения послеоперационного периода.

4. Сравнить эффективность способа восстановления целостности каркаса грудины с использованием имплантата из никелида титана и стандартной методики стернорافیи металлическим швом при послеоперационных стерномедиастинитах.

5. С учетом полученных экспериментальных и клинических данных определить показания и противопоказания к предлагаемой операции; определить место разработанной операции в структуре хирургических методов лечения послеоперационного стерномедиастинита с нестабильностью каркаса грудины после срединной стернотомии.

**Научная новизна исследования.** Впервые для восстановления каркаса грудины при стерномедиастините разработан имплантат из никелида титана, представляющий из себя «чулок», сплетенный из 60 нитей из сплава марки ТН-10,

с толщиной нитей 90 мкм, диаметром пор плетения 2x1,5 мм в покое, 3,5x0,5 мм при максимальном натяжении имплантата. Впервые в эксперименте изучены закономерности взаимодействия тканей грудины и парастернальных мягких тканей с указанным имплантатом в сроки до 6 недель. Впервые разработан и внедрен в клиническую практику способ восстановления целостности грудины при послеоперационных стерномедиастинитах.

Новизна данного исследования подтверждена патентами Российской Федерации «Способ восстановления целостности каркаса грудины при стерномедиастинитах» № 2489097 и «Способ лечения стерномедиастинита» № 2539394.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Значимость работы определяется тем, что разработан и внедрен в клиническую практику лечения больных послеоперационным стерномедиастинитом способ восстановления целостности грудины, достоверно повышающий эффективность хирургического лечения (в том числе у неоднократно оперированных больных) при рецидивирующем стерномедиастините, определены показания и противопоказания к выполнению разработанной методики, определено место разработанной методики в структуре хирургических методов лечения больных послеоперационным стерномедиастинитом.

**Методология и методы исследования.** Диссертационное исследование выполнялось в несколько этапов. На первом этапе проводился анализ данных отечественной и зарубежной литературы, посвященных проблеме послеоперационного стерномедиастинита. На втором этапе была произведена разработка имплантата из никелида титана, инструмента для его проведения и метода хирургического лечения послеоперационного стерномедиастинита с использованием разработанного имплантата. На третьем этапе было проведено экспериментальное исследование на лабораторных животных с целью оценки закономерностей течения процессов регенерации тканей грудины при использовании разработанного имплантата из никелида титана. Далее была проведена внедрение разработанного метода хирургического лечения

послеоперационного стерномедиастинита в клиническую практику, проанализированы непосредственные и отдаленные результаты хирургического лечения исследуемых больных, проведена сравнительная оценка эффективности разработанного метода со стандартной методикой стернотомии. При анализе использования различных подходов к хирургическому лечению больных послеоперационным стерномедиастинитом было установлено место разработанной операции в структуре хирургических методов лечения послеоперационного стерномедиастинита и нестабильности каркаса грудины после срединной стернотомии.

В работе использован принцип последовательного применения метода научного познания: от результатов анализа информационных источников для обоснования актуальности и уточнения задач исследования к сравнительно-сопоставительному синтезу данных, полученных на клиническом и экспериментальном этапах исследования. Используемая в работе методология базируется на практических основах отечественной и зарубежной хирургии, включает основные принципы обследования и ведения больных послеоперационным стерномедиастинитом. В исследовании использовались основные и дополнительные клинические, лабораторные и инструментальные методы диагностики и оценки непосредственных и отдаленных результатов лечения оперированных больных; выполнялись анализ, обобщение и сравнение полученных данных. Работа выполнена в соответствии с принципами доказательной медицины с использованием современных клинико-диагностических методов обследования и обработки данных.

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

1. Предложенный для вмешательств на грудине имплантат из никелида титана является биологически инертным и биосовместимым материалом по отношению к грудине и парастернальным тканям, использование которого не вызывает специфических осложнений и нежелательных реакций тканей в области хирургического вмешательства.



2. Предложенный способ восстановления целостности грудины является технически просто выполнимым, малотравматичным и эффективным вариантом хирургического вмешательства у больных с нестабильностью грудины при послеоперационном стерномедиастините.

3. Предлагаемый способ восстановления целостности грудины является достоверно более эффективным в лечении больных с послеоперационным стерномедиастинитом, чем рутинная методика стернорافیи, позволяя добиться надежного сопоставления половин грудины при условии отсутствия у больных выраженной фрагментации грудины.

**Личный вклад автора в результаты исследования.** Автор лично участвовал во всех этапах научной работы: разработка дизайна исследования, проведение аналитического обзора литературы по изучаемой проблеме, сбор и статистическая обработка материала. Автор принимал участие в адаптации предложенных устройств и разработке метода хирургического лечения послеоперационного стерномедиастинита. Автор самостоятельно провел экспериментальное исследование на лабораторных животных, участвовал в проведении морфологической оценки данных экспериментального исследования. Автором был проведён анализ результатов лечения 41 больного послеоперационным стерномедиастинитом на основании ведения пациентов в качестве лечащего врача и изучения данных историй болезни. Автором была самостоятельно проведена интерпретация результатов лабораторных и лучевых методов обследования, в том числе данных контрольного обследования в сроки до 5 лет после операции. Автором лично проведен анализ и обобщение полученных результатов, подготовлены публикации и материалы для практического внедрения.

**Степень достоверности, апробация и реализация результатов работы.** Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования определяются достаточным и репрезентативным объемом выборок пролеченных пациентов, достаточным объемом выборок экспериментальных животных, достаточным количеством и адекватным выбором выполненных методик оценки

результатов лечения и подтверждены методами статистической обработки данных адекватными поставленным задачам. Методы математической обработки позволяют судить о статистически значимых различиях в сравниваемых группах. Научные положения, выводы и практические рекомендации обоснованы и вытекают из проделанной работы.

Основные положения и результаты работы доложены и обсуждены на всероссийской 71-ой итоговой студенческой научной конференции им. Н.И. Пирогова (Томск, май 2012), заседании областного общества хирургов Томской области от 25.04.2013 г. (г. Томск), III Международном конгрессе «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии» (Санкт-Петербург, 2013), IV Международном конгрессе «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии» (Санкт-Петербург, 2014), заседании областного общества хирургов Томской области от 20.02.2015 г. (г. Томск).

Результаты исследования внедрены в практическую работу клиники госпитальной хирургии им. А.Г. Савиных ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. Результаты работы используются в учебном процессе на кафедре госпитальной хирургии ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 4 - статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований. Получено 2 патента РФ на изобретение.

**Структура и объем диссертации.** Работа изложена на 139 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка условных сокращений и списка использованной литературы. Диссертация содержит 51 рисунок, 15 таблиц. Список литературы содержит 185 наименований работ, из них 35 отечественных и 150 зарубежных авторов.

# **ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ, ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ И ПРОФИЛАКТИКЕ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО СТЕРНОМЕДИАСТИНИТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

## **1.1. Вопросы терминологии, эпидемиологии и классификации послеоперационного стерномедиастинита**

В настоящее время срединная стернотомия по-прежнему является «доступом выбора» при операциях на сердце и магистральных сосудах, бифуркации трахеи, главных бронхах и одномоментных, двусторонних операциях на легких [41, 50, 64, 93]. Раневые осложнения после полной срединной стернотомии варьируют от стерильного расхождения краев раны до гнойного медиастинита [141, 142, 154].

Послеоперационный стерномедиастинит – это инфекционное осложнение, возникающее после рассечения грудины, с вовлечением в инфекционный процесс костной ткани грудины, тканей средостения, нередко – с развитием диастаза и нестабильности грудины, с вовлечением/без в патологический процесс поверхностных мягких тканей [34, 141, 144].

Распространённость послеоперационного стерномедиастинита (СМ) растёт из-за увеличения числа торакальных операций [68, 82, 83] и составляет 0,7—6%; в группе риска, которая составляет от 12 до 20%, летальность при развитии послеоперационного медиастинита достигает 14-47% [10, 32, 34, 59, 64, 76, 98, 124, 166, 178]. Расхождение краёв стеральной раны происходит в 14,9% всех случаев повторной госпитализации после операций на открытом сердце [131]. По данным крупного исследования, проведенного с 1970 по 2011 год, остеомиелит ребер и грудины занимает одно из ведущих мест в структуре заболеваемости остеомиелитом у взрослого населения [56].

Медицинский профиль пациентов, которым выполняют АКШ, исторически изменяется. Пациенты, которым выполняют АКШ, со временем имеют всё более тяжёлые медицинские профили [176]. Медиастинит усугубляет и без того высокую смертность, длительный период госпитализации, необходимость неоднократных хирургических процедур и высокую стоимость лечения расхождения грудины [59, 68, 82, 117, 124]. Летальный исход встречается, несмотря на все усилия, направленные на устранение диастаза и удаление инфицированной ткани, интерпозицию мышечных лоскутов и наложение проволочных швов [38, 76, 178].

Согласно классификации М. J. Jurkiewicz и соавт. [93], СМ разделяют на острый при длительности заболевания до 3 недель, подострый (от 3 до 6 недель) и хронический (длительность превышает 6 недель). Послеоперационный СМ подразделяется на местный и генерализованный. Приведенная ниже классификация по El Oakley & Wright [78] основывается на сроках манифестации осложнения, наличии факторов риска и неэффективных попыток хирургического лечения (таблица 1).

Таблица 1. Классификация медиастинита по El Oakley & John E. Wright, 1996 [78]

| Тип  | Характеристика  |
|------|---|
| I    | Возникает в первые 2 недели послеоперационного периода при отсутствии факторов риска <sup>1</sup>         |
| II   | Возникает в период от 2 до 6 недель послеоперационного периода при отсутствии факторов риска <sup>2</sup> |
| IIIa | Медиастинит I типа при наличии 1 или более факторов риска   |
| IIIb | Медиастинит II типа при наличии 1 или более факторов риска  |
| IVa  | Медиастинит I, II или III типа после одной неэффективной попытки лечения <sup>3</sup>                     |

*Продолжение таблицы 1.*

| Тип | Характеристика   |
|-----|--|
| IVb | Медиастинит I, II или III типа после более чем одной неэффективной попытки лечения |
| V   | Возникает позже 6 недель после операции  |

Примечания: (1) Инфекция грудной стенки, ассоциированная с остеомиелитом грудины с/без инфицирования ретростернального пространства. (2) Факторы риска, установленные в 3 или более крупных исследованиях (сахарный диабет, ожирение и прием иммуносупрессоров). (3) Неэффективная попытка лечения включает любое хирургическое вмешательство, направленное на лечение медиастинита.

В англоязычной литературе можно встретить термин "синдром Ханумана", под которым понимают сочетание диастаза грудины и медиастинита, развившихся как осложнение срединной стернотомии. Название синдрома происходит от красочного образа, описанного в эпическом тексте на санскрите: согласно индуистской мифологии, Хануман – обезьяноподобное божество – широко открывает свою грудь, чтобы показать свое сердце Раме [143, 161]. Данный термин подчеркивает, что остеомиелит грудины и передний медиастинит – это составляющие единого патологического процесса, часто сопровождающегося поражением костной, хрящевой и мышечной ткани грудной стенки [143, 161].

## **1.2. Этиология и факторы риска развития послеоперационного стерномедиастинита**

На основании литературных данных можно выделить три основные группы факторов риска развития послеоперационного стерномедиастинита: исходные

клинические характеристики больных, особенности техники выполнения хирургического вмешательства, внутри- и послеоперационные осложнения.

К первой группе относятся следующие факторы риска: пол пациента [34, 85, 136], преклонный возраст, ожирение, диабет, почечная недостаточность, хроническая обструктивная болезнь легких, прием кортикостероидов, остеопороз, курение [44, 66, 71, 101, 131, 163, 175], рестернотомия [34, 42, 50], более 4 видов бактерий в ране, *Candida albicans* и грамотрицательные бактерии в ране [56, 57, 74, 123, 139].

Ко второй группе относятся использование монополярной ЭХ-технологии [27, 34], использование внутренней грудной артерии для аортокоронарного шунтирования (АКШ) с последующей ишемией переднего шва грудины; билатеральный забор внутренних грудных артерий [119, 137], большой размер раны [85], способы рассечения грудины [23, 97], методики ее ушивания и фиксации, а также тип шовного материала [25, 103]. Однако, в литературе имеются данные, указывающие на то, что билатеральное использование внутренней грудной артерии для АКШ даже у больных с сахарным диабетом не связано с повышением риска развития глубокой инфекции стернальной раны и ранней смерти, а напротив способствует снижению уровня отдаленной летальности, а также летальности, связанной с кардиальными осложнениями [95]. Использование современной модели стернотомы при рассечении грудины улучшает ее последующее состояние [23].

К третьей группе относятся внутри- и послеоперационные осложнения, повышающие риск развития послеоперационного СМ: массивная кровопотеря при первичной операции [34, 42, 119, 147], послеоперационное кровотечение и образование загрудинных гематом в загрудинной клетчатке, полости перикарда и клетчатке средостения [119], синдром низкого сердечного выброса после первичной операции [34], нарушения фиксации грудины, разрыв швов и расхождения обломков грудины при наружном массаже сердца [34], переломы грудины ранорасширителем, инородные тела, сломанные стальные швы [2, 127].

Среди этиологических факторов необходимо отметить использование стальных проволочных швов. Плановое закрытие срединной стернотомии у взрослых часто проводится с применением 5–9 проволочных швов из некорродирующего металла. М. D. Meeks [127] с соавторами обнаружили переломы стальных стернальных швов у 26% пациентов с послеоперационным СМ. Разрушение стальных швов проявляется клинически еще до появления медиастинита (87,5%). Среднее время до разрушения стальных швов составляет 14 дней (до 48 дней). Переломы швов чаще происходили в головной части конфигурации, имеющей форму восьмерки [127]. Риск прорезывания проволоки через кость зависит от диаметра проволоки и увеличивался при остеопорозе, при неточной костной аппозиции, а также при избыточной подвижности грудной клетки у пациентов с заболеваниями дыхательных путей [36, 52]. Разрыв стальной проволоки наблюдался при физической активности молодых пациентов. Позднее закрытие грудины не увеличивает риск позднего инфицирования у взрослых пациентов [53, 70], но может увеличивать его у детей [69, 140, 165].

Основными возбудителями инфекционного процесса являются грамположительные кокки [13, 74, 151]. Нередко встречается кандидозный остеомиелит [56, 57, 109, 123]. В этом случае своевременный диагноз с длительным курсом противогрибковой терапии в течение 6–12 месяцев позволяет улучшить исход заболевания [56, 58, 85]. Излечение кандидозного медиастинита может быть достигнуто с использованием вакуумного закрытия грудины [109].

Le Guern с соавторами сообщили о клиническом случае нозокомиального медиастинита и стернального остеоита, вызванного *Mycoplasma Hominis*, после операции на открытом сердце у пациента с нормальной иммунной системой. Инфекция была диагностирована при инкубировании культуральной среды в течение длительного времени и секвенирования 16S рДНК напрямую из клинических проб [40].

### 1.3. Методы диагностики послеоперационного стерномедиастинита

**Клиническая картина.** При развитии послеоперационного стерномедиастинита происходит усиление болей в грудине и по ходу ушитой раны после срединной стернотомии, через 2–3 дня появляется гиперемия, отек и флюктуация (в конце 1-й недели) с последующими серозно-геморрагическими и гнойными выделениями. Частыми неспецифичными симптомами являются серозное отделяемое из раны, подвижность фрагментов ушитой грудины, боли в грудной клетке, а также системные симптомы: периодический субфебрилитет, озноб и лейкоцитоз. Общее состояние может существенно не страдать [34]. Для тяжелых форм острого СМ характерны тахикардия, гипотония, тахипноэ, поверхностное дыхание, хрипы в легких, симптомы септического процесса, возможен септический шок и коллапс. Заболевание часто осложняется гнойно-деструктивной пневмонией, эмпиемой плевры, пиопневмотораксом [34, 142].

Острейший или молниеносный СМ развивается при сниженном иммунитете и высокой вирулентности микрофлоры через 1–2 нед. после стернотомии. Появляется местная симптоматика, интоксикация, системный инфекционно-воспалительный процесс, гнойные выделения по ходу раны и патологическая подвижность фрагментов грудины. После этого возникают гнойные очаги в других органах, процесс распространяется на область непосредственного оперативного вмешательства и охватывает имплантированные протезы сосудов или шовного материала. Пальпация грудины очень болезненна. Тяжесть состояния нарастает при развитии септикопиемии [34].

Иногда развивается подострый (от 1 до 2 месяцев после появления первых признаков осложнения) и хронический (более 2 месяцев от начала заболевания) СМ. Периоды ремиссии чередуются с обострениями. При закрытом методе ведения раны после повторной стернотомии по ходу послеоперационного кожного рубца или в местах удаленных дренажей формируются один или несколько свищей с гнойным отделяемым. При открытом методе ведения



остается полностью разведенная, длительно не заживающая, зияющая стернотомическая рана с гнойно-некротическим налетом [142].

**Лабораторные анализы.** Количество лейкоцитов, СОЭ и концентрация С-реактивного белка должны быть проверены при поступлении и в процессе лечения у всех пациентов с остеомиелитом [26]. При подозрении на септический процесс целесообразно исследовать уровни прокальцитонина и пресептина крови. Имеются данные, указывающие на достоверное повышение содержания при хроническом остеомиелите в сыворотке крови таких цитокинов как sICAM и sVCAM, неоптерин, ИЛ-4 и ИЛ-6; величины данных параметров в группе сравнения соответствовали референтным величинам [6].

**Рентгенография.** Информация, полученная при рентгенографии и рентгенотомографии грудины при СМ, может дать лишь общее представление о наличии и расположении воспалительно-деструктивного процесса в грудной кости и окружающих тканях [14, 26]. Иногда эти методы позволяют выявить деминерализацию, деструкцию кости и костные секвестры; при остром стерномедиастините также возможно обнаружение расширения тени средостения или появления дополнительных теней в нижних легочных полях [34].

**Фистулография.** Выполнение фистулографии обязательно при наличии кожных свищей. Контрастирование свищевых ходов позволяет проследить ход свищей и расположение гнойных полостей и затеков [34].

**Компьютерная томография (КТ).** КТ при СМ обладает большей диагностической ценностью, чем рентгенография [26, 35, 145], позволяет поставить диагноз (до 93% случаев) и контролировать эффективность лечения [35, 67, 149]. Однако сопоставление интраоперационных и КТ-данных у больных с хроническим СМ после срединной стернотомии показало частые расхождения в определении границ воспалительных изменений: во время операции выяснялось, что воспалительный процесс распространен шире, чем это было показано на КТ [34]. Мультиспиральная компьютерная томография более эффективна, чем стандартная КТ, так как позволяет достигать оптимального качества изображения при сокращении времени сканирования, уменьшая лучевую нагрузку до 50% [20,

26]. Компьютерная томография с трехмерной реконструкцией грудины – адекватный метод оценки статуса грудины, улучшающий исходы лечения [67]. Ряд авторов отмечает необходимость проведения компьютерной томографии не только до операции, но и после неё, с целью контроля состояния костных структур раны, оценки радикальности выполненной резекции, отсутствия гематом. Так как инфекционно-воспалительные заболевания склонны к рецидивированию, КТ обоснованно применять и в отдаленные сроки [67].

**Магнитно-резонансная томография (МРТ).** МРТ обладает достаточно высокой чувствительностью и специфичностью в диагностике остеомиелита, в ряде случаев превосходя возможности КТ. Данный метод позволяет не только выявить костную патологию, но и дифференцировать инфекцию кости и мягких тканей [26].

**Сцинтиграфия.** Важное место в диагностике послеоперационного СМ занимает гамма-сцинтиграфия с  $^{99m}\text{Tc}$ , который является остеотропным РФП. Особенно хорошие результаты исследования отмечены при использовании лейкоцитов и моноклональных гранулоцитов, меченных  $^{99m}\text{Tc}$ . При возникновении СМ гамма-сцинтиграфия позволяет четко ограничить живую, мертвую и реваскуляризованную зоны кости, что важно для выбора объема резекции и определения характера остеогенеза после фиксации оставшихся фрагментов грудины. В ранней стадии острого СМ радиоизотопный метод обладает большими диагностическими возможностями, чем рентгенография и КТ. Иногда отмечается парадоксальное снижение накопления РФП в остеомиелитическом очаге (так называемые холодные очаги), что, по-видимому, связано с ранним тромбозом питающих кость артерий [34]. Также применяется трехфазная сцинтиграфия с остеотропным препаратом, меченным  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{99m}\text{Tc}$ -технефором, и сцинтиграфия с использованием РФП, способных депонироваться в зоне воспалительной инфильтрации, –  $^{67}\text{Ga}$ -цитрата и  $^{111}\text{In}$ -цитрина. Оптимальным способом является сочетание МСКТ и сцинтиграфии с РФП, обеспечивающими идентификацию очагов воспаления [26, 28, 30, 47].

**Ультразвуковое исследование.** В диагностике остеомиелита грудины и стерномедиастинита используют ультразвуковое исследование. Ультразвуковая диагностика – надежный, неинвазивный и информативный метод идентификации скопления гноя при остеомиелите. С его помощью можно также определить отек мягких тканей, неровности и дефекты на поверхности кости, косную мозоль [26]. Ультразвуковая диагностика может применяться в мониторинге послеоперационных репаративных изменений [106], при исследовании динамики минерализации фиброзно-хрящевого матрикса [5], в оценке мягкотканых структур и выраженности жидкостного компонента [5], в исследовании особенностей локальной васкуляризации патологического воспалительного очага [106, 108], посредством УЗИ может быть оценено состояние кортикального слоя и надкостницы и установлена степень демаркации свищевого хода [12].

**Микробиологическое исследование.** Микробиологическое исследование – важный компонент обследования при остеомиелите грудины и стерномедиастините [61]. В то же время, посевы выделений из свищевого хода не вполне надежны для определения того, какие микроорганизмы находятся в пораженной кости. При хроническом остеомиелите часто присоединяется внутригоспитальная инфекция, и посев из свищей лишь у половины пациентов совпадает с истинным возбудителем костной инфекции. При полимикробной микрофлоре посевы из свища еще менее информативны. Для своевременного выделения и идентификации патогенных микроорганизмов предлагают использовать бактериоскопию, анаэробную технику бактериологических исследований, газожидкостную хроматографию и серологические методы идентификации возбудителя. Для выявления возбудителя заболевания эмпирический режим антибиотикотерапии должен быть прекращен за 3 дня до взятия образцов культуры [26]. В литературе имеются данные, указывающие на то, что ориентируясь на результаты точно проведенного микробиологического исследования возможно излечить хронический остеомиелит грудины после стернотомии посредством только систематической антимикробной терапии без обязательного хирургического лечения [126].

**Ангиография.** Ангиографическое исследование имеет вспомогательное значение и используется у больных после АКШ с использованием внутренней грудной артерии. Оценка проходимости внутренних грудных артерий в этих случаях принципиальна для выбора метода пластики грудной стенки, так как близость воспалительного очага повышает риск их септического тромбоза. Ангиографическое исследование проводится также для оценки кровоснабжения прямой мышцы живота, если предполагается использовать ее для пластики [34].

**Исследование периферического кровообращения.** Неотъемлемые компоненты гнойно-воспалительного процесса при остеомиелите – нарушения внутрикостной микроциркуляции и регионарного кровообращения. Рентгеноконтрастная ангиография служит информативным методом изучения рентгеноанатомии сосудистого русла, однако этот метод является инвазивным, дорогим и ограниченным в количественной трактовке функции дистального сосудистого русла. Данный метод используют при проведении пластических операций с использованием лоскутов на сосудистой ножке. Регионарное кровообращение может быть оценено также с помощью ультразвуковой доплерографии и дуплексного сканирования. Для оценки микроциркуляции используют лазерную доплеровскую флоуметрию, тепловидение и полярографию. Чрескожное определение напряжения кислорода и углекислого газа помогает контролировать кровообращение в зоне поражения и пересаженных тканевых лоскутов [26].

**Позитронно-эмиссионная томография.** В последние годы появились работы по применению позитронно-эмиссионной томографии для диагностики остеомиелита. Метод позволяет определить места повышенного накопления продуктов фосфорилирования флюорозедезоксиглюкозы и тем самым подтвердить или исключить остеомиелит [26].

**Термографическая картина.** В литературе имеются сообщения о том, что термография может применяться для обеспечения послеоперационного наблюдения за лечением и эффективностью антибиотикотерапии [169]. Однако, в

настоящее время метод термографии не имеет существенного значения в диагностике стерномедиастинита.

В протокол обследования больных послеоперационным стерномедиастинитом так же необходимо включить ЭКГ, Эхо-КГ, и оценку функции внешнего дыхания. Исследование функции внешнего дыхания проводится для оценки функционального состояния респираторной системы больного и перед оперативным вмешательством для планирования выбора и объема анестезиологического обеспечения [78, 82].

Таким образом, наиболее информативными и специфичными методам диагностики послеоперационного стерномедиастинита являются МСКТ и сцинтиграфическая индикация воспалительного процесса.

#### **1.4. Лечение послеоперационного стерномедиастинита**

Наиболее распространенные методы лечения включают хирургическую ревизию, открытую повязку, закрытую медиастинальную ирригацию, хирургическую обработку раны, пластику грудины или реконструкцию сальниковым или мышечным лоскутом [33, 59, 75, 128, 129]. Ранняя хирургическая обработка и закрытие оставшихся дефектов — это два основных принципа в ведении инфицированных ран после стернотомии, особенно в ситуациях, где важно быстрое заживление раны. Индивидуальный подход к каждому пациенту и правильный выбор метода реконструкции значительно уменьшает послеоперационную смертность и заболеваемость [33, 129, 176].

В предоперационном периоде при хроническом послеоперационном СМ решаются следующие задачи: противовоспалительная терапия, диагностика новых очагов воспаления, детоксикация и нормализация функций жизненно важных органов и систем, а также иммунокоррекция и стимуляция организма [3, 4].

При остром стерномедиастините сразу назначают антибиотикотерапию. При хроническом вялотекущем течении стерномедиастинита первое введение

антибактериальных препаратов возможно в день операции вместе с премедикацией. В ряде случаев проводится лечение под прикрытием противогрибковых препаратов [129].

**Вакуумное закрытие грудины в лечении стерномедиастинита.** Первое описание вакуумного закрытия раны было сделано Morykwas & Argenta в 1997 году, и с тех пор растет число хирургов, использующих этот метод [45, 48, 62, 79, 91, 92, 112, 167, 181, 183, 184]. Salica с соавторами показал, что использование отрицательного давления способствует улучшению клинического статуса пациентов с медиастинитом согласно шкале APACHE II и успешному электроивному хирургическому закрытию [112]. Было показано, что использование вакуумной технологии при закрытии раны грудины является эффективным при расхождении грудины, уменьшает смертность, частоту осложнений и необходимость повторных операций, что ведет к снижению стоимости лечения [29, 91, 125, 180]. Этот метод применяется при лечении инфицированных ран и заключается в использовании полиуретановых тампонов различных размеров, вложенных в полость раны и закрытых прозрачной адгезивной пленкой. Тампон соединен с эвакуирующей трубкой для сбора излишнего раневого экссудата в портативный насос, управляемый с помощью компьютера. Насос генерирует непрерывное отрицательное давление, обеспечивая совершенный дренаж раны и расширение артериол; это позволяет снизить уровень бактерий и ускоряет гранулирование ткани. Постоянное отрицательное давление удаляет интерстициальную жидкость, снижает локализованный отек, увеличивает кровоток с расширением артериол и, как следствие, улучшает диффузию антибиотика и снижает бактериальное загрязнение ткани. Более того, постоянное отрицательное давление ведет к механической деформации клеток, усиливая пролиферацию. Все это стимулирует гранулирование ткани, ускоряя заживление раны. Рекомендуемое отрицательное давление составляет порядка 125 мм рт. ст. Требуется обязательная защита сердечной поверхности или обнаженных сосудистых структур с помощью специальной не адгезивной пены или других не адгезивных материалов. Тампоновая повязка меняется два раза в неделю в

операционной под общей анестезией с целью контроля подвижности края грудины во время дыхания. При этом принимают меры к тому, чтобы подвижность стернального края была как можно меньше, в противном случае может произойти разрыв желудочка сердца [84, 92, 168, 182]. Средняя длительность вакуумной терапии 26 дней (от 14 до 37 дней).

Вакуумная терапия может быть использована как переходный (перед реконструктивным этапом) либо, в ряде случаев, окончательный метод лечения инфекции глубоких стернальных ран [79, 111].

Osada et al. [57] привел отчет о редком случае, когда у 79-летней женщины была глубокая рана, инфицированная *Candida albicans*, после повторных операций на открытом сердце. Успешное лечение раны было проведено с использованием вакуума.

Несмотря на хорошие результаты лечения с использованием отрицательного давления, Bain et al. [49] считает, что вакуумное закрытие не должно заменять традиционную терапию в лечении ран грудины.

Фактором, вызывающим озабоченность у врачей, остается такое осложнение, как профузные кровотечения, которые случаются в процессе терапии отрицательным давлением [100]. Тем не менее, зарубежные авторы считают, что лечение стернальных ран с помощью вакуумного закрытия приводит к укорочению пребывания в реанимации и улучшению выживаемости и может снижать частоту осложнений [182, 183].

Yu et al. [89] провел ретроспективное исследование по использованию **гипербарической оксигенации** в лечении стернальной инфекции и остеомиелита после срединной стернотомии. Гипербарическая оксигенация не вызывала никаких осложнений и приводила к достоверному уменьшению продолжительности госпитализации и длительности инвазивной и не инвазивной вентиляции с положительным давлением. У пациентов, получавших гипербарическую оксигенацию, снижалась госпитальная смертность [89]. Полагают, что 20–40 сеансов гипербарической оксигенации и агрессивные хирургические подходы улучшают клинические исходы. Гипербарическую

оксигенацию выполняют до и после хирургического вмешательства. Этот подход может быть использован как дополнительный и безопасный метод лечения для улучшения клинических исходов у пациентов со стерномедиастинитом, развившимся после кардиохирургических вмешательств [159].

**Хирургическое лечение послеоперационного стерномедиастинита.** В лечении послеоперационного стерномедиастинита в настоящий момент преобладает этапный хирургический подход, включающий хирургические обработки с ревизией и санацией переднего средостения и грудины с последующей отсроченной пластикой грудины с восстановлением ее целостности, либо выполнением пластики с использованием кровоснабжаемых лоскутов собственных тканей (сальника, большой грудной мышцы и т.д.) [34, 94, 125].

Существуют два основных подхода к хирургическому ведению послеоперационного стерномедиастинита – открытый и закрытый. Открытый метод [34, 121] заключается в санации с последующим открытым ведением раны грудной стенки путем тампонирования ее мазевыми тампонами или марлевыми повязками, обработанными в растворах антисептиков и антибиотиков. Закрытие раны грудной стенки осуществляется поэтапно по мере ее очищения [1, 104, 121, 122]. Открытое ведение раны облегчает повторные резекции, если в них возникает необходимость. Это сохраняет ткани, которые могут потребоваться для пластики дефекта. Недостатком открытого метода лечения стерномедиастинита является более длительный период госпитализации, необходимость ежедневных перевязок, реинфицирование раны. В 1985 г. С. Scully и соавт. [147] модифицировал методику двухэтапного метода оперативного лечения при хроническом остеомиелите грудины и рекомендовал производить его в один этап с первичным закрытием дефекта грудной стенки при помощи мобилизованных с обеих сторон встречных лоскутов больших грудных мышц. Однако при больших объемах резекций применение одноэтапного метода нежелательно [34]. Двухэтапный открытый метод, хотя и является более длительным (до 2 мес.), но позволяет осуществить экономную резекцию и надежное дренирование раны [34, 105, 119].



Закрытый метод лечения послеоперационного СМ предусматривает одномоментное закрытие раны грудной стенки после санации и дренирования. Преимущества закрытого метода в том, что хирургическое лечение проводится в один этап и отсутствует существенное влияние на дыхательную функцию, снижается риск реинфицирования раны. Первичное ушивание раны восстанавливает стабильность грудной клетки, исключает опасные смены тампонов. Снижается эмоциональная травма больного, и улучшаются конечные результаты лечения. При закрытом ведении крайне важным является адекватное дренирование с возможным использованием проточно-промывных систем [133, 156]. Недостатками закрытого метода являются трудности при определении границ воспалительного процесса, не всегда адекватное дренирование средостения [102]. Применение закрытого метода может приводить к хронизации процесса до 20–40% случаев [134].

Robicsek с соавт. [142] считает, что в случае негнояного стерномедиастинита и при отсутствии некроза мягких и костных тканей, больные однозначно могут быть излечены с помощью операции, дренажа, стабилизации грудины и первичного закрытия.

Окончательное решение об объеме резекции и, следовательно, о методе пластики грудной стенки принимают во время операции [126]. Согласно данным литературы, необходима максимально радикальная резекция пораженных тканей: при консервативной стернектомии осложнения более серьезные и чаще требуют повторной операции по сравнению с использованием радикальной стернектомии. Резекция грудины, включающая реберные хрящи, связана с меньшей частотой повторных операций, хотя достоверно не снижает смертность [59, 61]. После удаления всех инфицированных и некротизированных тканей, выбирают дальнейшую хирургическую и лечебную тактику. Определяющими при этом являются общее состояние больного и возможности радикальной резекции.

**Варианты пластического закрытия дефекта передней грудной стенки с использованием лоскутов собственных тканей.** С целью закрытия раны и коррекции дефекта передней грудной стенки могут быть использованы различные

методы перемещения лоскутов собственных тканей: мышечная, кожно-мышечная транспозиция на фиксированной сосудистой ножке, перемещение лоскутов сальника на сосудистой ножке, свободная кожная пластика расщепленным кожным трансплантатом.

**Пластика большой грудной мышцей** сопровождается частичной утратой ее функции, но сокращает сроки лечения. Lewandowicz с соавторами полагают, что использование модифицированного билатерального лоскута большой грудной мышцы является эффективным методом лечения незаращения грудной раны. Эта хирургическая процедура должна выполняться как можно раньше, чтобы уменьшить страдания пациента и снизить вероятность осложнений [125, 148].

Угроза кровотечения является показанием к проведению мышечной пластики на мышечной или сосудистой ножке из соседних областей, даже при явной необходимости повторной резекции грудной стенки. Пластика дефекта путем перемещения больших грудных мышц может быть так же показана при радикальной резекции грудной стенки у больных с хроническим стерномедиастинитом средней тяжести или в нормальном состоянии. Мобилизованные края больших грудных мышц подтягивают к средней линии и пришивают к ретростеральной фасции или фиброзным тканям таким образом, чтобы прикрыть концы ребер. Образовавшуюся рану заполняют тампонами, пропитанными мазями на водорастворимой основе в зависимости от характера и чувствительности микрофлоры.

Перемещение больших грудных мышц в рану с образованием дубликатуры возможно только при ее полной мобилизации. При этом пересекают сухожилия большой грудной мышцы у плечевой кости или саму мышцу по передней аксиллярной линии. Последний вариант позволяет сохранить контуры аксиллярной ямки. Мышца перемещается на фиксированной проксимальной торакоакромиальной ножке.

Были сделаны попытки использовать только ключичную головку большой грудной мышцы с внутренней маммарной перфорированной или акромиально-торакальной артерией. Al-Mufarrej с соавт. [179] исследовали использование этого

метода при лечении серии изолированных, острых и подострых грудино-ключичных инфекций. Оказалось, что, по сравнению с традиционным, при этом методе не возникает интраоперационная необходимость в расширении разрезов и послеоперационные деформации контура грудной клетки, достигается эффективное закрытие раны без больших стернальных разрезов. Забор лоскута головки большой грудной мышцы предохраняет стернокостальную головку большой грудной мышцы и ее акромиально-торакальную ножку. Это предохраняет мышцу для дальнейшего использования.

Fernández-Palacios с соавт. [125] исследовал сравнительную эффективность медиастинального закрытия с использованием одного лоскута грудной мышцы по сравнению с использованием двух мышечных лоскутов. Как односторонняя техника мышечного лоскута, так и классическая двусторонняя, показали сходные результаты. Односторонняя техника представляет собой относительно менее агрессивное оперативное вмешательство и предохраняет неповрежденную контралатеральную грудную мышцу. Сравнивая одностороннюю технику мышечного лоскута с двусторонней, первая быстрее и проще в использовании, а также снижается необходимость в послеоперационных переливаниях крови.

В случаях, когда основной мышечный резерв в области грудной клетки (большая грудная мышца) исчерпан или поврежден, возможно использование **лоскутов, выкраиваемых из верхней части прямой мышцы живота**, которые перемещают на верхней надчревной сосудистой ножке, являющейся прямым продолжением внутренней грудной артерии. Малая травматичность при выкраивании и перемещении этих лоскутов позволяет использовать их довольно широко [34, 60].

Описан метод пластического закрытия при послеоперационном стерномедиастините с использованием **лоскута широчайшей мышцы спины**. Главным источником кровоснабжения данного лоскута является торакодорзальная артерия, также в кровоснабжении принимают участие межреберные и поясничные перфоранты. Ввиду неудовлетворительности эстетических результатов при закрытии донорского места расщепленным кожным

трансплантатом, не рекомендуется взятие кожной части шириной более 10 см (это позволит закрыть донорское место без аутодермопластики) [64, 87, 173].

**Пластика лоскутом большого сальника на сосудистой ножке.** Возможно одноэтапное закрытие дефекта с транспозицией сальникового лоскута для лечения послеоперационного стерномедиастинита [75, 185].

Торакооментопластика позволяет добиться заживления стеральной раны и снизить частоту рецидивов гнойного процесса [8, 117], но в тоже время, характеризуется спектром тяжелых осложнений, нередко требующих повторных оперативных вмешательств, таких как: спаечная кишечная непроходимость, формирование абдономедиастинальной грыжи, некроз сальникового лоскута вследствие сдавления сосудистой ножки, послеоперационная нестабильность грудной стенки [22, 34, 117].

После выкраивания лоскута, его перемещения в область стеральной раны и фиксации к тканям отдельными рассасывающими швами, лоскут прикрывают окружающими мягкими тканями и кожей. При дефиците кожи используют одномоментное прикрытие сальника свободным кожным трансплантатом – полнослойным либо расщепленным [34].

При открытом ведении раны может быть использована пластика свободным кожным лоскутом [34].

Prantl с соавт. [157] сообщает о новой технике **костно-кожного лоскута, полученного из лопаточной области**, обеспечивающей торакальную стабильность и защитное покрытие медиастинальных органов; пятилетнее наблюдение продемонстрировало удовлетворительные результаты.

**Методы восстановления целостности каркаса грудины.** Наиболее распространенным методом стернорافیи является шов стальной проволокой по различным схемам или полиэфирным материалом в различных модификациях, однако, при использовании данных материалов, особенно, при повторной стернорافیи, нередко является рецидив несостоятельности шва грудины с фрагментацией грудины [21, 24, 63].

**Применение различных альтернативных металлических конструкций для стернального ресинтеза.** Никелид титана стал активно применяться в хирургии с различными целями [9, 17, 18, 19, 24, 43, 65, 77, 80, 81, 99, 152, 162]. К преимуществам имплантатов, изготовленных из никелида титана, относятся высокая степень биохимической и биомеханической совместимости, терморреактивность, коррозионная стойкость в динамических условиях, высокий уровень прочности и долговечность. Будучи неферромагнитным материалом, никелид титана является безопасным при необходимости магнитно-резонансной диагностики [15; 152].

Был разработан и внедрен **метод стернального закрытия с использованием терморреактивных зажимов, изготовленных из нитинола (NiTi).** Было показано, что использование таких терморреактивных зажимов снижает частоту местных осложнений и является более безопасным и менее инвазивным методом стернального ресинтеза по сравнению с фиксацией с помощью проволоки [92, 113, 116, 137, 152, 170, 171].

При стернальном закрытии с помощью таких зажимов (thermoclips) распределение давления осуществляется через более широкую площадь, чем при применении проволочных лигатур, потому что зажимы имеют больший диаметр в точке контакта с тканью [137, 152]. Этот метод обеспечивает сравнительно легкую фиксацию и относительно быстрое удаление зажимов. После хирургической обработки и последующего консервативного ведения (возможно, с использованием вакуумного метода закрытия раны), удаляют инфицированные сосудистые протезы или заменяют трансплантаты. Если ресинтез грудины достижим, то использование терморреактивных зажимов предпочтительнее стальной проволоки. Зажимы изготавливают из нитинола (Ni-Ti), сплава, который содержит примерно одинаковую пропорцию никеля и титана и является терморреактивным. Каждый зажим измеряется, и выбор осуществляется на основании того, что зажим должен быть на 5–8 мм меньше, чем ширина грудины [116]. Зажим вставляется через отверстия, близко расположенные к стернальному краю, в межреберья. Обычно 3–4 зажима достаточно для достижения

стабильности грудины (метод может использоваться в комбинации с проволочными швами в верхней и нижней третях грудины) [113, 137]. Vohra с соавт. опубликовал статью о применении терморезистивных нитиноловых зажимов Flexigrips (Preasidia SRL, Bologna, Italy) для лечения стернальной нестабильности без необходимости доступа в средостение. Четыре зажима Flexigrips (1 на рукоятку и 3 на тело грудины) накладывают с использованием аппликатора [160], что является главным преимуществом этой техники.

Однако использование зажимов из никелида титана не лишено своих недостатков и при их использовании при лечении послеоперационного стромедиастинита и расхождения грудины, развитие осложнений все же возможно [55, 130]. Одним из осложнений является отделение терморезистивных зажимов от грудины в позднем послеоперационном периоде в связи с неправильным измерением расстояния между межреберьями [71]. Техника измерения грудины до стернотомии, описанная Ooi et al., отчасти помогает преодолеть эти проблемы [118]. Tavlasoglu et al. разбирает клинический случай, свидетельствующий о чрезвычайной важности правильного выбора размеров зажимов, изготовленных из никелида титана [71]. Автор подчеркивает, что при неадекватном подборе размера зажимов возможно их смещение и открепление от грудины с последующим расхождением и инфицирование грудины [71]. Для предотвращения нового расхождения грудины и повторной стернальной ревизии автор рассматривает модифицированную технику Робишека (the Robicsek modification technique) [144], при которой свободный латеральный край грудины усиливают вертикальными стальными швами, так что наложение зажимов становится более прочным [71]. Tavlasoglu et al. полагает, что измерения с использованием зажима Бакхауса более точные и советует использовать зажим Бакхауса, а не кронциркуль, чтобы измерять поперечный диаметр между свободными краями грудины на уровне межреберий, потому что использование кронциркуля может вести к завышенным размерам, особенно в процессе обучения [71].

С одной стороны, использование зажимов относительно менее травматично по сравнению с проволочными швами ввиду того, что не требуется полной диссекции ретростернального пространства, но, с другой стороны, эффективность зажимов может быть снижена из-за того факта, что они не могут быть помещены полностью вокруг тела грудины, что повышает риск смещения зажимов [116]. Безусловно, поверхность соприкосновения у зажимов больше, чем у проволочных швов [137], но этого все же может быть недостаточно для полной стабилизации. Plass с соавт. сообщает, что терморезистивные зажимы были использованы у трех пациентов вместо обычных стальных проволочных швов. У этих трех пациентов не было никаких специфических факторов риска осложнений стернального заживления, однако у одного пациента возникло осложнение, когда левые части зажимов полностью оторвались и прорвали кость левой стороны грудины. Plass с соавт. задается вопросом о показаниях для использования терморезистивных зажимов. Авторы отмечают, что качество костной ткани грудины является важным фактором (особенно при наличии сильного остеопороза или множественных переломов) [114].

Несмотря на относительно малую травматичность, зажимы из никелида титана, установленные через отверстия в межреберьях, особенно с левой стороны, могут повреждать левое легкое с возможным развитием пневмоторакса [160]. Если в ретростернальном пространстве присутствует выраженный спаечный процесс, эффективность зажимов может быть снижена, и их вставление может вызвать серьезное ретростернальное кровотечение, если произойдет повреждение аорто-коронарных шунтов или спаек [114].

Broadhurst с соавт. приводит клинический случай использования терморезистивных зажимов у 83-летнего пациента, имевшего высокий риск. Исходное послеоперационное восстановление пациента было не осложненным. Однако на 7-ой день пациент упал и ударился о металлический край кровати, что привело к прямой травме грудины. Клиническое исследование и рентгенограмма подтвердили повреждение грудины с переломом нижнего термозажима. Пациенту была проведена повторная операция, где было обнаружено, что нижний

термозажим сломан, средний выбит, верхний был еще *in situ*. В связи с множественными переломами грудины, грудина была воссоединена с помощью стальных проволок. Приведенный выше случай демонстрирует, что при механическом воздействии на грудину достаточной силы термозажимы могут сломаться [55].

Другим альтернативным методом восстановления целостности каркаса передней стенки грудной клетки у пациентов с осложнениями срединной стернотомии является использование различных специальных **металлических пластин**, которые могут крепиться к ребрам с помощью шурупов, либо закрепляться с помощью проволоки. Данный метод не требует массивной ретростеральной диссекции, однако эта техника требует формирования значительных тканевых лоскутов, чтобы обнажить ребра. Принципам и манипуляциям с пластинчатой системой легко обучиться, хотя эта система должна быть использована очень осторожно, так как возможно серьезное повреждение сердца и легких [114]. “Мостовое” соединение поврежденных отсутствующих костных структур возможно лишь с использованием стернальных пластинок [107, 155].

Недавно был внедрен новый прибор **Sternal Talon** (KLS Martin, Jacksonville, FL) для остеосинтеза грудины. Использование этого прибора у 24 пациентов с осложнениями срединной стернотомии (из них в 8 случаях одновременно с пластикой мышечным лоскутом) позволило достичь соединения грудины у 23 из 24 пациентов; однако 4 пациентам потребовалась повторная операция. Производитель заявляет, что перед применением данного устройства необходимо измерять ширину и толщину грудины, и адекватная фиксация может быть достигнута только при правильном подборе имплантата; у некоторых пациентов на основании результатов измерения ширины грудины, толщины грудины, либо межреберных расстояний должно быть принято решение о необходимости использования иных методов закрытия грудины [110, 153].

Для лечения несращения грудины была предложена новая методика с применением шовных якорей [166].



**Использование костных трансплантатов для закрытия дефектов передней стенки грудной клетки после стернотомии.** Lusini с соавт. впервые сообщили о технике стернального ресинтеза в кардиохирургии с использованием аутологичного костного имплантата и аутологичного геля, полученного из тромбоцитов, и описали послеоперационное ведение и исход лечения пожилого пациента. Контрольное обследование через 4 месяца после операции подтвердило полное заживление места расхождения грудины с образованием твёрдой соединяющей кости [138].

Описано успешное применение метода лечения обширных дефектов передней стенки грудной клетки после глубоких осложнений срединной стернотомии с применением аллогенного костного трансплантата грудины, не содержащего живых клеток костного мозга; авторы заключают, что, на основании их опыта, данный метод, явился оптимальным для лечения обширных дефектов после стернотомии [158].

Ersoy с коллегами описали воспроизводимый сэндвич-метод с использованием аллогرافта малой берцовой кости. Метод облегчает наложение металлических швов, создавая билатеральные зоны посадки для швов с обеих сторон грудины [86].

**Примеры комбинированных методов пластического закрытия при послеоперационном стерномедиастините.** Выполнение первичного закрытия осложненных дефектов грудины часто невозможно. Zor с соавт. опубликовал опыт лечения пяти пациентов с тяжелым остеомиелитом грудины и деструкцией грудины после реваскуляризации миокарда, согласно которому техника с использованием ячеистого титанового имплантата в сочетании с торакооментопластикой и пластикой лоскутом прямой мышцы живота позволяет выполнять жесткое и стабильное закрытие грудины в осложненных случаях [150].

Sansone с соавт. описали использование лоскутной пластики в сочетании с применением металлических пластинок для стабилизации грудной стенки у пациентов с обширной резекцией грудины по поводу послеоперационного остеомиелита. В 3-х случаях (60%) рукоятка грудины была полностью удалена: в

случае верхней стернектомии стабильность грудной стенки была достигнута без металлических пластин; в двух случаях для стабилизации грудной стенки потребовалось использование трех металлических пластинок (STRATOS™ System) у каждого пациента, зафиксированных на 2-ом, 3-ем и 4-ом ребрах. Пластинки были проведены сквозь сальниковый лоскут с целью частичного покрытия устройств. Авторы заключили, что использование трансоментальных титановых пластинок может обеспечить стабильность грудной стенки после обширной резекции грудины [174].

При сохранении целостности половин ранее рассеченной грудины можно осуществлять комбинированный реостеосинтез зажимами из нитинола с эффектом памяти формы, стальной проволоки или полиэфирными лигатурами и сетки из титана, которая служит ранним фиксирующим компонентом и основой прочного соединительно-тканного рубца передней грудной стенки в сочетании с пластикой мышечными лоскутами [24, 172].

**Осложнения хирургического лечения послеоперационного стерномедиастинита.** К **интраоперационным осложнениям** следует отнести, в первую очередь, кровотечение [68, 100]. В **ближайшем послеоперационном периоде** могут развиваться такие осложнения как: подлоскутные гематомы в области стеральной раны, требующие опорожнения; образование лигатурного свища; пневмоторакс после резекции грудины; образование подкожных сером в донорской области; развитие кишечной непроходимости (после выполнения торакооментопластики). **Отдаленные осложнения:** грыжа передней брюшной стенки (после выполнения торакооментопластики); рецидив стерномедиастинита; флотация передней грудной стенки после тотальной резекции грудины и лоскутной пластики [34].

Послеоперационное ведение пациентов с расхождением грудины требует организации усилий многодисциплинарной медицинской команды, включающей хирургов-ортопедов, пластических хирургов, микробиологов, медсестер реанимационного отделения и экспертов в реабилитации. Хирургические подходы к стеральному ресинтезу часто оказываются безуспешными.

## **1.5. Профилактика развития послеоперационного стерномедиастинита и нестабильности грудины**

Наиболее важными среди превентивных мер развития стерномедиастинита являются тщательная асептика, атравматическая хирургическая техника, сохранение адекватного кровоснабжения и механической целостности грудины, предупреждение нестабильности грудины и ее коррекция, если нестабильность возникает [21, 38, 71, 130, 142].

Стратегии для уменьшения инфекций стеральной раны после АКШ с использованием внутренней маммарной артерии билатерально заключаются в снижении модифицируемых факторов риска, таких как микробиологические факторы, антибиотикопрофилактика и строгий гликемический контроль. Необходимо стремиться минимизировать деваскуляризацию грудины, используя скелетонированный, полускелетонированный и модифицированный забор внутренней грудной артерии [73, 146].

В исследовании, проведенном Namouda K. С соавторами, было доказано, что уменьшение продолжительности периоперационной антибиотикопрофилактики у взрослых пациентов, перенесших операцию на сердце, с 56 ч. до 32 ч не связано с повышением уровня внутрибольничной инфекции, но способствует, уменьшению уровня антибиотикорезистентности и снижению расходов здравоохранения [72].

Godbole с соавт. в 2012 г. [177] опубликовал одну из лучших кардиохирургических статей по данным анализа литературы, проведенного согласно структурированному протоколу. Вопрос, который рассмотрели эти авторы, заключался в следующем: действительно ли использование антибактериальных имплантатов, таких как гентамицин-коллагеновые губки, может принести пользу для предотвращения инфекций стеральных ран? В общей сложности, авторами были найдены более 484 публикаций согласно заданным критериям поиска. Авторы анализа пришли к выводу, что гентамицин-

коллагеновые губки вряд ли могут уменьшать частоту развития инфекций стернальных ран у пациентов с высоким риском и полимикробными инфекциями. Однако, согласно мета-анализу, опубликованному в 2015 г., использование гентамицин-коллагеновых губок значительно снижает риск развития стерномедиастинита после кардиохирургических операций, тем не менее, профилактическая эффективность использования данного подхода может быть снижена при билатеральном заборе внутренней грудной артерии для АКШ [88, 120].

Augün с коллегами показал, что местное использование рифамицина может оказывать защитное действие против инфекции стеральной раны у пациентов с АКШ [164].

Исследование Tewarie с соавт. [132] показало высокую эффективность нового внешнего поддерживающего корсета для наружной фиксации грудины (Stern-E-Fix) в профилактике стеральной нестабильности и медиастинита у пациентов с высоким риском по сравнению со стандартными эластическими бандажами на грудную клетку.

Биомеханическое моделирование сил, действующих на грудину при срединной стернотомии, может объяснить механизм несращения грудины и улучшить методы закрытия раны. С помощью нового метода конечно-элементного анализа (КЭА) было показано, что силы порядка 40 кПа возникают при кашле при эллипсоидной модели грудной клетки. Авторы использовали сканы компьютерной томографии для получения усредненных измерений. Кроме того, была разработана модель КЭА для пациентов с бочкообразной грудной клеткой, страдающих ХОБЛ. Авторы оценили разные варианты наложения швов для обеих моделей. Исследование показало, что закрытие раны грудины с помощью шести швов, усиленных одним или двумя дополнительными швами в ее нижней части, является наиболее эффективным [36].

В литературе имеются данные о профилактической целесообразности фиксации грудины после кардиохирургических операций различными альтернативными методами (такими как пластины SternaLock (производства

Biomet) или Engimplan; конструкции Talon; зажимы из никелида титана Flexi-Grip; система ZipFix), особенно у пациентов группы риска развития послеоперационной нестабильности грудины и стерномедиастинита [39, 46, 110, 134].

Например, Vejko с соавт. [115] оценил эффективность стандартной техники стернорافیи проволочными швами и метода с использованием терморепактивных нитиноловых зажимов (Flexigrip; Praesidia SRL, Bologna, Italy). Общая встречаемость осложнений стернальной раны была выше в группе проволочных швов [115]. В другом исследовании Snyder с соавт. [135] начали выполнять первичное закрытие грудины титановыми пластинами по следующим показаниям: ожирение, физически тяжелая работа, остеопороз грудины или интраоперационный поперечный перелом грудины. Пациентов, которым было проведено такое закрытие, сравнивали с группой контроля, в которую входили пациенты с высоким риском, которым для закрытия грудины использовали проволочный шов. Было сделано заключение, что закрытие с помощью пластин имеет преимущества по сравнению с закрытием проволочными швами в раннем послеоперационном периоде, но не предотвращает поздние осложнения со стороны раны у пациентов с остеопорозом или сильным ожирением [135].

Было разработано устройство для фиксации грудины посредством 8-образных швов, изготовленных из плоской проволоки. Использование этого прибора (FlatWire Figure 8 sternal fixation device, Penn United, USA) может уменьшить частоту развития осложнений срединной стернотомии за счет положительных биомеханических свойств создаваемых швов [51]. Boustany с соавторами подчеркивают, что нужно продолжать исследования этого метода для подтверждения отдаленных исходов [54].

**Имплантаты, изготовленные из биodeградируемых материалов, для первичного закрытия грудины после кардиохирургических операций.** Как альтернативу для закрытия раны при полной срединной стернотомии используют рассасываемые швы и спицы. По данным компьютерной томографии, после данных операций у пациентов с факторами риска тоже иногда происходило

расхождение грудины, но оно не требовало повторной операции. Использование этой техники эффективно у правильно подобранных пациентов без факторов риска [96].

Биорассасывающиеся поли-L-лактидные (П-L-ЛА) стернальные стержни применяют для укрепления закрытия стеральной раны во время кардиохирургических операций. Однако у этих стержней нет остеокондуктивности. Были разработаны новые биорассасывающиеся стернальные стержни с остеокондуктивностью, изготовленные из некальцинированного гидроксиапатита и П-L-ЛА (НКГА-П-L-ЛА) [37].

Iida с коллегами накладывали на грудину три рассасываемых 8-образных шва. Краниальную сторону шва накладывали через рукоятку грудины, остальные - через межреберные пространства. Завязывали швы 6-7 раз. Использовали полилактиновые швы №2 (n=150) и двойные петлевые монофиламентные полигликонатные швы №1 (n=150). Оба вида швов коммерчески доступны. Никому из пациентов не потребовалась реэксплорация грудины из-за кровотечения и тампонады, и ни у кого не развилась инфекция и медиастинит. У 5 пациентов возникла серома и/или нестабильность грудины в сроки более 2 недель после операции, но никому из них не понадобилась хирургическая рефиксация грудины; эти пациенты имели диабет, хроническую почечную недостаточность, аутоиммунное заболевание и/или хронические заболевания лёгких. Ни у кого из группы полигликоната не возникли проблемы с грудinou [90].

Разработанные, в связи с недостатками рутинной методики стернорافیи металлическим швом, различные альтернативные приспособления для закрытия грудины снижают риск развития диастаза грудины, однако далеко не все они могут быть с успехом использованы для повторной реконструкции грудины при уже развившемся стерномедиастините.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что проблема лечения послеоперационного стерномедиастинита по-прежнему актуальна. Несмотря на то, что к настоящему времени разработаны различные альтернативные приспособления для реостеосинтеза грудины, результаты лечения

данной категории больных далеки от удовлетворительных. Достаточно объемные и массивные конструкции для ресинтеза грудины, обладающие сложной конфигурацией и достаточно большой площадью поверхности, могут поддерживать персистенцию воспалительного процесса в инфицированной области у пациентов со стерномедиастинитом. Дальнейшая разработка приспособлений для ресинтеза грудины и методов лечения послеоперационного стерномедиастинита является перспективной задачей современной торакальной хирургии.

## **ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1. Характеристика экспериментального исследования по оценке взаимодействия грудины и парастернальных тканей с имплантатом из никелида титана**

Ответная реакция различных тканей на присутствие в организме конструкций, изготовленных из никелида титана марки ТН-10, достаточно подробно изучена в многочисленных экспериментальных и клинических исследованиях, доказана биологическая инертность и биосовместимость данного материала. Вместе с тем, в доступной нам литературе не удалось обнаружить результатов исследований, связанных с изучением взаимодействия тканей грудины с имплантатами, близкими к предложенному нами или аналогичному. В связи с этим нами было предпринято экспериментальное исследование, задачей которого являлась оценка в сроки до 42 суток закономерностей взаимодействия поврежденной грудины и парастернальных тканей с предлагаемым имплантатом.

Работа была выполнена на базе лаборатории биомоделей ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России (заведующий - к. б. н., доцент Иванов Владимир Владимирович). Животных содержали в условиях вивария на рационе питания, соответствующем нормативам ГОСТа «Содержание экспериментальных животных в питомниках НИИ», при свободном доступе к воде и корму. Исследование было одобрено местным этическим комитетом ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России. Эксперименты на животных выполнялись в соответствии с принципами гуманного обращения с животными, которые регламентированы «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», утвержденными Приказом МЗ СССР № 742 от 13.11.1984 г. «Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» и № 48 от 23.01.1985 г. «О контроле за проведением работ с использованием экспериментальных животных», а также



основывались на положениях Хельсинской Декларации Всемирной Медицинской ассоциации от 1964 г., дополненной в 1975, 1983 и 2000 гг. Все оперативные вмешательства и выведение животных из опытов проводились в асептических условиях, под общей анестезией.

Исследование было проведено на 60 белых половозрелых крысах-самцах линии Вистар массой 200–220 г. Экспериментальные животные были разделены на 2 группы – по 30 животных в каждой. Анестезиологическое обеспечение и ведение периоперационного периода у всех животных были одинаковыми.

В асептических условиях после премедикации и под эфирным наркозом животное укладывали и фиксировали на операционном столике в положении «на спине». На передней грудной стенке ножницами выстригали шерсть, затем кожу обрабатывали раствором антисептика. После этого выполняли оперативное вмешательство в зависимости от групповой принадлежности крысы.

Животным первой группы после выполнения разреза кожи и мягких тканей в проекции грудины осуществляли повреждение ткани грудины путем ее плоскостной резекции во фронтальной плоскости на ограниченном участке в области тела грудины, после чего по плоскости повреждения фиксировали фрагмент предварительно стерилизованного в 96° спирте сетчатого имплантата из никелида титана. Имплантат накладывался и плотно прижимался к грудине, дополнительная его фиксация швами не производилась, поскольку за счет шероховатого рельефа поверхности имплантата происходила его самофиксация. Рану ушивали наглухо с использованием атравматического рассасывающегося шовного материала 4/0, 3/0 (рис. 1).

2-я (контрольная) группа – животные, которым после выполнения разреза кожи и мягких тканей в проекции грудины осуществляли повреждение ткани грудины аналогичное тому, которое выполнялось в первой группе, после чего рану зашивали послойно наглухо с использованием атравматического рассасывающегося шовного материала 4/0, 3/0.

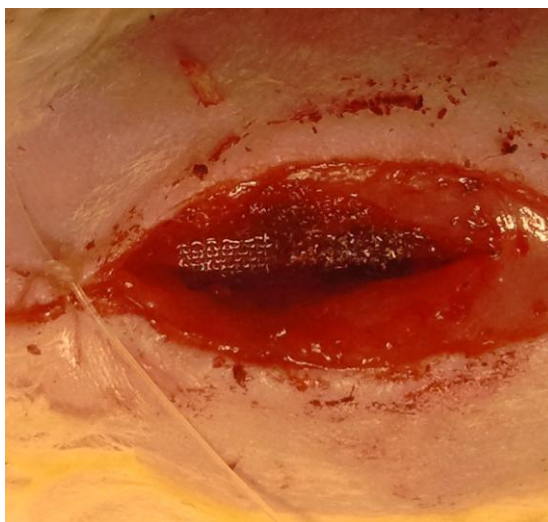


Рис. 1. Фиксация сетчатого имплантата из никелида титана по плоскости резекции грудины в эксперименте

Ход оперативных вмешательств фиксировали в операционный журнал. В послеоперационном периоде всем животным выполняли стандартное лечение, которое включало в себя: введение обезболивающих препаратов 2 раза в день (утром и вечером) в течение первых трех дней после операции, обработку послеоперационных швов раствором антисептика.

Крысы выводились из эксперимента путем летальной передозировки эфиром на 14-е, 28-е и 42-е сутки после оперативного вмешательства – по 10 из каждой группы в указанные сроки. После макроскопической оценки у каждого животного целиком забиралась грудина, имплантаты (по возможности) удалялись, при этом ткань, проросшая структуру сетчатого имплантата, аккуратно извлекалась из ячеек имплантата и изучалась вместе с основным фрагментом парастернальной ткани.

Из каждого образца готовился микропрепарат. Фрагменты грудины после предпринятых экспериментальных воздействий в течение 24 часов фиксировались в нейтральном формалине, затем в жидкости Орта. После 6-дневной фиксации фрагменты грудины промывались и помещались в декальцинирующий раствор уксуснокислого натрия и муравьиной кислоты, в котором они находились до окончания процесса декальцинации (в среднем – 10 суток). Затем фрагменты

грудины промывали, дегидратировали в изопропанол (БиоВитрум, Россия) и заливали в парафиновую смесь HISTOMIX (БиоВитрум, Россия). Срезы толщиной 5-7мкм окрашивали гематоксилином и эозином и заключали в синтетическую монтирующую среду Bio Mount (BioOptica, Италия).

Оценивали макроскопические и микроскопические изменения в области оперативного вмешательства. Макроскопически оценивались признаки инфицирования (нагноения) в области хирургического вмешательства, миграция имплантата, характер прорастающей имплантат ткани. Гистологическое исследование проводилось на базе кафедры морфологии и общей патологии ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России. Гистологические препараты изучались на микроскопе Axioskop 40 фирмы Carl Zeiss (Германия), микрофотографии препаратов получали с помощью фотокамеры Canon G 10 (Япония). Оценивались следующие признаки: отек тканей, кровоизлияния, полнокровие сосудов, воспалительная инфильтрация, признаки регенерации, взаимодействие тканей грудины и окружающих мягких тканей с имплантатом (признаки проникновения компонентов сплава в ткани), характер прорастающей имплантат ткани.

## **2.2. Общая характеристика клинических наблюдений**

Проанализировано лечение 41 пациента с послеоперационным стерномедиастинитом за 6-летний период (2010–2015 гг.). Кардиохирургические операции выполнялись на базе специализированных кардиохирургических отделений, для выполнения реконструктивного этапа больные с послеоперационным стерномедиастинитом направлялись в клинику госпитальной хирургии СибГМУ. Исследование было одобрено этическим комитетом ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.

Среди больных было 29 мужчин (70,7%) и 12 женщин (29,3%). Средний возраст больных составил  $61,12 \pm 8,62$  лет (мужчин  $59,4 \pm 8,2$  лет; женщин  $65,3 \pm 8,5$  лет). Длительность существования стерномедиастинита от момента

возникновения до выполнения первого хирургического вмешательства составила  $71 \pm 90$  суток (от 9 до 355 суток).

Диагноз основного заболевания перед кардиохирургической операцией: ИБС ФК II-III по NYHA - у 38 больных (92,7%). Сочетание ИБС ФК по NYHA III со сложным аортальным пороком наблюдалось у 1 больного (2,4%). Сочетание сложного порока аортального клапана с аневризмой восходящего отдела аорты наблюдалось у 1 больного (2,4%). Комбинированный порок сердца (сложный митральный порок + стеноз аортального клапана) наблюдался у 1 больного (2,4%). Нарушения ритма сердца были у 7 больных (17,1%). Сочетание ИБС с постинфарктной аневризмой левого желудочка наблюдалось у 3 больных (7,3%). Постинфарктный кардиосклероз был у 32 больных (78,0%). В таблице 2 представлен спектр сопутствующих заболеваний, диагностированных на дооперационном этапе.

Таблица 2. Сопутствующие заболевания в общей группе больных (n=41)

| Сопутствующие заболевания                | Количество больных | %    |
|--|--------------------|------|
| Артериальная гипертензия (1-3 ст.)       | 40                 | 97,6 |
| Мультифокальный атеросклероз             | 24                 | 58,5 |
| Хроническая обструктивная болезнь легких | 17                 | 41,5 |
| Ожирение (1-3 ст.)                       | 24                 | 58,5 |
| Сахарный диабет 2 типа                   | 11                 | 26,8 |
| Заболевания мочевыделительной системы    | 11                 | 26,8 |
| Болезни пищеварительной системы          | 33                 | 80,5 |
| Болезни щитовидной железы                | 2                  | 4,9  |
| Хронический вирусный гепатит В           | 1                  | 2,4  |
| Хронический вирусный гепатит С           | 1                  | 2,4  |

Наиболее распространенным сопутствующим заболеванием являлась артериальная гипертензия, которая была выявлена у 40 пациентов (97,6%). Сочетание атеросклеротического поражения коронарного русла с поражением сосудов других локализаций (брахиоцефальных артерий и/или артерий нижних конечностей и/или аорты и ее ветвей) было выявлено у 24 больных (58,5%).

Такие факторы риска развития послеоперационного стерномедиастинита, как ожирение и сахарный диабет были выявлены у 24 больных (58,5%) и 11 больных (26,8%) соответственно. Хроническая обструктивная болезнь легких, также являющаяся фактором риска развития послеоперационного стерномедиастинита была выявлена у 17 больных (41,5%). Такие заболевания органов пищеварения, как язвенная болезнь желудка, гастрит и дуоденит отмечены у 33 больных (80,5 %), что вероятно связано как с погрешностями в диете, так и с приемом антиагрегантов.

Все больные ранее были оперированы из срединного стернотомического доступа. В таблице 3 приведено распределение пациентов в зависимости от вида первично выполненной операции с доступом через срединную стернотомию.

Большинство больных перенесли различные варианты операции прямой реваскуляризации миокарда – 95,1% (n=39), у 1 больного прямая реваскуляризация миокарда сочеталась с операцией резекции аневризмы левого желудочка. Количество шунтов составило от 1 до 4 (шунтирующие артерии – внутренняя грудная артерия (МКШ) и/или аорта (АКШ) с использованием аутоген). Протезирование клапанов сердца перенесли 3 пациента (7,3%), у одного больного протезирование аортального клапана сочеталось с протезированием восходящего отдела аорты.

Свищевая форма остеомиелита (рис. 2) наблюдалась у 16 больных (39,0%). Открытая рана (рис. 3) была у 9 больных (22,0%).

Таблица 3. Вид первичной операции с доступом через срединную стернотомию

| Вмешательство с доступом через срединную стернотомию                         | Количество больных |       |
|--|--------------------|-------|
|  | Абс.               | %     |
| Прямая реваскуляризация миокарда   | 37                 | 90,2% |
| МКШ  | 1                  | 2,4%  |
| АКШ  | 1                  | 2,4%  |
| МКШ+АКШ  | 25                 | 61,0% |
| БиМКШ  | 4                  | 9,8%  |
| БиМКШ+АКШ  | 6                  | 14,6% |
| МКШ+ резекция аневризмы левого желудочка                                     | 1                  | 2,4%  |
| МКШ+протезирование аортального клапана                                       | 1                  | 2,4%  |
| Протезирование митрального и аортального клапанов                            | 1                  | 2,4%  |
| Протезирование аортального клапана и протезирование восходящего отдела аорты | 1                  | 2,4%  |
| Всего  | 41                 | 100%  |



Рис. 2. Больная И., 69 лет, послеоперационный стерномедиастинит, свищевая форма, состояние через 5 месяцев после операции МКШ ПНА, АКШ ЗМЖВ



Рис. 3. Больной С., 56 лет. Послеоперационный стерномедиастинит, открытая рана на передней поверхности грудной клетки, состояние после вакуумного лечения, через 2 месяца после операции МКШ ПНА и ПКА, аортокоронарного аутовеннозного шунтирования артерии тупого края

Характеристика микрофлоры, полученная по результатам посева отделяемого из свищей и ран до выполнения первой операции по поводу стерномедиастинита представлена в таблице 4.

Наиболее часто встречающимися возбудителями являлись золотистый стафилококк (в том числе у двух пациентов был обнаружен MRSA), *Staphylococcus epidermidis* и *Pseudomonas aeruginosa* (преобладала в составе микробных ассоциаций). У 8 пациентов, которым был проведен забор материала и выполнен посев для определения микрофлоры, роста бактериальной флоры обнаружено не было.

В таблице 5 представлено распределение пациентов в зависимости от типа стерномедиастинита до первой попытки хирургического лечения в соответствии с классификацией послеоперационного стерномедиастинита по El Oakley & John E. Wright (1996 г.) [78].

Таблица 4. Предоперационный бактериологический анализ (n=25)

| Вид возбудителя  | n (%)     |
|--|-----------|
| <i>Staphylococcus aureus</i>   | 5 (20,0%) |
| <i>Staphylococcus epidermidis</i>  | 4 (16,0%) |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>  | 1 (4,0%)  |
| <i>Enterobacter cloacae</i>  | 1 (4,0%)  |
| <i>Candida</i>   | 1 (4,0%)  |
| Микробные ассоциации:  | 5 (20,0%) |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> + <i>Staphylococcus aureus</i>                           |           |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> + <i>Enterobacter cloacae</i>                            |           |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> + <i>Acinetobacter</i>                                   |           |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> + <i>Staphylococcus epidermidis</i>                      |           |
| <i>Enterococcus sp.</i> + <i>Pseudomonas aeruginosa</i> + <i>Staphylococcus aureus</i> |           |
| Роста бактериальной флоры не обнаружено  | 8 (32,0%) |

Таблица 5. Тип послеоперационного стерномедиастинита по классификации El Oakley &amp; John E. Wright (1996 г.) [78]

| Тип стерномедиастинита | Число пациентов | %     |
|------------------------|-----------------|-------|
| I                      | 4               | 9,8%  |
| II                     | 6               | 14,6% |
| IIIa                   | 5               | 12,2% |
| IIIb                   | 23              | 56,1% |
| V                      | 3               | 7,3%  |
| Всего                  | 41              | 100%  |



### 2.3. Методы обследования и периоперационного ведения больных

Оценка состояния больных в предоперационном и послеоперационном периоде производилась по результатам всестороннего клинического, лабораторного и инструментального обследования, включавшего следующие компоненты:

1. Сбор жалоб, анамнеза, клиническое (физикальное) обследование по стандартным методикам.
2. Обзорная рентгенография грудной клетки и прицельная рентгенография грудины; у пациентов со свищевой формой стерномедиастинита выполнялась фистулография.
3. Мультиспиральная компьютерная томография грудной клетки.
4. Сцинтиграфия с применением радиофармпрепарата Технетрил,  $^{99m}\text{Tc}$  или Технефором,  $^{99m}\text{Tc}$  (Диамед, Россия).
5. Ультразвуковое исследование передней грудной стенки и переднего средостения.
6. Оценка функции внешнего дыхания.
7. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы.
8. Эндоскопические исследования.
9. Лабораторные исследования.
10. Консультации специалистов различного профиля (оперировавшего сердечно-сосудистого хирурга, терапевта-кардиолога, эндокринолога и др.).

Обследование начинали с анализа выписок из историй болезни, сбора анамнеза и расспроса пациентов, при которых выяснялись характер пройденного до госпитализации лечения и динамика течения заболевания.

Основными жалобами были: боль в проекции грудины, гнойное отделяемое из раны, наличие свищей в области послеоперационного рубца, ощущение нестабильности грудины, повышение температуры тела.

Клиническое обследование проводили по стандартным методикам. При осмотре пациента определяли общее состояние, признаки сопутствующих заболеваний, выраженность местного воспаления и фазу раневого процесса.

При исследовании локального статуса обнаруживались признаки местной воспалительной реакции, наружные свищи в проекции проведения металлических швов грудины, болезненность при пальпации, признаки диастаза и нестабильности грудины.

Обзорную рентгенографию грудной клетки и прицельную рентгенографию грудины, а при наличии свищевой формы остеомиелита грудины, в обязательном порядке, и фистулографию (рис. 4) проводили на рентгенодиагностическом комплексе APOLLO DR-DRF фирмы VILLA SISTEMI MEDICALI (Италия).

Мультиспиральная компьютерная томография (рис. 5, 6) выполнялась на 4-срезовом томографе Somatom Sensation 4 SIEMENS в аксиальной проекции (толщина среза 1 мм) с дальнейшим реконструированием в сагиттальной и фронтальной проекциях с толщиной реконструирования 0,7–0,8 с построением MPR, MIP, SSD и VRT реконструкций.

При оценке выраженности воспалительного процесса определяли такие признаки медиастинита как увеличение размеров средостения; наличие пузырьков воздуха в медиастинальной клетчатке; наличие жидкости в переднем средостении, полости перикарда и плевральных полостях, инфильтрация мягких тканей, уплотнение клетчатки; лимфаденопатия средостения; наличие плевральных сращений.

При оценке признаков остеомиелита отмечали наличие остеодеструкции, секвестров и полостей; изменения кортикального слоя; наличие свищевых ходов; неоднородной структуры и повышенной плотности костной ткани (800-2000 единиц Хаунсфилда); наличие жидкостного компонента; вакуум-феномена в костной и хрящевой ткани грудины и ребер; остеопороза ткани грудины при хроническом течении остеомиелита.

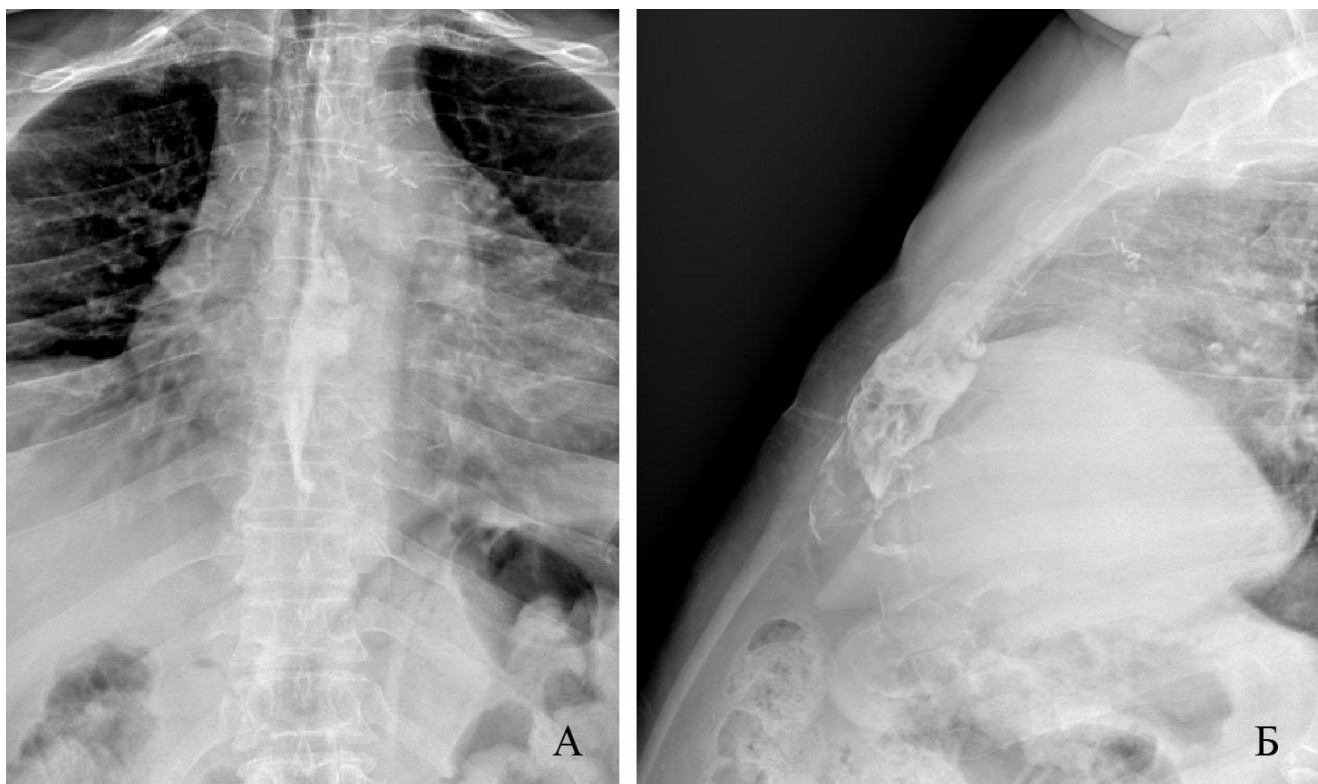


Рис. 4. Больной Р., 55 лет. Фистулография во фронтальной (А) и латеральной (Б) проекциях. Послеоперационный стерномедиастинит, остеомиелит грудины, свищевая форма. Состояние через 3 месяца после операции МКШ и АКШ

Оценивая состояние ткани грудины с целью определить возможность пластики определяли наличие несостоятельности швов грудины; поперечных переломов и ложных суставов грудины; количество фрагментов, которыми представлена грудина; ширину диастаза между половинами грудины; наличие или отсутствие сращений половин грудины.

Сцинтиграфическая индикация воспаления выполнялась на однофотонном эмиссионном компьютерном томографе Philips BrightView с применением радиофармпрепарата Технетрил,  $^{99m}\text{Tc}$  или Технефором,  $^{99m}\text{Tc}$  (Диамед, Россия) (рис. 7). Лучевая нагрузка при радионуклидных исследованиях не превышала предельно-допустимой дозы.

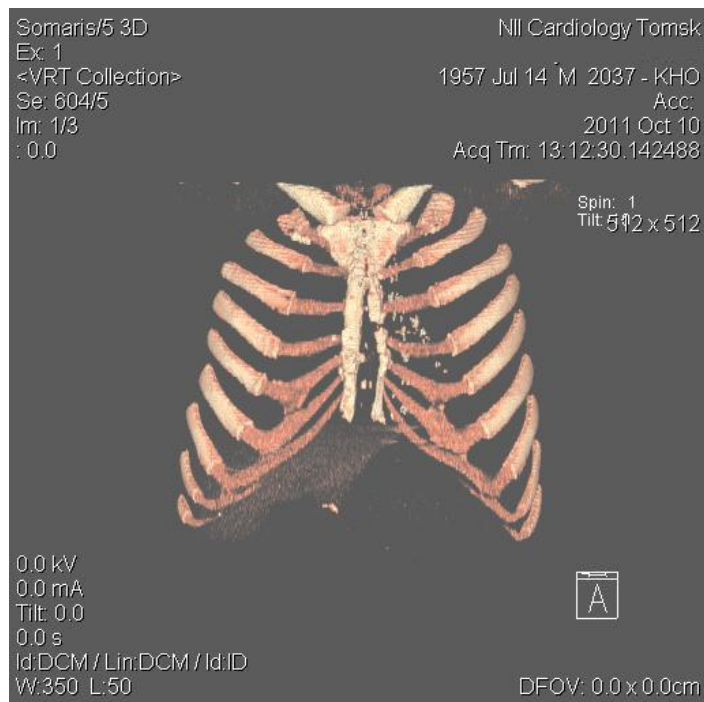


Рис. 5. Больной Д, 54 лет. МСКТ через 7 месяцев после операции МКШ и АКШ, несостоятельность швов и диастаз половин грудины, поперечный перелом левой половины тела грудины, остеомиелит левой половины тела грудины



Рис. 6. МСКТ грудной клетки. Больной Ц, 53 лет. через 20 дней после операции бимаммарного шунтирования, послеоперационный стерномедиастинит, несостоятельность швов и диастаз половин грудины

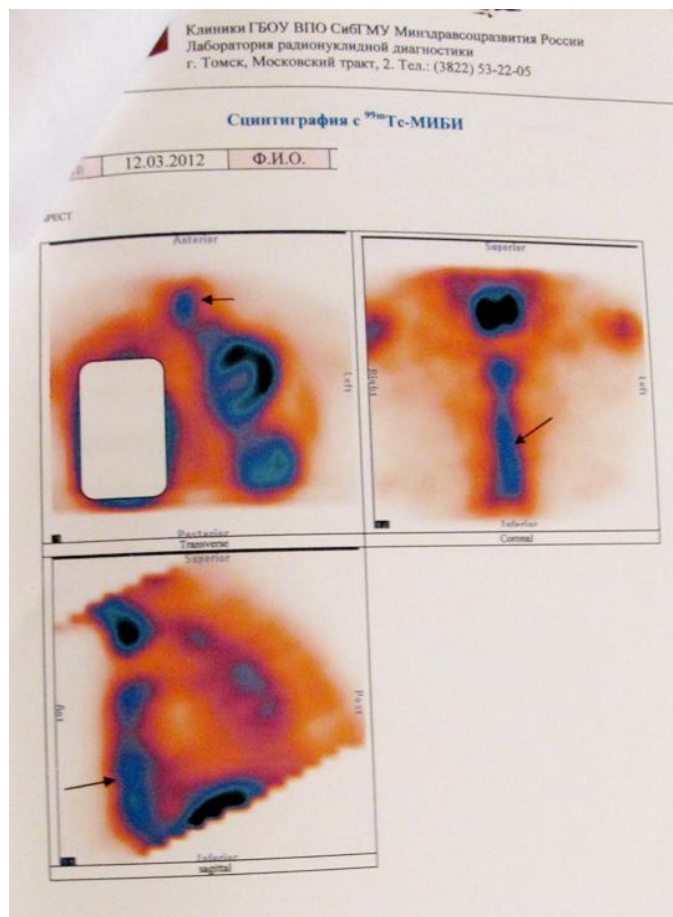


Рис. 7. Больная С, 62 лет. Сцинтиграфия через 1 месяц после операции бимаммарного шунтирования, послеоперационный стерномедиастинит. Сцинтиграфическая картина воспалительного процесса в грудине и окружающих мягких тканях с незначительным распространением на средостение

Всем больным проводили полипозиционное ультразвуковое исследование передней стенки грудной клетки и переднего средостения в пред- и послеоперационном периоде. Исследование проводили на ультразвуковой стационарной цветной цифровой диагностической системе Sono Scape SSI – 6000 (RHP). Использовали линейный датчик с частотой 7 Мгц. В режиме тканевой гармоник более четко визуализировались контуры костных фрагментов, выступов, впадин. В режиме ЦДК и энергетического доплера оценивали степень васкуляризации мягких тканей, зону консолидации и патологического очага.

Производили оценку следующих параметров:

1. Контур кости и костных дефектов в виде прерывистости контура по ходу кости с наличием неровности контуров и дистальной акустической тени за костными фрагментами (дефект в виде прерывистости контура костных поверхностей грудины).

2. Периостит: острый – гипоехогенная полоска на кортикальной поверхности кости, хронический – гиперэхогенная неравномерно утолщенная зона контура кости.

3. Расстояния между краями грудины.

4. Проведение функциональной пробы: на вдохе оценить подвижность краев и наличие их расхождения.

5. Зона консолидации с образованием грануляционной ткани и наличием сосудистой реакции в режиме ЦДК (цветное доплеровское картирование) и энергетического доплера. Зона консолидации характеризуется как увеличение гиперэхогенной зоны и отсутствие гипоехогенной зоны.

6. Мягкие ткани передней грудной клетки. Участки воспалительной инфильтрации в виде повышения эхогенности ткани за счет отека, наличие жидкостных полостей, свищевых ходов, гнойных затеков, в виде анэхогенных и гипоехогенных структур.

Признаками остеомиелита грудины по данным УЗИ являются: деформация (узуры, секвестры) и фрагментация грудины; периостальная реакция. Признаки нестабильности грудины по данным УЗИ: диастаз; патологическая подвижность фрагментов грудины при дыхательных экскурсиях (во фронтальной проекции, по высоте). Признаки медиастинита по данным УЗИ: степень гидратации мягких тканей; скопления жидкости (ограниченные) (единичные, множественные); свищевые ходы.

Спирографию выполняли с использованием пульмонологического комплекса MasterLab pro «Erich Jaeger».

Всем пациентам выполняли электрокардиографическое исследование. При обследовании сердечно-сосудистой системы по показаниям выполняли ЭКГ в

динамике, Эхо-Кг, с целью исключения клинически значимых нарушений ритма - суточное холтеровское мониторирование.

При подозрении на атеросклеротический стеноз выполняли цветное дуплексное сканирование брахиоцефальных сосудов, артерий и вен нижних конечностей. Для исключения тромбообразования с угрозой развития тромбоэмболии у пациентов с длительно текущим воспалительным процессом, наличием варикозного расширения вен нижних конечностей проводили УЗИ вен нижних конечностей.

Всем пациентам перед операцией выполнялась эзофагогастродуоденоскопия с целью выявления для дальнейшей коррекции язвенной болезни и эрозивных поражений слизистой желудка и двенадцатиперстной кишки.

При наличии свищевой формы остеомиелита, либо открытой раны на передней поверхности грудной клетки выполнялось бактериологическое исследование отделяемого для изучения качественного и количественного состава микрофлоры и определения ее чувствительности к антибиотикам.

Интраоперационно выполняли забор материала, направляемого на бактериологическое исследование для определения микрофлоры и чувствительности к антибиотикам. В послеоперационном периоде при наличии отделяемого так же проводили регулярный забор материала для бактериологического исследования с целью коррекции антибактериальной терапии с учетом состава микрофлоры и ее чувствительности к антибиотикам.

Всем пациентам до операции и в динамике на протяжении всего послеоперационного периода (1 раз в неделю или чаще) выполнялись развернутый общий анализ крови с лейкоцитарной формулой, общий анализ мочи, развернутый биохимический анализ крови, коагулограмма.

По уровню лейкоцитов, палочкоядерного сдвига, С-реактивного белка, СОЭ оценивали выраженность и динамику местного воспалительного процесса. До первой операции по поводу стерномедиастинита уровень лейкоцитов составил в среднем  $9,6 \pm 3,1$  (от 4,0 до 16,3)  $\cdot 10^9/\text{л}$ ; СОЭ в среднем была  $29,34 \pm 18,7$  (от 4 до

65) мм/час; уровень С-реактивного белка в среднем составил  $69 \pm 53$  (от 4 до 200) мг/л. Для исключения сепсиса производилась оценка уровня прокальцитонина.

По уровню гемоглобина и эритроцитов оценивали необходимость трансфузии эритроцитарных препаратов крови и необходимость введения препаратов железа для коррекции анемии. Уровень гемоглобина до первой операции по поводу стерномедиастинита составил в среднем  $124,66 \pm 22,8$  (от 83 до 165) г/л. Уровень эритроцитов до первой операции по поводу стерномедиастинита составил в среднем  $3,99 \pm 0,64$  (от 2,7 до 4,89)  $\cdot 10^{12}$ /л.

По уровню общего белка крови, составившего до операции по поводу стерномедиастинита в среднем  $66,55 \pm 6,18$  (от 55 до 80) г/л, определяли необходимость коррекции питания.

Всем больным в предоперационном периоде были проведены консультации терапевта и анестезиолога. Учитывая, что большинство пациентов имели значимые сопутствующие заболевания (такие как ишемическая болезнь сердца, хроническая обструктивная болезнь легких, сахарный диабет), а также, в ряде случаев, исходно хроническую почечную, сердечную или дыхательную недостаточность или их сочетание с целью определения объема переносимого оперативного вмешательства и величины операционного риска, при необходимости, проводились консультации узких специалистов, и обследование могло быть расширено согласно рекомендациям эндокринолога, кардиолога, аритмолога, гастроэнтеролога, уролога, сосудистого хирурга, кардиохирурга. Так, при наличии патологии мочевыделительной системы, помимо выполняемых всем пациентам общего анализа мочи и оценки уровней креатинина и мочевины в биохимическом анализе крови, по показаниям обследование могло быть дополнено выполнением УЗИ почек, мочевого пузыря, предстательной железы, анализом мочи по Нечипоренко, пробами Реберга и Зимницкого, оценивался электролитный состав крови. При наличии сахарного диабета определяли не только уровень глюкозы в биохимическом анализе крови, а также гликемический профиль по часам, уровень гликированного гемоглобина.



**Периоперационное ведение.** Ведение пациентов осуществляли в соответствии со стандартными подходами к терапии, включавшими местное применение антисептических растворов и мазей, корректную антибактериальную терапию с учетом результатов посевов отделяемого из свищей или раны с определением микрофлоры и чувствительности к антибиотикам. 3 больным в предоперационном периоде до выполнения хирургической обработки была проведена вакуумная терапия.

У пациентов с хроническим стерномедиастинитом осуществляли лимфотропную терапию в пред- и послеоперационном периоде (патент РФ № 2539394 «Способ лечения стерномедиастинита»). Противопоказаниями к проведению данного способа являются гнойные заболевания кожи и мягких тканей в области введения средства, индивидуальная непереносимость компонентов средства. Преимущества данного метода заключаются в снижении дозы вводимых препаратов и частоты введения средства, по сравнению с системной антибактериальной терапией, доказанной способностью вводимой смеси накапливаться в очаге воспаления, создавая терапевтическую концентрацию при снижении по сравнению с системной антибиотикотерапией суммарной дозы вводимых препаратов. Лечение начинали с использования антибиотика широкого спектра действия, тропного к костной ткани. До начала лечения, при возможности получения материала для определения микрофлоры и чувствительности к антибиотикам, производился забор материала. В последующем, при определении возбудителя инфекции (при свищевых формах остеомиелита грудины), возможна замена антибиотика с учетом чувствительности микрофлоры в конкретном случае. *Ex tempore* готовили средство, улучшающее регионарный транспорт антибактериальных препаратов в очаг поражения, содержащее лидазу 32 ЕД, раствор трометамин кеторолака 0,03 г (1 мл кеторола), раствор дексаметазона 0,004 г (1 мл), раствор лидокаина 10% 0,1 г (1 мл) и 5 мл 40% раствора глюкозы, в которое вводят выбранный антибиотик широкого спектра действия, тропный к костной ткани. Терапевтический эффект приготовленной смеси определялся совокупностью

действия ее компонентов: лидаза – это фермент, используемый для ускорения всасывания различных лекарственных средств при подкожном и внутримышечном их введении за счет увеличения проницаемости тканей и улучшения движения межтканевой жидкости; кеторол – нестероидное противовоспалительное средство, действующим веществом которого является кеторолака трометамин, обладающий противовоспалительным эффектом и анальгетическим действием за счет избирательного подавления в периферических тканях активности ферментов циклооксигеназы 1 и 2 типов, в результате чего наблюдается ингибирование образования простагландинов; дексаметазон – глюкокортикостероидный гормон, обладающий выраженным противовоспалительным действием; лидокаин – местноанестезирующий препарат, стабилизирующий клеточные мембраны за счет блокады натриевых каналов; антибиотик в данном случае выступает в качестве средства этиотропной терапии, подавляющего рост или вызывающего гибель патогенных микроорганизмов; раствор глюкозы выполняет функцию среды для разведения лекарственного коктейля. Приготовленную смесь вводили в межкостистые связки позвоночного столба на уровне Th2-Th3, Th3-Th4, Th4-Th5 на глубину 1,5-2 см по 3 мл в каждое место инъекции. Введение лекарственного коктейля осуществляют в положении больного “лежа на боку” с приведенными к животу коленями и максимальным наклоном головы вперед. Продолжительность лечения составляет 12-14 дней: первые 3 дня инъекции производят ежедневно, впоследствии – через день (всего 8-9 инъекций).

Проводилась коррекция сопутствующих заболеваний. Так, больным с декомпенсированным сахарным диабетом проводили коррекцию и подбор инсулинотерапии с целью коррекции уровня глюкозы крови до уровня компенсации; при заболеваниях щитовидной железы проводили УЗИ щитовидной железы, анализ и, при необходимости, коррекцию гормонального фона.

В раннем послеоперационном периоде проводили клиническую оценку состояния больных (ежедневные обходы), перевязки больных.

## 2.4. Статистическая обработка данных исследования

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ PSPP 0.8.2.

Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05 ( $p$  – достигнутый уровень значимости).

Проверка на нормальность распределения количественных данных проводилась по критерию Шапиро-Вилка.

Обобщение результатов исследования проводили с использованием описательных статистик – среднее значение и стандартное отклонение ( $M; \sigma$ ) – для нормально распределенных количественных признаков; медиана и межквартильный размах  $Me (Q1; Q3)$  – для количественных признаков, не соответствующих нормальному закону распределения, и порядковых признаков. Описание качественных данных проводилось путем построения таблиц сопряженности с указанием абсолютных и относительных (%) частот встречаемости признаков.

Для определения достоверности различий качественных признаков использовали анализ таблиц сопряженности (критерий  $\chi^2$  Пирсона, а также двусторонний точный тест Фишера в случае, если ожидаемое значение хотя бы в одной ячейке таблицы сопряженности было меньше 5).

Оценка различий средних величин нормально распределенного признака в двух независимых выборках проводилась с использованием критерия Стьюдента. Сравнение количественных признаков, не подчиняющихся нормальному закону распределения, и порядковых признаков проводилось в случае двух независимых выборок при помощи критерия Манна-Уитни [7, 11, 16, 31].

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ: ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРАБОТАННЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ОПЕРАЦИИ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

### 3.1. Характеристика разработанного имплантата и инструмента для его проведения

Совместно с НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы на кафедре госпитальной хирургии СибГМУ был разработан специальный изогнутый троакар (рис. 8, 9) и трубчатый плетеный имплантат из никелида титана (рис. 10) для выполнения операций по восстановлению целостности каркаса грудины при послеоперационных стерномедиастинитах.

Специальный троакар представляет собой плавно изогнутый на  $90^\circ$  по дуге с радиусом 45-50 мм троакар, в остальном аналогичный троакару для лапароцентеза, с наружным диаметром гильзы 8 мм и внутренним диаметром гильзы 6 мм, совмещенный с конгруэнтно изогнутым стилетом этого же троакара.



Рис. 8. Специальный изогнутый троакар: стилет и гильза



Рис. 9. Специальный изогнутый троакар в собранном состоянии



Рис. 10. Трубчатый имплантат из никелида титана

Разработанный имплантат из никелида титана представляет собой сетчатый полый плетеный шнур («чулок») цилиндрической формы, изготовленный из нитей диаметром **90** мкм. Количество нитей в поперечном сечении шнура  $n=60$ , диаметр пор плетения 2x1,5 мм в покое, 3,5x0,5 мм при максимальном натяжении шнура. Нити изготовлены из сплава марки ТН-10.

Интервал между соседними нитями (разрядка плетения) определен из условия возможности оптимума образования, проникновения и роста биологической ткани для обеспечения структурной эластичности тканевого имплантата.

Данный сплав на 90–95% состоит из никелида титана и на 5–10% – из оксида титана. Оксид титана в виде специально созданной в процессе изготовления пленки толщиной 5–7 мкм оказывает существенное влияние на закономерности изменения формы при эффекте сверхэластичности. Важным свойством пленки оксида титана является ее высокая адаптированность к живым тканям, которые, вращая, плотно фиксируются в оболочке нити (рис. 11).

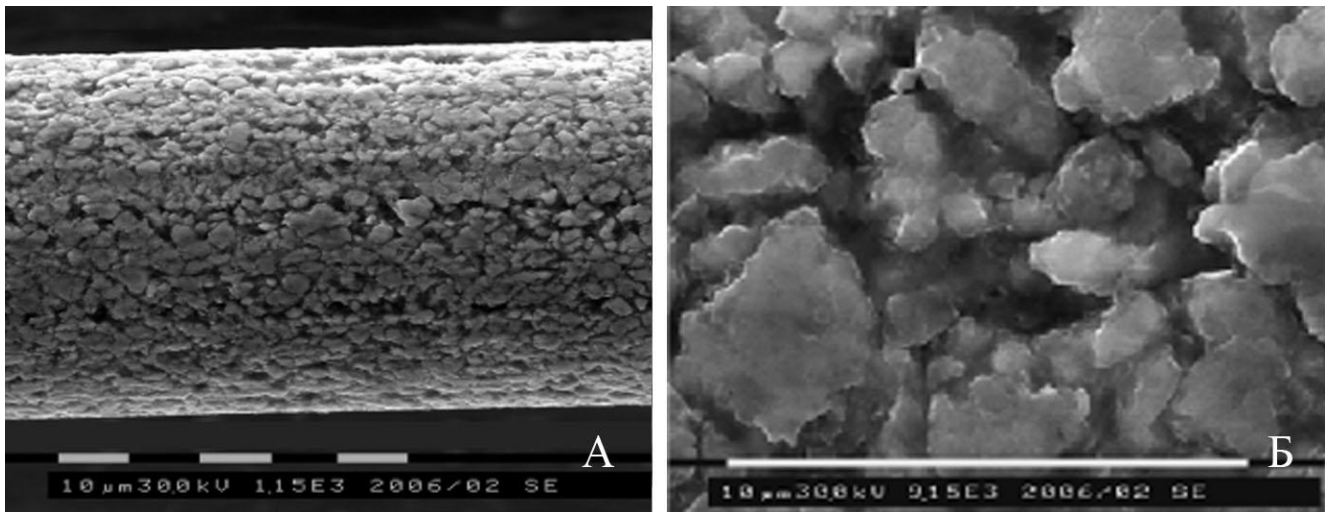


Рис. 11. Микроскопическая структура нитей, изготовленных из сплава марки ТН-10: А – структура нити, Б – поверхностная структура нити (взято из книги [17] с разрешения авторов)

Зависимость обратимой деформации напряжения имплантата (до 22% от исходных параметров) при постоянной температуре (37 °С) представлена на рисунке 12.

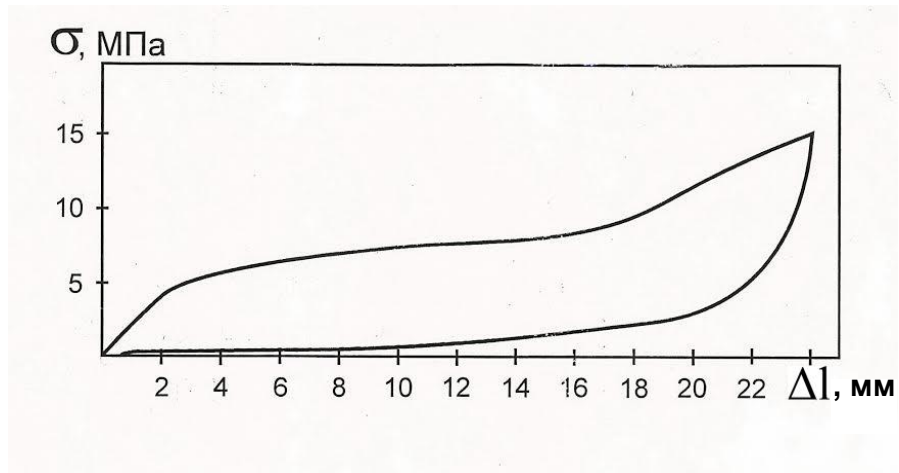


Рис. 12. График зависимости напряжения от деформации имплантата ( $\sigma$  – напряжение, МПа;  $\Delta l$  – растяжение, мм)

Прочность имплантата изучена в стендовом испытании (рис. 13). Деформация чулка осуществлялась растяжением его в условиях постоянства температуры (36–37 °С) до полного разрушения имплантата. Установлено, что для разрушения имплантата необходимо усилие (323 МПа), значительно превышающее напряжение имплантата при его обратимой деформации.

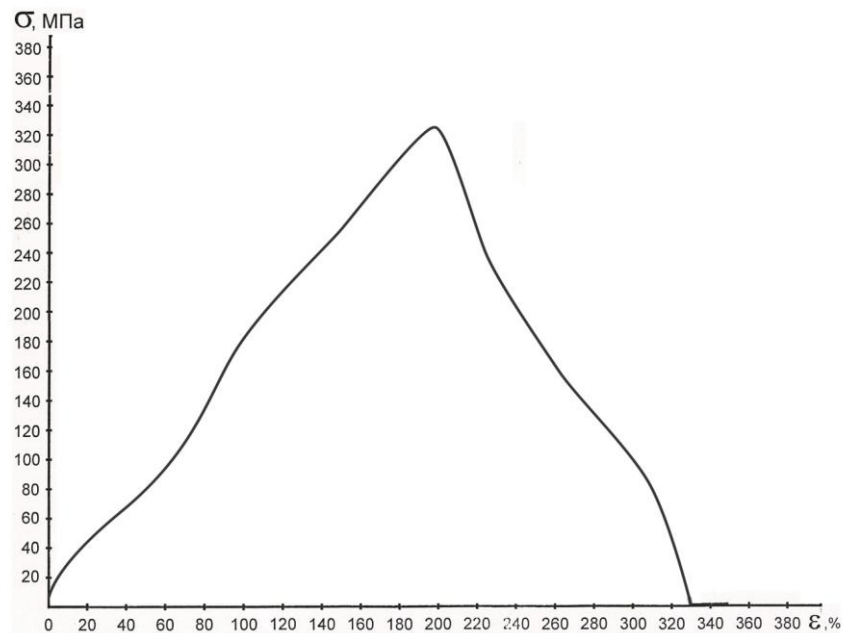


Рис. 13. График зависимости напряжения от деформации до разрушения имплантата ( $\sigma$  – напряжение, МПа  $\varepsilon$  – деформация, %)

К положительным характеристикам предлагаемого имплантата можно отнести:

- Ареактивность (отсутствие проблемы биохимической совместимости).
- Все нити имеют тонкую пористо-проницаемую оболочку для адаптации тканей в поверхностную структуру нитей. Совместимость проницаемого никелида титана с тканями организма должна обеспечить прорастание имплантата соответствующими тканевыми структурами с образованием единого с имплантационным материалом органотипичного регенерата.
- Высокая биомеханическая совместимость с тканями организма. Сверхэластичное поведение при деформации сплава марки ТН-10 характеризуется нелинейной гистерезисной зависимостью деформации от нагрузочных напряжений. В условиях знакопеременной деформации нить, изготовленная из данного сплава, проявляет сверхэластичные свойства, близкие к поведению самих тканей организма, т.е. проявляет запаздывающую гистерезисную реакцию при воздействии нагрузки.
- Возможность эластично деформироваться в любых направлениях, подобно тканям организма; Эффект сверхэластичности, проявляющийся в возврате формы при снятии нагрузки.
- Долговечность и высокий уровень прочности. Эффект деформационной циклостойкости характеризуется способностью материала сохранять исходные свойства после знакопеременной деформации. Пластичность и прочность определяют способность материала подвергаться деформации в заданном диапазоне без разрушения. Сопrotивляемость износу характеризует способность материала сохранять форму и размеры в условиях длительного функционирования.



– Возможность надежной стерилизации. Стерилизация имплантата может осуществляться всеми доступными стандартными методами, включая и сухожаровую обработку, после чего он может храниться в 96% спирте.

### **3.2. Характеристика разработанной операции по восстановлению целостности каркаса грудины у пациентов с послеоперационным стерномедиастинитом**

На кафедре госпитальной хирургии СибГМУ разработана методика хирургической операции по восстановлению целостности каркаса грудины при послеоперационных стерномедиастинитах.

Способ осуществляют следующим образом. Производят разрез кожи и подкожной клетчатки по средней линии передней стенки грудной клетки от яремной вырезки грудины до мечевидного отростка грудины. Выделяют из окружающих тканей фрагменты грудины (ее правую и левую половины) (рис. 14–15).

Производят ревизию и санацию переднего средостения и каждой половины грудины с удалением остеомиелитически измененных ее очагов (рис. 16).

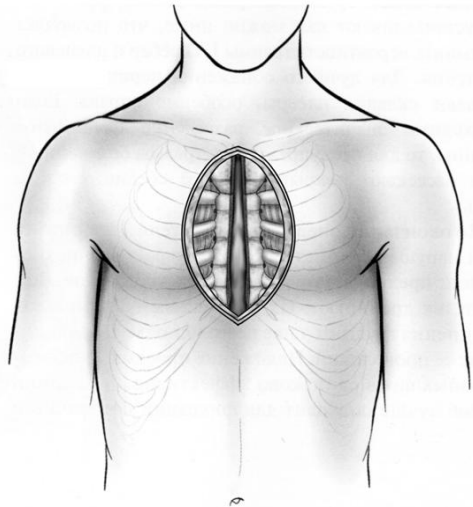


Рис. 14. Схематическое изображение доступа к грудине, выделения половин грудины

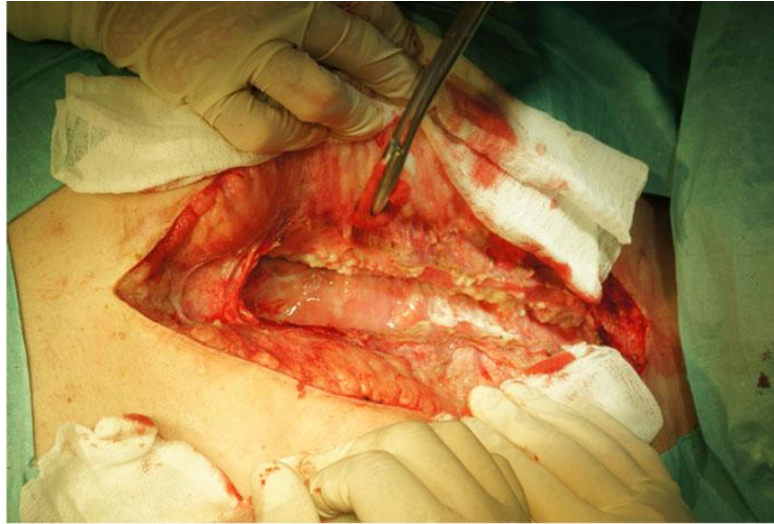


Рис. 15. Осуществление доступа к грудины, выделение половин грудины



Рис. 16. Санация грудины с удалением остеомиелитически измененных участков

После этого приступают к восстановлению целостности грудины. Восстановление каркаса грудины достигается путем сближения и фиксации друг к другу ее половин с имплантированием фиксирующих элементов в виде отрезков трубчатого шнура, сплетенного из никелид-титановой нити. Количество отрезков имплантата определяется индивидуально. Наиболее часто требуется проведение 3–4-х отрезков имплантата в трех-четырех межреберных промежутках. Последовательно в межреберных промежутках (во втором, третьем, четвертом, пятом межреберьях), симметрично по отношению к средней линии, обе половины

грудины «охватываются» имплантатами (шнурами) из никелида титана. Для этого, сначала во втором межреберье с одной стороны, с использованием специального изогнутого троакара, формируется канал путем вкалывания троакара спереди назад, по наружному краю грудины, проведения троакара позади грудины в поперечном по отношению к ее продольной оси направлении и выкалывания троакара в операционную рану по задней поверхности грудины (рис. 17–18). Из троакара извлекается стилет (рис. 19–20).

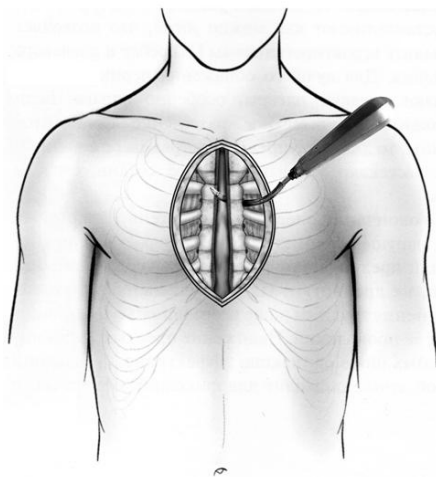


Рис. 17. Схематическое изображение формирования канала в межреберье с использованием специального изогнутого троакара

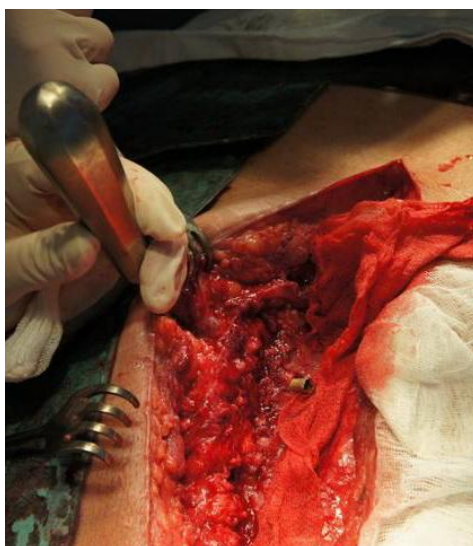


Рис. 18. Формирование канала в межреберье с использованием специального изогнутого троакара

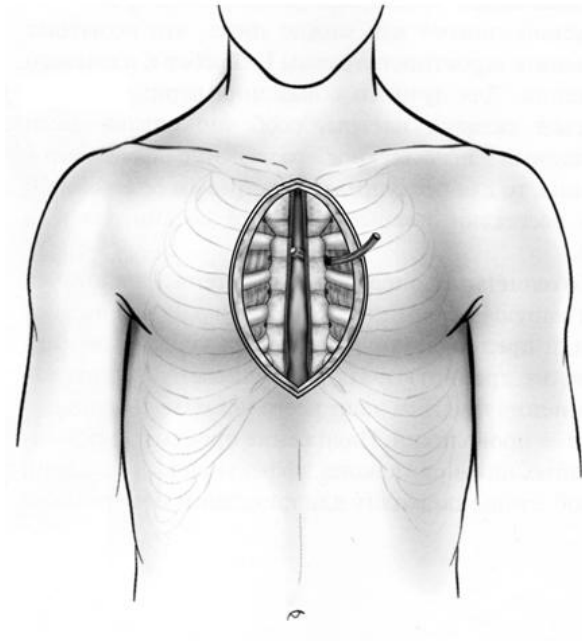


Рис. 19. Схематическое изображение формирования канала в межреберье, стилет извлечен из троакара

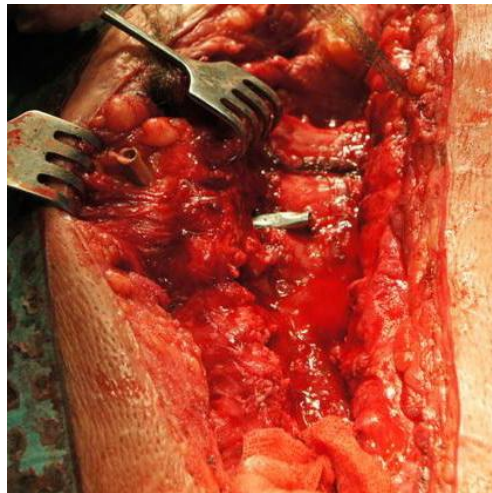


Рис. 20. Сформирован канал в межреберье, из троакара извлечен стилет

Трубчатый шнур из никелид-титановой нити, длиной 20–25см, одним концом фиксируется лигатурой к полихлорвиниловому проводнику длиной 15–20см, после чего проводник вводится в наружное отверстие канала гильзы троакара, проталкивается через канал гильзы троакара и вытягивается через отверстие гильзы троакара со стороны операционной раны. Путем протягивания за проводник через гильзу троакара протягивается шнур из никелида титана (рис. 21–22).

Гильза троакара снимается с имплантата (рис. 23).

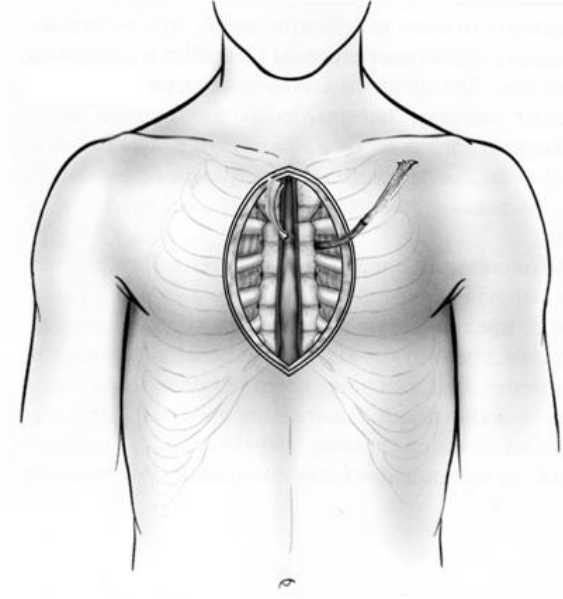


Рис. 21. Схематическое изображение проведения имплантата из никелида титана через гильзу троакара

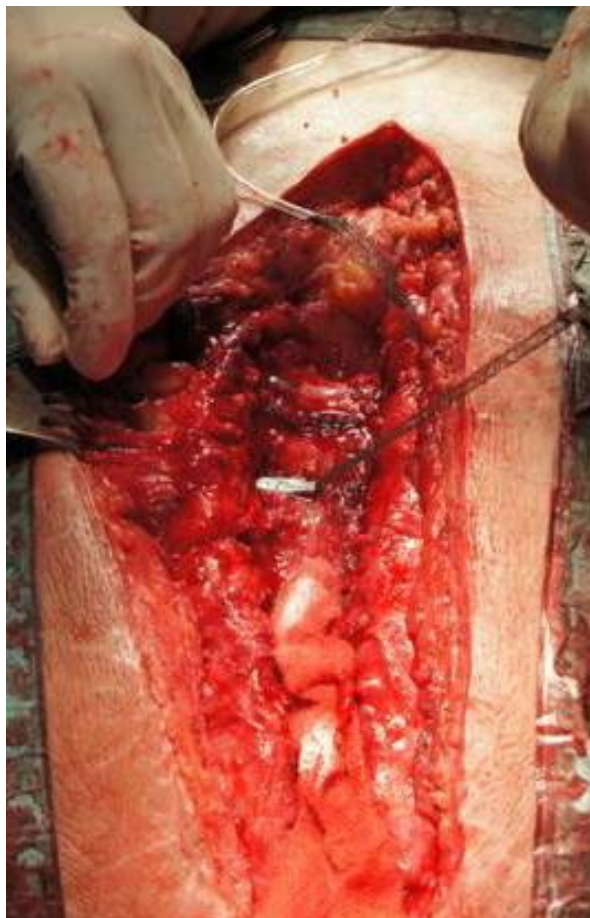


Рис. 22. Имплантат из никелида титана проведен через гильзу троакара

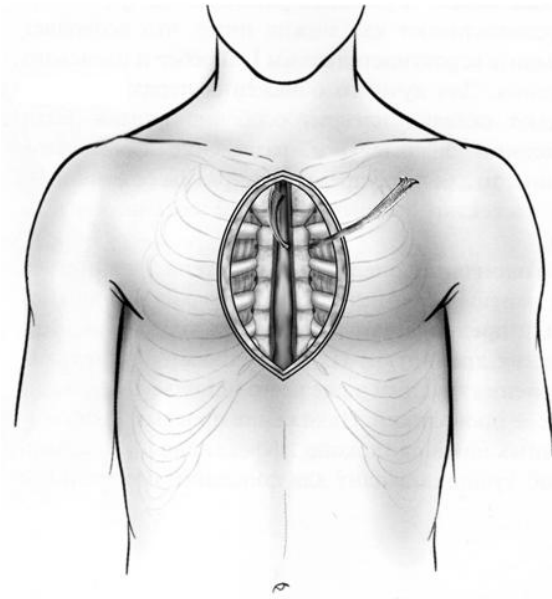


Рис. 23. Гильза троакара удалена, имплантат из никелида титана проведен в межреберье с одной стороны

Следующим этапом имплантат (шнур) из никелида титана проводится через то же межреберье вокруг второй половины грудины с контралатеральной стороны. Для этого, с использованием вышеуказанного специального троакара, формируется канал путем вкалывания троакара спереди назад, по наружному краю грудины, проведения троакара позади грудины в поперечном по отношению к ее продольной оси направлении и выкалывания троакара в операционную рану по задней поверхности грудины (рис. 24).

Из троакара извлекается стилет. В отверстие гильзы троакара со стороны операционной раны вводится полихлорвиниловый проводник, ранее фиксированный к концу шнура из никелида титана, после чего проводник проталкивается через канал гильзы троакара и вытягивается через отверстие гильзы троакара со стороны межреберья. Путем протягивания за проводник через гильзу троакара протягивается шнур из никелида титана (рис. 25).

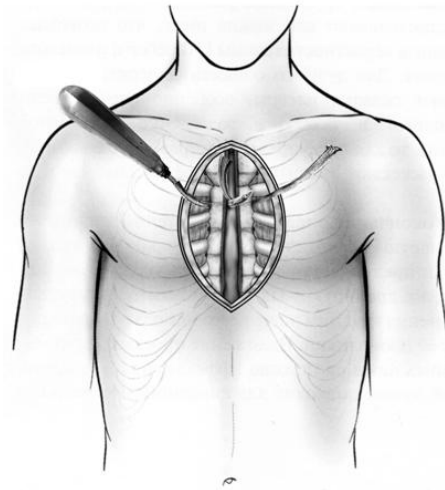


Рис. 24. Трубоччатый имплантат проведен с левой стороны во втором межреберье, с помощью специального изогнутого троакара формируется канал во втором межреберье с контралатеральной стороны

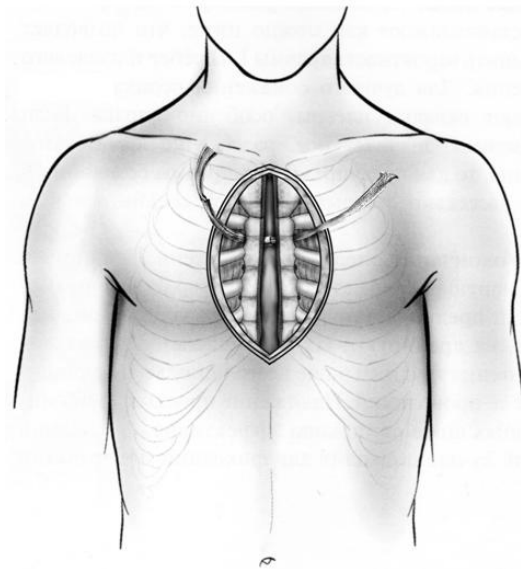


Рис. 25. Трубоччатый имплантат проведен с левой стороны во втором межреберье, с помощью специального изогнутого троакара сформирован канал во втором межреберье с контралатеральной стороны. Из троакара извлечен стилет. Через гильзу троакара проведен шнур из никелида титана

Гильза троакара снимается с имплантата. Полихлорвиниловый проводник отсекается от шнура (рис. 26). Аналогичным образом имплантат (шнур) из никелида титана проводится вокруг обеих половинок грудины в нижележащих межреберьях (рис. 27–28).

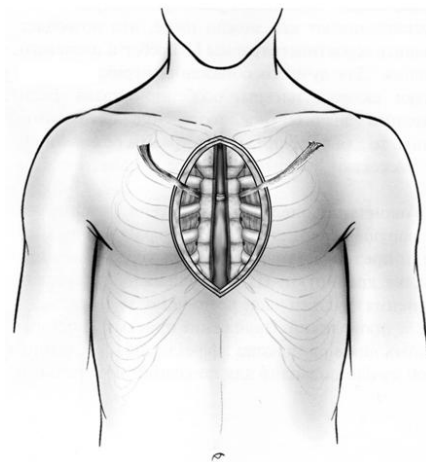


Рис. 26. Трубоччатый имплантат полностью проведен во втором межреберье. Гильза троакара снята с имплантата



Рис. 27. Выполнение процедуры проведения отрезков имплантата из никелида титана вокруг обеих половинок грудины в четырех межреберьях

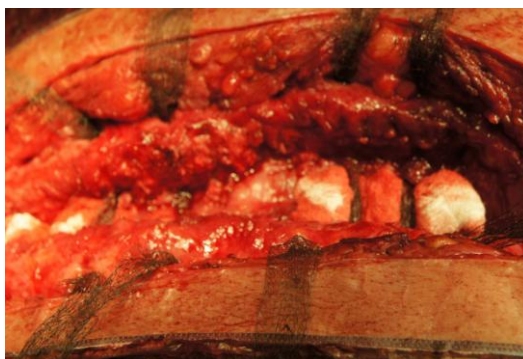


Рис. 28. Четыре отрезка имплантата из никелида титана проведены вокруг обеих половинок грудины в четырех межреберьях



Рана дренируется трубчатым дренажем, который выводится через отдельный разрез ниже операционной раны. Ассистентом осуществляется боковая компрессия грудино-реберного каркаса грудной клетки до плотного соприкосновения правой и левой половин грудины, во время чего поочередно связываются между собой концы каждого шнура с формированием трехрядного узла (рис. 29), стягивающее усилие при связывании определяется индивидуально, в соответствии с состоянием тканей. Узел имплантата дополнительно фиксируется шовным материалом. В ряде случаев восстановление целостности грудины посредством использования предлагаемого имплантата может быть дополнено использованием шовного материала. Рана послойно ушивается.

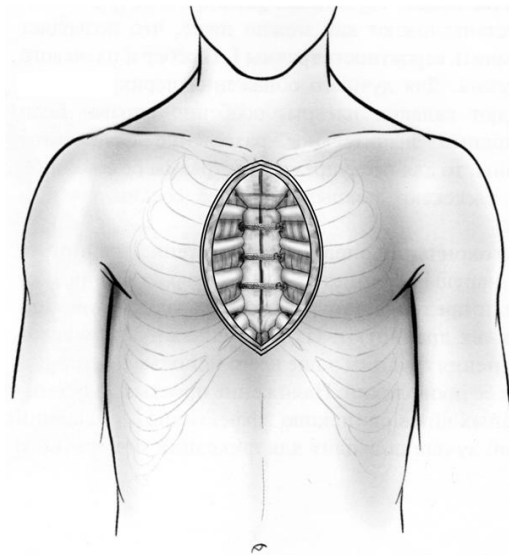


Рис. 29. Три отрезка имплантата из никелида титана проведены вокруг обеих половинок грудины в трех межреберьях, концы каждого шнура связаны между собой, половины грудины сопоставлены (схематическое изображение)

Таким образом, предлагаемый способ восстановления целостности каркаса грудины относительно прост и надежен, он обеспечивает надежное сопоставление краев грудины за счет интраоперационного обеспечения адекватных размеров фиксирующих элементов и развиваемых ими стягивающих усилий. Данный метод может быть рекомендован для применения у пациентов с несостоятельностью шва, диастазом грудины, развившимися после операций с использованием срединной продольной стернотомии, так же возможно рассмотрение вопроса о

применении данного метода для первичного закрытия раны грудины после операций, осуществляемых через срединный стернотомный доступ, у пациентов из группы риска по развитию послеоперационного медиастинита/несостоятельности шва грудины.

Достижению надежного восстановления целостности каркаса грудины при применении разработанной методики способствуют следующие факторы:

1. Адекватность размеров фиксирующих элементов расположению фиксируемых фрагментов обеспечивается перевязкой швов непосредственно по сведенным половинам грудины.

2. Дозирование усилий обеспечивается остаточным натяжением шнуров после перевязывания концов, выбираемым индивидуально, при этом характер плетения трубчатого шнура из пересекающихся под углом нитей обеспечивает плавное распределение натяжения по длине и поперечному сечению шнура.

3. Трубчатое плетение шнура обеспечивает развитую поверхность контакта с тканями, исключая высокие локальные концентрации давления и тем самым предотвращая прорезывание кости грудины. Сближение фрагментов грудины достигается за счет дозированного усилия, которое определяется индивидуально с учетом особенностей процесса у конкретного больного.

4. Сверхэластичные свойства имплантируемого шнура сохраняют пластичность грудины в целом в соответствии с дыхательными экскурсиями грудной клетки, что предохраняет сближенные фрагменты грудины от взаимной травматизации, способствуя уменьшению выраженности болевого синдрома в послеоперационном периоде.

5. Определенная последовательность действий по формированию шовных каналов и проведения в них шнуров обеспечивает относительную безопасность и малую травматичность заявляемого способа.

6. Выбор для наложения фиксирующих элементов 2, 3, 4 и 5 межреберных промежутков обеспечивает симметрию распределения стягивающих усилий вдоль оси грудины.

Обеспечению минимальной травматичности при проведении шнуров способствует использование специально разработанного троакара, изогнутого по дуге на 90°, радиусом 45-50 мм с конгруэнтно изогнутым стилетом.

#### Клинический пример:

Больной Е., 61 год, история болезни № 1054, госпитализирован в клинику госпитальной хирургии СибГМУ 12.10.2011 г. Основное заболевание: хронический послеоперационный стерномедиастинит, диастаз грудины; состояние после операции маммарокоронарного шунтирования передней нисходящей артерии и аортокоронарного аутовенозного шунтирования II ВТК, аортокоронарного аутовенозного шунтирования ПКА (a. radialis sinistra) в условиях ИК и антеградной холодной кардиopleгии раствором «Кустадиол» от 28.04.11 г. Сопутствующие заболевания: ИБС. Стенокардия напряжения III ФК. Стенозирующий атеросклероз коронарных артерий. Состояние после катетерной аблации по поводу предсердной экстрасистолии от 13.07.2010 г. ГБ III ст., достигнутая степень АГ I. Состояние после острого нарушения мозгового кровообращения от 2001 г. по ишемическому типу в вертебро-базилярном бассейне. Атеросклероз сонных, бедренных артерий, гемодинамически не значимый. ГЛЖ. Дислипидемия. Ожирение I ст. Риск 4 (очень высокий). ХОБЛ II ст. вне обострения. Хронический холецистит, ремиссия. Поверхностный эзофагит, дуоденит.

При поступлении жалобы на боли, гиперемию в области послеоперационного рубца в проекции грудины по срединной линии в верхней трети ее тела, подвижность половин грудины при движениях.

Объективно: общее состояние удовлетворительное. Кожные покровы физиологической окраски, тургор и влажность достаточные. Язык влажный, обложен белым налетом. Дыхание везикулярное, хрипов нет. Тоны сердца приглушены, ритмичные. Живот мягкий, безболезненный, не вздут, перистальтика адекватная. Физиологические отправления в норме. Периферических отеков нет. Status localis: при осмотре передней грудной стенки в области послеоперационного рубца в проекции верхней трети тела грудины отмечается гиперемия и умеренная отечность мягких тканей размером 5x3 см, при пальпации данный участок болезненный, отмечается подвижность половин грудины относительно друг друга при пальпации, диастаз половин грудины до 2,5 см.

#### По данным обследования, проведенного в клинике:

ОАК: Нв 130 г/л, Эр.  $3,3 \times 10^{12}$ /л, ЦП 1; L  $9,8 \times 10^9$ /л, п/я 1%, с/я 76%, э/ф -0%, л/ф 19%, Мон 4%, СОЭ 31 мм/ч.

ОАМ: цвет: с/желт., прозрачная, удельный вес 1020, белок: отр, лейкоциты: 1-2, эпителий: ед-но в п/зр.

Биохимический анализ крови: билирубин общий/прямой 10,3/отр мкмоль/л, АСТ 21 Ед/л., АЛТ 19 Ед/л, мочевины 7,5 ммоль/л, креатинин 0,14 ммоль/л, глюкоза 5,6 ммоль/л,  $\alpha$ -амилаза 84 Ед/л, общий белок 80 г/л, ЩФ 280 МЕ/л, СРБ 30 мг/л.

Коагулограмма: общ. фибриноген 5,25 г/л; МНО 1,0; ПВ 12 сек.

Рентгенография грудины: Отмечается остеопороз. ОС после стернотомии. Первая, вторая и пятая проволочные конструкции разошлись, остальные сомкнуты в виде петель. В верхней трети тела грудины видна краевая деструкция. Периостит, не исключается секвестрация. Заключение: ОС после стернотомии с разрывом проволочных конструкций. Остеомиелит верхней трети тела грудины.

МСКТ органов грудной клетки: Умеренный диффузный пневмосклероз. Двухсторонние плевро-диафрагмальные спайки. Уплотнение, кальциноз аорты, АК, коронарных артерий, перикарда справа и миокарда в области верхушки левого желудочка. Состояние после стернотомии, остеосинтеза металлическим швом от 15.11.10 г., диастаз между правым и левым фрагментами грудины до 3 см. Прорезывание фрагментов грудины тремя скобками из 7, перелом левой половины рукоятки грудины, мелкие костные фрагменты в области между половинками рукоятки грудины и в мягких тканях слева от нее. В верхней трети тела грудины признаки остеомиелита – периостит, костная структура изменена, с участками лизиса, деструкции.

По результатам сцинтиграфического исследования: Заключение: сцинтиграфическая картина подостро/хронически протекающего воспалительного процесса в грудине и окружающих мягких тканях с незначительным распространением на средостение.

УЗИ грудины и мягких тканей передней грудной стенки в проекции грудины: При осмотре грудины в верхней трети тела расстояние между костными краями 2, 4 см, на вдохе расстояние увеличивается до 4 см. В нижней трети расстояние 1,3 см. По передней поверхности грудины в мягких тканях определяется умеренно выраженный отек, значительное понижение эхогенности, на фоне которого определяются точечные гиперэхогенные структуры (металлический шовный материал). Края грудины на одном уровне.

Спирография: заключение: Рестриктивные изменения I ст. Генерализованная обструкция II ст.

17.10.2011 г. – операция резекция грудины, восстановление каркаса грудины при помощи фиксирующих элементов из никелида титана: под эндотрахеальным наркозом после обработки операционного поля 4-хкратно раствором хлоргексидина линейным разрезом над грудинай послойно рассечены мягкие ткани. Кость грудины представлена двумя отдельно расположенными фрагментами соответственно продольной стернотомии. Швы, наложенные ранее металлической проволокой, частично целые, частично фрагментированные, были удалены. Отсутствие остатков металлической проволоки было подтверждено интраоперационно рентгенологически. Внутренние поверхности половин грудины местами узурированные с налетом фибрина. Выполнена резекция остеомиелитически измененных фрагментов грудины. С помощью ложечек Фолькмана края грудины очищены до костной ткани, признаки кровоточивости надкостницы; санация дна раны, дно представлено стенкой перикарда. Во 2, 3, 4 и 5 межреберных промежутках установлены фиксирующие элементы в виде отрезков трубчатого шнура, сплетенного из никелид-титановой нити. Для этого с помощью изогнутого троакара в межреберных промежутках симметрично по отношению к средней линии тела поочередно сформированы туннели в 2, 3, 4 и 5 межреберьях. Тоннели формировали путем вкалывания

троакара спереди назад, по наружному краю грудины, проведения троакара позади грудины в поперечном по отношению к ее продольной оси направлении и выкалывания троакара в операционную рану по задней поверхности грудины. Стиллет извлекали из гильзы, проталкивали в нее полихлорвиниловый проводник, фиксированный лигатурой к трубчатому шнуру, а затем протягивали сам шнур и извлекали гильзу троакара из канала. Затем была осуществлена боковая компрессия грудно-реберного каркаса грудной клетки до плотного соприкосновения правой и левой половин грудины, после чего поочередно связаны между собой концы каждого шнура с формированием трехрядного узла. Дополнительно грудина фиксирована двумя лавсановыми швами в области верхней и нижней трети тела. Загрудинно в переднее средостение установлена дренажная трубка по Редону, выведенная через отдельный разрез под нижним краем операционной раны. Контроль на гемостаз, инородные тела. Послойные швы на рану. Асептическая повязка. Бандаж.

Послеоперационный период протекал гладко, без особенностей. Проводилась консервативная терапия: антибактериальная (Меронем, Метрогил), инфузионно-детоксикационная терапия, НПВС, обезболивающие средства, бронхолитики, муколитики, аминокислоты, блокаторы протонной помпы, антикоагулянты, лимфотропная терапия. Дренаж удален на 3-и сутки. Швы сняты на 12-е сутки, заживление первичным натяжением. Жалоб при выписке не предъявляет. Выписан в удовлетворительном состоянии через 15 дней после операции.

Контрольное обследование через 5 месяцев после операции:

Состояние удовлетворительное, жалоб не предъявляет. При осмотре обе половины грудной клетки симметричные, в акте дыхания участвуют равномерно. При пальпации в проекции грудины патологической подвижности, флюктуации, болезненности нет. Область послеоперационного рубца без признаков воспаления.

ОАК: Нь 122 г/л, Эр.4,1  $\times 10^{12}$ /л, ЦП 0,82; L  $7,0 \times 10^9$ /л, п/я 0%, с/я 69%, э/ф -0%, л/ф 20%, Мон 11%, СОЭ 19 мм/ч.

ОАМ: Цвет: с/желт., прозрачная, удельный вес 1015, белок: отр, лейкоциты: 8-10, эпителий: ед. в п/зр.

Биохимический анализ крови: билирубин общий/прямой 22,0/1,0 мкмоль/л, АСТ 26 ед/л., АЛТ 29 ед/л, мочевины 4,9 ммоль/л, креатинин 0,13 ммоль/л, глюкоза 5,2 ммоль/л,  $\alpha$ -амилаза 75 Ед/л, общий белок 60 г/л, ЩФ 250 МЕ/л, СРБ 7 мг/л.

Коагулограмма: общ. фибриноген 5,5 г/л; МНО 1,3; ПВ 15 сек, АЧТВ 35 сек.

Рентгенография грудины: Диастаз ликвидирован. Явных костно-деструктивных изменений не выявлено.

МСКТ органов грудной клетки: Состояние после операции на сердце (АКШ, МКШ), операции восстановления целостности каркаса грудины с использованием синтетических материалов. В верхней трети грудины незначительный (до 3 мм) диастаз, незначительно выраженная инфильтрация мягких тканей за грудиной без признаков медиастинита. Явных деструктивных изменений костной ткани грудины не выявлено.

Данные контрольной сцинтиграфии: на сцинтиграммах, выполненных через 20 минут после введения индикатора в томографическом режиме гиперфиксации РФП в области грудины и окружающих её мягких тканей достоверно не определяется. Визуализируется физиологическое накопление РФП в сердце, печени, щитовидной железе. Заключение: Достоверных сцинтиграфических данных за наличие воспалительного процесса нет.

УЗИ грудины и мягких тканей передней грудной стенки в проекции грудины: Края грудины практически на одном уровне, расстояние до 3 мм в верхней трети и до 2 мм в нижней и средней трети. По ходу грудины определяется образование костной мозоли. При дыхательной экскурсии края грудины практически не смещаемы. Окружающие мягкие ткани достоверно без патологических образований.

По разработанной методике получен патент на изобретение (патент РФ № 2489097 «Способ восстановления целостности каркаса грудины при стерномедиастинитах») (рис. 30).



Рис. 30. Патент РФ № 2489097 «Способ восстановления целостности каркаса грудины при стерномедиастинитах»

### 3.3. Результаты экспериментального исследования

Результаты экспериментального исследования оценивались в двух группах (основной и контрольной).

Макроскопически в основной группе, начиная с первого контрольного срока (14 суток), между сетчатым имплантатом и биологической тканью появлялись рыхлые, довольно легко разделяемые плоскостные спайки. В дальнейшем, по мере увеличения срока наблюдения, они приобретали характер довольно прочных сращений, которые могли быть разделены только острым путем.

При макроскопической оценке в сроки 2, 4, 6 недель не было отмечено признаков воспаления, отека тканей, граничащих с имплантатом. Отмечалась умеренная гиперемия в месте травматизации, сопоставимая с таковой в контрольной группе. Нагноения, признаков отторжения имплантата, формирования гранулем не было отмечено ни в одном случае. С 14-х суток отмечена прочная фиксация имплантата к тканям травмированной грудины и окружающим мягким тканям, достигающая максимального развития к 6-й неделе (рис. 31). Окружающие ткани интенсивно прорастают имплантат, надежно фиксируя его в месте оперативного вмешательства, предотвращая смещение имплантата, с формированием прочного регенерата. В дальнейшем макроскопическая картина не меняется.

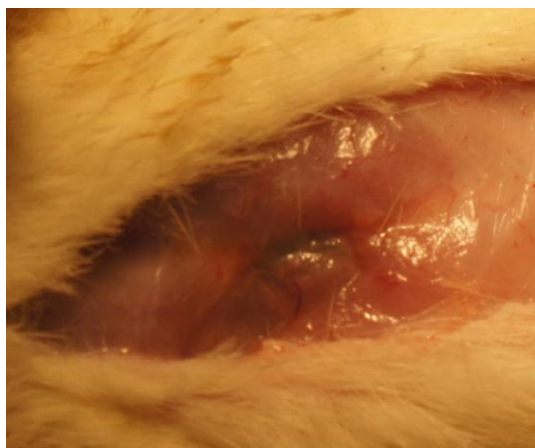


Рис. 31. Экспериментальное исследование (группа 1). Область оперативного вмешательства через 6 недель. Прочная фиксация имплантата к тканям в области оперативного вмешательства

При микроскопическом исследовании у животных основной и контрольной группы через 2 недели после операции отмечается сопоставимые по выраженности отек, гиперемия, умеренная воспалительная инфильтрация надхрящницы и надкостницы (рис. 32).

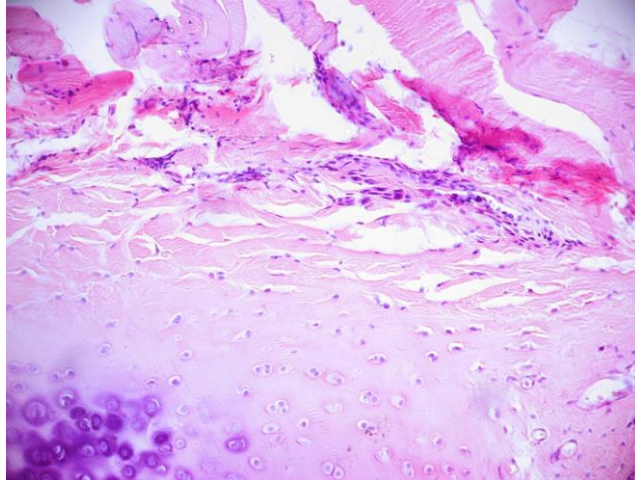


Рис. 32 Экспериментальное исследование (группа 1). Участок грудины крысы через 2 недели после операции. Определяются отек и воспаление надхрящницы. Окраска гематоксилином и эозином. x 200

Красный костный мозг в ячейках прилежащей костной ткани имеет обычный вид. Мышечные волокна, относящиеся к межреберным мышцам, – в состоянии отека (рис. 33).

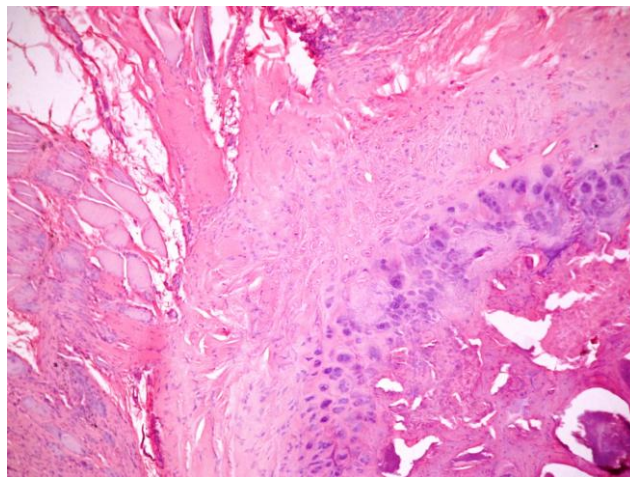


Рис. 33. Экспериментальное исследование (группа 1). Участок грудины крысы через 2 недели после операции. Определяются отек и разволокнение поперечно - полосатых межреберных мышц. Окраска гематоксилином и эозином. x 100



У животных как основной, так и контрольной групп, выведенных из эксперимента через 4 недели после операции, надхрящница и надкостница по-прежнему разрыхлены и гиперемированы (рис. 34), однако признаки воспаления стихают, в зоне травматизации определяются участки хорошо васкуляризированной молодой соединительной ткани (рис. 35) с большим количеством фибробластов.

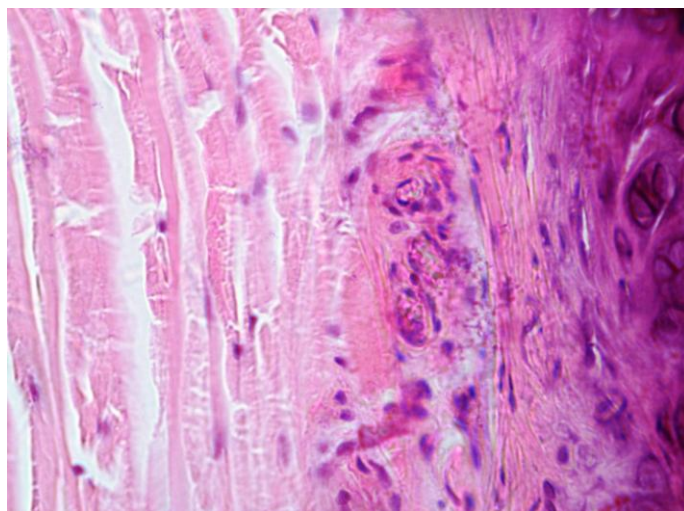


Рис. 34 Экспериментальное исследование (группа 1). Участок грудины крысы через 4 недели после операции. Определяются гиперемия сосудов утолщенной и разрыхленной надхрящницы. Окраска гематоксилином и эозином. x 400

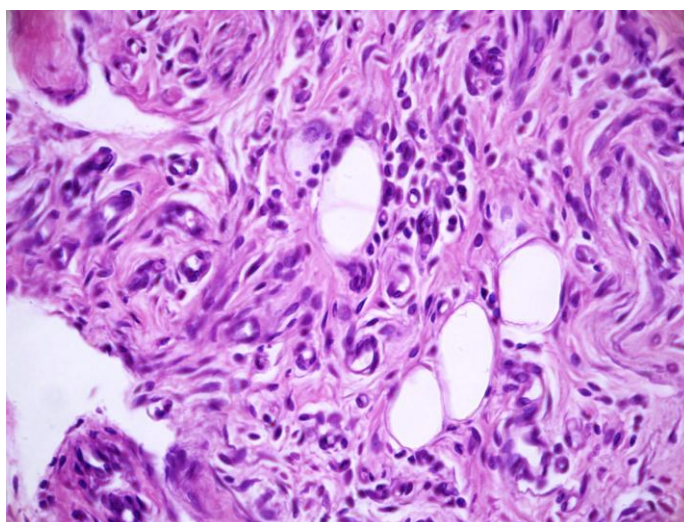


Рис. 35. Экспериментальное исследование (группа 1). Неоангиогенез в молодой соединительной ткани, прилежащей к надкостнице, через 4 недели после операции. Окраска гематоксилином и эозином. x 600

Через 6 недель после операции гиперемия сменяется процессами гиперплазии хондроцитов в изогенных группах с ярко выраженным территориальным матриксом (рис. 36). Показатели регенерации костной ткани в основной группе соответствовали таковым в контрольной группе. Признаков воспаления не определяется как в основной, так и в контрольной группе. В прилежащих к грудины мышцах отмечается превышающее норму количество интрафузальных нервно-мышечных волокон (рис. 37).

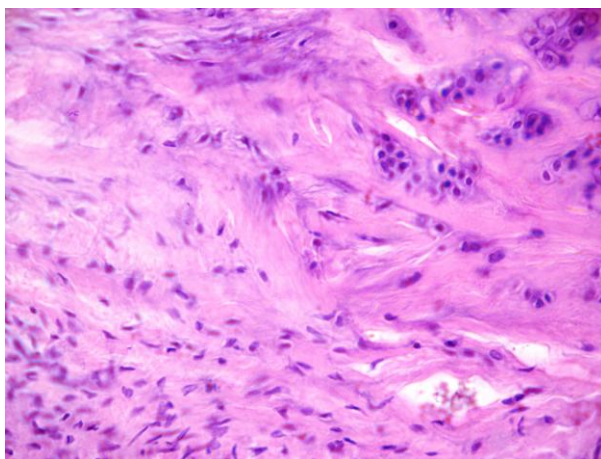


Рис. 36. Экспериментальное исследование (группа 1). Участок грудины крысы через 6 недель после операции. Определяется гиперплазия хондроцитов гиалинового хряща. Окраска гематоксилином и эозином. x 400

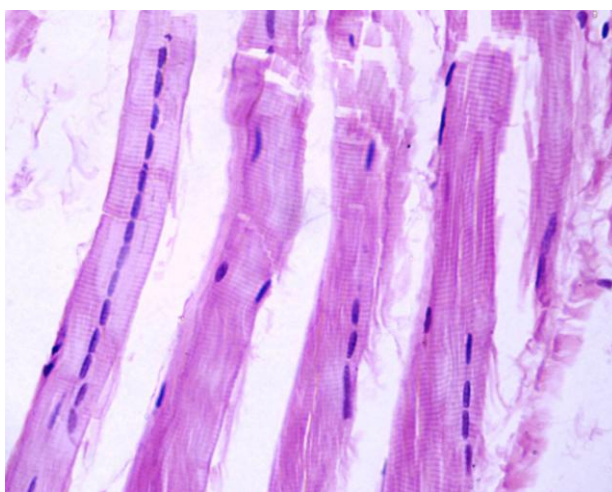


Рис 37. То же. Увеличение количества интрафузальных мышечных волокон в непосредственной близости от очага оперативного вмешательства. Окраска гематоксилином и эозином. x400

Явления отека, гиперемии, воспалительной инфильтрации мышечных волокон, надхрящницы и надкостницы на всех сроках были сопоставимы по выраженности с контрольной группой животных. Не было обнаружено явлений, свидетельствующих о патологическом воздействии имплантата на грудину и окружающие мягкие ткани.

Таким образом, ответная реакция тканей грудины и окружающих мягких тканей при применении имплантата не являлась специфической и представляла собой общепатологическую реакцию на повреждение тканей, вызванную самим оперативным вмешательством.

Полученные в эксперименте данные позволили полагать целесообразным использование разработанного имплантата из никелида титана в клинической практике для восстановления целостности каркаса грудины.

## ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 4.1. Характеристика групп пациентов

Проведен анализ хирургического лечения 29 пациентов с послеоперационным стерномедиастинитом. У всех больных наблюдалось сочетание несостоятельности шва грудины с передним медиастинитом. Остеомиелит грудины был диагностирован у всех пациентов основной группы и у 14 пациентов (93,3%) контрольной группы. Контрольное исследование было проведено в ближайшем послеоперационном периоде (в сроки до 10 недель после исследуемой операции) и в отдаленном послеоперационном периоде (в сроки от 3 месяцев до 5 лет после операции).

14 больным после выполнения хирургической обработки с санацией грудины и переднего средостения была выполнена операция восстановления целостности каркаса грудины с использованием имплантата из никелида титана (группа 1). Контрольную группу составили 15 больных, которым после выполнения хирургической обработки с санацией грудины и переднего средостения был выполнен остеосинтез металлическим швом по рутинной методике (группа 2). Группы были сформированы по принципу парных признаков и были сопоставимы между собой по полу, возрасту, давности заболевания, тяжести исходного состояния, наличию и характеру сопутствующих заболеваний, тактике пред- и послеоперационного ведения.

Пациенты первой и второй группы достоверно не различались по возрасту и половому составу. В первой группе мужчин было 10 (71,4%), женщин 4 (28,6%), во второй группе мужчин было 11 (73,3%), женщин 4 (26,7%) (рис. 38).

Средний возраст пациентов первой группы составил  $62,64 \pm 7,69$  лет, средний возраст пациентов второй группы составил  $61,07 \pm 7,86$  лет (рис. 39). Из них в основной группе средний возраст мужчин составил  $59,1 \pm 5,9$ , женщин  $68 \pm 8,76$  лет; в контрольной группе средний возраст мужчин составил  $58,8 \pm 7,5$ , женщин  $67,3 \pm 5,7$  лет.

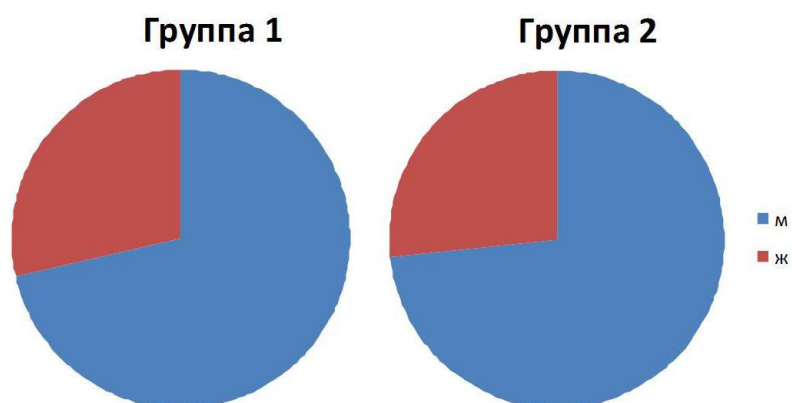


Рис. 38. Распределение пациентов по полу в исследуемых группах

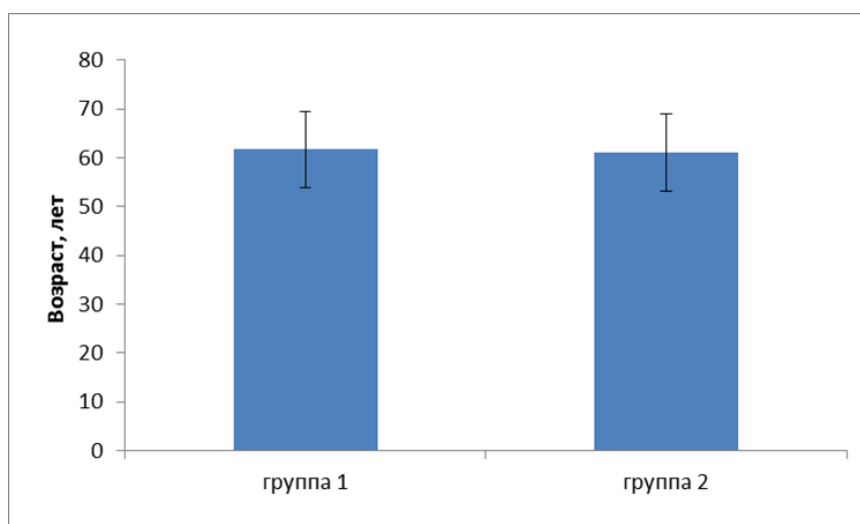


Рис. 39. Возраст больных в исследуемых группах

Пациенты первой и второй группы были сопоставимы по диагнозу основного заболевания перед кардиохирургической операцией.

Диагноз основного заболевания пациентов первой группы перед кардиохирургической операцией: ИБС ФК II-III по NYHA – у 13 больных (92,9%); сочетание сложного порока аортального клапана с аневризмой восходящего отдела аорты наблюдалось у 1 больного (7,1%); нарушения ритма сердца были у 3 больных (21,4%); сочетание ИБС с постинфарктной аневризмой левого желудочка наблюдалось у 1 больного (7,1%); постинфарктный кардиосклероз был у 10 больных (71,4%).

Диагноз основного заболевания пациентов второй группы перед кардиохирургической операцией: ИБС ФК II-III по NYHA – у 13 больных (86,7%); сочетание ИБС ФК по NYHA III со сложным аортальным пороком наблюдалось у 1 больного (6,7%); комбинированный порок сердца (сложный митральный порок + стеноз аортального клапана) наблюдался у 1 больного (6,7%); нарушения ритма сердца были у 3 больных (20,0%); постинфарктный кардиосклероз был у 13 больных (86,7%).

Большинство пациентов обеих групп имели сопутствующие заболевания, отягощающие течение болезни и оказывающие влияние на развитие осложнений.

В таблице 6 представлен спектр сопутствующих заболеваний в исследуемых группах пациентов.

Таблица 6. Сопутствующие заболевания в исследуемых группах пациентов

| Сопутствующие заболевания                | 1 группа (n=14) | 2 группа (n=15) |
|--|-----------------|-----------------|
| Артериальная гипертензия (1-3 ст.)       | 14 (100,0%)     | 14 (93,3%)      |
| Мультифокальный атеросклероз             | 9 (64,3%)       | 9 (60,0%)       |
| Хроническая обструктивная болезнь легких | 7 (50,0%)       | 6 (40,0%)       |
| Ожирение (1-3 ст.)                       | 8 (57,1%)       | 8 (53,3%)       |
| Сахарный диабет 2 типа                   | 3 (21,4%)       | 3 (20,0%)       |
| Заболевания мочевыделительной системы    | 4 (28,6%)       | 5 (33,3%)       |
| Болезни пищеварительной системы          | 12 (85,7%)      | 11 (73,3%)      |
| Хронический вирусный гепатит В           | 1 (7,1%)        | –               |
| Хронический вирусный гепатит С           | –               | 1 (6,7%)        |

Примечание: межгрупповые различия статистически не достоверны.

Группы пациентов не имели статистически значимых различий по виду первично выполненной операции с доступом через срединную стернотомию (таблица 7).

Таблица 7. Вид первичной операции с доступом через срединную стернотомию в исследуемых группах пациентов

| Вмешательство с доступом через срединную стернотомию                         | 1 группа<br>(n=14) | 2 группа<br>(n=15) |
|--|--------------------|--------------------|
| Прямая реваскуляризация миокарда   | 12 (85,7%)         | 13 (86,7%)         |
| АКШ  | –                  | 1 (6,7%)           |
| МКШ+АКШ  | 8 (57,1%)          | 7 (46,7%)          |
| БиМКШ  | 3 (21,4%)          | 1 (6,7%)           |
| БиМКШ+АКШ  | 1 (7,1%)           | 4 (26,7%)          |
| МКШ + резекция аневризмы левого желудочка                                    | 1 (7,1%)           | –                  |
| МКШ+протезирование аортального клапана                                       | –                  | 1 (6,7%)           |
| Протезирование митрального и аортального клапанов                            | –                  | 1 (6,7%)           |
| Протезирование аортального клапана и протезирование восходящего отдела аорты | 1 (7,1%)           | –                  |

Примечание: межгрупповые различия статистически не достоверны.

Свищевая форма остеомиелита наблюдалась у 5 больных (35,7%) первой группы и у 6 больных (40,0%) второй группы. Открытая рана была у 2 больных (14,3%) первой группы и у 3 больных (20,0%) второй группы. Характеристика микрофлоры в исследуемых группах представлена в таблице 8.

У всех пациентов прослежено течение всего периода болезни. На протяжении данного времени 42,9 % пациентов (n=6) основной группы и 46,7% пациентов (n=7) контрольной группы проводили только консервативную терапию, перевязки без попыток хирургического лечения. 57,1 % (n=8) пациентов основной группы и 53,3 % пациентов (n=8) контрольной группы перенесли неэффективные попытки хирургических вмешательств на передней стене грудной клетки (такие как этапные хирургические обработки, включающие ревизию и

санацию, некрэктомии, секвестрэктомии; реостеосинтез грудины по различным схемам), которые не привели к выздоровлению.

Таблица 8. Характеристика микрофлоры в исследуемых группах

| Вид возбудителя   | 1 группа<br>(n=7) | 2 группа<br>(n=8) |
|---|-------------------|-------------------|
| <i>Staphylococcus aureus</i>  | 1                 | 2                 |
| <i>Staphylococcus epidermidis</i>   | 2                 | 1                 |
| <i>Enterobacter cloacae</i>   | –                 | 1                 |
| Микробные ассоциации:   |                   |                   |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> + <i>Staphylococcus aureus</i>                              | 1                 | –                 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> + <i>Enterobacter cloacae</i>                               | 1                 | –                 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> + <i>Acinetobacter</i>                                      | 1                 | –                 |
| <i>Enterococcus sp.</i> + <i>Pseudomonas aeruginosa</i> +<br><i>Staphylococcus aureus</i> | –                 | 1                 |
| Роста бактериальной флоры не обнаружено   | 1                 | 3                 |

Примечание: межгрупповые различия статистически не достоверны.

У 3 пациентов (21,4%) основной группы выполнению операции по восстановлению целостности каркаса грудины с использованием имплантата из никелида титана предшествовала неудачная попытка реостеосинтеза грудины металлическим швом.

Уровень гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, СОЭ, С-реактивного белка и общего белка у пациентов контрольной и основной групп достоверно не различался (рис. 40–45). Длительность существования стерномедиастинита от момента возникновения до выполнения анализируемой операции достоверно не различалась и составила  $156,43 \pm 121,99$  суток у пациентов первой группы и  $140,13 \pm 118,26$  суток у пациентов второй группы (рис. 46). В таблице 9 представлено число операций, предшествующих анализируемым оперативным вмешательствам, у пациентов исследуемых групп.



Таблица 9. Число операций, предшествующих анализируемым оперативным вмешательствам

| Количество операций | 1 группа (n=14) | 2 группа (n=15) |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| 1                   | 6 (75,0%)       | 6 (75,0%)       |
| 2                   | 1 (12,5%)       | 2 (25,0%)       |
| 3                   | 1 (12,5%)       | –               |

Примечание: межгрупповые различия статистически не достоверны.

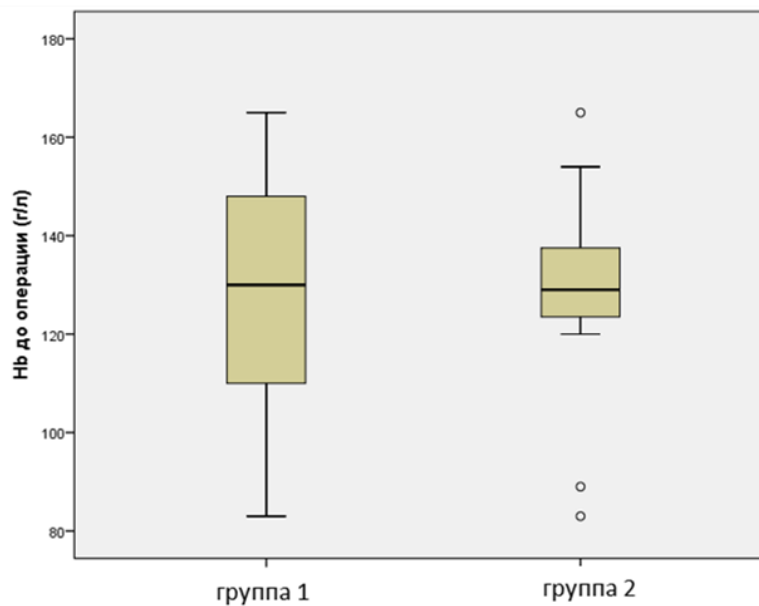


Рис. 40. Уровень гемоглобина в исследуемых группах

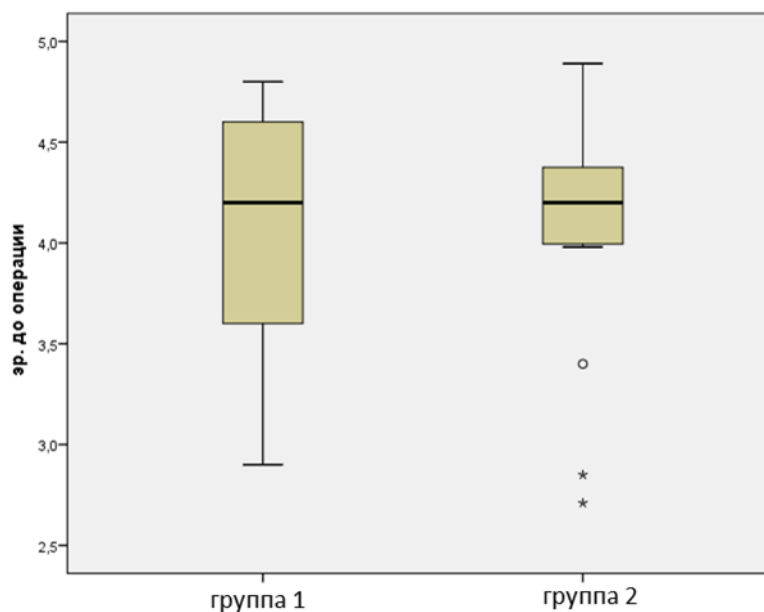


Рис. 41. Уровень эритроцитов ( $\times 10^{12}/\text{л}$ ) в исследуемых группах

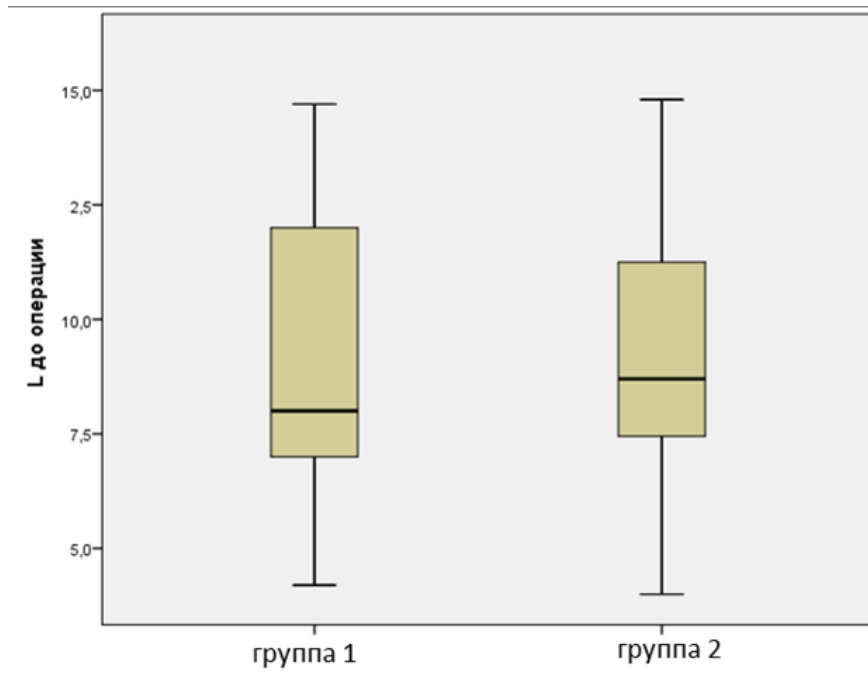


Рис. 42. Уровень лейкоцитов ( $\times 10^9/\text{л}$ ) в исследуемых группах

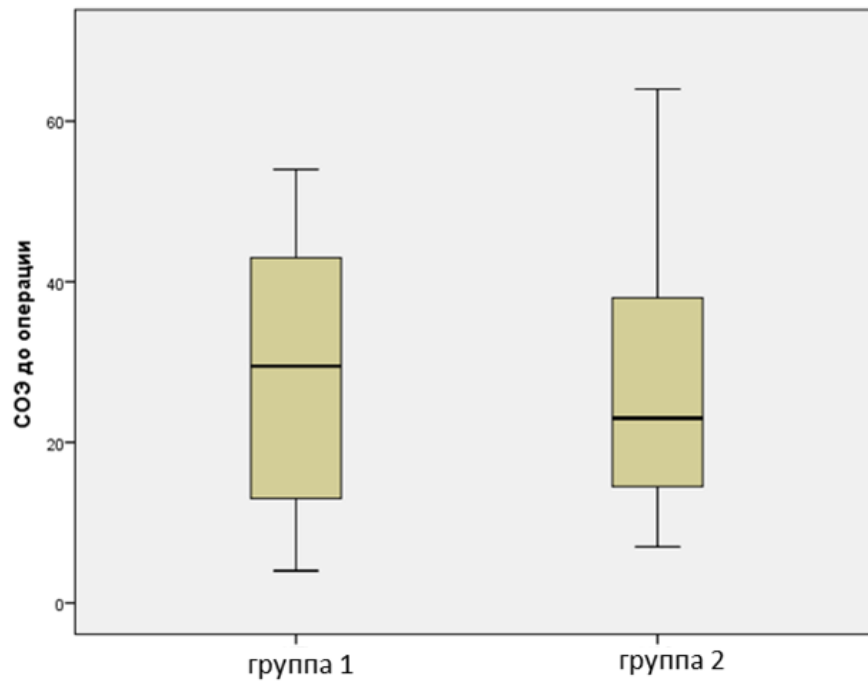


Рис. 43. Уровень СОЭ (мм/час) в исследуемых группах

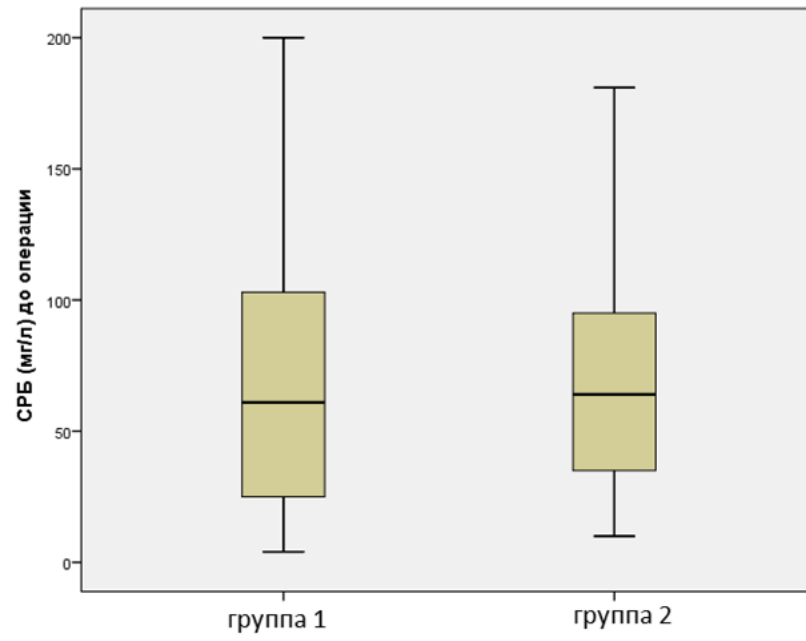


Рис. 44. Уровень С-реактивного белка в исследуемых группах

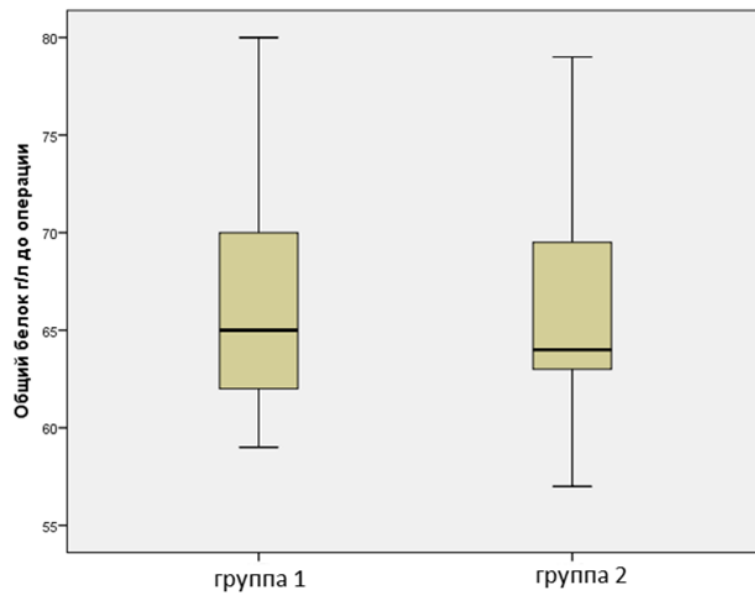


Рис. 45. Уровень общего белка в исследуемых группах

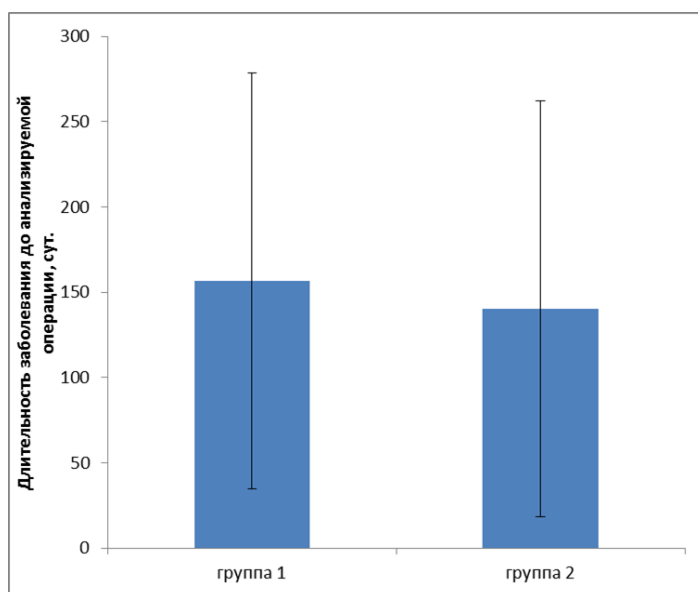


Рис. 46. Длительность заболевания до анализируемой операции в исследуемых группах

В таблице 10 представлено распределение пациентов исследуемых групп в зависимости от типа стерномедиастинита до анализируемой операции в соответствии с классификацией послеоперационного стерномедиастинита по El Oakley & John E. Wright (1996 г.) [78].

Таблица 10. Тип послеоперационного стерномедиастинита в исследуемых группах до анализируемой операции по классификации El Oakley & John E. Wright (1996 г.) [78]

| Тип стерномедиастинита | 1 группа (n=14) | 2 группа (n=15) |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| I                      | –               | 1 (6,7%)        |
| II                     | 1 (7,1%)        | 1 (6,7%)        |
| IIIa                   | –               | 1 (6,7%)        |
| IIIb                   | 4 (28,6%)       | 3 (20,0%)       |
| IVa                    | 6 (42,9%)       | 6 (40,0%)       |
| IVb                    | 2 (14,3%)       | 2 (13,3%)       |
| V                      | 1 (7,1%)        | 1 (6,7%)        |

Примечание: межгрупповые различия статистически не достоверны.

## 4.2. Оценка в сравнительном аспекте эффективности операции по восстановлению целостности грудины с использованием имплантата из никелида титана

Продолжительность оперативных вмешательств достоверно не различалась между группами. Длительность операции составила  $112,14 \pm 35,93$  минут у пациентов первой группы и  $116,33 \pm 40,95$  минут у пациентов второй группы (рис. 47).

Структура интраоперационных осложнений в исследуемых группах представлена в таблице 11.

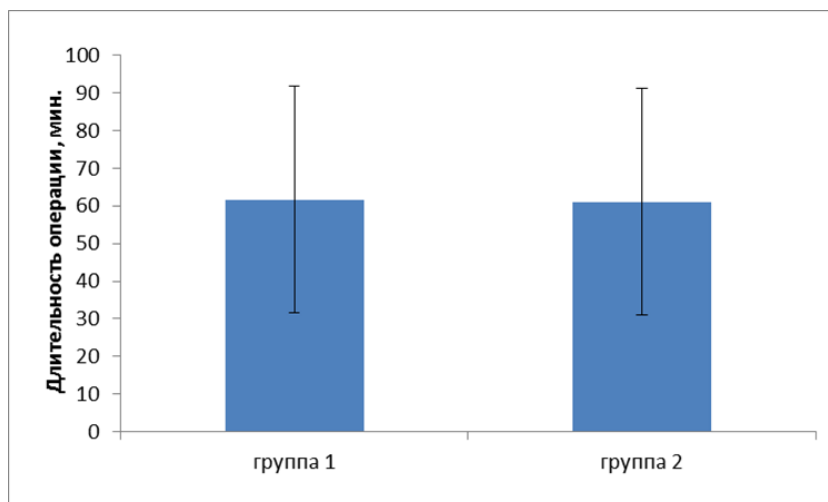


Рис. 47. Длительность операции в исследуемых группах

Таблица 11. Интраоперационные осложнения в исследуемых группах

| Показатель                         | 1 группа (n=14) | 2 группа (n=15) |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Кровотечение                       | 1 (7,1%)        | 1 (6,7%)        |
| Травма окружающих органов и тканей | –               | 1 (6,7%)        |
| Перелом грудины                    | 1 (7,1%)        | 2 (13,3%)       |

Примечание: межгрупповые различия статистически не достоверны.

В основной и контрольной группах имело место по 1 интраоперационному кровотечению из поврежденной *a. thoracica interna* (объем кровопотери до 2 литров) и *a. intercostales* (объем кровопотери до 1,5 литров) соответственно, остановленные дополнительным прошиванием. Интраоперационное повреждение плевры отмечено в контрольной группе (наложены швы на ткань легкого). Перелом грудины при стернотомии отмечен у 1 больного в основной группе и у 2 больных контрольной группы.

Длительность стояния дренажа в послеоперационном периоде составила  $2,86 \pm 1,83$  суток у пациентов первой группы и  $3,53 \pm 2,53$  суток у пациентов второй группы (рис. 48).

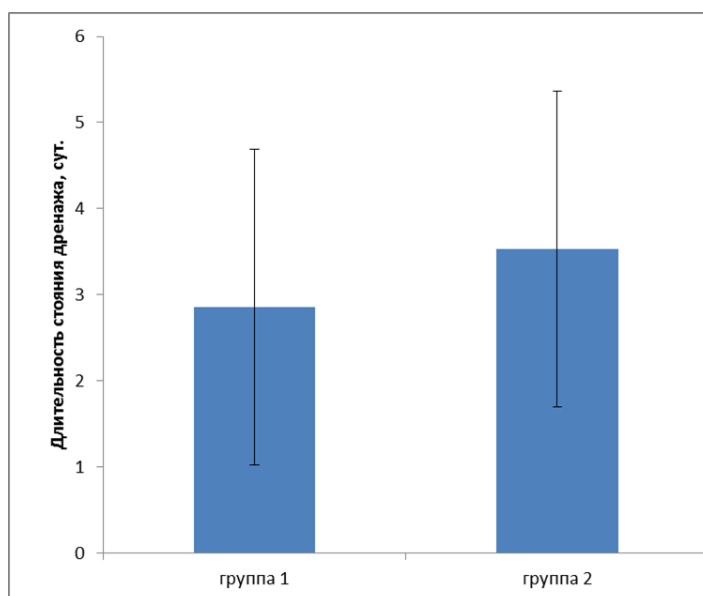


Рис. 48. Длительность стояния дренажа в исследуемых группах

Длительность послеоперационного периода в стационаре составила 17 (14; 25) койко-дней (Me (Q1;Q3)) у пациентов первой группы и 19 (15; 27) койко-дней (Me (Q1;Q3)) у пациентов второй группы (рис. 49).

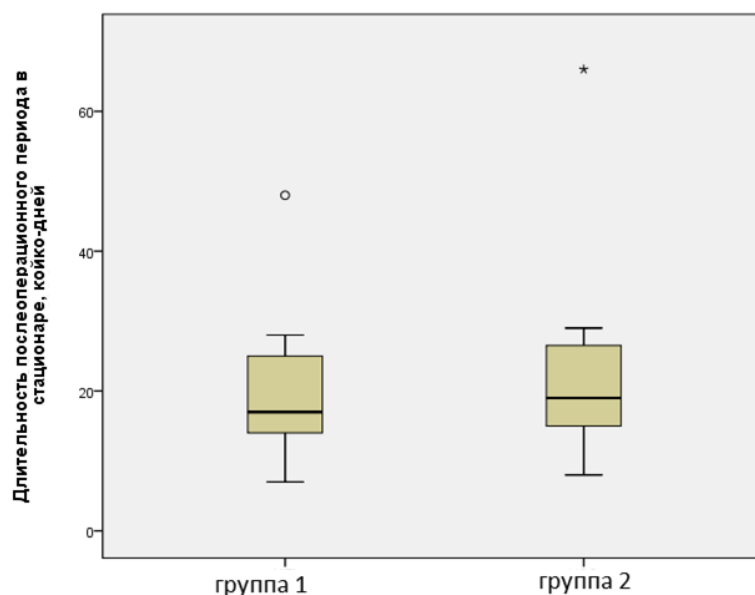


Рис. 49. Длительность послеоперационного периода в исследуемых группах

**Непосредственные результаты хирургического лечения.** Наличие признаков остеомиелита грудины, медиастинита и несостоятельности шва грудины с диастазом и нестабильностью половин грудины определяли с учетом оценки совокупности результатов клинического обследования (сбор жалоб, оценка status localis при перевязках), МСКТ (рис. 50), УЗИ передней грудной стенки и переднего средостения (рис. 51). При постановке диагноза медиастинита и остеомиелита грудины существенное значение придавали результатам скинтиграфического исследования с применением радиофармпрепарата Технетрил,  $^{99m}\text{Tc}$  или Технефором,  $^{99m}\text{Tc}$  (Диамед, Россия), так же принимали в учет результаты лабораторного обследования, указывающие на наличие воспалительного процесса (уровень лейкоцитов, показатели лейкоцитарной формулы, СОЭ, уровень СРБ, при необходимости исключения септического процесса определяли уровень прокальцитонина).

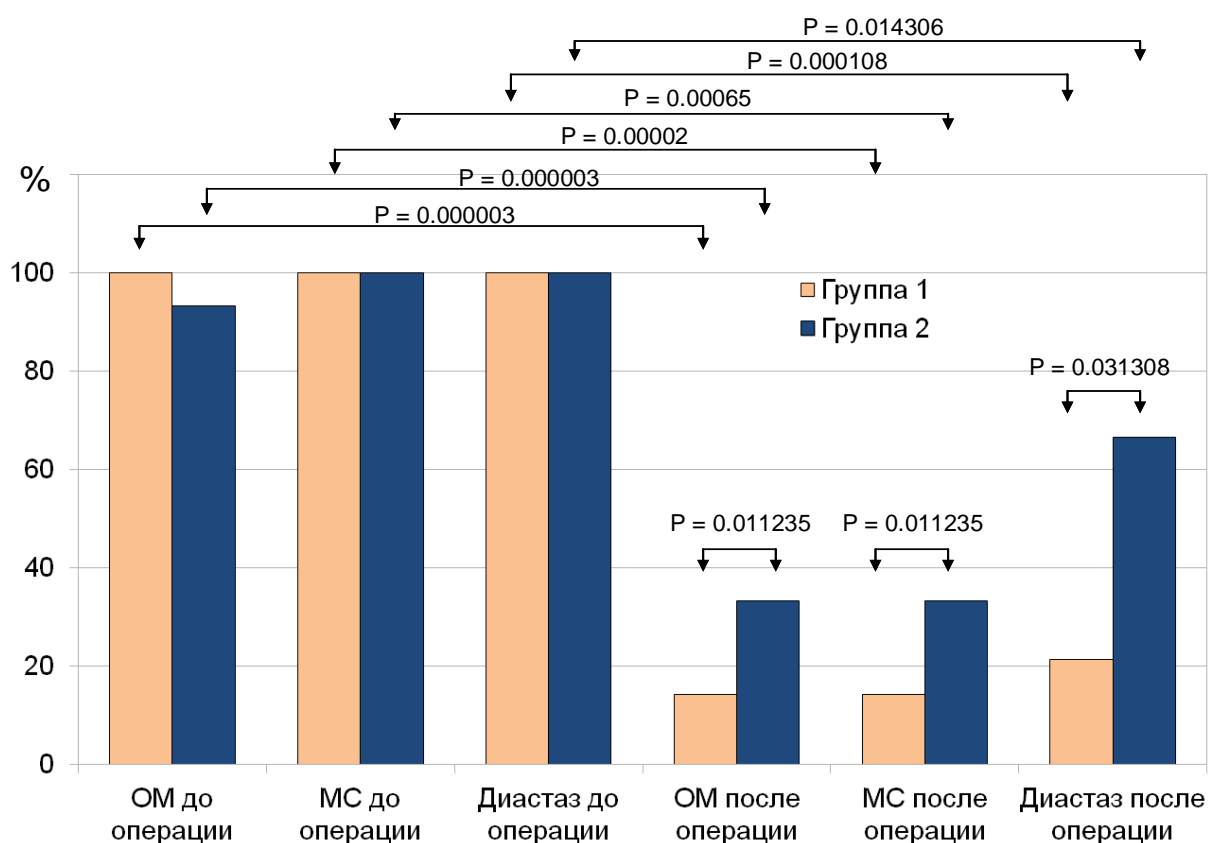


Рис. 50. Признаки остеомиелита, медиастинита, диастаза грудины по данным МСКТ (мультиспиральной КТ) до и после оперативного лечения. OM: остеомиелит; MC: медиастинит

Непосредственные результаты операций в исследованных группах пациентов были оценены в сроки до 10 недель после операции (таблица 12).

Гладкий послеоперационный период (заживление первичным натяжением с отсутствием осложнений и рецидива заболевания) достоверно чаще встречался у пациентов первой группы: отмечен у 8 из 14 пациентов (57,1%) первой группы и у 3 из 15 пациентов второй группы (20,0%) ( $\chi^2=4,243$ ,  $p=0,039$ ).

В раннем послеоперационном периоде у 2 больных основной группы было отмечено развитие несостоятельности шва грудины, которая в одном случае сочеталась с рецидивом остеомиелита средней трети тела грудины и переднего медиастинита, а так же с несостоятельностью шва кожи и подкожной жировой клетчатки в средней трети операционной раны; у данных больных выполнению операции по восстановлению целостности каркаса грудины с использованием



имплантата из никелида титана предшествовала неудачная попытка реостеосинтеза грудины металлическим швом по рутинной методике и имелась фрагментация грудины. Обнаружена статистически значимая связь между развитием несостоятельности шва грудины и предшествующей попыткой реостеосинтеза металлическим швом по рутинной методике в первой группе больных ( $p < 0,05$ ).

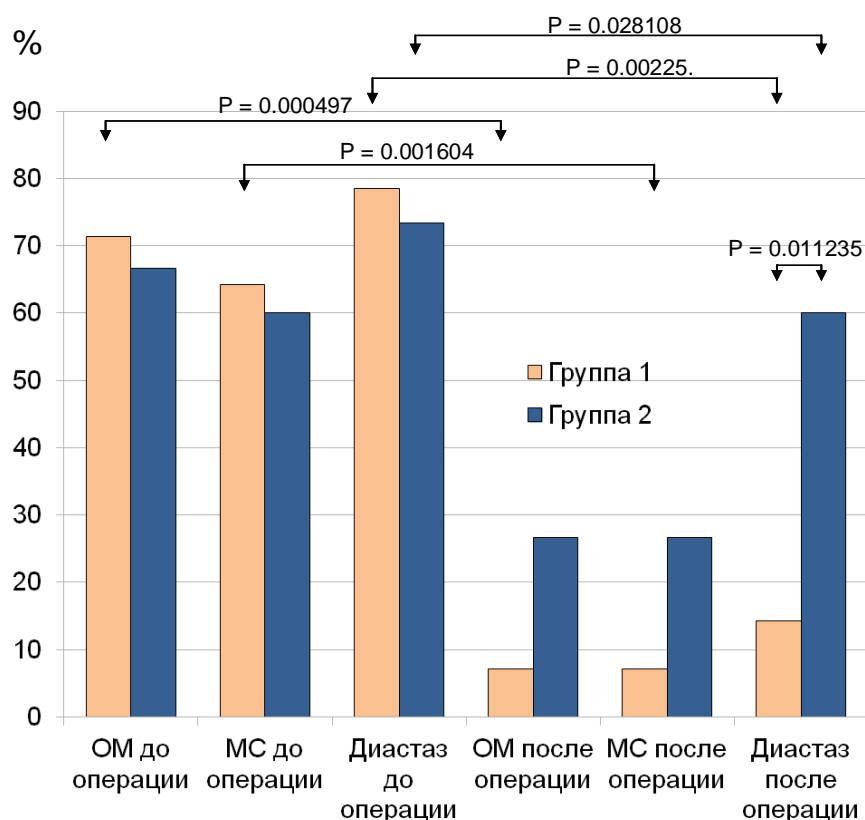


Рис. 51. Признаки остеомиелита, медиастинита, диастаза грудины по данным УЗИ до и после оперативного лечения. OM: остеомиелит; МС: медиастинит

У одной больной основной группы был диагностирован рецидив остеомиелита рукоятки грудины и переднего медиастинита через 4 недели после анализируемой операции; шов грудины был состоятелен.

Ни одному больному основной группы не потребовалось выполнение повторной операции. Специфических осложнений, связанных с использованием разработанного имплантата (разрыв, миграция, выраженный болевой синдром), отмечено не было.

Таблица 12. Непосредственные результаты операции в исследуемых группах

| Показатель  | 1 группа (n=14)   | 2 группа (n=15)   |
|---|-------------------|-------------------|
| Гладкий послеоперационный период                        | <b>8 (57,1%)*</b> | <b>3 (20,0%)*</b> |
| Рецидив несостоятельности шва грудины                   | <b>2 (14,3%)*</b> | <b>9 (60,0%)*</b> |
| Рецидив медиастинита                                    | 2 (14,3%)         | 7 (46,7%)         |
| Рецидив остеомиелита                                    | 2 (14,3%)         | 5 (33,3%)         |
| Несостоятельность шва кожи и подкожно-жировой клетчатки | 3 (21,4%)         | 5 (33,3%)         |
| Летальный исход   | 1 (7,1%)          | –                 |

Примечание: \* различия статистически значимы при  $p \leq 0,05$ .

Рецидив несостоятельности шва грудины с развитием диастаза достоверно чаще отмечен у пациентов, которым был выполнен остеосинтез по рутинной методике: у 2 из 14 пациентов (14,3%) первой группы и у 9 из 15 пациентов второй группы (60,0%) ( $\chi^2=6,428$ ,  $p=0,011$ ).

В раннем послеоперационном периоде у одного больного контрольной группы отмечен рецидив несостоятельности шва грудины с развитием диастаза до 1 см в сочетании с передним медиастинитом. У другой больной контрольной группы рецидив несостоятельности шва грудины и медиастинита сочетался с развитием несостоятельности шва кожи и подкожной жировой клетчатки.

У 3 больных контрольной группы отмечена несостоятельность шва грудины с развитием клинически значимого диастаза в 2 случаях, у 1 из этих больных отмечено развитие несостоятельности шва кожи и подкожной жировой клетчатки.

У одного больного контрольной группы отмечен рецидив вялотекущего переднего медиастинита без признаков остеомиелита при состоятельном шве грудины.

У одного больного контрольной группы отмечен рецидив остеомиелита в средней трети тела грудины; шов грудины был состоятелен.

У 2 больных контрольной группы отмечен рецидив несостоятельности шва грудины, остеомиелита грудины и медиастинита в сочетании с несостоятельностью шва кожи и подкожной жировой клетчатки. У 1 из этих пациентов на 3-и сутки после выполнения анализируемой операции по дренажу из средостения отмечено отделение большого количества гноя, затем – темно-зеленого зловонного отделяемого, заподозрена перфорация пищевода, выполнена рентгенография пищевода с контрастированием барием – данных за перфорацию пищевода не обнаружено; на 6-е сутки при перевязке обнаружено поступление каловых масс и бария вокруг дренажа, выполнена обзорная рентгенография ОБП – барий в толстой кишке, живот спокойный, перитонеальных симптомов нет; на 7-е сутки было диагностировано развитие неполного кишечно-медиастинального свища с ограниченным передним медиастинитом и вторичным остеомиелитом грудины (дан фортранс с метиленовым синим per os – через 4 часа - отхождение метиленового синего по дренажу), на 8-е сутки больной был переведен в специализированное торакальное отделение, в связи с чем отдаленные результаты оперативного лечения у данного больного не были исследованы.

У 2 больных контрольной группы отмечен рецидив развития несостоятельности шва грудины, остеомиелита грудины и медиастинита. В одном случае больному потребовалось выполнение двух повторных оперативных вмешательств: через месяц больному была выполнена операция хирургической обработки: расширение отверстия в свищевой ход, санация переднего средостения и грудины с удалением остеомиелитически измененных сегментов грудины и 3 проволочных лигатур; после чего через 10 дней была проведена повторная санация с ушиванием мягких тканей передней грудной стенки, установкой промывного дренирования в полость перикарда. Явления медиастинита и остеомиелита были купированы, заживление мягких тканей произошло первичным натяжением, больной был выписан через месяц после последней операции с наличием диастаза грудины на всем протяжении до 2,4 см в

наибольшем измерении, отсутствием части левой половины тела грудины и фрагментацией грудины по данным СКТ.

При анализе сопряженности всех случаев развития рецидива несостоятельности шва грудины и рецидива медиастинита (в обеих группах) обнаружена статистически значимая связь между развитием рецидива медиастинита и рецидивом несостоятельности шва грудины ( $p < 0,05$ ): из 29 больных, которым был выполнен реостеосинтез грудины, рецидив медиастинита отмечен в 9 случаях, при этом сочетание его с нестабильностью грудины отмечено в 7 случаях.

В первой группе наблюдался один летальный исход, развившийся на 8-е сутки после исследуемой операции. Ниже приведено описание данного клинического случая.

Больная И., 75 лет, госпитализирована в плановом порядке в клинику госпитальной хирургии им. А.Г. Савиных СибГМУ 11.08.2014 г. с диагнозом основного заболевания: хронический послеоперационный стерномедиастинит, свищевая форма, несостоятельность швов грудины. Состояние после МКШ ПНА, АКШ ЗМЖВ, ВТК в условиях ИК и антеградной КП по поводу стенозирующего атеросклероза коронарных артерий от 24.03.2014 г.

Жалобы при поступлении: на боли в области грудины периодические низкой интенсивности при движении и дыхательных экскурсиях грудной клетки; дискомфорт в области грудины при движении и форсированных дыхательных экскурсиях грудной клетки; наличие свищей на передней поверхности грудной клетки в проекции послеоперационного рубца.

Anamnesis morbi: 24.03.2014 г. перенесла операцию МКШ ПНА, АКШ ЗМЖВ, ВТК в условиях ИК и антеградной КП, послеоперационный период протекал с осложнениями: образовался свищ в мягких тканях на уровне сочленения рукоятки грудины с телом, инфильтрат с признаками нагноения в области мягких тканей рядом с мечевидным отростком грудины – абсцесс, в связи с чем проводилась ВХО раны, наложение вторичных швов в условиях оперблока 20.05.2014 г., после чего швы были сухими, отделяемого не было до 04.06.2014 г., затем с 05.06.2014 г. появилось вновь скудное серозное отделяемое, появились дефекты швов, 09.07.2014 г. дефект закрылся, затем появился вновь, от 21.07.2014 г. – диастаз в средней трети между швами, 05.08.2014 г. проводилось повторное МСКТ ОГК: выявлен диастаз грудины, свищевой ход. В связи с чем проведена консультация торакального хирурга, принято

решение о переводе в клинику госпитальной хирургии СибГМУ с целью хирургического лечения.

По данным обследования, проведенного в клинике:

Объективно: состояние удовлетворительное. Кожные покровы физиологической окраски, тургор достаточный. Язык влажный, обложен белым налетом. Дыхание везикулярное, хрипов нет. Тоны сердца приглушены, ритмичные. Живот мягкий, безболезненный, не вздут, перистальтика адекватная. Физиологические отправления в норме. Периферических отеков нет. St. localis: в проекции послеоперационного рубца на передней поверхности грудной клетки определяется 4 свищевых отверстия: 1 – в верхней трети 2x2 мм, 3 в средней трети: 7x5, 3x2 и 2x2 мм, гнойного отделяемого нет. Дно наибольшего дефекта в средней трети покрыто фибрином. При пальпации зондом свищевые ходы незначительной протяженности, оканчиваются слепо в костной ткани. Пальпаторно определяется болезненность в проекции средней трети грудины и подвижность половин грудины относительно друг друга.

МСКТ органов грудной клетки: Состояние после операции на сердце (АКШ, МКШ от 24.03.2014 г.), ВХО послеоперационной раны, вторичные швы от 20.05.2014 г.: половинки грудины не сращены, остеопороз, выраженное разрежение костной структуры левой половинки тела грудины с наличием в проекции губчатого вещества пузырьков воздуха (деструктивные изменения). Дефекты мягких тканей грудной клетки на уровне послеоперационного шва, свищевой ход в мягких тканях грудной клетки с наличием участка инфильтрации ниже свища. Уплотнение мягких тканей средостения на уровне сосудистого пучка (кзади от тела грудины).

Рентгенография: метатуберкулезные изменения слева. ЛВГ 1-2 ст. Состояние после стернотомии. Остеомиелит грудины.

УЗИ грудины и мягких тканей передней грудной стенки в проекции грудины: состояние после операции. УЗ-признаки несостоятельности шва грудины с наличием диастаза. Инфильтрация мягких тканей грудной стенки с наличием свища. Косвенные признаки остеомиелита.

Спирография: заключение: функция внешнего дыхания не нарушена.

Показатели ОАК, ОАМ, биохимического анализа крови, коагулограммы без выраженных патологических отклонений. СРБ 7 мг/л. Анализ крови на суммарные антитела к ВГС, ВИЧ: отрицательно. Анализ крови на HBsAg: положительно. Группа крови А(II), Rh+.

01.09.2014 г. под общей анестезией была выполнена операция: иссечение свищей передней стенки грудной клетки, удаления металлических лигатур с грудины, санации грудины, восстановления целостности каркаса грудины с использованием синтетических материалов (имплантата из никелида титана).

После операции швы были спокойны, без признаков воспаления, состояние было стабильным. На 7-е сутки после операции у больной развился перитонит, больной в экстренном порядке в связи с подозрением на острую мезентериальную недостаточность и перитонит была выполнена лечебно-диагностическая лапароскопия: при ревизии брюшной полости, преимущественно по правому боковому каналу, в правой подвздошной области обнаружено до 1 литра прозрачной желтоватой опалесцирующей жидкости, жидкость направлена для микроскопического, микробиологического и биохимического анализов, брюшная полость осушена, санирована, при дальнейшей ревизии признаков ишемического поражения кишечника не обнаружено, петли тонкого и толстого кишечника нормального цвета, перистальтируют, аппендикс удален (56 лет назад), печень незначительно увеличена, поверхность ровная, гладкая, желчный пузырь 9x4 см, без признаков воспаления, патологии желудка не выявлено, выполнена интраоперационная ЭГДС, признаков язвенной болезни не выявлено, заключение: очаговый атрофический гастрит, наличие жидкости в брюшной полости расценено как инфицированный асцит, брюшная полость дренирована трубчатыми дренажами в малый таз и по правому боковому каналу, выведенными через разрезы для 5 мм-х троакаров. Результат микроскопического исследования жидкости из брюшной полости, полученной во время лечебно-диагностической лапароскопии: лейкоциты сплошь. Результат посева жидкости из брюшной полости на микрофлору и чувствительность к антибиотикам, полученной во время лечебно-диагностической лапароскопии: роста бактериальной флоры не выявлено.

После операции отмечено отхождение обильного (до 2 литров) серозного отделяемого по дренажам, нарастание перитонеальной симптоматики и лейкоцитоза, ухудшение общего состояния больной, в связи с чем на 8-е сутки после операции по поводу стерномедиастинита выполнена в экстренном порядке лапаротомия, ревизия брюшной полости и забрюшинного пространства, дренирование брюшной полости и забрюшинного пространства слева: выполнена средне-нижнесрединная лапаротомия: в брюшной полости до 1 литра мутной белесоватой жидкости во всех отделах, при ревизии органов брюшной полости не выявлено какой-либо острой патологии за исключением того, что купол слепой кишки незначительно отечен, отмечается инъеция сосудов, пульсация сосудов брыжейки в этом месте удовлетворительная; слепая и восходящая кишка в этом месте мобилизованы, вскрыто забрюшинное пространство, где имеется до 300 мл серозной прозрачной розовой жидкости, пропитывающей всю забрюшинную клетчатку до паранефрия, осмотрены правая почка и мочеточник: признаков повреждения не выявлено; брюшная полость и забрюшинное пространство дренированы трубчатыми дренажами, брюшная полость послойно ушита. Интраоперационно ситуация была расценена как инфицированный асцит с развитием перитонита.

После операции больная находилась под наблюдением в ОАиР, состояние больной было крайне тяжелое, нарастали признаки полиорганной недостаточности. На фоне нарастающих сердечно-сосудистой и почечной недостаточности и высоких доз инотропной поддержки произошла остановка кровообращения. Реанимационные мероприятия, выполненные в полном объеме, эффекта не достигли, зафиксирована смерть.

Посмертный диагноз: Основной комбинированный диагноз (конкурирующие заболевания):

1) ИБС. Острый повторный инфаркт миокарда. Состояние после МКШ ПНА, АКШ ЗМЖВ по поводу стенозирующего атеросклероза коронарных артерий от 24.03.2014 г. ПИКС (неизвестной давности). Хроническая сердечная недостаточность. НК I. ФК II (NYHA).

2) Хронический послеоперационный стерномедиастинит. Состояние после операции иссечения свищей передней стенки грудной клетки, удаления металлических лигатур с грудины, санации грудины, восстановления целостности каркаса грудины с использованием синтетических материалов (имплантата из никелида титана) от 01.09.2014 г.

Осложнение первого заболевания: Острая сердечно-сосудистая недостаточность. Остановка сердечной деятельности. Состояние после проведения реанимационных мероприятий от 10.09.14 г.

Осложнение второго заболевания: Раневой сепсис. Серозно-фибринозный перитонит. Состояние после лапароскопии, дренирования брюшной полости от 08.09.2014 г., состояние после лапаротомии, ревизии, санации и дренирования брюшной полости и забрюшинного пространства от 09.09.2014 г. Прогрессирующая полиорганная недостаточность.

Фоновые заболевания: Гипертоническая болезнь III ст., достигнутый целевой уровень АД, ГЛЖ. Атеросклероз аорты, сонных, бедренных артерий. ХИГМ 2 ст., риск 4. СД 2 тип, целевой уровень гликоНв 7,5%.

Сопутствующие заболевания: Хронический атрофический гастрит, фаза ремиссии. Состояние после мастэктомии слева (2009 г.). ХОБЛ вне обострения.

Клинический посмертный диагноз совпал с патологоанатомическим. На вскрытии признаков рецидива остеомиелита грудины, медиастинита, нагноения мягких тканей передней стенки грудной клетки не выявлено; шов грудины состоятелен. Ввиду наличия у больной вирусного гепатита В, наиболее вероятной причиной перитонита представляется первичное (гематогенное, лимфогенное) инфицирование асцитической жидкости. Непосредственной связи летального исхода со специфическими особенностями разработанного метода восстановления целостности каркаса грудины не выявлено.

**Отдаленные результаты хирургического лечения.** Отдаленные результаты операций в исследованных группах были оценены в сроки от 3 месяцев до 5 лет после проведенных операций (таблица 13).

Таблица 13. Отдаленные результаты операций в исследуемых группах (исключая рецидив несостоятельности шва грудины, медиастинита и остеомиелита грудины, развившиеся и диагностированные в первые 10 недель после операции)

| Показатель                            | 1 группа (n=13)   | 2 группа (n=14)   |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Общее безрецидивное выздоровление     | <b>9 (69,2%)*</b> | <b>3 (21,4%)*</b> |
| Рецидив несостоятельности шва грудины | –                 | 1 (7,1%)          |
| Рецидив медиастинита                  | 1 (7,7%)          | –                 |
| Рецидив остеомиелита                  | 1 (7,7%)          | 1 (7,1%)          |

Примечание: \* различия статистически значимы при  $p \leq 0,05$ .

Общее безрецидивное выздоровление (отсутствие признаков несостоятельности шва грудины и/или медиастинита и/или остеомиелита, диагностированных в различные сроки после анализируемой операции) достоверно чаще встречалось у пациентов первой группы: отмечено у 9 из 13 пациентов (69,2%) первой группы и у 3 из 14 пациентов второй группы (21,4%) ( $\chi^2=6,238$ ,  $p=0,0125$ ).

У 1 больного основной группы, у которого ранний послеоперационный период осложнился несостоятельностью шва кожи и подкожной жировой клетчатки без признаков рецидива несостоятельности шва грудины, ОМ и медиастинита, при контрольном обследовании через 4 месяца после анализируемой операции на фоне состоятельного шва грудины (согласно клиническим данным и данным МСКТ) были обнаружены признаки хронического



остеомиелита верхней трети тела грудины и вялотекущего хронического переднего медиастинита по данным скинтиграфического исследования.

У 1 больного контрольной группы при благоприятном течении ближайшего послеоперационного периода через 11 месяцев после анализируемой операции при контрольном обследовании по данным МСКТ и скинтиграфического исследования были обнаружены признаки несостоятельности шва грудины с развитием ее диастаза до 1 см в средней и нижней трети в сочетании с хроническим вялотекущим остеомиелитом средней трети тела грудины без признаков медиастинита. Выполнение повторной операции в данных клинических ситуациях было признано нецелесообразным.

#### **4.3. Анализ структуры и результатов хирургического лечения пациентов с послеоперационным стерномедиастинитом**

Проанализировано лечение 41 пациента с послеоперационным стерномедиастинитом за 6-летний период (2010–2015 гг.). В процессе лечения послеоперационного стерномедиастинита больным было выполнено от 1 до 4 хирургических операций (таблица 14). Выбор хирургической тактики осуществлялся в зависимости от характера поражения тканей, давности заболевания и общесоматического состояния пациента.

Таблица 14. Количество операций, выполненных в процессе лечения стерномедиастинита в общей группе пациентов (n=41)

| Количество операций | Число пациентов | %     |
|---------------------|-----------------|-------|
| 1                   | 24              | 58,5% |
| 2                   | 12              | 29,3% |
| 3                   | 4               | 9,8%  |
| 4                   | 1               | 2,4%  |

Первым этапом были выполнены следующие типы оперативных вмешательств (см. табл. 15):

1. Вторичная хирургическая обработка (ВХО). При выполнении данного вмешательства проводились ревизия, санация раны иссечение некротизированных и остеомиелитически измененных тканей, удаление стальных лигатур или шовного материала с грудины, проточно-промывное дренирование, вторичные швы на мягкие ткани.

2. Хирургическая обработка с последующим выполнением повторного остеосинтеза (ОС) металлическим швом по различным схемам (таким как: 1-1-1-1-1-1; 1-Х-1-1-1-1; 1-8-8-8; продольный ОС левой половины грудины в средней трети + поперечный ОС по схеме Z-Z-Z; 1-1-8-8-1-1 и др.).

3. Операция восстановления целостности каркаса грудины с использованием трубчатого имплантата из никелида титана по разработанной на кафедре госпитальной хирургии СибГМУ совместно с НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы методике.

Таблица 15. Структура повторных оперативных вмешательств у больных с глубокими послеоперационными осложнениями срединной стернотомии

| Тип операции  | 1-я операция (n*) | 2-я операция (n*) | 3-я операция (n*) | 4-я операция (n*) |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Способ восстановления целостности каркаса грудины с использованием имплантата из NiTi | 6                 | 6                 | 1                 | 1                 |
| Остеосинтез металлическим швом  | 12                | 7                 | 2                 | –                 |
| Вторичная хирургическая обработка   | 23                | 4                 | 2                 | –                 |
| Всего   | 41                | 17                | 5                 | 1                 |

Примечание: \*n – количество больных, оперированных данным методом.

В послеоперационном периоде ведение пациентов осуществляли в соответствии со стандартными подходами терапии, включавшими перевязки с местным применением антисептических растворов и мазей, корректную антибактериальную терапию с учетом результатов посевов отделяемого с определением микрофлоры и чувствительности к антибиотикам, проводили лимфотропную терапию.

**Вторичная хирургическая обработка** первым этапом была выполнена 56,1% больных (n=23). Из них 47,83% (n=11) больных были оперированы повторно: 6 больным был выполнен **остеосинтез металлическим швом**. Из них только у одного больного удалось достичь восстановления целостности каркаса грудины и излечения воспалительного процесса в области грудины и переднего средостения. У 2 больных был отмечен рецидив несостоятельности шва грудины и ее фрагментация, воспалительный процесс в области грудины и переднего средостения был купирован. У одного больного несостоятельность шва грудины сочеталась с персистенцией хронического вялотекущего медиастинита. У двух больных несостоятельность шва грудины, ее диастаз и нестабильность сочетались с остеомиелитом грудины и передним медиастинитом, одному из них была выполнена **операция восстановления целостности каркаса грудины с использованием имплантата из никелида титана** с хорошим результатом; второй больной выбыл из исследования в связи с развитием кишечномедиастинального свища и переводом в специализированный стационар.

4 больным была выполнена **операция восстановления целостности каркаса грудины с использованием имплантата из никелида титана**: у 3 из этих больных стерномедиастинит был излечен, целостность грудины восстановлена. У четвертой больной на 7-е сутки после операции развился перитонит, на 8-е сутки наступил летальный исход (непосредственной связи летального исхода со специфическими особенностями разработанного метода восстановления целостности каркаса грудины не выявлено; на вскрытии признаков рецидива остеомиелита грудины, медиастинита, нагноения мягких

тканей передней стенки грудной клетки не выявлено, шов грудины был состоятелен).

1 больной потребовалось проведение **2 повторных хирургических обработок с ревизией, санацией и некрэктомией**, в отсроченном периоде была выполнена **операция восстановления целостности каркаса грудины с использованием имплантата из никелида титана**: стерномедиастинит был излечен, стабильность грудины восстановлена.

После ВХО повторную операцию не проводили 52,17% больных (n=12): после проведенной послеоперационной консервативной терапии 5 больным удалось купировать воспалительный процесс в области грудины и переднего средостения, при выписке, несмотря на наличие диастаза (до 10 мм) между продольными половинами грудины, нестабильности грудины не отмечалось. Нестабильность грудины без признаков персистенции воспалительного процесса отмечена у 4 больных. У трех больных сохранялся вялотекущий хронический воспалительный процесс в области переднего средостения: из них у одного больного медиастинит сочетался с хроническим остеомиелитом грудины, у второго больного хронический остеомиелит грудины и медиастинит сопровождался явлениями нестабильности грудины.

**ОС металлическим швом** первым этапом был выполнен 29,27% больных (n=12). Из них 50% (n=6) больных были оперированы повторно: 2 больным, у которых развилась несостоятельность шва и фрагментация грудины, была выполнена **операция восстановления целостности каркаса грудины с использованием трубчатого имплантата из никелида титана**; у одного больного достигнуто излечение стерномедиастинита с сохранением диастаза в нижней трети тела грудины. У второго больного отмечен рецидив несостоятельности шва и диастаз грудины до 12 мм в сочетании с хроническим вялотекущим стерномедиастинитом.

У одного больного была предпринята повторная попытка **остеосинтеза металлическим швом**, не давшая положительного эффекта: отмечен рецидив

несостоятельности шва грудины в сочетании с остеомиелитом грудины и передним медиастинитом.

У трёх больных отмечен рецидив стерномедиастинита и несостоятельности шва грудины. Двум из этих больных потребовалось проведение операции **вторичной хирургической обработки**, после чего была предпринята повторная попытка **остеосинтеза металлическим швом**: у одного больного стабильность грудины была восстановлена, но отмечен рецидив остеомиелита; у второго больного на фоне купированного воспалительного процесса отмечен рецидив несостоятельности шва грудины и ее фрагментация. Третьему больному было выполнено **2 повторные операции ВХО**: воспалительный процесс был купирован, сохранился диастаз грудины до 2,4 см.

После проведения ОС повторная операция не проводилась 50% (n=6) больных. У двух из них было достигнуто излечение стерномедиастинита и восстановление целостности грудины. У двух больных развился рецидив несостоятельности шва грудины с развитием диастаза, который сочетался с подострым медиастинитом, у одного из этих больных диагностирована свищевая форма остеомиелита грудины. Еще у одного больного отмечено развитие рецидива несостоятельности шва грудины, сочетающееся с хроническим остеомиелитом грудины без признаков медиастинита. У одного больного сохранялся вялотекущий медиастинит при состоятельном шве грудины.

Таким образом, использование рутинной методики ОС грудины у пациентов с послеоперационным стерномедиастинитом в 77,8% случаев не позволило добиться восстановления целостности каркаса грудной клетки за счет развития несостоятельности металлических швов и лишь усугубило фрагментацию грудины.

**Операция восстановления целостности грудины с использованием имплантата из никелида титана** первичным этапом была выполнена 14,63% (n=6) больных: у четырёх больных удалось добиться стабильности каркаса грудной клетки, устранения диастаза грудины и купировать стерномедиастинит.

У двух больных при достигнутом восстановлении целостности грудины отмечен рецидив хронического остеомиелита и вялотекущего хронического медиастинита.

После обобщения и анализа вышеизложенных данных, сделано следующее заключение:

- При развитии несостоятельности шва грудины у пациентов после операций, осуществляемых через срединный стернотомный доступ, либо при необходимости реторакотомии в послеоперационном периоде по поводу гнойного процесса в области грудины и переднего средостения, выполнение рутинной методики стернотомии не оправдано, поскольку в 77,8% случаев данный подход не привел к выздоровлению и усугубил фрагментацию грудины.
- При отсутствии выраженной фрагментации грудины, после купирования острого воспалительного процесса (хирургические обработки, корректная антибиотикотерапия, перевязки), целесообразно выполнение операции восстановления целостности каркаса грудины с использованием имплантата из никелида титана. Применение данной методики оправдано у больных хроническим остеомиелитом грудины и медиастинитом в сочетании с одномоментной хирургической санацией грудины и переднего средостения.
- Противопоказанием к выполнению разработанной операции являются ситуации, когда грудина представлена множеством фрагментов, присутствует обширное гнойное расплавление каркаса грудины с дефицитом ткани грудины.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты настоящего исследования согласуются с данными литературы, указывающими на то, что при развитии послеоперационного стерномедиастинита с несостоятельностью шва грудины попытки восстановления целостности каркаса грудины стандартными методами (стернорафия металлической проволокой) в большинстве случаев не достигают поставленной задачи, а лишь способствуют дальнейшей фрагментации грудины [85, 127]. В связи с этим разработаны различные альтернативные методы восстановления целостности каркаса грудины. Широкое применение для этой цели нашли различные конструкции с памятью формы, например, скрепки из никелида титана. Однако в литературе описаны случаи миграции и отхождения скрепок [55, 71, 114]. Указанные недостатки отражаются на качестве лечения и надежности сопоставления краев грудины.

Целью настоящего исследования было разработать, изучить в экспериментальном и клиническом исследованиях и внедрить в клиническую практику имплантат из никелида титана и способ восстановления целостности каркаса грудины при послеоперационных стерномедиастинитах.

На экспериментальном этапе исследования в сроки до 6 недель не было выявлено негативных последствий взаимодействия предлагаемого имплантата с тканью грудины и парастернальными мягкими тканями, имплантат надежно фиксировался в месте применения за счет прорастания окружающими тканями.

Проанализированы результаты лечения 41 пациента с послеоперационным стерномедиастинитом. Анализ состояния пациентов в предоперационном периоде и оценка эффективности оперативного лечения выполнялись по данным рентгенографии, мультиспиральной компьютерной томографии органов грудной клетки, сцинтиграфической индикации воспаления, рентгенографии грудной клетки и фистулографии, ультразвукового исследования грудины и переднего средостения, Эхо-кардиографии, спирографии, бактериологического анализа, рутинных клинических и лабораторных методик. Результаты клинического

исследования позволили установить, что разработанная методика оперативного лечения послеоперационного стерномедиастинита с восстановлением целостности каркаса грудины позволяет статистически достоверно улучшить результаты лечения данной категории больных по сравнению с хирургическим лечением, при котором применяется методика стернотомии металлической проволокой.

Не заявляя об универсальности разработанной методики, можно утверждать, что использование ее может явиться реальной альтернативой стандартным методам восстановления целостности каркаса грудины при наличии ее диастаза и стерномедиастинита после операций из срединного стернотомного доступа. Возможно так же применение данной методики первично для закрытия грудины у пациентов из группы риска развития несостоятельности швов грудины.

Повышение качества лечения стерномедиастинита и надежности сопоставления краев грудины при данном методе достигается за счет интраоперационного обеспечения адекватных размеров фиксирующих элементов и развиваемых ими стягивающих усилий, наличия биомеханической и биохимической совместимости имплантата с окружающими тканями, благодаря чему происходит прорастание соединительной ткани сквозь сетчатую структуру имплантата с образованием единого с имплантационным материалом костно-тканевого регенерата, что гарантирует его надежное удержание в тканях, предотвращает смещение имплантата относительно дефекта грудины, предотвращая рецидивы. Имплантаты рассматриваемого класса отличаются сверхэластичностью, биологическая инертность, высокая коррозионная стойкость, а также сходство физико-механических свойств со свойствами тканей организма. Имплантированные в организм устройства на основе никелида титана деформируются в соответствии с закономерностями эластичного поведения тканей организма, обеспечивая при этом гармоничное функционирование всей системы «материал имплантата – ткани организма человека» [15]. Более надежными являются способы восстановления целостности каркаса грудины, предусматривающие использование фиксирующих элементов с развитой



поверхностью, не имеющих тенденции к прорезыванию тканей, поскольку распределение нагрузки по развитой поверхности снижает локальные напряжения.

Таким образом, разработанный метод хирургического лечения послеоперационного стерномедиастинита позволяет добиться более надежного сопоставления краев грудины, снизить частоту рецидивов и повысить качество лечения данной категории больных.

## ВЫВОДЫ

1. Для разработанной операции по восстановлению целостности грудины разработан имплантат из никелида титана, представляющий собой плетеную в виде «чулка» ажурную конструкцию, изготовленную из 60 нитей из сплава марки ТН-10, с толщиной нитей 90 мкм, диаметром пор плетения 2x1,5 мм в покое, 3,5x0,5 мм при максимальном натяжении имплантата, а также разработан инструмент для проведения имплантата.
2. При экспериментальном исследовании в сроки до 6 недель не выявлено негативных последствий взаимодействия предлагаемого имплантата с тканью грудины и парастернальными мягкими тканями; морфологические изменения соответствовали обычной реакции тканей на операционную травму.
3. Использование разработанного способа хирургического лечения в сравнении с хирургическим лечением с использованием рутинной методики стернотомии металлическим швом не сопровождается достоверными различиями в длительности операции ( $112,1 \pm 35,9$  и  $116,3 \pm 40,9$  мин. соответственно), продолжительности стояния дренажа в послеоперационном периоде ( $2,9 \pm 1,8$  и  $3,5 \pm 2,5$  сут. соответственно), и длительности послеоперационного периода в стационаре ((Me (Q1;Q3)): 17 (14; 25) и 19 (15; 27) койко-дней); при использовании разработанного способа статистически достоверно чаще отмечено гладкое течение раннего послеоперационного периода (57,1% и 20% соответственно ( $p=0,039$ )) и безрецидивное выздоровление в отдаленные сроки после операции (69,2% и 21,4% соответственно ( $p=0,0125$ )). Способ не сопровождается специфическими осложнениями, связанными с использованием разработанного имплантата.
4. Разработанный способ хирургического лечения позволяет статистически достоверно чаще добиться восстановления целостности

каркаса грудины в сравнении с реостеосинтезом металлическим швом по рутинной методике (85,7% и 40,0% соответственно ( $p=0,011$ )) у больных с послеоперационным стерномедиастинитом при наличии несостоятельности швов грудины после предыдущей стернорамии.

5. Способ эффективен как завершающий этап в структуре хирургического лечения у больных с купированным острым гнойным стерномедиастинитом, но противопоказан при стерномедиастините, сопровождающемся множественной фрагментацией грудины, состояниях после неоднократных безрезультатных попыток остеосинтеза металлическим швом.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рутинная методика стернорافیи металлическим швом при послеоперационном стерномедиастините малоэффективна и не должна повторно использоваться при прогрессировании или рецидиве гнойно-воспалительного процесса в области грудины и переднего средостения и несостоятельности швов грудины.
2. При активном стерномедиастините показан этапный подход к лечению с первоначальной хирургической санацией очага инфекции и последующей пластикой грудины с использованием имплантата из никелида титана.
3. Способ восстановления целостности грудины с использованием имплантата из никелида титана может быть с высокой эффективностью использован для восстановления целостности грудины у пациентов с развившейся несостоятельностью швов грудины, выполненных по рутинной методике.
4. Способ восстановления целостности грудины с использованием имплантата из никелида титана не должен использоваться при нестабильности грудины, сопровождающейся выраженной ее фрагментацией, и при обширном гнойном расплавлении с дефицитом костной ткани.

**СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

NiTi – никелид титана

НУНА – Нью-Йоркская ассоциация сердца

АКШ – аортокоронарное шунтирование

БиМКШ – бимаммарокоронарное шунтирование

ГБ – гипертоническая болезнь

ЗМЖВ – задняя межжелудочковая ветвь

ИБС – ишемическая болезнь сердца

КТ – компьютерная томография

МКШ – маммарокоронарное шунтирование

МС – медиастинит

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ОМ – остеомиелит

ОС – остеосинтез

ПКА – правая коронарная артерия

ПНА – передняя нисходящая артерия

СД – сахарный диабет

СМ – стерномедиастинит

СРБ – С-реактивный белок

УЗИ – ультразвуковое исследование

ФП – фибрилляция предсердий

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЭКГ – электрокардиография

ЭхоКГ – эхокардиография

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Белов, Ю.В. Послеоперационный гнойный медиастинит и проходимость аортокоронарных шунтов / Ю.В. Белов, А.С. Подосинников, Б.В. Шабалкин // Грудная хир. — 1985. — N 1. — С. 21.
2. Вишневский, А.А. Ранорасширитель для операций на лёгких при трансстернальном доступе / А.А. Вишневский, Г.Д. Николадзе, Ю.В. Ромашов // Грудная хир. — 1989. — N 5. — С. 88-90.
3. Вишневский, А.А. Хирургическое лечение хр. остеомиелита грудины / А.А. Вишневский, А.К. Оганесян, В.В. Головтеев // Грудная хир. — 1988. — N 6. — С. 46-51.
4. Вишневский, А.А. Хирургическое лечение хронического остеомиелита грудины и ребер / А.А. Вишневский, В.В. Головтеев, В.И. Перепечин // Хирургия. — 1999. — N 9. — С. 55-57.
5. Возможности ультразвукового исследования в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей / Завадовская В.Д., Полковникова С.А., Перова Т.Б. и др. // Ультразвук. и функцион. диагн. — 2006. — N 4. — С. 67-75.
6. Гладкова, Е.В. Содержание некоторых цитокинов при остеомиелите / Е.В. Гладкова, А.В. Чолахян, Г.В. Коршунов // Сборник «Обеспечение доступных современных клинических лабораторных исследований: аналитические возможности, клинические потребности, организационно-экономические условия»: материалы научно-практической конференции. — Москва: 2011. — С. 6.
7. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / Гланц, С. — М.: Практика, 1998. — 459 с.
8. Даньков, Д.В. Торакооментопластика в хирургической реабилитации больных с послеоперационным стерномедиастинитом: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.17 [Текст] / Даньков Дмитрий Васильевич. — М., 2012. — 22 с.

9. Замещение пострезекционных дефектов перикарда, диафрагмы, грудной стенки сетчатым имплантатом из никелида титана / Т.Б. Топольницкий, Г.Ц. Дамбаев, Н.А. Шефер и др. // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии, 2012. — Т. 15. — N 1. — С. 14-21.
10. Измаилов, Г.А. Остеомиелит грудины / Г.А. Измаилов, В.Ю. Терещенко, Е.Н. Бархотова // Хирургия. — 1998. — N 12. — С. 42-44.
11. Как описывать статистику в медицине. Аннотированное руководство для авторов, редакторов и рецензентов / Т.А. Ланг, М. Сесик; пер. с англ. под ред. В.П. Леонова. — М.: Практическая медицина, 2011. — 480 с.
12. Котляров, П.М. Ультразвуковая диагностика хронического остеомиелита / П.М. Котляров, А.Н. Сенча, Д.В. Беляев // Ультразвуковая и функциональная диагностика — 2008. — N 5. — С. 110-120.
13. Кохан, Е.П. Послеоперационные медиастиниты. Диагностика и лечение / Е.П. Кохан, А.С. Александров // Хирургия. — 2011. — N 9. — С.22-26.
14. Левашов, Ю.Н. Диагностика инородных тел оставленных при операциях в плевральной полости / Ю.Н. Левашов // Вестн. Хир. — 1992. — Т. 148. — N 4-6. — С. 231-234.
15. Материалы с памятью формы и новые технологии в медицине / Под ред. В.Э. Гюнтера. — Томск: Изд-во МИЦ. — 2010. — 360 с.
16. Медик, В.А. Математическая статистика в медицине / В.А. Медик, М.С. Токмачев. — М.: Финансы и статистика, 2007. — 800 с.
17. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Имплантаты с памятью формы в сосудистой хирургии. Т. 10 / О.А. Ивченко, В.Э. Гюнтер, Г.Ц. Дамбаев и др. — Томск: Изд-во МИЦ, 2012. — 178 с.
18. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Имплантаты с памятью формы в хирургии. Т. 11 / Г.Ц. Дамбаев, В.Э. Гюнтер, Р.В. Зиганьшин, и др. — Томск: Изд-во МИЦ, 2012. — 398 с.

19. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы: В 14 томах / Под ред. В.Э. Гюнтера. — Томск: Изд-во МИЦ, 2010. Том. 1. 516 с. ISBN 978-5-98589-036-5.
20. Мультиспиральная компьютерная томография на этапах хирургического лечения хронического послеоперационного стерномедиастинита / А.А. Вишневский, Г.Г. Кармазановский, И.А. Косова и др. // Медицинская визуализация, 2012. — N 1. — С. 83-91.
21. Назарян, К.Э. Хирургическая профилактика осложнений срединной стернотомии после операций на сердце: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.26 [Текст] / Назарян Камо Эдуардович. — М., 2012. — 22 с.
22. Осложнения торакооментопластики при обширных резекциях грудной стенки / А.В. Касатов, И.Н. Щеткина, М.Х. Шакиров и др. // Сб. «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии»: Материалы III Международного конгресса под редакцией профессора П.К. Яблонского. — Санкт-Петербург, 2013. — С. 153.
23. Первый клинический опыт применения холодноплазменного стернотомы / Б.Н. Козлов, М.С. Кузнецов, Г.Г. Насрашвили и др. // Сибирский медицинский журнал, 2012. — N 2. — С. 96-101.
24. Печетов, А.А. Комбинированная торакопластика в условиях стерномедиастинита с применением имплантов на основе титана и его сплавов / А.А. Печетов, А.А. Вишневский // Сб. «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии»: Материалы III Международного конгресса под редакцией профессора П.К. Яблонского. — Санкт-Петербург, 2013. — С. 149-150.
25. Печетов, А.А. Методы соединения грудины различными материалами после срединной стернотомии: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.17 [Текст] / Печетов Алексей Александрович. — М., 2010. — 27 с.



26. Савельев, В.С. Клиническая хирургия: национальное руководство: в 3 т. / под ред. Савельева В.С., А.И. Кириенко. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — Т.1. — 864 с. С. 805-807.
27. Софроний, С.В. Диагностика и лечение послеоперационного остеомиелита грудины: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.27 [Текст] / Софроний Сильвиу Васильевич. — М., 1990. — 52 с.
28. Сцинтиграфическая диагностика остеомиелита / В.Д. Завадовская, О.Ю. Килина, И.Г. Синилкин и др. // Медицинская радиология и радиационная безопасность. — 2004. — Т. 49. — N 1. — С. 63-70.
29. Тактика лечения послеоперационного медиастинита у кардиохирургических пациентов / В.А. Горбунов, Р.К. Джорджикия, И.И. Вагизов и др. // Сб. «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии»: Материалы III Международного конгресса под редакцией профессора П.К. Яблонского. — Санкт-Петербург, 2013. — С. 159-160.
30. Терещенко, В.Ю. Эффективность внутрикостной терапии в комплексном лечении хронического остеомиелита / В.Ю. Терещенко, С.В. Доброквашин, Е.П. Кулаков // Казанский медицинский журнал. — 2003. — Т. 84. — N 1. — С. 27-30.
31. Флетчер, Р. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины / Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер. — М.: Медиа Сфера, 2004. — 352 с.
32. Хирургическая обработка в лечении послеоперационного гнойного медиастинита / Б.А. Королев, С.С. Добротин, А.П. Медведев и др. // 2-я Всесоюзная конференция «Раны и раневая инфекция»: Тезисы докладов. — М., 1986. — С. 83-84.
33. Хирургическое лечение гнойного хондрита и остеомиелита ребер и грудины / В.В. Грубник, П.П. Шипулин, С.А. Прохода и др. // Грудная и сердечно-сосуд. хир. — 1997. — N 4. — С. 39-43.
34. Хирургия грудной стенки: Руководство / Вишневецкий А.А., Рудаков С.С., Миланов Н.О. и др. — М.: Издательский дом Видар-М, 2005. — 312 с.

35. Юдин, А.Н. Компьютерная томография в диагностике медиастинитов после стернотомии / А.Н. Юдин // Компьютерная томография в клинике: Тезисы 1-го Всесоюзного симпозиума. — М., 1987. — С. 80-81.
36. A biomechanical study of median sternotomy closure techniques / A.R. Casha, L. Yang, P.H. Kay, et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 1999. — Vol. 15. — P. 365-369.
37. A comparative study of two types of sternal pins used for sternal closure: poly-L-lactide sternal pins versus uncalcined hydroxyapatite poly-L-lactide sternal pins / X.M. Fu, H. Oshima, Y. Araki, et al. // *J. Artif. Organs.* — 2013. — Vol. 16(4). — P. 458-463.
38. A modified parasternal wire technique for prevention and treatment of sternal dehiscence / R. Sharma, D. Puri, B.P. Panigrahi, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2004. — Vol. 77(1). — P. 210-213.
39. A new cable-tie based sternal closure system: description of the device, technique of implantation and first clinical evaluation / M.T. Grapow, L.F. Melly, F.S. Eckstein, et al. // *J. Cardiothorac. Surg.* — 2012. — Vol. 7. — P. 59. doi: 10.1186/1749-8090-7-59.
40. A new case of *Mycoplasma hominis* mediastinitis and sternal osteitis after cardiac surgery / R. Le Guern, C. Loïez, V. Loobuyck, et al. // *Int. J. Infect. Dis.* — 2014. — Vol. 31. — P. 53-55. doi: 10.1016/j.ijid.2014.12.028.
41. A novel modified Robicsek technique for sternal closure: "Double-check" / G. Lafci, E. Yasar, O.F. Cicek, et al. // *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* — 2013. — Vol. 22(6). — P. 758-760.
42. A prospective study of sternal wound complications / R.N. Breyer, S.A. Mills, A.S. Hudspeth et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 1984. — Vol. 37(5). — P. 412-416.
43. A sutureless aortic stent-graft based on a nitinol scaffold bonded to a compliant nanocomposite polymer is durable for 10 years in a simulated in vitro model / M. Desai, R. Bakhshi, X. Zhou, et al. // *J. Endovasc. Ther.* — 2012. — Vol. 19(3). — P. 415-427.

44. Aortic valve replacement in a patient with osteogenesis imperfect: A case report / G. Concistrè, G. Casali, P.L. Della Monica, et al. // *Ann. Ital. Chir.* — 2014. — Vol. 85. — P. 593-595.
45. Argenta, L.C. Vacuum assisted closure. A new method for wound control and treatment: clinical experience / L.C. Argenta, M.J. Morykwas // *Ann. Plast. Surg.* — 1997. — Vol. 38. — P. 563-577.
46. Assessment of sternal closure using titanium plate / R.T. Arnoni, D.C. Dantas, A. Arnoni, et al. // *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.* — 2013. — Vol. 28(3). — P. 386-390. doi: 10.5935/1678-9741.20130059.
47. Assessment of the diagnostic capacity of planar scintigraphy and SPECT with <sup>99m</sup>Tc-HMPAO-labelled leukocytes in superficial and deep sternal infections after median sternotomy / R. Quirce, J.M. Carril, C. Gutiérrez-Mendiguchía, et al. // *Nucl. Med. Commun.* — 2002. — Vol. 23(5). — P. 453-459.
48. Assessment of vacuum-assisted closure therapy on the wound healing process in cardiac surgery / A. Pericleous, G. Dimitrakakis, R. Photiades, et al. // *Int. Wound J.* — 2015. — P. 275-280. doi: 10.1111/iwj.12430.
49. Bain, C.J. Vacuum-assisted closure should not replace conventional therapy in the treatment of sternal wounds / C.J. Bain, S. Lo, M. Soldin // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* — 2012. — Vol. 65(6). — P. 833-834.
50. Bilateral pneumectomy (volume reduction) for chronic obstructive pulmonary disease / J.D. Cooper, E.P. Trulock, A.N. Triantafillou, et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 1995. — Vol. 109. — P. 106-116.
51. Biomechanical analysis of the FlatWire Figure 8 sternal fixation device / R.M. Wilson, P.A. Ghareeb, W.T. McClellan, et al. // *Can. J. Plast. Surg.* — 2014. — Vol. 22(3). — P. 188-190.
52. Biomechanical comparison of median sternotomy closures / J.E. Losanoff, A.D. Collier, C.C. Wagner-Mann, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2004. — Vol. 77. — P. 203-209.

53. Bjorc, V.O. Delayed sternal closure following cardiac operation / V.O. Bjorc, G. Papaconstantinou // *J. Thoracic. Surg.* — 1982. — Vol. 16(3). — P. 275-277.
54. Boustany, A.N. Prospective, randomized, single blinded pilot study of a new FlatWire based sternal closure system / A.N. Boustany, P. Ghareeb, K. Lee // *J. Cardiothorac. Surg.* — 2014. — Vol. 9. — P. 97. doi: 10.1186/1749-8090-9-97.
55. 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.
56. Candida osteomyelitis: Analysis of 207 pediatric and adult cases (1970-2011) / M.N. Gamaletsou, D.P. Kontoyiannis, N.V. Sipsas, et al. // *Clin. Infect. Dis.* — 2012. — Vol. 55(10). — P. 1338-1351.
57. Candidal mediastinitis successfully treated using vacuum-assisted closure following open-heart surgery / H. Osada, H. Nakajima, M. Morishima, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2012. — Vol. 14(6). — P. 872-874.
58. Case report. Successful treatment of two cases of post-surgical sternal osteomyelitis, due to *Candida krusei* and *Candida albicans*, respectively, with high doses of triazoles (fluconazole, itraconazole) / G. Petrikkos, A. Skiada, H. Sabatakou, et al. // *Mycoses.* — 2001. — Vol. 44(9-10). — P. 422-425.
59. Chest wall reconstruction for sternal dehiscence after open heart surgery / E.I. Chang, J.H. Festekjian, T.A. Miller, et al. // *Ann. Plast. Surg.* — 2013. — Vol. 71(1). — P. 84-87. doi: 10.1097/SAP.0b013e31824872d9.
60. Chest wall reconstruction with rectus abdominis musculocutaneous flap for sternum osteomyelitis after radiation / Y. Chikaishi, N. Nose, Y. Ichiki, et al. // *Kyobu Geka.* — 2012. — Vol. 65(3). — P. 209-212.
61. Chronic infection of the costal cartilages after thoracic surgical procedures / C.D. Williams, J.N. Cunningham, E.A. Falk, et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 1973. — Vol. 66(4). — P. 592-598.

62. Clinical outcome after poststernotomy mediastinitis: vacuum assisted closure versus conventional treatment / J. Sjogren, R. Gustafsson, J. Nilsson, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2005. — Vol. 79. — P. 2049-2055.
63. 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.
64. Complication management after interventions on thoracic organs: deep sternal wound infections / N. Spindler, S. Lehmann, H.U. Steinau, et al. // *Chirurg.* — 2015. — Vol. 86(3). — P. 228-233. doi: 10.1007/s00104-014-2833-8.
65. Concomitant minimally invasive HVAD and transapical aortic valve implantation / A. Schaefer, H. Treede, A. Bernhardt, et al. // *ASAIO J.* — 2015. — Vol. 61(2). — P. 209-212. doi: 10.1097/MAT.0000000000000177.
66. Continuous postoperative insulin infusion reduces deep sternal wound infection in patients with diabetes undergoing coronary artery bypass grafting using bilateral internal mammary artery grafts: a propensity-matched analysis / S. Ogawa, Y. Okawa, K. Sawada, et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 2015. — Vol. 32. — P. 312-316.
67. CT after reconstruction repair of the sternum and chest wall / I.R. Maddern, L.R. Goodman, G.H. Almassi, et al. // *Radiology.* — 1993. — Vol. 50. — P. 1019-1023.
68. Deep sternal wound infection after coronary artery bypass: How to manage? / M.A. Badawy, F.A. Shammari, T. Aleinati, et al. // *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* — 2014. — Vol. 22(6). — P. 649-654.
69. Delayed sternal closure after pediatric cardiac operations; Single center experience: A Retrospective Study / E. Özker, B. Saritaş, C. Vuran, et al. // *J. Cardiothorac. Surg.* — 2012. — Vol. 7(1). — P. 102.
70. Delayed sternal closure does not increase late infection risk in patients undergoing left ventricular assist device implantation / J.M. Stulak, T. Romans, J. Cowger, et al. // *J. Heart Lung Transplant.* — 2012. — Vol. 31(10). — P. 1115-1119. doi: 10.1016/j.healun.2012.08.015.

71. 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.
72. Different duration strategies of perioperative antibiotic prophylaxis in adult patients undergoing cardiac surgery: an observational study / K. Hamouda, M. Oezkur, B. Sinha, et al. // *J. Cardiothorac. Surg.* — 2015. — Vol. 10(1). — P. 25. doi: 10.1186/s13019-015-0225-x.
73. Does a skeletonized internal thoracic artery give fewer postoperative complications than a pedicled artery for patients undergoing coronary artery bypass grafting? / O. Fouquet, F. Tariel, P. Desulauze, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2015. — Vol. 20(5). — P. 663-668. doi: 10.1093/icvts/ivv026.
74. Dohmen, P.M. Invited commentary on the paper entitled 'Methicillin-resistant staphylococcus aureus infection: An independent risk factor for mortality in patients with poststernotomy mediastinitis' / P.M. Dohmen // *Med. Princ. Pract.* — 2014. — Vol. 23(6). — P. 524-525.
75. Early omental transposition for postoperative sterno-mediastinitis / N. Kuroyama, A. Sakai, T. Hattori, et al. // *Rinsho. Kyobu. Geka.* — 1994. — Vol. 14(5). — P. 417-419.
76. Edwards, F.H. Coronary artery bypass grafting: the Society of Thoracic Surgeon National Database experience / F.H. Edwards, R.E. Clark, M. Schwartz // *Ann. Thorac. Surg.* — 1994. — Vol. 57. — P. 9-12.
77. Effect of feeding regulation measures for establishing esophageal channel function in neoesophagus created with a nitinol artificial esophagus / J.H. Liang, P. Cai, Z.R. Luo, et al. // *Int. J. Artif. Organs.* — 2012. — Vol. 35(9). — P. 671-678.
78. El Oakley, R. Post-operative mediastinitis: classification and management / R. El Oakley, J. Wright // *Ann. Thorac. Surg.* — 1996. — Vol. 61. — P. 1036-1046.

79. Elawadi, M.A. Vacuum-assisted closure system in treatment of postoperative mediastinitis / M.A. Elawadi, F. Oueida // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* — 2013. — Vol. 21(6). — P. 708-712. doi: 10.1177/0218492313479353.
80. Emery, R.W. Implantation of the eSVS Mesh / R.W. Emery, E. Solien, S.W. Jamieson // *Innovations (Phila).* — 2012. — Vol. 7(1). — P. 65-67.
81. Emery, R.W. Implantation of the eSVS Mesh: modification of recommended technique / R.W. Emery, E. Solien, J.D. Puskas // *Innovations (Phila).* — 2015. — Vol. 10(2). — P. 146-149. doi: 10.1097/IMI.0000000000000130.
82. Ennker, I.C. Management of sterno-mediastinitis / I.C. Ennker, J.C. Ennker // *HSR Proc. Intensive Care Cardiovasc. Anesth.* — 2012. — Vol. 4(4). — P. 233-241.
83. Evaluation of risk factors for hospital mortality and current treatment for poststernotomy mediastinitis / A. Morisaki, M. Hosono, Y. Sasaki, et al. // *Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 2011. — Vol. 59(4). — P. 261-267. doi: 10.1007/s11748-010-0727-3.
84. Evaluation of vacuum-assisted closure in the treatment of poststernotomy mediastinitis / P.W. Domkowski, M.L. Smith, D.L. Gonyon, et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 2003. — Vol. 126. — P. 386-390.
85. Failure of secondary wound closure after sternal wound infection following failed initial operative treatment: Causes and treatment / T.Q. Phan, C. Depner, P. Theodorou, et al. // *Ann. Plast. Surg.* — 2012. — Vol. 70. — No 2. — P. 216-221. doi: 10.1097/SAP.0b013e31823b67ec.
86. Fibula allograft sandwich technique for the reconstruction of sternal nonunion after cardiac surgery / C. Ersoy, A. Özyüksel, M. Malkoç, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2014. — Vol. 98(2). — P. 51-53. doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.05.066.
87. Free latissimus dorsi flap for chest wall repair after complete resection of infected sternum / A. Banic, H.B. Ris, D. Erni, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 1995. — Vol. 60. — P. 1028-1032.

88. Gentamicin-collagen sponge reduces the risk of sternal wound infections after heart surgery: Meta-analysis / M. Kowalewski, W. Pawliszak, K. Zaborowska, et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 2015. — Vol. 149(6). — P. 1631-1640. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.01.034.
89. Hyperbaric oxygen therapy as an adjunctive treatment for sternal infection and osteomyelitis after sternotomy and cardiothoracic surgery / W.K. Yu, Y.W. Chen, H.G. Shie, et al. // *J. Cardiothorac. Surg.* — 2011. — Vol. 17(6). — P. 141.
90. Iida, H. Feasibility of the use of absorbable sutures for closure of the sternum in adult cardiac surgery / H. Iida, T. Sunazawa, A. Doi // *Kyobu Geka.* — 2013. — Vol. 66(13). — P. 1145-1148.
91. Impact of vacuum-assisted closure therapy on outcomes of sternal wound dehiscence / V. Tarzia, M. Carrozzini, G. Bortolussi, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2014. — Vol. 19(1). — P. 70-75. doi: 10.1093/icvts/ivu101.
92. Improved results of the vacuum assisted closure and Nitinol clips sternal closure after postoperative deep sternal wound infection / M.P. Tocco, A. Costantino, M. Ballardini, et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 2009. — Vol. 35(5). — P. 833-838.
93. Improved technique for closure of median sternotomy incision / S. Sirivella, E.A. Zikria, W.B. Ford, et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 1987. — Vol. 94. — P. 591-595.
94. Infected median sternotomy wound. Successful treatment by muscle flaps / M.J. Jurkiewicz, J. Bostwick, T.R. Hester, et al. // *Ann. Surg.* — 1980. — Vol. 191(6). — P. 738-743.
95. Kajimoto, K. Coronary artery bypass revascularization using bilateral internal thoracic arteries in diabetic patients: a systematic review and meta-analysis / K. Kajimoto, T. Yamamoto, A. Amano // *Ann. Thorac. Surg.* — 2015. — Vol. 99(3). — P. 1097-1104. doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.09.045.



96. Kawashima, M. Sternal closure with absorbable pins and cords in general thoracic surgery / M. Kawashima, A. Sano, M. Tanaka // *Surg. Today*. — 2014. — Vol. 45(7). — P. 929-931.
97. Küçükdurmaz, F. Comparison of straight median sternotomy and interlocking sternotomy with respect to biomechanical stability / F. Küçükdurmaz, I. Ağır, M. Bezer // *World J. Orthop.* — 2013. — Vol. 4(3). — P. 134-138. doi: 10.5312/wjo.v4.i3.134.
98. Losanoff, J.E. Primary closure of median sternotomy: techniques and principles / J.E. Losanoff, J.W. Jones, B.W. Richman // *Cardiovasc. Surg.* — 2002. — Vol. 10. — P. 102-110.
99. Maher, J.L. A prospective evaluation of U-clips for arterial microvascular anastomoses / J.L. Maher, K.R. Roehl, R.C. Mahabir // *J. Reconstr. Microsurg.* — 2012. — Vol. 28(8). — P. 543-548. doi: 10.1055/s-0032-1315775 .
100. Major bleeding during negative pressure wound/V.A.C.®-therapy for postsurgical deep sternal wound infection - a critical appraisal / J.J. van Wingerden, P. Segers, L. Jekel // *J. Cardiothorac. Surg.* — 2011. — Vol. 6. — P. 121.
101. Mechanism of sternotomy dehiscence / A.R. Casha, A. Manché, R. Gatt, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2014 . — Vol. 19(4). — P. 617-621. doi: 10.1093/icvts/ivv184.
102. Median sternotomy wound complication: the effect of reconstruction on lung function / M. Cohen, Y. Yaniv, J. Weiss, et al. // *Ann. Plast. Surg.* — 1997. — Vol. 39. — P. 36-43.
103. Median sternotomy wound dehiscence. A retrospective case control study of risk factors and outcome / A.J. Bryan, M. Lamarra, G.D. Angeline et al. // *J. Coll. Surg. Edinburg.* — 1992. — Vol. 37. — P. 305-308.
104. Miller, M.D. Repair of sternal dehiscence using Harrington compression system / M.D. Miller, R.G. Jonson, F. Naifen // *Ann. Thorac. Surg.* — 1988. — Vol. 45(5). — P. 684-685.

105. Molina, J.E. Primary closure for infected dehiscence of the sternum / J.E. Molina // *Ann. Thorac. Surg* — 1993. — Vol. 55. — P. 459-463.
106. Monitoring of fracture calluses with color Doppler sonography / G. Caruso, R. Lagalla, L. Derchi et. el. // *J. Clin. Ultrasound*. — 2000. — Vol. 28(1). — P. 20-27.
107. Multidimensional sternal fixation to overcome a "floating" sternum / W. Rothstein, T. Spata, B. Whitson, et al. // *Case Rep. Surg*. — 2014. — Vol. 2014. — P. 430-434. doi: 10.1155/2014/690160.
108. Musculoskeletal infections: US manifestations / N.J. Bureau, R.K. Chhem, E. Cardinal, et. el. // *Radiographics*. — 1999. — Vol. 19(6). — P. 1585-1592.
109. Nakajima, H. Candidal mediastinitis successfully treated using vacuum-assisted closure following open-heart surgery / H. Nakajima, M. Morishima, T. Su // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg*. — 2012. — Vol. 14(6). — P. 872-874.
110. Nazerali, R.S. Rigid fixation for the prevention and treatment of sternal complications / R.S. Nazerali, K. Hinchcliff, M.S. Wong // *Ann. Plast. Surg*. — 2014. — 72 Suppl 1. — P. 27-30. doi: 10.1097/SAP.0000000000000155.
111. Negative-pressure wound therapy and laparoscopic omentoplasty for deep sternal wound infections after median sternotomy / K. De Brabandere, D. Jacobs-Tulleneers-Thevissen, J. Czaplá, et al. // *Tex. Heart Inst. J*. — 2012. — Vol. 39(3). — P. 367-371.
112. Negative pressure wound treatment improves Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II score in mediastinitis allowing a successful elective pectoralis muscle flap closure: six-year experience of a single protocol / A. Salica, L. Weltert, R. Scaffa et al. // *Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2014. — Vol. 148(5). — P. 2397-2403. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.04.025.
113. New method for sternal closure after vacuum-assisted therapy in deep sterna infections after cardiac surgery / N. Reiss, U. Schuett, M. Kemper, et al. // *Ann. Thorac. Surg*. — 2007. — Vol. 83. — P. 2246-2247.

114. New transverse plate fixation system for complicated sternal wound infection after median sternotomy / A. Plass, J. Grunenfelder, O. Reuthebuch, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2007. — Vol. 83. — P. 1210-1212.
115. Nitinol Flexigrip sternal closure system and chest wound infections: Insight from a comparative analysis of complications and costs / J. Bejko, V. Tarzia, M.D. Franceschi, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2012. — Vol. 94(6). — P. 1848-1853. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.08.032.
116. Nitinol thermoreactive clips for secondary sternal closure in cases of noninfective sternal dehiscence / A. Gucu, F. Toktas, C. Eris, et al. // *Tex. Heart Inst. J.* — 2012. — Vol. 39(4). — P. 513-516.
117. Omentopexy associated with the use of Redon catheters in post-cardiac surgery mediastinitis with vascular prosthesis infection: immediate results in five patients / L. Ballore, C. Tramontin, G. Lixi, et al. // *G. Ital. Cardiol. (Rome)*. — 2008. — Vol. 9(11). — P. 759-762.
118. Ooi A. Improved technique of nitinol sternal clip application / A. Ooi, D. Franklin, S. Ohri // *Ann. Thorac. Surg.* — 2009. — Vol. 87(6). — P. 1971-1972.
119. Ottino C., Paulus R.P., Pansini Q. et al. Major sternal wound infection after open — heart surgery: multivariable analysis of risk Factors in 2579. Consecutive operative procedures / C. Ottino, R.P. Paulus, Q. Pansini, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 1987. — Vol. 44(2). — P. 173-174.
120. Pai, V. Use of gentamicin-collagen sponges in closure of sternal wounds in cardiothoracic surgery to reduce wound infections / V. Pai, S. Kolvekar, A.P. Wilson // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2012. — Vol. 14(4). — P. 390-394.
121. Pairolero, P.C. Management of infected median sternotomy wounds / P.C. Pairolero, P.G. Arnold // *Ann. Thorac. Surg.* — 1986. — Vol. 42(1). — P. 1-2.
122. Pairolero, P.C. Management of recalcitrant median sternotomy wound / P.C. Pairolero, P.G. Arnold // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 1984. — Vol. 88(3). — P. 357-364.

123. Postoperative mediastinitis due to *Candida tropicalis*: first reported case in Morocco / A. Maleb, F. Nya, B. Amahzoune B, et al. // *J. Mycol. Med.* — 2014. — Vol. 24(3). — P. 225-228. doi: 10.1016/j.mycmed.2014.03.006.
124. Postoperative mediastinitis in cardiovascular surgery postoperation. Analysis of 1038 consecutive surgeries / M.P. Sá, D.O. Silva, E.N. Lima, et al. // *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.* — 2010. — Vol. 25(1). — P. 19-24.
125. Postoperative mediastinitis in open heart surgery patients. Treatment with unilateral or bilateral pectoralis major muscle flap? / J. Fernández-Palacios, C. Abad, O. García-Duque, et al. // *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*. — 2010. — Vol. 51(5). — P. 765-771.
126. Post-sternotomy chronic osteomyelitis: is sternal resection always necessary? / M.P. Tocco, M. Ballardini, M. Masala, et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012. — Vol. 43(4). — P. 715-721. doi: 10.1093/ejcts/ezs449.
127. Poststernotomy mediastinitis and the role of broken steel wires: retrospective study / M.D. Meeks, P.W. Lozekoot, S.E. Verstraeten, et al. // *Innovations (Phila)*. — 2013. — Vol. 8(3). — P. 219-224.
128. Poststernotomy mediastinitis: a review of conventional surgical treatments, vacuum assisted closure therapy and presentation of the Lund University Hospital mediastinitis algorithm / J. Sjogren, M. Malmsjo, R. Gustafsson, et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 2006. — Vol. 30. — P. 898-905.
129. Poststernotomy wound management by debridement and pedicle flaps reconstruction / N. Antohi, V. Stan, C. Huian et al. // *Chirurgia (Bucur)*. — 2014. — Vol. 109(5). — P. 670-677.
130. Post-traumatic symmetrical diastasis after sternal synthesis with nitinol clips / M. Taramasso, A. Pozzoli, F. Maisano, et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 2012. — Vol. 42(6). — P. 1050. doi: 10.1093/ejcts/ezs245.

131. Predictors for hospital readmission after cardiac surgery / A. Redžek, M. Mironicki, A. Gvozdenović, et al. // *J. Card. Surg.* — 2015. — Vol. 30(1). — P. 1-6. doi: 10.1111/jocs.12441.
132. Prevention of sternal dehiscence with the Sternum External Fixation (Stern-E-Fix) corset - a randomized trial in 750 patients / L.S. Tewarie, A.K. Menon, N. Hatam, et al. // *J. Cardiothorac. Surg.* — 2012. — Vol. 7(1). — P. 85.
133. Primary closure using Redon drains for the treatment of post-sternotomy mediastinitis / R.J. Vos, B.P. van Putte, U. Sonker, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2014. — Vol. 18(1). — P. 33-37. doi: 10.1093/icvts/ivt385 .
134. Primary sternal plating in high-risk patients mediastinitis / D.H. Song, R.F. Lohman, J.D. Renucci, et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 2004. — Vol. 26(2). — P. 367-372.
135. Primary sternal plating to prevent sternal wound complications after cardiac surgery: early experience and patterns of failure / C.W. Snyder, L.A. Graham, R.E. Byers, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2009. — Vol. 9(5). — P. 763-766.
136. Prolonged effect of postoperative infectious complications on survival after cardiac surgery / M.P. Robich, J.F. Sabik 3rd, P.L. Houghtaling, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2015. — Vol. 99(5). — P. 1591-1599. doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.12.037.
137. 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. — P. 571-575.
138. Resynthesis of sternal dehiscence with autologous bone graft and autologous platelet gel / M. Lusini, A. Di Martino, C. Spadaccio, et al. // *J. Wound Care.* — 2012. — Vol. 21(2). — P. 74, 76-77.
139. 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.

140. Risk factors for surgical site infection after delayed sternal closure / M.E. Bowman, I.M. Rebeyka, D.B. Ross, et al. // *Am. J. Infect. Control.* — 2012. — Vol. 41(5). — P. 464-465. doi: 10.1016/j.ajic.2012.05.022.
141. Robicsek F. Complication of midline sternotomy / F. Robicsek // *Thoracic Surgery.* — 2002. — Vol. 51. — P. 1351-1392.
142. Robicsek, F. Postoperative sterno-mediastinitis / F. Robicsek // *Am. Surg.* — 2000. — Vol. 66(2). — P. 184-192.
143. Robicsek, F. Prevention of secondary hemorrhage in Hanuman syndrome (open mediastinal drainage) / F. Robicsek // *J. Cardiovasc. Surg. (Torino).* — 1997. — Vol. 38(6). — P. 601-603.
144. 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. — 73. — P. 267-268.
145. Rosenthal, D. Evaluation of postoperative osteomyelitis of the sternum Using Tomography and Computerized Tomography / D. Rosenthal, R.D. Jonson, R.F. Oot // *J. Canad. Radiology.* — 1984. — Vol. 35(3). — P. 24-27.
146. Sajja, L.R. Strategies to reduce deep sternal wound infection after bilateral internal mammary artery grafting / L.R. Sajja // *Int. J. Surg.* — 2014. — Vol. 16. — P. 171-178. doi: 10.1016/j.ijssu.2014.11.017.
147. Scully, H.E. Comparison between antibiotic irrigation and mobilization of pectoral muscle flaps in treatment of deep sternal infection / H.E. Scully, J. Leclerc, R.D. Martin // *Brit. J. Plast. Surg.* — 1988. — Vol. 41. — P. 41-44.
148. Selected methods of the chest wall reconstruction for sternal dehiscence after median sternotomy / E. Lewandowicz, A. Iljin, A. Kasielska-Trojan, et al. // *Pol. Przegl. Chir.* — 2014. — Vol. 86(5). — P. 230-234. doi: 10.2478/pjs-2014-0040.
149. Seltzer, S.E. Differential diagnosis of mediastinal fluid levels visualized on computer tomography / S.E. Seltzer, P.G. Herman, S.S. Sagel // *J. Comp. Ass. Tomogr.* — 1984. — Vol. 8(2). — P. 244-246.

150. Single-stage repair of the anterior chest wall following sternal destruction complicated by mediastinitis / M.H. Zor, M. Acipayam, H. Bayram, et al. // *Surg. Today*. — 2013. — Vol. 44(8). — P. 1476-1482. doi: 10.1007/s00595-013-0737-8.
151. Staphylococcus aureus infections after elective cardiothoracic surgery: Observations from an international randomized placebo-controlled trial of an investigational S aureus vaccine / K.B. Allen, V.G. Fowler Jr, J.S. Gammie, et al. // *Open Forum Infect. Dis.* — 2014. — Vol. 1(2). — P. 71. doi: 10.1093/ofid/ofu071.
152. Sternal closure using semi-rigid fixation with thermo-reactive clips / P. Centofanti, M. La Torre, L. Barbato, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2002. — Vol. 74. — P. 943-945.
153. 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.
154. Sternal wound infection after cardiac surgery: Incidence and risk factors according to clinical presentation / A. Lemaigen, G. Birgand, W. Ghodhbane, et al. // *Clin. Microbiol. Infect.* — 2015. — Vol. 21(7). — P. 674-674.
155. Sternocostal dislocation following open correction of pectus excavatum-"stairway phenomenon": complication management by means of sternocostal locking titanium plate osteosynthesis / S. Schulz-Drost, J. Syed, M. Besendoerfer, et al. // *Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 2014. — Vol. 62(3). — P. 245-252. doi: 10.1055/s-0033-1356864.
156. Sterno-mediastinitis after heart transplantation. An easy treatment: irrigation-lavage / B. Albat, E. Picard, D. Boulfroy, et al. // *Agressologie*. — 1992. — 33 Spec. — No 3. — P. 160-162.
157. Successful reconstruction of sternum with a scapular autograft segment: 5-year follow-up / L. Prantl, S. Gehmert, M. Nerlich, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2011. — Vol. 92(5). — P. 1889-1891.
158. Successful three-year outcome in a patient with allogeneous sternal bone graft in the treatment of massive post-sternotomy defects / M. Kaláb, J. Karkoška, M. Kamínek,

et al. // *Int. J. Surg. Case Rep.* — 2015. — Vol. 7. — P. 6-9. doi: 10.1016/j.ijscr.2014.12.027.

159. Surgical treatment and adjunct hyperbaric therapy to improve healing of wound infection complications after sterno-mediastinitis / P. Siondalski, L. Keita, Z. Sićko, et al. // *Pneumonol. Alergol. Pol.* — 2003. — Vol. 71(1-2). — P. 12-16.

160. The application of nitinol thermoreactive Flexigrips for late post-cardiac surgery sternal instability / H.A. Vohra, R.N. Whistance, M. Bolgeri, et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 2010. — Vol. 139(2). — P. 497-499.

161. The Hanuman syndrome and the greater omentum's transposition for the management of mediastinitis / P. Hountis, M. Chountis, K. Hatziveis, et al. // *Official Journal of Balkan Military Medical Committee.* — 2012. — Vol. 15(4). — P. 289-297.

162. The memory metal minimal access cage: a new concept in lumbar interbody fusion—a prospective, noncomparative study to evaluate the safety and performance / R.D. Donk, F.H. Wapstra, A.G. Veldhuizen // *Adv. Orthop.* — 2012. — Vol. 2012. — P. 754-756.

163. The Parisian Mediastinitis Study Group. Risk factors for deep sternal wound infection after sternotomy: a prospective multicenter study / The Parisian Mediastinitis Study Group // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 1996. — Vol. 111(6). — P. 1200-1207.

164. The protective effect of topical rifamycin treatment against sternal wound infection in diabetic patients undergoing on-pump coronary artery bypass graft surgery / F. Aygün, A. Kuzgun, S. Ulucan, et al. // *Cardiovasc. J. Afr.* — 2014. — Vol. 25(3). — P. 96-99. doi: 10.5830/CVJA-2014-008.

165. The use of "2-octyl cyanoacrylate" as skin adhesive in pediatric and congenital cardiac surgery / V.L. Vida, E. Barzon, C. Sabiu, et al. // *Minerva Pediatr.* — 2015. — Vol. 67(2). — P. 111-116.

166. The use of suture anchor for sternal nonunion as a new approach (Demicin-Dogan technique) / O.F. Dogan, M. Demircin, U. Duman, et al. // *Heart Surg. Forum.* — 2005. — Vol. 8(5). — P. 64-69.



167. The vacuum assisted closure device as a bridge to sternal wound closure / R.E. Hersh, J.M. Jack, M.I. Dahrman, et al. // *Ann. Plast. Surg.* — 2001. — Vol. 46. — P. 250-254.
168. The vacuum-assisted closure system for the treatment of deep sternal wound infections after cardiac surgery / T.M. Fleck, M. Fleck, R. Moidl, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2002. — Vol. 74. — P. 1596-1600.
169. The value of thermography in the early diagnosis of postoperative sternal wound infections / F. Robicsek, T.N. Masters, H.K. Daugherty et al. // *Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 1984. — Vol. 32. — P. 260-265.
170. Thermoreactive clips for sternotomy closure in sternal dehiscence / V.S. Avlonitis, V. Shrivastava, J. Wallis, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2008. — Vol. 85(6). — P. 2164-2165.
171. Thermoreactive nitinol clips: propensity score comparison with Robicsek technique / S. Sarikaya, E. Aksoy, Y. Ozen, et al. // *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* — 2014. — Vol. 23(4). — P. 399-405. doi: 10.1177/0218492314548432.
172. Titanium plate fixation for a dehisced sternum following coronary artery bypass grafting: a case report / W.K. Kim, J.B. Kim, S.H. Jung, et al. // *Korean J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 2012. — Vol. 45(2). — P. 127-130.
173. Tizian, C. Treatment of total sternals necrosis using the latissimus dorsi muscle flap / C. Tizian, H.G. Borst, A. Berger // *Plast. Reconstr. Surg.* — 1985. — Vol. 76(5). — P. 703-707.
174. Transomental titanium plates for sternal osteomyelitis in cardiac surgery / F. Sansone, C. Mossetti, M.C. Bruna, et al. // *J. Card. Surg.* — 2011. — Vol. 26(6). — P. 600-603.
175. Trends in postcoronary artery bypass graft sternal wound dehiscence in a provincial population / C. Doherty, D. Nickerson, D.A. Southern, et al. // *Can. J. Plast. Surg.* — 2014. — Vol. 22(3). — P. 196-200.

176. Ultrasound-assisted treatment of sternocutaneous fistula in post-sternotomy cardiac surgery patients / L. Tewarie, A.K. Moza, R. Zayat, et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 2015. — Vol. 47(5). — P. 180-187.
177. Use of gentamicin-collagen sponges in closure of sternal wounds in cardiothoracic surgery to reduce wound infections / G. Godbole, V. Pai, S. Kolvekar, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2012. — Vol. 14(4). — P. 390-394.
178. Use of steel bands in sternotomy closure: implications in high-risk cardiac surgical population / S. Franco, A.M. Herrera, M. Atehortúa, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2009. — Vol. 8(2). — P. 200-205. doi: 10.1510/icvts.2008.188136.
179. Use of the deltoid branch-based clavicular head of pectoralis major muscle flap in isolated sternoclavicular infections / F. Al-Mufarrej, J. Martinez-Jorge, B.T. Carlsen, et al. // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* — 2013. — Vol. 66(12). — P. 1702-1711. doi: 10.1016/j.bjps.2013.06.057.
180. VAC therapy for the treatment of complex wounds after cardio-thoracic surgery / G. De Caridi, R. Serra, M. Massara, et al. // *Int. Wound J.* — 2014. — Vol. 43. — P. 622-625.
181. Vacuum-assisted closure (VAC) treatment for sternal infection in a patient after cardiovascular surgery; Report of a case / S. Shima, K. Okamura, S. Morizumi, et al. // *Kyobu Geka.* — 2015. — Vol. 68(3). — P. 225-228.
182. Vacuum-assisted closure in the treatment of post-sternotomy mediastinitis / M.C. Obdeijn, M.Y. de Lange, D.H.E. Lichtendahl, et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 1999. — Vol. 68. — P. 2358-2360.
183. Vacuum-assisted closure of post-sternotomy mediastinitis as compared to open packing / R.J. Vos, A. Yilmaz, U. Sonker, et al. // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* — 2012. — Vol. 14(1). — P. 17-21.

184. Vacuum-assisted closure system in newborns after cardiac surgery / S. Filippelli, G. Perri, G. Brancaccio, et al. // *J. Card. Surg.* — 2015. — Vol. 30(2). — P. 190-193. doi: 10.1111/jocs.12463.
185. Vaziri, M. Omentoplasty in deep sternal wound infection / M. Vaziri, F. Jesmi, M. Pishgahroudsari // *Surg. Infect. (Larchmt)*. — 2015. — Vol. 16(1). — P. 72-76. doi: 10.1089/sur.2013.255.