

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТРАНСПЛАНТОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫХ ОРГАНОВ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА В.И. ШУМАКОВА»

На правах рукописи

ПОЗДНЯКОВ ОЛЕГ АЛЕКСЕЕВИЧ

**ХИРУРГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ РАНЕВЫХ
И СОСУДИСТЫХ ЭКСТРАКАРДИАЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ
У РЕЦИПИЕНТОВ СЕРДЦА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ**

3.1.14. – трансплантология и искусственные органы

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Вячеслав Мефодьевич Захаревич

Москва 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ЭКСТРАКАРДИАЛЬНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ У РЕЦИПИЕНТОВ СЕРДЦА, ТРЕБУЮЩИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1 Глубокая раневая инфекция грудины у реципиентов сердца.....	11
1.2 Сосудистые осложнения, связанные с имплантацией системы вено- артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации у реципиентов сердца.....	29
1.3 Заключение.....	37
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	39
2.1 Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование.....	39
2.2 Методы исследования.....	40
2.3 Статистический анализ.....	46
ГЛАВА 3. ХИРУРГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ГЛУБОКОЙ РАНЕВОЙ ИНФЕКЦИИ ГРУДИНЫ	47
3.1 Характеристика реципиентов сердца с развившейся глубокой раневой инфекции грудины.....	47
3.2 Хирургическая тактика лечения реципиентов сердца на ранних этапах клинических проявлений глубокой раневой инфекции грудины.....	51
3.2.1 Алгоритм проведения санационного этапа при распространенных раневых стернальных инфекциях на ранних сроках после операции.....	53
3.2.2 Алгоритм проведения вакуумной терапии ран.....	55
3.2.3 Алгоритм хирургической пластики ран передней грудной стенки с использованием технологии перемещенных кожно-фасциальных лоскутов.....	57
3.2.4 Алгоритм ведения реципиентов сердца после выполнения пластики передней грудной стенки перемещенными кожно-фасциальными лоскутами.....	66
3.3 Антибактериальная терапия у пациентов с глубокой раневой инфекции грудины.....	68

3.4 Хирургический подход к лечению глубокой раневой инфекции грудины, развившейся в раннем послеоперационном периоде. Клиническое наблюдение №1.....	71
3.5 Хирургическая тактика лечения свищевой формы стерномедиастинита.....	80
3.5.1 Алгоритм хирургического лечения свищевой формы стерномедиастинита. Клиническое наблюдение №2.....	82
3.6 Резюме по главе «глубокая раневая инфекция грудины».....	95
3.7 Заключение по главе «глубокая раневая инфекция грудины».....	97
ГЛАВА 4. ХИРУРГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ЛОЖНЫХ АНЕВРИЗМ БЕДРЕННЫХ АРТЕРИЙ.....	103
4.1 Характеристика пациентов с ложной аневризмой бедренной артерии и результаты.....	103
4.2 Хирургический алгоритм открытой резекции ложных аневризм бедренных сосудов.....	106
4.3 Модифицированный хирургический алгоритм открытой резекции ложных аневризм бедренных сосудов.....	112
4.4 Хирургический алгоритм при комбинированном эндоваскулярно-ассистированном подходе к лечению ложных аневризм бедренных артерий...115	115
4.5 Клиническое наблюдение № 3.....	123
4.6 Резюме по главе «ложная аневризма бедренной артерии».....	130
4.7 Заключение по главе «ложная аневризма бедренной артерии».....	133
ВЫВОДЫ.....	138
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	140
Список сокращений.....	143
Список литературы.....	145

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В настоящее время единственным радикальным методом лечения хронической сердечной недостаточности (ХСН) остается трансплантация сердца (ТС) [1]. Благодаря применению новых подходов к лечению реципиентов сердца, таких как использование краткосрочной механической поддержки кровообращения (МПК), стало возможным помочь большему количеству пациентов дождаться донорского сердца, однако, возросло и количество пациентов, имеющих тяжелую сопутствующую патологию [1].

Увеличение доли коморбидных реципиентов, идущих на трансплантацию сердца с применением систем краткосрочной механической поддержки кровообращения в периоперационном периоде (вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация – ВА ЭКМО) привело к росту экстракардиальных хирургических осложнений, которые потенциально могут влиять на выживаемость и качество жизни реципиентов. Растет число пациентов, имеющих сахарный диабет тяжелого течения, ожирение, хроническую печеночную и почечную недостаточность, высокую потребность в применении антибиотикотерапии широкого спектра действия (в том числе и из-за длительного времени нахождения в реанимации в предтрансплантационном периоде) [2].

Наиболее частыми и сложными экстракардиальными осложнениями, требующими отдельных хирургических вмешательств, являются глубокая раневая инфекция грудины (ГРИГ) и сосудистые осложнения со стороны бедренных артерий, ассоциированные с имплантацией периферической краткосрочной механической поддержки кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации, чаще всего – ложные аневризмы бедренных артерий (ЛАБА). Сосудистые осложнения требуют выполнения дополнительного хирургического вмешательства -

резекции ложных аневризм бедренных сосудов, пластики сосудов, разобщения артериовенозных фистул [3].

Есть данные, что глубокая раневая инфекция грудины встречается в общей популяции пациентов после кардиохирургических вмешательств у 0,4%–2,4% больных, а в условиях иммуносупрессивной терапии (ИСТ) у реципиентов сердца приводит к высокой летальности, достигающей 42% [4].

Вышеприведенные тезисы и отсутствие единых хирургических подходов и стратегий в лечении указанных осложнений обуславливают актуальность выполнения настоящего исследования.

Цель исследования

Разработать хирургические подходы лечения раневых и сосудистых экстракардиальных осложнений у реципиентов сердца в посттрансплантационном периоде.

Задачи исследования

- 1.** Изучить характер и распространенность ассоциированных со стернотомной раной экстракардиальных хирургических осложнений у реципиентов сердца в посттрансплантационном периоде, оценить госпитальную летальность при развитии указанных осложнений.
- 2.** Разработать хирургический подход к лечению стернотомных осложнений у реципиентов сердца в зависимости от их характера и сроков развития после трансплантации, оценить отдаленную выживаемость реципиентов, перенесших глубокую раневую инфекцию грудины в сравнении с контрольной группой.
- 3.** Изучить распространенность экстракардиальных хирургических сосудистых осложнений в посттрансплантационном периоде, ассоциированных с краткосрочной периферической механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации у

реципиентов сердца (ложная аневризма бедренных артерий), оценить госпитальную летальность при развитии указанных осложнений.

4. Разработать подход к хирургическому лечению сосудистых осложнений у реципиентов сердца, ассоциированных с применением краткосрочной периферической механической поддержки кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ложная аневризма бедренных артерий).

5. Сравнить безопасность хирургических алгоритмов к лечению сосудистых осложнений у реципиентов сердца, ассоциированных с применением краткосрочной периферической механической поддержки кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ложная аневризма бедренных артерий) и их влияние на отдалённый прогноз.

Научная новизна исследования

Впервые в России на основе анализа самого объемного клинического материала установлено, что хирургические осложнения после трансплантации сердца, ассоциированные со стернотомной раной, возникают у 1,4% реципиентов сердца. Доказано, что применение разработанного нового подхода к хирургическому лечению стернотомных ран ассоциируется с показателями непосредственной и отдаленной выживаемости, сравнимыми с показателями общей когорты реципиентов.

Продемонстрирована эффективность и безопасность хирургического лечения сосудистых осложнений у реципиентов сердца, ассоциированных с применением краткосрочной периферической механической поддержки кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации и отсутствие влияния наличия указанных осложнений у реципиентов сердца на отдаленный прогноз.

Впервые предложена новая гибридная методика лечения сосудистых осложнений, а именно – ложных аневризм бедренных сосудов и

артериовенозных фистул, связанных с имплантацией системы вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации с целью периферической краткосрочной механической поддержки кровообращения у реципиентов сердца.

Исследование носит описательный характер, и выводы его основаны на анализе уникального клинического опыта лечения экстракардиальных раневых и сосудистых осложнений у реципиентов сердца в Российской Федерации.

Теоретическая и практическая значимость

Разработан хирургический подход к лечению стернотомных осложнений, ассоциированных с трансплантацией сердца, продемонстрировавший свою эффективность и безопасность для пациентов в условиях иммуносупрессивной терапии, позволяющий добиться удовлетворительных непосредственных и отдаленных результатов.

Предложенная новая гибридная методика хирургического лечения ложных аневризм бедренных артерий, связанных с имплантацией системы периферической вено-артериальной мембранной оксигенации у реципиентов сердца позволяет значительно уменьшить инвазивность процедуры и объем кровопотери, тем самым снизить периоперационные риски и уменьшить вероятность инфекционных осложнений со стороны бедренной раны, а так же сделать выполнение процедуры более комфортным для хирурга.

Методология и методы исследования

Исследование носит ретроспективный характер, с включением 1509 пациентов, перенесших трансплантацию сердца в период с 01 января 2014 года по 31 декабря 2022 года. Все пациенты в посттрансплантационном периоде наблюдались в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и

искусственных органов имени академика В. И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Работа основана на статистическом анализе клинических данных, результатов оперативного вмешательства, лабораторных, бактериологических и инструментальных исследований.

Основные положения, выносимые на защиту

- 1.** Разработанные хирургические стратегии лечения раневых и сосудистых экстракардиальных осложнений у реципиентов сердца являются эффективными и безопасными.
- 2.** Отдалённые результаты выживаемости реципиентов сердца с пролечеными экстракардиальными осложнениями достоверно не отличаются от отдаленной выживаемости реципиентов сердца без таковых.
- 3.** Применение VAC-терапии у реципиентов сердца с выявленной глубокой раневой инфекцией грудины является эффективным и безопасным методом хирургического лечения, как в качестве дефинитивного метода, так и в качестве первого этапа лечения перед последующим выполнением реконструктивно-пластических вмешательств на передней грудной стенке.
- 4.** Гибридные способы резекции ложной аневризмы бедренной артерии с использованием эндоваскулярно-ассистированной поддержки расширяют возможности хирургической коррекции сосудистых осложнений и уменьшают вероятность развития периоперационных осложнений.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов определяется чёткой постановкой задач, объемом проведенных клинических наблюдений (в исследовании проанализирован результат 1509 трансплантаций сердца), использованием

клиниколабораторных, инструментальных методов исследования и современных методов статистической обработки.

Апробация работы состоялась 27 июля 2023 года на заседании объединенной научной конференции клинических, экспериментальных отделений и лабораторий Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Материалы диссертации доложены и обсуждены на XI Всероссийском съезде трансплантологов (Москва, 21-23 сентября 2022 г.).

Внедрение результатов исследования в практическую работу

Результаты проведенного исследования внедрены в клиническую практику кардиохирургического отделения №3 Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, в клиническую практику отделения кардиохирургии №2 Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 им. профессора С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края, в лекционный курс кафедры трансплантологии и искусственных органов Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет).

Личный вклад автора

Автор принимал непосредственное участие в разработке концепции, дизайна и постановке задач исследования; а также принимал участие в проведении оперативного лечения включенных в исследование пациентов. Самостоятельно производил сбор материала для исследования, формирование базы данных, статистическую обработку, анализ и интерпретацию полученных результатов.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 12 тезисов, получен патент РФ на изобретение.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы посвященной материалам и методам исследования, собственных результатов исследования, а также обсуждения, выводов, практических рекомендаций и списка используемой литературы, включающего 202 источника, в том числе 24 отечественных и 178 зарубежных. Работа изложена на 165 страницах машинописного текста, иллюстрирована 58 рисунком, содержит 5 таблиц.

ГЛАВА 1. ЭКСТРАКАРДИАЛЬНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ У РЕЦИПИЕНТОВ СЕРДЦА, ТРЕБУЮЩИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Одними из наиболее частых и сложных экстракардиальных осложнений после трансплантации сердца, требующих выполнения отдельных, иногда - множественных хирургических вмешательств являются ГРИГ и сосудистые осложнения со стороны нижних конечностей, ассоциированные с имплантацией периферической краткосрочной механической поддержки кровообращения методом ВА ЭКМО [1].

1.1 Глубокая раневая инфекция грудины у реципиентов сердца

Раневые инфекции грудины встречаются после выполнения любых кардиохирургических вмешательств и частота их развития колеблется в диапазоне от 0,16% до, примерно, 8% по данным разных авторов [5-7]. Однако, данные осложнения при этом являются одними из наиболее опасных, так как показатели смертности колеблются от 5% до 46% [8-10], а также затраты, связанные с лечением, могут быть в два-три раза выше, чем при неосложненном течении послеоперационного периода [10-12].

Раневые инфекции грудины после ТС остаются одними из наиболее потенциально опасных для жизни реципиентов осложнений раннего посттрансплантационного периода, и средняя заболеваемость в популяции реципиентов сердца составляет от 2,5% до 3,6% [13–15]. Однако единого оптимального подхода к лечению раневых инфекций грудины у реципиентов сердца на сегодняшний день не предложено, так же, как и влияние иммуносупрессии на частоту развития ГРИГ у этих больных до сих пор окончательно не выяснено [13,15]. ИСТ является необходимой в посттрансплантационном периоде, но при этом возрастает риск развития любых

инфекционных осложнений, с частотой до 65% в течение первого года после ТС [16,17].

El Oakley, Wright и др. в 1996 систематизировали и определили характер осложнений со стороны стернотомной раны после кардиохирургических вмешательств и предложили их следующую классификацию:

- Медиастинальная дегисекция (Mediastinal dehiscence) – расхождение стернотомной раны при отсутствии признаков инфекции (отрицательные посевы раны).
- Раневая инфекция средостения (Mediastinal wound infection) - клинические или микробиологические признаки инфицирования мягких тканей или остеомиелит грудины, с медиастинальным сепсисом или без него и с нестабильностью грудины или без таковой [18].

Раневая инфекция средостения подразделяется на поверхностную раневую инфекцию (инфекция ограничена подкожной клетчаткой) и глубокую раневую инфекцию – стерномедиастинит (раневая инфекция, связанная со стернотомным остеомиелитом с инфицированием или без инфицирования загрудинного пространства).

Так же El Oakley, Wright и др. выделили пять типов постоперационного инфекционного поражения грудины (стерномедиастинит), с клиническим или микробиологическим подтверждением инфицирования тканей грудины, которые подразделяются в зависимости от времени первого проявления, наличия или отсутствия факторов риска и количества попыток лечения:

- Тип I - стерномедиастинит, появляющийся в течение 2 недель после операции при отсутствии факторов риска (ИСТ, сахарный диабет, ожирение)
- Тип II - стерномедиастинит, появляющийся через 2–6 недель после операции при отсутствии факторов риска, указанных выше
- Тип IIIA - стерномедиастинит I типа при наличии одного или нескольких факторов риска

- Тип IIIВ - медиастинит II типа при наличии одного или нескольких факторов риска
- Тип IVA - стерномедиастинит I, II или III типов после одной неэффективной попытки лечения (включая любое хирургическое вмешательство)
- Тип IVB - стерномедиастинит I, II или III типа после более чем одной неэффективной попытки лечения
- Тип V - стерномедиастинит, который впервые проявляется более чем через 6 недель после операции [18].

Sir F. Robiszek в 2000 году предложил другую классификацию стерномедиастинита, ключевым отличием которой является добавление терапевтических аспектов:

- Тип I: клиническое проявление через 3–5 дней после операции. Негнойные выделения и отсутствие остеомиелита, или отсутствие бактериального обсеменения раны. Лечение заключается в повторной операции, установке дренажной трубки и остеосинтезу по Робичеку (при необходимости)
- Тип II: клинические проявления через 1–3 недели после операции с характерными симптомами стерномедиастинита. Повторные процедуры основаны на радикальной хирургической обработке с удалением всех инфицированных фрагментов костей, хрящей и мягких тканей. Место разреза остается открытым и закрывается только вторично.
- Тип III: клинические проявления от 1 месяца до 1 года после операции с хроническим отделяемым и остеомиелитом. Требуется тщательная хирургическая обработка, частичная резекция грудины, мышц и других инфицированных тканей [19].

Срединная стернотомия впервые была выполнена Н. Milton в 1897 году для доступа и иссечения, пораженных туберкулезом, средостенных лимфатических узлов (Milton's procedure) [20] и стала стандартным подходом в кардиохирургии после того, как Julian O.C. внедрил ее с конца 1950-х годов [21,22]. Послеоперационный стерномедиастинит остается опасным осложнением

операций на “открытом сердце”, и частота его развития коррелирует с наличием факторов риска [7]. Согласно национальным клиническим рекомендациям по хирургическому лечению больных послеоперационным медиастинитом и остеомиелитом грудины и ребер факторы риска развития ГРИГ разделены на предоперационные, интраоперационные и послеоперационные, а так же факторы риска, влияющие в течение всего периоперационного периода [23]. Существуют так же управляемые факторы риска, такие как ожирение, технология выполнения хирургической операции [24]. Интраоперационные факторы риска (использование электрокоагуляции и воска, ассиметричная стернотомия, длительность операции, использование ИК более чем трех часов, массивная кровопотеря) способствуют плохой консолидации грудины, что значительно ухудшает регенерацию краев грудины с последующим возникновением стерномедиастинита [17,25].

Установленные независимые факторы риска развития стерномедиастинита включают сахарный диабет, ожирение, предшествующий инфаркт миокарда, хроническую тромбоэмболию легочной артерии, повторные операции на «открытом сердце», время ИК, рестернотомии, кровотечения из стеральной раны и дыхательную недостаточность [26].

Крупные исследования подчеркивают важность диабета как одного из значимых факторов риска стерномедиастинита [26,27], а другие авторы даже демонстрируют положительную корреляцию между гипергликемией (>200 мг/дл) в течение первых двух суток после операции и большей частотой развития ГРИГ [28]. Так же диабет и ожирение являются нарушениями обменных процессов, приводящих к ухудшению регенеративных свойств тканей и снижению устойчивости к инфекционному возбудителю. В настоящее время важность периоперационного контроля уровня глюкозы в крови общепризнанна, даже, несмотря на то, что интенсивная инсулиноterapia во время кардиохирургических операций, по-видимому, не снижает периоперационную заболеваемость или смертность и может быть связана с повышенным риском смерти [29,30]. Однако нет четких рекомендаций по гликемическому контролю во время и после операции [31].

Ожирение отрицательно влияет на заживление ран и является общепризнанным фактором риска развития стерномедиастинита. Пациенты с индексом массы тела (ИМТ) более 30 кг/м^2 имеют в 1,5–2 раза больший риск развития ГРИГ [26,27,32]. Пока остается неясным, связано ли это с техническими трудностями при операции у пациентов с ожирением, длительностью операции у данной категории пациентов или плохой биодоступностью антибиотиков в жировой ткани [26]. Однако операция в условиях ИК приводит к гипоперфузии жировой ткани, что, в свою очередь, может предрасполагать к развитию последующей инфекции [26]. Существует так называемый “парадокс ожирения”, который относится к противоречивым эпидемиологическим данным, предполагающим улучшение состояния здоровья людей с ожирением в различных клинических ситуациях [33]. В работе Johnson A. P. и др. сравнили неблагоприятные периоперационные исходы и 5-летнюю смертность среди пациентов, перенесших операцию на сердце, с различным ИМТ: недостаточная масса тела <20 , нормальная масса тела от 20 до 24,9, избыточная масса тела от 25 до 29,9, ожирение от 30 до 34,9, морбидное ожирение $>34,9$ [34]. «Парадокс ожирения» был подтвержден, пациенты с избыточной массой тела и ожирением средней степени тяжести имели более низкую смертность и частоту неблагоприятных периоперационных исходов по сравнению с пациентами с нормальным весом, недостаточным весом и патологическим ожирением. Пациенты с патологическим ожирением и недостаточным весом имели значительно худшие клинические результаты [34].

Пациенты, перенесшие комбинированные операции (АКШ/замена клапана, АКШ/операция на аорте) и/или длительное время операции (время искусственного кровообращения >150 мин), имеют значительно более высокий риск развития ГРИГ, чем пациенты, перенесшие стандартное АКШ [26,35]. Скорректированный относительный риск послеоперационного стерномедиастинита повышается с 1,9 до 2,4 раз у пациентов с АКШ по сравнению с АКШ и заменой клапана, и коррелирует с продолжительностью ИК (время >150 мин) [26,36-38]. Кроме того, пациенты, перенесшие сложные и/или

длительные операции, подвержены риску послеоперационного кровотечения и последующих рестернотомий. Такие пациенты имеют дополнительный риск инфицирования ран грудины [26,27,32]. В 9 раз повышается вероятность возникновения ГРИГ у пациентов, которым проведена рестернотомия в раннем послеоперационном периоде [39,40]. Проведение массивной трансфузии компонентов крови значительно увеличивают риск развития инфекционных осложнений у кардиохирургических больных [18,41].

Применение ИСТ, необходимой для предотвращения реакции отторжения сердца в посттрансплантационном периоде, а также травматическое повреждение форменных элементов крови, белков плазмы при проведении искусственного кровообращения, приводят к выраженным нарушениям неспецифической иммунорезистентности, депрессии Т- и В-клеточного звена иммунитета [36,42,43]. Снижение активности иммунного ответа приводит к истощению запаса как клеточного состава иммунокомпетентных органов, так и возможности продуцирования ими необходимых регуляторных факторов, что так же может приводить к развитию у хирургических пациентов инфекционных осложнений в послеоперационном периоде [44].

Для определения тактики лечения раневых инфекционных осложнений большое значение имеет своевременная и качественная диагностика бактериальной флоры. Большинство пациентов после операций на “собственном сердце”, у которых возникает ГРИГ в послеоперационном периоде, имеют нозокомиальную флору, резистентную ко многим антибактериальным препаратам. Послеоперационный стерномедиастинит поражает надкостницу, кортикальный слой и/или костномозговую полость кости и обычно связан с контаминацией грамположительными бактериями, особенно золотистым и эпидермальным стафилококками, синегнойной и кишечной палочками. Может определяться как один возбудитель, так и ассоциация штаммов. [45-47]. На грамположительные кокки приходится большинство идентифицированных возбудителей стерномедиастинита (70–80%), за ними следуют полимикробные инфекции (16–40%), грамотрицательные бациллы (15–20%) и (редко) грибы

(*Candida*, *Aspergillus*) [48,49]. При выявлении грибковой контоминации повышаются риски развития сепсиса [50-52]. Анаэробные инфекции сопровождаются выраженными признаками интоксикации, что приводит к тяжелому течению стерномедиастинита [45,52]. Выявление внутрибольничных возбудителей снижает эффективность лечения из-за распространения метициллинрезистентных штаммов стафилококков, которые, помимо устойчивости к бета-лактамам антибиотикам часто характеризуются полирезистентностью к разным классам антимикробных препаратов [53]. Метициллинрезистентные *S. epidermidis* (MRSE) и *S. aureus* (MRSA) образуют защитную биопленку за счет синтеза внеклеточного полисахарида, поэтому лечение требует удаления инфицированного инородного материала, антибактериальная терапия требует высоких доз препаратов в связи с труднодостижимой минимально подавляющей концентрацией в очаге инфекции, что является фактором риска неблагоприятного исхода [47,54-56]. Однако, “агрессивная” антибиотикотерапия увеличивает риск развития осложнений, способна привести к декомпенсации коморбидной патологии с развитием полиорганной недостаточности и летального исхода [57].

Сама по себе срединная стернотомия недостаточна для индукции инфекции в модели животных и всегда требует инокуляции бактериальной нагрузкой не менее 1×10^7 КОЕ *St. aureus* на грудину [35,58]. Вопрос о том, начинается ли стерномедиастинит в результате местной инфекции или гематогенного распространения возбудителя, остается предметом дискуссий. Вначале бактерии достигают метафизарных сосудов и запускают инфекционный процесс. Патогенные бактерии в мелких метафизарных артериолах размножаются, что приводит к образованию микроабсцессов. Дальнейшее образование абсцесса в костномозговой полости кости, метафизарном пространстве или поднадкостничном пространстве приводит к продолжающемуся некрозу кости из-за повышенного давления и так называемым секвестрам - плавающим фрагментам инфицированной некротизированной кости без кровоснабжения [33]. Антимикробная терапия в этих случаях обязательна и должна быть направлена

либо против наиболее вероятных возбудителей (эмпирически против *S. aureus*), либо против тех, которые культивируются в материале из раны или крови. Обычно это антистафилококковый пенициллин или цефалоспорины, клиндамицин или ванкомицин [33,34]. В случаях резистентности к метициллину подходят ванкомицин или линезолид. Большинство этих агентов адекватно проникают в кость и позволяют достичь микробиологической эрадикации [33,34,42]. Поскольку лечение остеомиелита часто длительное и утомительное, внутривенно вводимые препараты часто со временем заменяются пероральными препаратами с таким же спектром действия и степенью проникновения в ткани. Клинические результаты перорального приема антибиотиков сравнимы с парентеральными препаратами в качестве дополнения к радикальной хирургической обработке [33,59-61].

Стерномедиастинит, вызванный *Klebsiella pneumoniae*, встречается нечасто (3–7%) и обычно связан с вторичной контаминацией грудной стенки, при этом летальность может достигать 81% [61-63]. Тяжесть таких пациентов обусловлена полирезистентностью инфекции, вызванной *K. pneumoniae*. Агрессивность инфекции связана с более длительным пребыванием в отделении интенсивной терапии, более стертой симптоматикой клинической картины, что усложняет постановку раннего диагноза. Длительное стояние раневого дренажа при стертой симптоматике также увеличивает риски [64]. Возрастает роль *K. pneumoniae*, продуцирующих бета-лактамазы расширенного спектра, в развитии послеоперационного стерномедиастинита. Агрессивность сепсиса вследствие прямой диссеминации из плевральной полости в средостение приводит к более высокому риску летального исхода [63].

Интересно, что положительный бактериальный посев при закрытии грудины, по-видимому, не препятствует успешному заживлению раны у пациентов после кардиохирургических операций на “собственном сердце”. В ретроспективном исследовании инфекций глубоких стернальных ран Chan с соавт. выявили положительные бактериальные культуры при закрытии грудины у 51% пациентов, в основном с коагулазонегативными стафилококками (CoNS)

(61%) и *Propionibacterium* spp. (13%) [49]. Это согласуется с выводами Rodriguez и др., которые добились успешного закрытия ран, несмотря на то, что у 75% их пациентов были положительные микробиологические мазки [65]. Поскольку частота повторных госпитализаций по поводу рецидива инфекции не коррелировала с бактериологическими данными при закрытии послеоперационной раны, они пришли к выводу, что отрицательные микробиологические результаты не являются обязательными перед закрытием раны [65]. Однако данный тезис является достаточно противоречивым, и не все авторы разделяют такое мнение [66-69].

Диагностика ГРИГ может быть сложной и требует сочетания клинической оценки, основанной на наблюдении за пациентом (например, наличие лихорадки, боли в ране, болезненности при пальпации, нестабильности грудины или расхождения швов раны) и лабораторных показателей. Окончательный диагноз основывается на положительных результатах биопсии раны и/или посевах мазков раны, а также посевах крови. Хирургические методы лечения ГРИГ после кардиохирургических вмешательств достаточно разнообразны и включают хирургическую обработку, ирригацию раны, хирургическое формирование мышечных лоскутов, применение систем вакуумной аспирации ран [70–73]. Последний метод получил широкое признание с многообещающими результатами [70–73].

Инфекционные посттрансплантационные осложнения связаны с наличием исходного иммунодефицита, выраженных гипоксических и метаболических расстройств, обусловленных длительной ХСН с выраженной гипоперфузией жизненно-важных органов, что значительно снижает порог интраоперационной бактериальной контаминации. Возникновение ГРИГ в раннем послеоперационном периоде, также связано с длительным нахождением в отделении реанимации, длительной респираторной поддержкой, неадекватным дренажем средостения и перикарда, нестабильностью грудины и массивной индукционной ИСТ. В настоящее время отсутствует определенная лечебная тактика лечения ГРИГ у пациентов после трансплантации сердца, которая касается оптимальных сроков

выполнения повторных вмешательств и их объема. Большинство специалистов склоняются к тому, что лечение ГРИГ после ТС, так же, как и после других кардиохирургических вмешательств, требует многоэтапного подхода, включающего на начальной стадии хирургическую санацию, дальнейшую терапию отрицательным давлением и (или) активное дренирование средостения, с выполнением заключительного резекционно-пластического вмешательства [17,74,75]. Однако единого рационального подхода к лечению ГРИГ у пациентов после трансплантации сердца на данном этапе не выработано [42,74].

Еще в 1963 году Н.В. Shumacker, I. Mandelbaum с соавт. выполняли установку проточно-промывной системы при ранней хирургической обработке раны с одномоментным первичным закрытием раны [76]. Данную методику, с закрытым ведением послеоперационной раны, называют одноэтапной. Преимущества данной методики: стабильность грудной клетки и минимальном воздействии на дыхательную функцию, уменьшение риска повторного инфицирования раны. Недостатками такой методики являются трудности для адекватного определения границ воспалительного процесса (субъективная оценка хирурга), а также возможность возникновения хронического инфекционного процесса и высокая частота рецидивов ГРИГ [74-76]. Для одноэтапной методикой важным является обеспечение адекватного дренажа раны с активной аспирацией проточно-промывной системы [77,78].

В конце 1980-х и в начале 1990-х “золотым стандартом” в лечении пациентов с ГРИГ стал двухэтапный подход. Такой подход включал первую операцию с целью хирургической санации послеоперационной раны, обеспечения дренирования инфицированной раны, обильной промывки/орошения раны. Закрытие раны при таком подходе выполняется отсрочено с возможной дальнейшей реконструктивной хирургией с использованием сальника или лоскутов грудных мышц [23,79-81]. На первом этапе лечение также включало удаление стерильных проволочек, сопутствующую антибактериальную терапию, производимую по посевам из ран и частые перевязки с использованием водорастворимых мазей. Однако этот подход имел ряд ограничений и проблем, в

том числе непредсказуемые результаты, значительный риск смерти и длительный болевой синдром или физический дискомфорт после некрэктомии или пластики мышечным лоскутом. В 1990-х годах в общеклиническую практику была активно внедрена вакуум-ассистированная терапия отрицательным давлением. Такая методика объединила преимущества открытого и закрытого подхода к лечению инфицированных ран. М.Ж. Morykwas и др. разработали портативные аппараты, закрепив название разработанной методики: Vacuum-assisted closure терапия (VAC – вакуумная терапия) или терапия ран отрицательным давлением (Negative pressure wound therapy, NPWT терапия) [73]. Ряд исследований показали, что такой подход эффективен при лечении ГРИГ, а также снижает необходимое количество перевязок и продолжительность пребывания в стационаре по сравнению с традиционным методом лечения. Преимущества VAC терапии при лечении ГРИГ могут включать следующее: улучшение результатов лечения пациентов [82,83], стабилизацию грудины [84,] и сохранение большей части костной пластины, облегчение боли у пациента, раннюю активизацию пациента и сокращенное пребывание в ОРИТ [80]. Так же ряд исследований описывает другие благоприятные механизмы действия отрицательным давлением на стерильную рану, заключающиеся в эффективном дренировании раны, усилении ангиогенеза и активное образование грануляционной ткани [70].

Постоянные перевязки при открытом ведении раневого процесса занимают много времени, болезненные для пациентов, могут потребовать седации и/или обеспечения искусственной вентиляции легких, а также связаны с риском механического повреждения органов средостения, в том числе сердца (или, например, шунтов при АКШ), что может привести к травме, дисфункции сердца и кровотечению. VAC терапия в большей степени лишена этих недостатков [85-87].

Существует ряд патофизиологических механизмов при использовании VAC терапии для лечения раневых процессов. Механизмы сложны и до сих пор полностью не изучены, но в последние годы накопились данные исследований *in vitro*, на животных и клинических исследований в отношении различных полезных физических и биохимических изменений в среде раны, вызванных

возникновением отрицательного давления. Хотя относительный вклад различных механизмов еще предстоит выяснить, ясно, что увеличение перфузии раны, снижение содержания ингибирующих веществ, снижение бактериальной нагрузки, уменьшение отека и увеличение образования грануляционной ткани способствуют клинической эффективности VAC терапии [88].

Механические эффекты лечения VAC терапией связаны с микродеформацией, которая возникает на границе между раной и специальной губкой. Считается, что вакуумная терапия вызывает ряд клинически значимых эффектов, в том числе усиленный отток жидкости из нижележащих тканей, растяжение внеклеточного матрикса, который приводит к активации внутриклеточных сигнальных путей и изменению в экспрессии генов, ведущих в конечном итоге к изменениям в пролиферации клеток, дифференциации и миграции [89–91].

Механическое воздействие, которое создает вакуум на поверхность раны, приводит к физическому сокращению раны [92], возможно, за счет ремоделирования коллагеновых волокон, и также считается, что способствует увеличению местной перфузии и, следовательно – оксигенации тканей, возможно, за счет декомпрессии мелких кровеносных сосудов [88]. Известно также, что механическое напряжение имеет прямое влияние на ангиогенез [93–95] и формирование грануляционной ткани [90,96], что было показано на животных моделях. Эти процессы могут увеличиваться на 63%–103% в ответ на воздействие отрицательного давления в ране [64]. Кроме того, было замечено, что VAC терапия вызывает изменения уровня цитокинов и экспрессии факторов роста, с трехкратным и четырехкратным увеличением соответственно фактора роста b-1 и фактора роста эндотелия сосудов, а также 2,5-кратного увеличения экспрессии тромбоцитарного фактора роста [97]. VAC терапия также может способствовать заживлению ран ввиду возможного снижения уровня воспалительных цитокинов [98,99].

Применение VAC терапии приводит к удалению жидкости из раневой среды [74], и считается, что это приводит к сдвигу градиента интерстициальной

жидкости [83], что, в свою очередь, может уменьшить локальный отек тканей, а также вызвать вторичное увеличение кожной перфузии и удаление раневого экссудата. Признано, что изменения потока интерстициальной жидкости могут изменять компоненты и организацию внеклеточного матрикса, а также могут влиять на деление клеток и экспрессию факторов роста [100]. Кроме того, удаление раневой жидкости, помогает очищать раневую среду от бактерий, что было продемонстрировано как на экспериментальных моделях животных, так и в клинических условиях на пациентах [101,102]. VAC терапия также удаляет токсичные соединения, такие как ингибиторы медиаторов воспаления и матриксные металлопротеиназы, тем самым ускоряя заживление ран. Наконец, изменения динамики тканевой жидкости и перфузии раны, вызванные VAC терапией, также могут привести к усилению всасывания антибиотиков и других вспомогательных средств, введенных в местную раневую среду [101-104]. Использование непроницаемой пленки, закрывающей рану при VAC терапии, помогает поддерживать влажную раневую среду. Это может способствовать заживлению ран, способствуя ангиогенезу и усилению клеточного метаболизма, а также физически предотвращать высыхание раны [92]. Стерильная пленка также выступает в качестве барьера для снижения риска загрязнения раны извне. VAC терапия ГРИГ требует хирургического наблюдения специалиста и должна проводиться только клиницистами, имеющими достаточный опыт и подготовку в использовании этой техники [105].

Методика применения VAC терапии при ГРИГ заключается в последовательности ряда действий и манипуляций. Первое наложение VAC системы должно быть использовано после адекватной хирургической обработки и санации раны. Чаще всего первое наложение проводится в операционной под общим наркозом и должно проводиться или контролироваться кардиохирургом, имеющим опыт работы с данной технологией. После удаления инородных тел из раны, в том числе свободных стерильных проволок, тщательной хирургической обработки следует проверить рану на наличие неровных или острых краев стерильной пластины, которые могут быть в контакте с сердцем. Если это

уместно и считается безопасным, сердце и легкие следует освободить от краев грудины. Сердце и любые открытые кровеносные сосуды/анастомозы, нервы или другие органы должны быть защищены с помощью одного или нескольких слоев неадгезивных сетчатых повязок. По возможности наложенную повязку следует заглубить под края грудины не менее чем на 1–2 см. Защита нижележащих структур, возможно, самый важный компонент VAC терапии, так как структуры могут смещаться при применении вакуума, что может привести к контакту сердца с краями грудины. Неадгезивный промежуточный слой и правильное расположение губчатой повязки предназначены для защиты сердца и предотвращения спаек и травм (например, разрыва органа) во время вакуумной терапии.

Превентивная или эмпирическая антибиотикотерапия необходима для лечения и предотвращения распространения инфекции в другие места раны, а также системного распространения инфекции. Однако окончательное заживление раны, лишь при лечении только антибиотикотерапией, может быть достигнуто в редких случаях, так как местная концентрация антибиотика в большинстве случаев недостаточна из-за формирования биоплёнок и/или некротической ткани, лакун, раневой гематомы, задержки раневого секрета и/или инородного материала. Кроме того, во многих случаях микроциркуляция в тканях раны нарушается факторами риска, такими как сахарный диабет, ожирение, использование внутренней грудной артерии, которые не только способствуют инфекции, но и препятствуют заживлению раны [106]. Таким образом, хирургическая ревизия раны необходима для удаления этих последствий путем санации, резекции и/или промывания и, при необходимости, путем удаления инородных тел. Помимо этих принципов, среди кардиохирургов нет единого мнения относительно наилучшего протокола первичной обработки раны после при развитии стернотомной инфекции, и широко обсуждается вопрос о том, является ли предпочтительным одноэтапный или многоэтапный подход, включающий терапию ран отрицательным давлением [18,107,108].

В 90-ые года общепринятой концепцией лечения ГРИГ после кардиохирургических вмешательств был одноэтапный подход, состоящий из первичной хирургической обработки раны, первичного наложения лоскута большого сальника и закрытия раны между сальником и грудиной с постоянным орошением антибиотиками или антибактериальным раствором и дренированием в течение не менее 7 суток в сочетании с системными антибиотиками в течение 3–4 недель [109,110]. Сегодня у пациентов, страдающих запущенными поверхностными или глубокими раневыми инфекциями грудины, чаще используют концепцию нескольких ревизий, включая VAC терапию. Во время первой ревизии проводится полноценная хирургическая санация инфекционного очага. При необходимости некоторые или все стерильные проволочки удаляются. Берутся посевы для микробиологического исследования. Затем рану временно закрывают пенополиуретаном для VAC терапии. С целью защиты органов средостения после ревизии и санации раны, для предотвращения прилипания губчатой повязки к сердечно-сосудистым структурам (например, при лечении ГРИГ после аортокоронарного шунтирования), накладывают между органом и губчатой повязкой слой атравматической гидрофобной сетчатой повязки, которая не прилипает к ране и не препятствуют оттоку избыточного раневого отделяемого. При необходимости внешний слой следует прикрепить к окружающим краям кожи, чтобы предотвратить смещение вакуумной повязки и мацерацию кожи отрицательным давлением. Губчатая повязка закрывается прозрачной стерильной клейкой пленкой, а откачивающая трубка подключается к постоянному источнику вакуума. Каждые 2–3 дня выполняются повторные ревизии с обработкой раны. При необходимости происходит забор раневого материала на бактериологическое исследование. Так же при повторных перевязках для принятия решения о том, можно ли закрыть рану или следует продолжить VAC терапию, оценивают признаки инфекции, уровень лейкоцитов и С-реактивного белка; однако визуальная оценка опытного хирурга перевешивает эти параметры. Сама по себе VAC терапия не является противомикробной, но грануляции, возникшие за время проведения VAC терапии, могут разрастаться и,

таким образом, маскировать инфицированную ткань с последующим развитием осложнений, например таких, как свищи [111].

С целью ликвидации дефекта передней грудной стенки (ПГС) выполняют пластический этап. Критериями перехода к данному этапу является наличие следующих условий:

«Чистая рана» - полное отсутствие возбудителя в ране или минимальное количество ($1,00 \text{ E} + 0,1 \text{ КОЕ/мл}$);

Фаза активной регенерации и пролиферации в течении раневого процесса;

Отсутствие в клинических и лабораторных анализах синдрома системной воспалительной реакции [23].

Существует множество вариантов реконструктивных операций по закрытию дефекта ПГС после VAC терапии. Для реостеосинтеза грудины применяют: швы металлической проволокой, импланты из металла с памятью формы, фиксирующие системы по типу ZipFix и другие [112].

Обширный дефект ПГС предусматривает применение объемного пластического материала, поэтому лоскуты большой грудной мышцы (БГМ) рассматриваются как основной пластический материал [113,114]. Реже применяются лоскуты прямой мышцы живота (ПМЖ) и их комбинация с лоскутами БГМ или широчайшей мышцей спины (ШМС). При мобилизации таких лоскутов, важным является сохранение адекватного кровоснабжения. Пластика лоскутом БГМ впервые описана Jurkiewicz и др. в 80-х годах, является надежной методикой для дефектов верхних третей грудины [115]. При этом возможна пластика дефекта как односторонним, так и двусторонним лоскутом БГМ, в зависимости от размеров дефекта. Преимущество заключается в том, что такой лоскут позволяет избежать повторного хирургического разреза.

Лоскут ПМЖ подходит для реконструкции дефектов, локализованных в нижней трети грудины. Этот лоскут кровоснабжается из верхней и нижней надчревных артерии, а также имеет широкую дугу вращения. Его можно применять, только как мышечный или кожно-мышечный лоскут с вертикальной или поперечной пластикой. Из осложнений возможно образование грыжи в

донорском участке, хотя этот риск можно снизить, оставив фасцию ПМЖ на месте и выполнив двухслойное закрытие [116]. Хотя лоскут прямой мышцы живота традиционно используется для нижних дефектов грудины, он может быть объединен с нижней частью лоскута БГМ для реконструкции более обширных дефектов. Лоскут ШМС остается основным вариантом в случае билатерального забора ВГА и является резервным вариантом при верхних дефектах грудины. Дополнительным преимуществом этого лоскута является простое выделение лоскута и отсутствие нарушения кровоснабжения стеральной и парастеральной тканей [117]. Его можно использовать для закрытия крупных дефектов грудины. В недавнем исследовании Spindler и др. из 106 случаев реконструкции лоскутом ШМС после VAC терапии было показано, что лоскут надежен с небольшими побочными эффектами в отношении функции и силы плеча, а также функции легких [118]. Однако это менее предпочтительный вариант из-за необходимости изменить положение пациента во время процедуры. Лоскут большого сальника часто выбирают в качестве вторичного реконструктивного варианта, когда лоскуты БГМ или ПМЖ не подходят, а также в случаях, когда требуется закрытие значительного “мертвого пространства”. В отличие от мышечных лоскутов, он обладает иммунологическими свойствами, а хорошая перфузия сальника позволяют улучшить местное кровоснабжение и увеличить доступность антибиотиков в окружающие ткани. Применяется при большом дефекте костного каркаса ПГС, после резекции ребер, хрящей, грудины. Такие ситуации возникают при длительном лечении больных и безуспешных повторных операциях. Лоскуты БГМ с разворотом, или перемещенные перфорантные лоскуты, используются для реконструкции более крупных дефектов ПГС, что позволяет закрыть нижнюю треть раны груди, что часто является проблемой при использовании стандартного лоскута БГМ. При такой методике используется подход с расщеплением мышцы для повышения его универсальности и снижения вероятности необходимости использования дополнительных лоскутов для закрытия грудины. Zahiri H.R. и др. продемонстрировали, что оборотный лоскут связан с меньшим количеством послеоперационных осложнений по сравнению со стандартным лоскутом, что в

основном связано с его способностью полностью заполнять дефект грудины, с относительно минимальным расслоением и болезненностью по сравнению с прямым лоскутом БГМ [119,120].

В настоящее время всё большее значение приобретает пластика дефектов ПГС местными тканям. В.А. Митиш и др. предложили двухэтапную методику, которая заключается в радикальной хирургической обработке инфекционного очага стерильной раны, регулярную санацию раны, переход к дальнейшей пластической реконструкции ПГС клетки комплексами местных тканей [79]. Преимущество данной методики заключается в закрытии дефекта с учётом анатомического соответствия слоёв ПГС и эстетического восприятия самим пациентом путём сепаровки кожно-фасциальных лоскутов с обеих сторон от грудины по всей линии ее прикрепления к надкостнице (до парастеральных либо среднеключичных линий) [121]. Сформированный единый комплекс - кожа, подкожная клетчатка, позволяет сблизить края раны, включая покрытие нижней трети грудины [121].

Группой авторов из ФГБУ “НМИЦ ТИО им. акад. В. И. Шумакова” был использован новый комплексный хирургический подход к лечению ГРИГ у пациентов после трансплантации сердца, разработанный совместно с В.А. Митишом [79]. Для замещения образовавшегося дефекта ПГС реконструктивный этап выполняется после хирургической обработки, с использованием местных тканей ПГС. При этом выполняется мобилизация местных тканей с обеих сторон грудины в виде кожно-фасциальных лоскутов, которые затем перемещали в дефект с помощью разгрузочных швов и там фиксировали к подлежащим тканям ПГС [122].

При таком двухэтапном подходе в лечении ГРИГ необходимо руководствоваться полнотой купирования инфекции, учитывать наличие у пациента отягчающей сопутствующей патологии. Данная методика позволяет создать “управляемую” раневую среду, которая способствует очищению, деконтаминации и подготовке раны к пластическому этапу [55,123].

Таким образом, можно заключить, что проблема лечения ГРИГ пока еще далека от своего окончательного решения, и поисковые исследования разных хирургических коллективов являются теми блоками, которые раньше или позже лягут в фундамент решения данной проблемы.

1.2 Сосудистые осложнения, связанные с имплантацией системы вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации у реципиентов сердца

Сосудистые осложнения, требующие хирургического вмешательства, чаще всего сопряжены с применением ВА ЭКМО у пациентов с критической сердечной недостаточностью в перитрансплантационном периоде. При повреждении артерии могут возникать ложные аневризмы, травматические артериовенозные фистулы (АВФ), приводящие к острой и хронической артериальной и венозной недостаточности [124-126].

Реципиенты, ожидающие ТС, стали обладать багажом сопутствующих патологий, стали старше и сложнее в реабилитации в послеоперационном периоде. Применение МПК в краткосрочной или долгосрочной перспективе позволяет стабилизировать состояние пациентов, ждущих донорский орган, а также подготовить их к ТС [1].

Первое успешное применение ЭКМО было выполнено Hill и его коллегами в 1972 году [127]. По данным регистра ISHLT количество ТС достигает более 5500 трансплантаций за год. Из них примерно 50% реципиентов дожидаются донорского сердца с помощью применения систем МПК, как краткосрочной (ЭКМО, ВАБК и др.), так и долгосрочной (ИС, LVAD, RVAD, BiVAD).

Одним из наиболее частых и опасных сосудистых осложнений, ассоциированных с ВА ЭКМО у реципиентов сердца, является формирование ложной аневризмы бедренных сосудов [128].

Ложная аневризма бедренной артерии (ЛАБА) представляет собой замкнутый разрыв всех трех слоев артериальной стенки. Под влиянием

устойчивого артериального давления кровь рассекает ткани вокруг поврежденной артерии и образует мешок, который сообщается с просветом артерии.

Возникновение ЛАБА может происходить:

- После катетеризации бедренной артерии

Посткатетеризационная ЛАБА является одним из наиболее частых сосудистых осложнений после кардиохирургических и эндоваскулярных процедур. Частота ЛАБА после диагностических вмешательств колеблется от 0,05% до 2% [129]. При выполнении коронарных или периферических вмешательств частота увеличивается до 2–6% [130]. ЛАБА после имплантации ВА ЭКМО встречается до 14% случаев [131]. Множество исследований показывают, что за последнее годы во всем мире возросло более чем в 2 раза количество выполняемых эндоваскулярных процедур, что, соответственно, привело к увеличению местных осложнений после пункции сосудов [132-134].

- При шунтировании бедренной артерии

В месте анастомоза нативной артерии и синтетического протеза: ложная аневризма анастомоза встречается с частотой 2–5%, чаще всего позднее осложнение синтетического аорто-бедренного шунтирования за счет прямого повреждения сосуда или инфицирования во время хирургического вмешательства [135-137].

- При травматическом повреждении артерии

Тупая и проникающая травма также может вызывать ложную аневризму пораженной артерии. Имеющиеся инфекции могут спровоцировать формирование ЛАБА при травме артерии [138]. Так же ЛАБА являются общепризнанными осложнениями трансплантации печени [139], трансплантации сердца [140], при различных акушерских процедурах, таких как выскабливание, кесарево сечение и другие [141].

- При инфекции

Инфицированные бедренные аневризмы могут возникать в результате артериальной пункции у пациентов с наркозозависимостью и должны лечиться путем обширной хирургической обработки, часто в сочетании либо с аутогенной реконструкцией на месте, чтобы избежать хроническую ишемию нижней конечности [142].

Несмотря на низкую частоту осложнений, ЛАБА обычно встречаются при выполнении более сложных вмешательств, особенно при использовании антитромботической и антиагрегантной терапии. Хотя современные исследования сделали диагностику ЛАБА более распространенной, увеличение числа выполняемых хирургических и ангиографических процедур привело к реальному увеличению распространенности ЛАБА.

Факторы, связанные с формированием ЛАБА, включают: использование антикоагулянтов и антиагрегантов, большой размер канюль (больше 8 Fr), возраст больше 65 лет, ожирение, одновременная катетеризация артерий и вен, гипертензия, заболевания периферических артерий, гемодиализ, комплексное вмешательство, низкие или высокие места прокола [143]. В связи с большими размерами канюли (15–24 Fr), необходимыми для обеспечения циркуляции крови по контуру ЭКМО, сосудистые осложнения могут оказаться клинически значимыми в лечении этой группы пациентов. К группе особого риска относятся пациенты с заболеванием периферических артерий, женщины, (диаметр сосудов меньше, чем у мужчин), и молодые пациенты, у которых еще не развилось коллатеральное кровообращение, сопровождающееся прогрессирующим с возрастом атеросклерозом [144-146]. Ложный аневризматический мешок часто может быть тромбированным, при этом тромб может содержать слоистые тромботические массы. Так же, без своевременного лечения полость ложной аневризмы со временем может значительно увеличиваться в размерах.

Для постановки правильного диагноза необходимо провести подробное физикальное обследование пациента. Наличие пальпируемого образования в паху связано с положительной прогностической ценностью 100% [147,148]. Побудить

к дальнейшему обследованию так же должно наличие в анамнезе недавней пункции бедренной артерии, наличие боли в месте пальпируемого образования [133,149]. При физикальном обследовании может пальпироваться пульсирующее образование или аускультироваться слышимый систолический шум. Однако иногда эти признаки могут отсутствовать [150,151]. Цветная доплерография рекомендуется во всех случаях, так как это исследование может подтвердить диагноз, точно определяя анатомические детали, включая характеристики и размер шейки, а также длину мешка и его связь с окружающими структурами [152,153]. Патогномоничной находкой при данной патологии считается наличие волны «туда-сюда», отражающей вход и выход крови внутри и снаружи мешка [153]. Ложные аневризмы могут протекать бессимптомно и выявляться только случайно при ультразвуковом исследовании.

Полноценная инструментальная диагностика ЛАБА включает различные варианты:

- доплерография нижних конечностей (УЗДГ)
- ультразвуковое исследование, включая дуплексное ангиосканирование нижних конечностей (УЗДС)
- сосудистая ангиография
- компьютерно-томографическая ангиография.

При этом ультразвуковое исследование является методом выбора для диагностики ЛАБА с чувствительностью от 94 до 97% [133,154]. Полное обследование поможет определить причину, локализацию, морфологические особенности, риск разрыва и клиническую картину ложной аневризмы; выявить сопутствующие заболевания пациента; обеспечить детальную оценку окружающих структур и соответствующей анатомии сосудов, а также дать другую информацию, необходимую для планирования лечения [155].

К осложнениям ЛАБА относятся невропатия и венозный тромбоз, вызванные компрессией нижележащих нервно-сосудистых структур, некроз вышележащей кожи, а также инфекция [133,144,150]. Наиболее

катастрофическим осложнением ложной аневризмы является ее разрыв с развитием жизнеугрожающего кровотечения [156], хотя точная частота развития данного осложнения неизвестна [144]. Риск спонтанного разрыва ложной аневризмы связан с размером больше трех сантиметров, наличием симптомов, большой гематомой или продолжающимся ростом размера аневризматического мешка [157]. Хотя большинство ложных аневризм стерильны, инфицирование значительно увеличивает риск разрыва, а также риск септической эмболизации [158]. Нестабильность гемодинамики, низкий гемоглобин могут указывать на разрыв ложной аневризмы, который может привести к летальному исходу.

Клинические проявления ложной аневризмы могут включать кровоподтеки в пораженной паховой области, пальпируемую выпуклость или онемение бедра. Ложные аневризмы в месте канюляции артерии, например при имплантации ЭКМО периферическим доступом, могут быть устранены во время деканюляции с помощью ушивания дефекта при открытой артериотомии. Расслоение артерии после деканюляции можно наблюдать консервативно, либо стентировать. В случае, если расслоение является симптоматическим и ВА ЭКМО все еще необходимо, в контралатеральную бедренную артерию можно имплантировать новую артериальную канюлю [128,158].

Проявления расслоения ЛАБА могут быть переменным; от бессимптомного, до отсутствия кровотока после запуска контура ЭКМО, однако следует дифференцировать, если присутствует ишемия нижней конечности. Клинические анализы могут сопровождаться снижением гемоглобина. КТ ангиография является золотым стандартом визуализации для оценки всех этих осложнений [143].

Ложная аневризма может спонтанно тромбироваться. Спонтанный тромбоз чаще всего возникает через 22–23 дня, при размерах аневризматического мешка меньше 3 см [149,151]. Отсутствие тромбоза обычно связано с большим диаметром ложной аневризмы (больше 2 см и объемом больше 6 см³) и одновременным применением антикоагулянтов или антитромбоцитарных препаратов [144,159].

Симптоматические ложные аневризмы следует лечить. Тем не менее, решение о лечении бессимптомных ложных аневризм является спорным из-за неясного и изменчивого естественного течения, особенно с учетом анатомической локализации различных ложных аневризм, клинических условий и сопутствующих заболеваний пациента. ЛАБА подвергаться спонтанному тромбозу, и некоторые исследователи рекомендуют наблюдение при небольших размерах (до 30 см³) и бессимптомных течениях [160,161].

Современный хирургический подход заключается в закрытии дефекта стенки бедренной артерии [162]. В качестве лечения ложных аневризм бедренной артерии могут быть использованы следующие методы [163-166]:

- Компрессия аневризматического мешка под контролем ультразвука или аускультации стетоскопом;
- Чрезкожная эмболизация путем введения в полость ложной аневризмы различных агентов, включая спирали, тромбин, коллаген и цианоакрилат;
- Эндоваскулярная эмболизация с помощью вышеуказанных агентов;
- Эндоваскулярная имплантация стент-графта;
- Открытое хирургическое вмешательство.

Каждый метод имеет определенные недостатки. С 1991 году Fellmeth B.D. внедрили в общеклиническую практику компрессионный подход к лечению ЛАБА [167]. Эффективность компрессионной методики достигала 50%–88% [168]. Результат компрессионного лечения зависит от применения антикоагулянтов и/или антиагрегантов, размеров, глубины расположения и формы ЛАБА [143]. Большие размеры аневризматического мешка (>4 см) является предиктором неудачного лечения путем компрессии [169]. К осложнениям компрессионного метода разрыв ЛАБА, эмболии артериального русла, тромбозы глубоких вен в 2,4%–4,3% [156].

В 2000-х годах появились чрезкожные пункционные методы, позволяющие под ультразвуковым и/или рентгеновским контролем произвести инъекцию тромбирующих агентов (тромбин, коллаген и др.) в полость ЛАБА [170,171]. Различные авторы отмечают эффективность пункционной методики в 90–100%

случаев [172-174]. Прямая инъекция тромбина сопряжена с риском дистальной эмболии и тромбозом артерий нижних конечностей, вплоть до летального исхода [175].

В клиническую практику в последние годы все чаще внедряются малоинвазивные методы лечения [176-178]. Преимуществом эндоваскулярного подхода является снижение травматичности вмешательства, что уменьшает период восстановления. Через неповрежденную контрлатеральную бедренную артерию осуществляют эмболизацию ложной аневризмы спиральями, тромбином, коллагеном или осуществляют закрытие шейки аневризмы с помощью имплантации стент-графта в месте отхождения шейки ЛАБА [179,180]. Недостатками данного подхода являются дополнительная пункция контрлатеральной артерии, недолговечность стент-графта, а так же стентированная артерия делает невозможным ее использования для последующих катетеризаций [181]. Одним из методов эндоваскулярного вмешательства на ЛАБА являются эмболизации с помощью перфузионных баллонов и установки покрытых стентов/эндолюминальных протезов [132,169,182]. Доступ к аневризматическому мешку можно получить как через шейку мешка, так и путем прямой пункции. Описаны различные методы размещения ангиопластического баллона через шейку, что приводит к уменьшению притока крови в мешок и способствует гемостазу в случае разрыва мешка. Аналогичным образом ЛАБА можно временно исключить с помощью перфузионного баллона; кровь течет по центральному каналу со скоростью, достаточной для поддержания перфузии конечности, в то время как шейка ЛАБА исключается из кровообращения. Чаще применяют самораскрывающиеся стенты, однако возможна имплантация баллон-расширяемых стентов, где нет зон динамической нагрузки [183].

В настоящее время в 25%–50% случаев применяется открытое оперативное лечение ЛАБА и оно является абсолютным и неотложным методом выбора [175,184-186]. Открытое хирургическое вмешательство является методом выбора в случаях возможного или имеющегося кровотечения, ввиду увеличения объемов пульсирующей гематомы, разрыве псевдокапсулы, проявлении ишемических

изменений в нижней конечности. Так же показаниями к открытому подходу являются неэффективность консервативных методов лечения, наличие инфекции ЛАБА, а так же некроз кожи и подкожно-жировой клетчатки при компрессионном подходе [156,184-186]. Техника хирургического лечения зависит от наличия или отсутствия сопутствующей инфекции.

Хирургический подход к лечению неинфицированных ЛАБА заключается в адекватном доступе и обнажении поврежденного сосуда, доступе к проксимальным и дистальным частям артерии, взятии артерии на контроль, вскрытии фиброзной псевдокапсулы и эвакуации содержимого [156,185]. Определяют место прокола и накладывают один или два шва синтетической нерассасывающейся нитью поперечно, чтобы избежать сужения просвета артерии. Если сосуд сильно поврежден или поражен, может потребоваться формальная артериотомия и ангиопластика заплатой из аутовены, ксеноперикарда или синтетическим протезом [143]. Далее необходимо укрытие зоны сосудистой реконструкции жизнеспособными тканями, адекватное дренирование раны.

При невозможности адекватного шва шейки аневризмы из-за сильного артериального кровотечения можно остановить его путем надавливания пальцами на место пункции, либо на сосуд проксимально, либо путем введения катетера 3Fr через артериальное отверстие и раздувания баллона. Этот «слепой» метод особенно полезен, когда анатомические ориентиры в области вмешательства искажены, имеется вариантная анатомия сосудов в зоне вмешательства, выраженная имбибиция тканей. [187]. Рентгеноассистированная эндоваскулярная окклюзия сосуда с помощью баллона может помочь хирургу, обеспечивая гемостаз и позволяя получить доступ к травмированной артерии через мешок. Послеоперационный мониторинг выполненной реконструкции осуществляется с помощью клинических показателей, УЗДГ, МСКТ ангиографии и стандартной ангиографии. По показаниям может быть выполнена ревизия области вмешательства на сосуде [188].

Несмотря на то, что оперативный подход имеет высокую эффективность, в 20–50% случаев возникают местные послеоперационные осложнения, такие как длительное заживление мягких тканей (до 19%), кровотечение, инфицирование раны

(до 20,3%) [185-189]. Так же в послеоперационном периоде отмечается развитие невралгии и гиперестезии в 32% и лимфорей в 40%, наркоз-индуцированные осложнения до 3%, тромбоэмболия легочной артерии в 0,99%. Смертность может составлять до 1,1–3,8%, а также этот метод сопряжен с более длительным пребыванием пациента в стационаре [132,169,186,190].

При лечении инфицированной ЛАБА хирургический подход заключается в ликвидации инфекции и поддержании дистальной перфузии. Первое достигается с помощью высоких доз внутривенных антибиотиков на основе предоперационных посевов крови или операционной культуры тканей в месте из иссеченного инфицированного мешка аневризмы. Наиболее часто выделяемыми бактериями являются виды *Staphylococcus aureus* и *Salmonella*. Поскольку бактериемия может сохраняться после операции, антибиотикотерапия должна продолжаться не менее 6 недель [191,192].

При возникновении спонтанного разрыва ЛАБА описаны современные методики временной эндоваскулярной баллонной окклюзии пораженной артерии. Методика временной остановки осуществляется при помощи раздувания баллона в проекции шейки аневризмы, что позволяет добиться проксимального и дистального контроля кровотечения, а затем выполнить открытую резекцию, что значительно уменьшает интраоперационную травму и кровопотерю [193]. Такой подход к эндовакулярной временной окклюзии артерии с дальнейшей открытой резекцией известен как «гибридный» вариант.

1.3 Заключение

На сегодняшний день ТС продолжает быть “золотым стандартом” лечения терминальной стадии сердечной недостаточности [1]. В последнее время растет количество реципиентов с расширенными критериями, обладающих значимой коморбидностью (сахарный диабет, ожирение, мультифокальный атеросклероз и тд.), а также пациентов, ожидающих трансплантацию сердца на МПК

посредством ВА ЭКМО, что закономерным образом способствует росту числа осложнений, рассмотренных в обзоре литературы.

Послеоперационная ГРИГ является одним из опасных осложнений ТС, сопровождается высокой госпитальной летальностью, требует выполнения значительного числа дополнительных хирургических вмешательств, что естественно увеличивает риски для пациента, делает процесс лечения существенно более дорогим и длительным. На сегодняшний день среди специалистов-трансплантологов не существует однозначного и определенного подхода к лечению ГРИГ после трансплантации сердца. По всей видимости, оптимальный алгоритм лечения ГРИГ после ТС должен быть персонифицированным, основанным на опыте коллектива и достижениях мировой практики в целом. Данный тезис подчеркивает актуальность выполнения настоящего исследования.

Активное применение краткосрочной механической поддержки, путем периферической канюляции бедренных сосудов при ВА ЭКМО может привести к тяжелым сосудистым осложнениям. Наличие ЛАБА в посстрасплантационном периоде опасно возможным разрывом и дальнейшим кровотечением. Поиск новых, более щадящих, с учетом наличия иммуносупрессии и более сложного заживления ран высокотехнологичных и миниинвазивных “гибридных” способов лечения ЛАБА у реципиентов сердца после применения ВА ЭКМО периферическим доступом делает данную работу актуальной в этой части исследования. Разработка такого подхода позволит добиться положительного результата из-за снижения интраоперационной кровопотери, травматичности вмешательства, сделает вмешательства более комфортными для хирурга, а, следовательно - и более безопасными для пациентов.

Поиск новых хирургических подходов к лечению ГРИГ и ЛАБА у реципиентов сердца и стал побуждающим мотивом для выполнения данной работы.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование

В основу работы положены клинические наблюдения за 1509 пациентами, которым была выполнена ортотопическая трансплантация сердца в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В. И. Шумакова» с 1 января 2014 по 31 декабря 2022 года. Данная работа представляет собой сравнительный ретроспективный анализ групп пациентов с выявленными хирургическими экстракардиальными осложнениями – ГРИГ и ЛАБА, и без таковых. Выделены следующие две основные группы пациентов, которым требовалось дополнительное экстракардиальное хирургическое лечение:

1. Пациенты, у которых после проведения ортотопической трансплантации сердца возникла глубокая раневая инфекция грудины, требовавшая многоэтапного хирургического лечения - 21 реципиент сердца.
2. Пациенты, у которых при проведении ортотопической трансплантации сердца использовалась краткосрочная МПК методом периферической ВА ЭКМО с последующим возникновением ложной аневризмой бедренной артерии, потребовавшей хирургического лечения - 23 реципиента сердца.

Основная группа пациентов с ГРИГ включала 19 мужчин и 2 женщины в возрасте от 15 до 65 лет ($47,48 \pm 11,46$) на момент выполнения ТС. Критериями включения в группу хирургического лечения ГРИГ являлись:

- наличие у пациентов, перенесших ТС, инфекционного процесса в области стеральной раны, в том числе наличие клинически верифицированного диагноза ГРИГ с положительным бактериологическим посевом из раны или асептической медиастинальной дегисекции.

- применение у пациентов методов вакуумной терапии ран, в том числе открытое ведение раны или их комбинация.

Группа пациентов, которым потребовалось хирургическое вмешательство после ТС на бедренных сосудах, включала 18 мужчин и 5 женщин в возрасте от 20 до 63 ($43,26 \pm 12,62$) лет на момент ТС. Всем пациентам была выполнена резекция ЛАБА.

15 пациентам была выполнена открытая хирургическая резекция ЛАБА с последующей пластикой пораженной бедренной артерии. Шестерым из них операция выполнялась в экстренном порядке ввиду разрыва аневризматического мешка с интраоперационной временной остановкой кровотечения при помощи мануальной компрессии, а так же с помощью открытой окклюзии катетером Фогарти (двое пациентов). Восемью пациентам было выполнено гибридное рентгенэндоваскулярно-ассистированное вмешательство, включающее эндоваскулярную окклюзию бедренной артерии в зоне нахождения шейки ЛАБА с последующим ушиванием шейки аневризмы или реконструкции бедренной артерии через полость аневризматического мешка.

Группа сравнения включала пациентов, которым в период с января 2014 по декабрь 2022 была выполнена ТС, за исключением тех, которые были внесены в основные группы, и составила 1466 пациентов. Отбор, обследование, лечение и мониторинг пациентов проводились в ФГБУ НМИЦ ТИО им. ак. В.И.Шумакова на базе отделения кардиологии (зав. д.м.н. Н.Н. Колоскова), отделения анестезиологии и реанимации (зав. проф., д.м.н. В.Н. Попцов) и 3-го кардиохирургического отделения (зав. д.м.н. В.М. Захаревич).

2.2 Методы исследования

До выполнения ТС все пациенты обследовались в отделении кардиологии с целью выявления показаний и исключения противопоказаний к проведению трансплантации сердца. Обследование пациентов проводилось в соответствии со стандартным протоколом, принятым в нашем центре, включающим следующие пункты:

1. Общеклиническое физикальное обследование: сбор жалоб и анамнеза жизни, осмотр, пальпация, перкуссия, аускультация;

2. Лабораторные исследования (общий анализ крови, развернутый биохимический анализ крови, развернутая коагулограмма крови и агрегация тромбоцитов с индукторами, общий анализ мочи, КЩС и электролиты крови, сахарная кривая, гормоны щитовидной железы, концентрация такролимуса, бактериологические и вирусологические исследования, уровень NT-proBN, определение группы крови и резус-фактора, перекрестный лимфоцитотоксический тест и другие необходимые исследования). Исследования выполняли в клинико-диагностической лаборатории (зав. к.м.н. Н.П. Шмерко).

3. Бактериологические исследования выполнялись в бактериологической лаборатории (зав. Д.Р. Псеунова) по стандартным методикам с использованием микробиологического анализатора ErbaScan, (ErbaLachema, Чехия.); автоматизированной системы идентификации микроорганизмов MALDI-TOF-AUTO MS 1000, (Autobio Diagnostics, Китай). Тестирование на антибиотикорезистентность проводилось диско-диффузионным методом, а также методом двойных серийных разведений. Детекцию основных механизмов устойчивости проводили фенотипическими тестами. Бактериологическое исследование раневого отделяемого проводили при выявлении отделяемого стерильной раны при перевязках после ТС, интраоперационно при ревизии, санации и постановке VAC системы, а также в послеоперационном периоде при открытом ведении раны каждые 7 суток, согласно протоколу.

Контрольное бактериологическое исследование проводили перед пластическим этапом хирургического лечения. Критерием к возможности выполнения пластического этапа было наличие 3 последовательных отрицательных посевов. Взятие раневого отделяемого осуществлялось стерильным тампоном. Доставка проб в бактериологическую лабораторию в коммерческих транспортных средах Amies, при комнатной температуре в день взятия. Посев биологического материала выполняли на стандартные (кровяной агар, с 5% бараньей кровью, шоколадный агар), хромогенные (URISELECT4,

хромогенный агар для грибов р.Candida) селективные питательные среды (Шедлер-агар, маннитол-желточно-солевой агар), а также на среды обогащения (триптиказеино-соевый бульон). Посевы инкубировали в термостатах при температуре 37С, с последующим изучением чувствительности к антибиотикам выделенных штаммов микроорганизмов. Постановка тестов по определению чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам и интерпретацию полученных результатов выполняли в соответствии с действующими Клиническими рекомендациями «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» 2021г.-2022г. По модифицированному методу Кузина М.И. и соавт. Проводили количественное определение содержания выявляемых возбудителей раны [194].

4. Рентгенологические исследования: магнитно-резонансная томография и мультиспиральная компьютерная томография выполняли на МР-томографах Magnetom Sonata 1.5 T, Siemens, Германия и GE Signa Voyager, General Electric, США; компьютерных томографах MSCT Sensation-64, Siemens, Германия и GE Revolution EVA, General Electric, США (отделение рентгенодиагностическое, зав. к.м.н. Н.А. Ручьева).

Всем пациентам с ГРИГ выполняли МСКТ органов грудной клетки с целью выявления диастаза/несостоятельности грудины, оценки состояния костной ткани грудины, ребер и окружающих тканей, выявления костных секвестров и инфильтрации в тканях, прилежащих к груди и ребрам, а также в переднем средостении, выявления наличия жидкостных медиастинальных затеков. Изучали состояние и расположение створок грудины, распространение гнойного процесса на хрящевые части ребер. Оценивали объем и протяженность жидкостных скоплений в области переднего средостения. Визуализация с помощью МСКТ органов грудной клетки диастаза рукоятки грудины, несостоятельность швов, и неоднородная имбибиция престернальной клетчатки представлена на рисунках 1а (поперечный срез) и 1б (фронтальный срез).

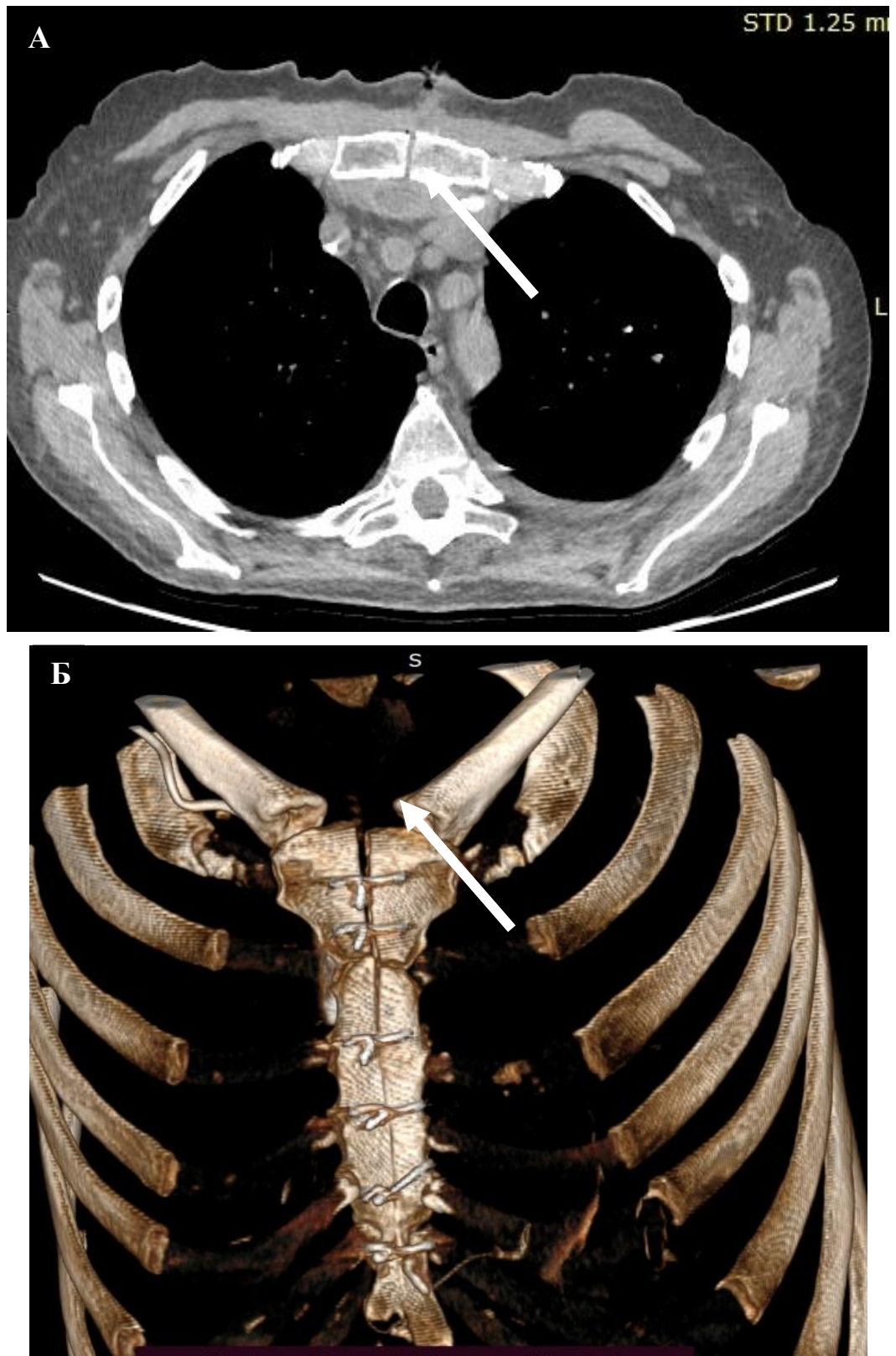


Рисунок 1 – Мультиспиральная компьютерная томография грудной клетки (стерномедиастинит Шб тип): А – поперечный срез, Б – фронтальный срез (стрелками указан диастаз рукоятки грудины)

У пациентов со свищевой формой стерномедиастинита выполнялась МСКТ фистулография.

Всем пациентам с развившейся ЛАБА выполняли МСКТ с контрастным усилением сосудов нижних конечностей с целью оценки размеров и расположения аневризматического мешка, размеров бедренных сосудов, наличия тромботических масс, ячеистости, многокамерности, размеров и локализации шейки, наличия АВФ. Важным было определение уровня и локализации отхождения шейки аневризматического мешка, на основании чего в дальнейшем определялся персонифицированный хирургический подход. Выполнялось измерение диаметров общей бедренной, поверхностной и глубокой артерии бедра с целью подбора эндоваскулярного баллона адекватного диаметра. Индивидуальное 3D-моделирование ЛАБА представлено на рисунке 2.

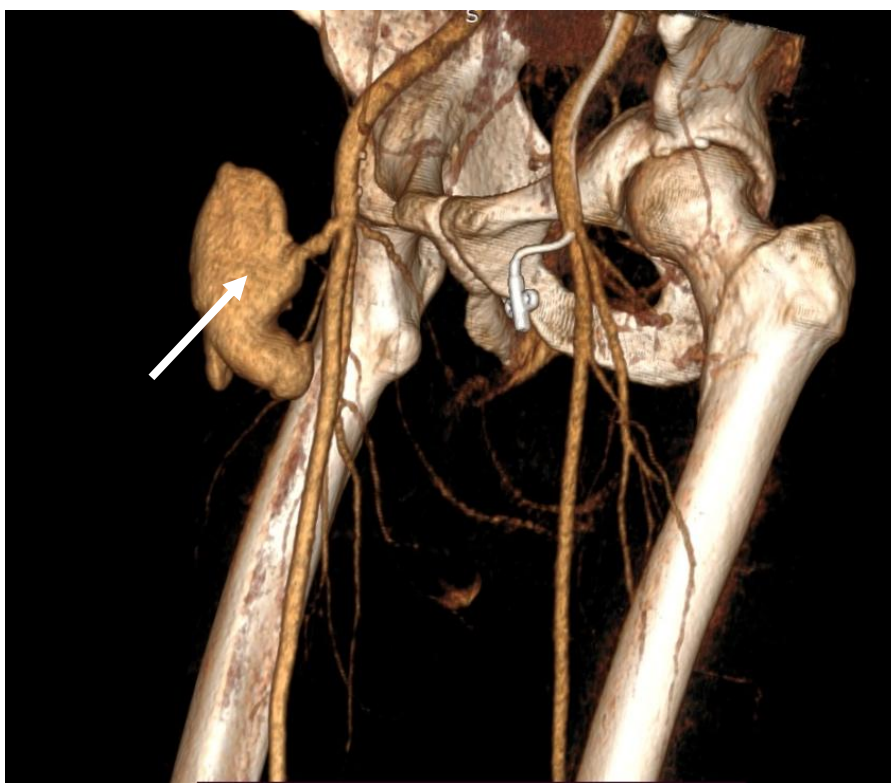


Рисунок 2 – Мультиспиральная компьютерная ангиография сосудов нижних конечностей. 3D реконструкция ложной аневризмы бедренной артерии (белой стрелкой обозначен аневризматический мешок)

5. Регистрацию и запись электрокардиографии (ЭКГ) проводили на аппарате «Megacart» фирмы «Siemens» (Германия). ЭКГ регистрировали в 12 отведениях: 6 стандартных и 6 грудных. ЭКГ проводили при поступлении в стационар и в дальнейшем – при наличии показаний.

6. Трансторакальная, транспищеводная эхокардиография (ЭхоКГ) и ультразвуковая доплерография сосудов выполнялись в отделении ультразвуковой и функциональной диагностики (зав. к.м.н. И. Ю. Тюняева). ЭхоКГ выполнялись на аппаратах Vivid S70, GE Logic V2, General Electric, США. Обследование включало выполнение двухмерной ЭхоКГ для определения объемных характеристик и размеров левого желудочка (конечный диастолический размер (КДР), конечный диастолический объем (КДО), конечный систолический размер (КСР), конечный систолический объем (КСО), ударный объем (УО) с вычислением фракции изгнания ЛЖ по алгоритму Тейхольца и по формуле «Biplane» в 4-х и 2-х камерной апикальной позиции.

УЗИ доплерография сосудов нижних конечностей позволяла оценить размеры аневризматического мешка, наличие тромботических масс, а также после проведения резекции ЛАБА проводилась оценка магистрального кровотока в дистальном русле.

7. Рентгенохирургические исследования, выполнялись в отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения (зав. д.м.н., проф. Б.Л. Миронков). Исследования проводили на аппаратах Allura XPER FD20 (Phillips, Нидерланды) и AxiomArtis (Siemens, Германия). По показаниям выполнялось коронароангиографическое (КАГ) исследование трансплантированного сердца по методике M. Judkins.

С целью временной окклюзии общей бедренной артерии в месте отхождения шейки аневризмы применялся баллонный дилатационный катетер Mustang 9.0mm x 40 mm 135 cm (Boston Scientific, США), раздутие которого производилось при помощи ручного насоса для катетеров Dolphin (Perous Medical, Франция).

2.3 Статистический анализ

Данные исследований обрабатывали с помощью программы Microsoft Excel (Microsoft Office 2019) методами параметрической статистики. Окончательный статистический анализ непараметрических переменных и оценки выживаемости, а также графическая статистика выполнены с помощью программы Statistica 13.3 (StatSoft) с использованием руководств по медицинской и биологической статистике [195].

В исследовании выживаемость оценивали с помощью построения кривых Каплана-Мейера (оценка достоверности различий на основании критерия Гехана-Уилкоксона). Достоверность различий оценивали критериями для непараметрических переменных Манна-Уитни для сравнения независимых переменных. Приведены средние арифметические величины показателей и стандартные ошибки среднего значения. Для проверки нулевой гипотезы относительно однородности пациентов в сравниваемых группах применяли точный критерий Фишера. Статистически значимыми считали отличия при $p < 0,05$.

Для оценки времени до наступления неблагоприятного исхода (летальный исход, развитие кровотечения), а также факторов, влияющих на его возникновение, строили кривые Каплана-Мейера. Выявленные закономерности и связи изучаемых параметров между различными группами были достоверными при вероятности безошибочного прогноза $p = 95\%$ ($p < 0,05$).

ГЛАВА 3. ХИРУРГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ГЛУБОКОЙ РАНЕВОЙ ИНФЕКЦИИ ГРУДИНЫ

3.1 Характеристика реципиентов сердца с развившейся глубокой раневой инфекции грудины

За период с 01.01.2014 по 30.12.2022 ГРИГ развилась у 21 реципиента (1,39%) в посттрансплантационном периоде. В зависимости от наличия факторов риска, сроков манифестации ГРИГ, неэффективных попыток хирургического лечения, пациентов распределяли на 5 типов согласно классификации E.I. Oakley 1996 года. I и II типов не было ни у одного пациента, ввиду наличия, как минимум, одного фактора риска - ИСТ в посттрансплантационном периоде. Тип IIIa (развитие до 2 недель) возник у 4 пациентов, тип IIIb (развитие от 2 до 6 недель) – у 13 пациентов, Тип IVb у 2 пациентов и Тип V - у 2 пациентов. У 2 пациентов с типом IVb до госпитализации в клинику выполняли 2 неэффективные попытки хирургического лечения, при чем первое проявление ГРИГ возникло спустя более 300 суток после ТС. Распределение пациентов с ГРИГ по классификации E.I. Oakley 1996 года приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение пациентов с глубокой раневой инфекцией грудины по классификации E.I. Oakley 1996 года

Тип стерномедиастинита	Число пациентов
Тип I	0
Тип II	0
Тип IIIa	4 (19.05%)
Тип IIIb	13 (61.91%)
Тип IVa	0
Тип IVb	2 (9.52%)
Тип V	2 (9.52%)

Как видно из таблицы 1, подавляющее большинство пациентов, включенных в исследование, имели стерномедиастинит III а и III б типов по классификации El. Oakley

Распределение пациентов с ГРИГ по группам в соответствии с классификацией F. Robiszek 2000 года приведено в таблице 2.

Таблица. 2 – Распределение пациентов с раневой инфекции грудины по группам в соответствии с классификацией F. Robiszek 2000 года

Тип стерномедиастинита	Число пациентов
Тип I	1
Тип II	16
Тип III	4

Как видно из таблицы 2, в структуре заболеваемости преобладали пациенты II типа с манифестацией клинических проявлений в интервале от 1 до 4 недель после ТС.

При выявлении ГРИГ тактика и объем первой ревизии и санации раны существенно различалась в зависимости от сроков манифестации осложнения. У 17 пациентов (80,95%), которые соответствовали по классификации El. Oakley 3А и 3В типам, а также по классификации F. Robiszek I и II типам, ГРИГ была выявлена в раннем послеоперационном периоде в течение первых четырех недель после трансплантации сердца. Ранние проявления ГРИГ у этих пациентов характеризовались низкой прочностью рубца, удерживающего фрагменты грудины, отсутствием достоверных признаков остеодеструкции, пролабированием и отсутствием консолидации предгрудинной подкожно-жировой клетчатки. Тяжесть общего состояния была обусловлена недавно перенесённой трансплантацией сердца, декомпенсацией углеводного обмена, гипопроотеинемией, анемией, проявлениями полиорганной недостаточности.

У 4 пациентов (19,04%) была выявлена свищевая форма стерномедиастинита, развившегося спустя более чем 300 суток после ТС.

Сравнительная характеристика пациентов с развитием ГРИГ и без таковой приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика пациентов с развитием глубокой раневой инфекцией грудины и без таковой

Характеристика пациентов	Пациенты без осложнений	Пациенты с ГРИГ	Достоверность значений, p
Возраст, лет	От 9 до 87 лет 46,5 ± 12,99	От 14 до 65 лет (47,48 ± 11,74)	p=0,82 Mann-Whitney
Пол, количество пациентов:			
Мужчин (%)	1254 (85,54%)	19 (90,48%)	p>0,05
Женщин (%)	212 (14,46%)	2 (9,52%)	
Диагноз до ТС, количество реципиентов:			
ДКМП (%)	839 (57,23%)	12 (57,14%)	p>0,05
ИКМП (%)	536 (35,56%)	8 (38,1%)	
РеТС (%)	41 (2,8%)	1 (4,76%)	
ГКМП (%)	29 (1,98%)	0	
РКМП (%)	21 (1,43%)	0	
Наличие факторов риска, количество реципиентов:			
Диабет (%)	194 (13,23%)	1 (4,76%)	p>0,05
Ожирение (%)	275 (18,76%)	7 (33,33%)	p>0,05

*ГРИГ – глубокая раневая инфекция грудины

*ТС – трансплантация сердца

*ДКМП – дилатационная кардиомиопатия

*ИКМП – ишемическая кардиомиопатия

*РеТС – ретрансплантация сердца

*ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия

*РКМП – рестриктивная кардиомиопатия

Достоверных различий между реципиентами в группах с ГРИГ и без таковой по указанным параметрам выявлено не было. Исходное заболевание, которое привело к ТС в данной группе пациентов было следующим: дилатационная кардиомиопатия - 12 пациентов (57,14%), ишемическая

кардиомиопатия - 8 пациентов (38.1%) и отторжение трансплантированного сердца, потребовавшее выполнения ретрансплантации – 1 пациент (4,76%).

Значимые факторы риска развития ГРИГ, такие как ИСТ присутствовала у всех пациентов – 100%, сахарный диабет - у 2 пациентов (9,52%), ожирение - у 5 пациентов (23,81%). ТС являлась повторной операцией на сердце у 5 пациентов (23,8%). Из них 1 пациент после имплантации АВК-Н, 2 пациента после аортокоронарного шунтирования в условиях ИК, 1 ретрансплантация сердца, причем первая ТС после протезирования митрального и аортального клапанов, 1 пациент после протезирования митрального клапана). 11 пациентов (52,38%) перед ТС находились на МПК (один пациент с имплантированной системой АВК-Н, 10 пациентов ожидали ТС на ВА ЭКМО).

Актуральная свобода от развития ГРИГ приведена на рисунке 3.

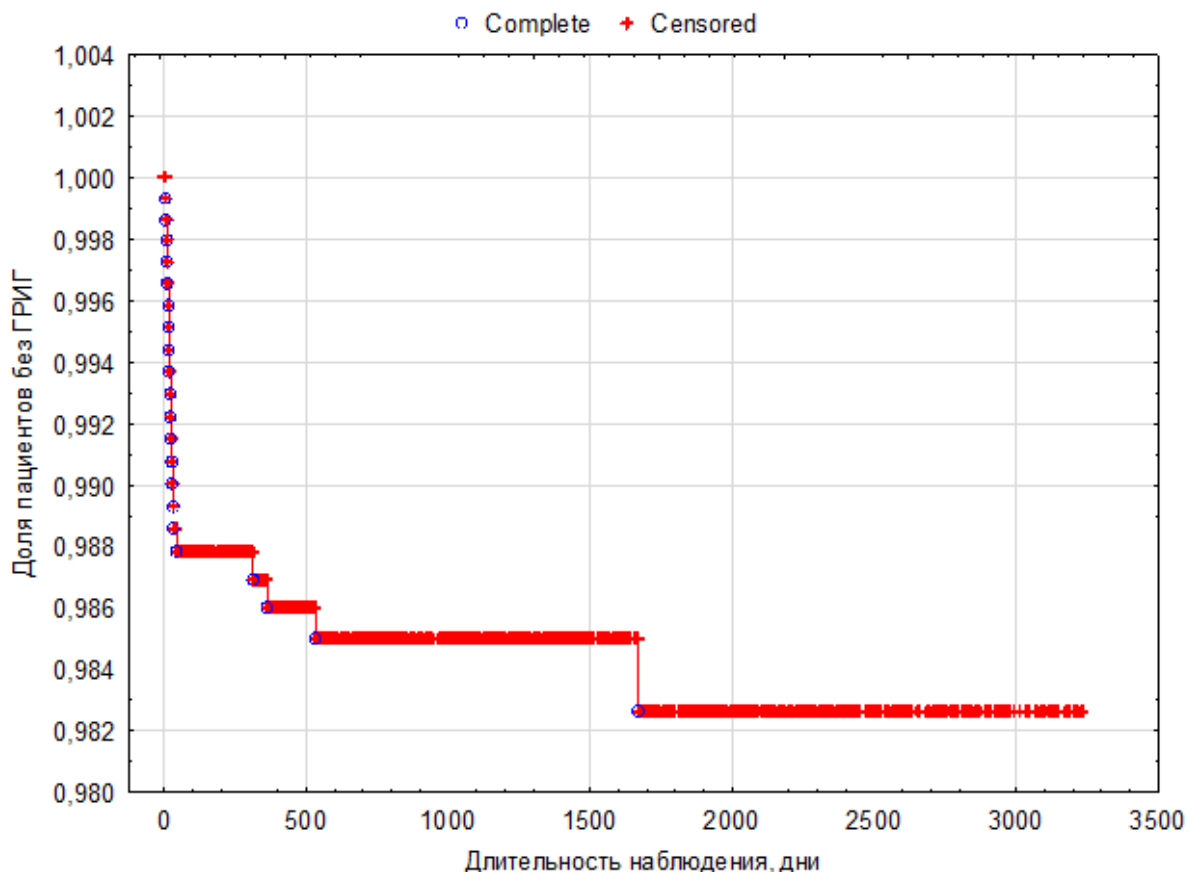


Рисунок 3 – Актуральная свобода от развития глубокой раневой инфекции грудины

Как видно из рисунка 3, подавляющая часть реципиентов сердца не подвергались развитию ГРИГ. Их общая доля на протяжении 3238 дней составила 98,2% реципиентов. Таким образом, как видно из графика, установлено, что подавляющая часть реципиентов, пройдя ранний посттрансплантационный период, остается свободной от развития ГРИГ.

Госпитальная летальность пациентов с ГРИГ различных типов составила 14,29% (3 пациента). Причинами летального исхода у 2 пациентов стал синдром полиорганной недостаточности, у 1 пациента – дисфункция трансплантированного сердца.

3.2 Хирургическая тактика лечения реципиентов сердца на ранних этапах клинических проявлений глубокой раневой инфекции грудины

Одному пациенту с I типом стерномедиастинита по классификации Robiszek, ввиду отсутствия проявления остита и бактериального обсеменения раны была выполнена операция реостеосинтеза грудины по Робичеку.

Для подавляющего большинства реципиентов сердца в качестве хирургической тактики лечения стерномедиастинита была выбрана тактика этапного хирургического лечения, в дальнейшем показавшая свою эффективность, надежность и безопасность.

Всем остальным пациентам (20 пациентов) с момента выявления признаков стерномедиастинита в обязательном порядке выполнялся первый этап, который заключался в хирургической санации очага гнойно-воспалительного процесса в тканях ПГС и переднего средостения. Интраоперационные иллюстрации представлены на рисунке 4.

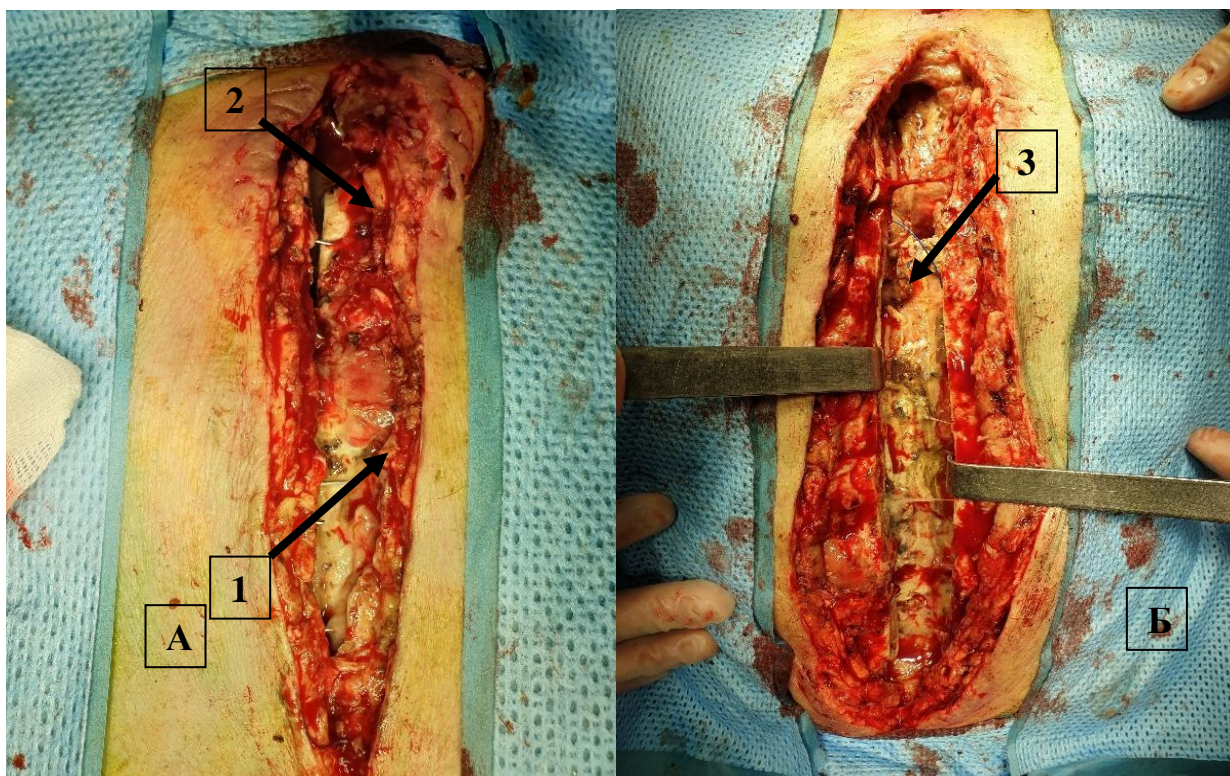


Рисунок 4 – Первая операция рестернотомии, ревизии и санации глубокой раневой инфекции грудины у пациента с III б типом стерномедиастинита: А — общий вид стернальной раны после разведения кожи и подкожно-жировой клетчатки. Отмечается выраженный инфекционный процесс предгрудинной клетчатки (1) и диастаз рукоятки грудины (2); Б – удаление стернальных швов, разведенные створки грудины, ревизия переднего средостения. Выраженный инфекционный процесс загрудинной клетчатки средостения (3)

3.2.1 Алгоритм проведения санационного этапа при распространенных раневых стернальных инфекциях на ранних сроках после операции

Алгоритм выполнения первого санационного этапа лечения включал последовательность следующих хирургических этапов и манипуляций:

1. Разведение кожи и подкожной клетчатки стернотомной раны в пределах тканей, пораженных инфекцией и/или имеющих признаки некроза, ослизнение тканей, наличие пропитывания мутным или слизистым экссудатом, отсутствие признаков нормального кровоснабжения тканей, наличие некротического целлюлита подкожно-жировой клетчатки. При этом надежным предиктором отсутствия первичной тканевой склейки и развития инфекционного процесса являлось пролабирование при пальцевой ревизии подкожно-жировой клетчатки в области раны. При выполнении данного этапа тщательно удалялся весь шовный материал из раны, а также некротические секвестры подкожно-жировой клетчатки до появления признаков кровоснабжения. В обязательном порядке брались бактериологические посеvy тканей и/или раневого отделяемого.

2. Далее производилась оценка состояния передних кортикальных пластинок створок грудины, состоятельность стернальных проволочных швов, наличие поступления патологического отделяемого (как правило, таковым являлся мутный экссудат) между створок грудины, в субксифоидальном и ретроманубриальном отделах грудины. Надежным указателем вовлечения в гнойно-воспалительный процесс грудины являлось наличие некроза и появление костных секвестров передней кортикальной пластины грудины. При выявлении указанных находок принималось решение о снятии проволочных швов с грудины с целью обеспечения хирургического доступа к тканям переднего средостения и к полости перикарда, а также с целью декомпрессии губчатого вещества створок грудины. При отсутствии убедительных данных на данном этапе о распространении раневого инфекционного процесса в переднее средостение и/или полость перикарда проволочные швы на груди не разводились. В обязательном порядке

проводился забор раневого отделяемого и/или тканей раны из нескольких ее компартаментов для бактериологического исследования.

3. После разведения створок грудины осуществлялась ревизия тканей переднего средостения, включавшая выявление некротических секвестров жировой ткани тимуса, пропитывание тканей переднего средостения экссудатом, выявление наличия старых сгустков крови и сообщения переднего средостения с полостью перикарда. При отсутствии сообщения с полостью перикарда осуществлялось удаление некротических тканевых секвестров с учетом безопасности их удаления в отношении развития кровотечения и старых сгустков крови. Удалялись острые края, секвестры и отломки кортикальных пластин грудины во избежание травматизации ими сердца и крупных сосудов при последующем проведении VAC терапии. В обязательном порядке проводился забор раневого отделяемого и/или тканей раны из нескольких ее компартаментов для бактериологического исследования.

4. При выявлении сообщения перикарда с инфицированным передним средостением обеспечивался бережный доступ в полость перикарда, удалялись старые сгустки крови и экссудат, осуществлялась ревизия анастомозов донорского и реципиентского сердца на предмет их герметичности. Удалялись острые края, секвестры и отломки кортикальных пластин грудины во избежание травматизации ими сердца и крупных сосудов при последующем проведении VAC терапии. В обязательном порядке проводился забор раневого отделяемого и/или тканей раны из нескольких ее компартаментов для бактериологического исследования.

Хирургическая ревизия могла быть остановлена на любом из вышеуказанных этапов в зависимости от хирургических находок. Финальный объем ревизии и санационных манипуляций определялся хирургом, имеющим значительный стаж и опыт лечения раневых инфекционных осложнений в кардиохирургии.

В качестве санационных мер на всех этапах использовалось 2-х кратное промывание ран и/или полостей водным раствором бетадина в концентрации 5% с 15-20 минутной экспозицией.

Указанный выше алгоритм использовался при лечении распространенных раневых инфекций, развившихся на ранних сроках после ТС ($20,88 \pm 8,59$ суток) у 17 больных. При лечении локальных свищевых форм стерномедиастинита нами был разработан иной протокол, который будет описан далее.

3.2.2 Алгоритм проведения вакуумной терапии ран

После выполнения ревизии и санации производилось первое наложение VAC системы. Применение вакуумной терапии ран осуществлялось с помощью перевязочных комплектов VivanoMed Foam (производитель PAUL HARTMANN, Германия) в комбинации с портативными аппаратами вакуумной обработки ран VivanoTec AG/ATMOS S042 NPWT (производитель PAUL HARTMANN, Германия) и контейнера для сбора экссудата (производитель ATMOS, Германия). В пределах раневой полости по всей площади раны накладывалась поролоновая мелкопористая губка, вырезаемая по месту с помощью стерильных ножниц. При раскрое губки обязательно удалялись мелкие фрагменты, иногда остающиеся по краям разрезов. Далее рану, покрытую губкой, герметизировали с помощью адгезивной прозрачной полиэтиленовой раневой пленки Hydrofilm. Для надежной герметизации раны обеспечивалось покрытие не менее 5 см неповрежденной кожи по ее краям. Для расположения VivanoTec Port выбиралось место на поверхности пленки по центру по отношению к расположению губчатой повязки, вырезалось отверстие диаметром около 2–4 см, над которым накладывался VivanoTec Port. Далее отводной силиконовый шланг системы вакуумной обработки ран соединялся с канистровым силиконовым шлангом контейнера и с вакуумным аспиратором.

Медицинские вакуумные аппараты снабжены насосом с сетевым электроприводом и встроенным литиевым аккумулятором, способным поддерживать отрицательное давление в ране не менее 12 часов. Вакуумная терапия ран осуществлялась путём поддержания целевого уровня локального

отрицательного давления в пределах от 80 до 135 мм рт. ст. Наборы не затрудняли мобильность пациента.

Дальнейшая тактика ведения пациентов зависела от общего клинического состояния, данных лабораторных анализов, результатов бактериологических посевов. Смена вакуумной повязки выполнялась не реже, чем 1 раз в неделю, при необходимости перевязки выполнялись чаще. Смена вакуумной повязки осуществлялась либо в стерильных условиях перевязочной, либо в стерильных условиях операционной (при наличии выраженного болевого синдрома). При каждой очередной перевязке в обязательном порядке забирался материал из раны для бактериологического исследования.

Критерии эффективности VAC терапии были следующими:

1. Присутствие активных ярко-розовых грануляций, покрывающих поверхность раны на возрастающей площади при каждой очередной перевязке
2. Сокращение глубины внутрираневого расщелин и ходов при каждой очередной перевязке
3. Отчетливая раневая контракция
4. Отсутствие слизисто-гнойного налета на поверхности грануляций.
5. Наличие краевой эпителизации

Всем пациентам с верифицированным положительным бактериальным посевом из раны в послеоперационном периоде проводилась коррекция ИСТ в виде временной отмены микрофенолата мофетила на период лечения. При этом контроль функции трансплантированного сердца осуществлялся с помощью ЭхоКГ, при выявлении снижения сократительной способности миокарда выполнялись повторные эндомиокардиальные биопсии с целью выявления отторжения пересаженного сердца.

Закрытие раны вторичным натяжением с помощью вакуумной терапии, без второго (пластического) этапа, было выполнено у 10 пациентов. Вид раны в процессе VAC терапии приведен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Заживление раны вторичным натяжением у пациента с глубокой раневой инфекцией грудины после этапного лечения вакуумной терапией ран. перевязка раны в стерильных условиях

Прекращение VAC терапии при ее использовании в качестве метода дефинитивного закрытия раны основывалось на наличии полной эпителизации поверхности раны.

Длительность проведения VAC терапии при ее использовании в качестве метода дефинитивного закрытия раны у 10 пациентов была различной в зависимости от объема и глубины раны и в среднем составила $158,47 \pm 71,74$ суток.

3.2.3 Алгоритм хирургической пластики ран передней грудной стенки с использованием технологии перемещенных кожно-фасциальных лоскутов

Восьмерым реципиентам донорского сердца в качестве заключительного этапа лечения ГРИГ была выполнена пластика дефекта ПГС методом перемещенных кожно-фасциальных лоскутов, ранее разработанным и апробированным при лечении стерномедиастинитов у нетрансплантационных кардиохирургических пациентов.

Для них был использован новый комплексный хирургический подход к лечению ГРИГ у пациентов после ТС, разработанный д.м.н. Захаревичем В. М. и к.м.н. Митишом В. А. при участии Позднякова О. А.

У всех пациентов в данной группе в качестве первого этапа лечения после первичной хирургической санации была использована VAC терапия.

Критериями возможности перехода к пластическому этапу лечения явились следующие:

1. Отсутствие ретростернальных и престернальных жидкостных линз по данным компьютерной томографии.
2. Выраженная раневая контракция (по оценке хирурга со значительным опытом лечения стерномедиастинитов).
3. Активные ярко-розовые грануляции без слизисто-гнойного налета, покрывающие целиком поверхность раны.
4. Начало краевой эпителизации.
5. 3-х кратные последовательные отрицательные посева с поверхности раны (бактериологическая чистота раны).
6. Отсутствие высоких уровней маркеров воспаления в анализах крови (лейкоцитоз, СРБ, прокальцитонин).
7. Отсутствие жизнеугрожающих нарушений функции трансплантата и гемодинамическая стабильность.

Так же с целью оценки возможности проведения оперативного вмешательства под эндотрахеальным наркозом выполнялись клиничко-лабораторные исследования, ЭКГ, трансторакальная ЭхоКГ, МСКТ органов грудной клетки. На МСКТ грудной клетки с 3D реконструкцией оценивали состояние и расположение створок грудины, объем и протяженность дефекта ПГС.

Данная технология позволила выполнить пластику дефекта ПГС как с проведением реостеосинтеза у 8 пациентов.

Суть описываемой хирургической технологии заключается в использовании для закрытия дефекта ПГС – перемещенных кожно-фасциальных лоскутов. Данная стратегия легла в основу успешного лечения у пациентов после ТС, осложненной развитием ГРИГ, требовавшей хирургического закрытия раневого дефекта ПГС.

Все реконструктивно-пластические вмешательства по закрытию дефектов ПГС производились в операционной под эндотрахеальным наркозом в условиях комбинированной сбалансированной анестезии. В обязательном порядке проводился инвазивный гемодинамический мониторинг, контроль диуреза посредством катетеризации мочевого пузыря.

Положение пациента на операционном столе – лежа на спине.

Последовательность хирургических этапов была следующей:

1. Удалялась губчатая повязка вакуумной системы, грудная клетка широко обрабатывалась 10% раствором бетадина как представлено на рисунке 6.
2. Края кожи по периметру раны иссекались в виде полосок толщиной 3-5 мм, при этом в обязательном порядке удалялся краевой слой эпидермиса, окаймляющий рану по периметру, пример иссечения представлен на рисунке 7. Грануляции, покрывающие рану ПГС, иссекались по всей поверхности раны вместе с подлежащим фиброзным слоем с помощью брюшистого скальпеля до неизменной подкожно-жировой клетчатки, имеющей нормальное кровоснабжение. При этом мелкие источники кровотечения подвергались точечной электрокоагуляции с минимально возможной мощностью тока 30 – 40 Ватт.
3. Костная пластина грудины зачищалась от грануляций с помощью распатора Фарабефа (представлено на рисунке 8), краевые участки верхней кортикальной пластины грудины, а также мелкие костные секвестры скусывались с помощью хирургических кусачек. Фиброзная мозоль между створками грудины, представляющая дно раны, с помощью изогнутого распатора или костной ложечки тщательно зачищалась от грануляций до появления небольшой диффузной кровоточивости («кровяная роса»). После этого рана тщательно

промывалась 5% раствором бетадина с целью санации и удаления мелких тканевых секвестров.

4. Принятие решения о возможности выполнения реостеосинтеза, основывалось на данных МСКТ и визуальной оценки состояния створок грудины (их фрагментация или отсутствие таковой): либо планировался прямой остеосинтез грудины отдельными проволочными швами, либо планировался остеосинтез по Робичеку с использованием одной или двух продольных проволочных шин.

5. С целью выполнения реостеосинтеза осуществлялось частичное или полное выделение створок грудины на всем протяжении на глубину, необходимую для наложения проволочных швов и/или дополнительных проволочных шин. На данном этапе имеется вероятность проникновения в плевральные полости или ранения внутренних грудных артерий, поэтому необходима осторожность и использование щадящей хирургической техники. Выделение створок грудины осуществляется тупым и/или острым путем с использованием щадящих режимов электрокоагуляции. При необходимости осуществлялось дренирование плевральных полостей. Пример остеосинтеза грудины проволочными металлическими швами показан на рисунке 9.

6. При принятии решения о выполнении только мягкотканой пластики ПГС 5 – й этап не выполнялся.

7. Выполнение непосредственно реостеосинтеза осуществлялось с использованием стандартных хирургических приемов. Перед сведением створок грудины в ретростернальное пространство устанавливался силиконовый дренаж.

8. Данный этап является наиболее технически сложным и прецизионным, и от качества его выполнения во многом зависит успех всей пластической операции. На этом этапе осуществляется выделение кожно-фациальных лоскутов из местных тканей, прилежащих к ране. Выделение осуществляется последовательно с обеих сторон. В состав кожно-фасциального лоскута должна входить кожа, подкожно-жировая клетчатка и пластина поверхностной грудной фасции. С целью облегчения выделения лоскута и создания тракции при его выделении по

каждой из сторон раны на кожу накладываются 4 – 6 лавсановых швов – держалок и берутся на зажимы, как показано на рисунке 9 и 10. Далее ассистент осуществляет за них тракцию в направлении вверх и на себя, а хирург с помощью сосудистых ножниц и электрокоагулятора осуществляет расслоение поверхностной грудной фасции на две пластины, одна из которых остается на лоскуте и является его основой, другая остается на мышцах ПГС и прикрывает их, что показано на рисунке 10. По возможности используются щадящие режимы электрокоагуляции и ее точечное использование. Одним из основных принципов выделения лоскута является минимизация объема коагуляционного некроза как на самом лоскуте, так и на подлежащем ложе. В процессе выделения лоскута в латеральную сторону периодически осуществляется его слайдинг за держалки в направлении к груди («примерка»). Тем самым определяется необходимая и достаточная глубина выделения лоскута. Глубина выделения лоскута в верхней, средней и нижней третях раны может быть разной. Критерием достаточной глубины выделения лоскута является перекрытие краем свободно-подтянутого лоскута срединной линии на 1,5 – 2 см без натяжения. Аналогичным образом осуществляется выделение лоскута с контралатеральной стороны. Этап выделения лоскутов по обеим сторонам с дальнейшей «примеркой» показан на рисунке 11.

9. На данном этапе осуществлялась фиксация кожно-фасциальных лоскутов к мышечно-фасциальному ложу ПГС с помощью лавсановых проникающих П-образных швов. Применение такой технологии позволяло надежно зафиксировать лоскут к ложу, избежать образования полостей под лоскутом и обеспечить отсутствие натяжения лоскутов в области срединной линии. Использование двух или трех рядов швов, расположенных вдоль срединной линии (в зависимости от ширины лоскута) позволяет обеспечить равномерный слайдинг лоскутов и привести их к срединной линии без натяжения. Первыми завязывались узлы ряда швов, наиболее удаленного от грудины, затем накладывался и завязывался ряд швов, расположенных ближе к груди. Заключительный вид пластической операции представлен на рисунке 12.

10. На данном этапе осуществлялась установка силиконового дренажа между лоскутами над грудиной, при этом использовался дренаж меньшего диаметра, чем под грудиной. Подкожно-фасциальные слои лоскутов сшивались между собой отдельными узловыми викриловыми швами. Кожа сшивалась П-образными лавсановыми швами.

11. Операция завершалась наложением повязки, пропитанной мазью «Левомеколь».

На всех этапах реконструктивно-пластической операции на ПГС периодически выполнялась обработка поверхности раны 5% водным раствором бетадина (йодопирона).



Рисунок 6 – Диастаз кожи, подкожно-жировой клетчатки, костных пластин грудины после снятия вакуумной повязки перед пластическим этапом операции

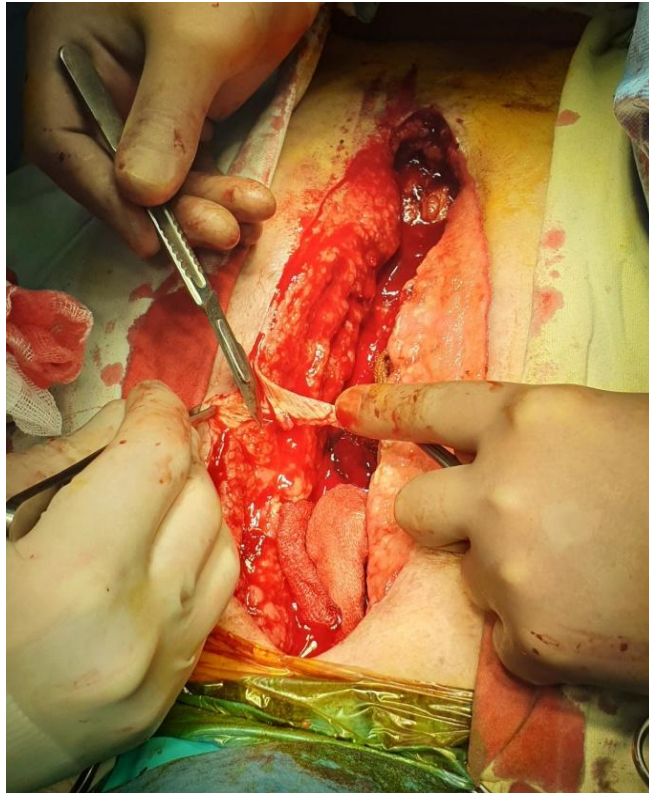


Рисунок 7 – Обработка краев раны мягких тканей в пределах кожи и пождочно-жировой клетчатки

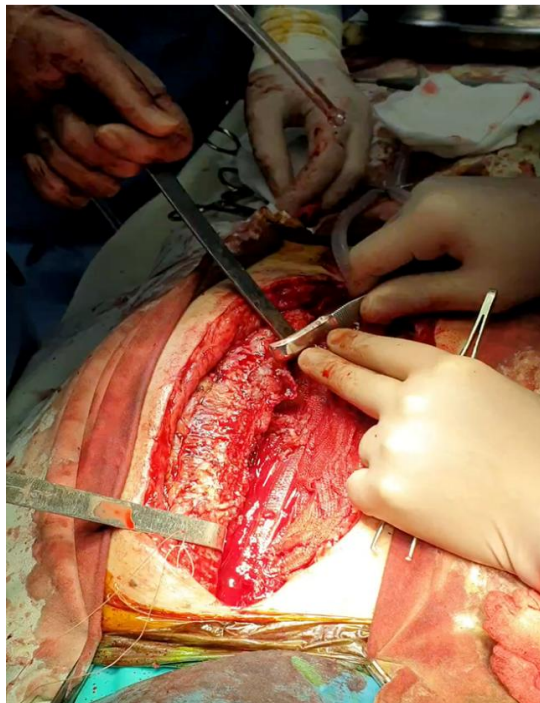


Рисунок 8 – Удаление грануляций, а также острых краев костной пластины грудины с помощью клиновидной режущей кромки распатора Фарабефа

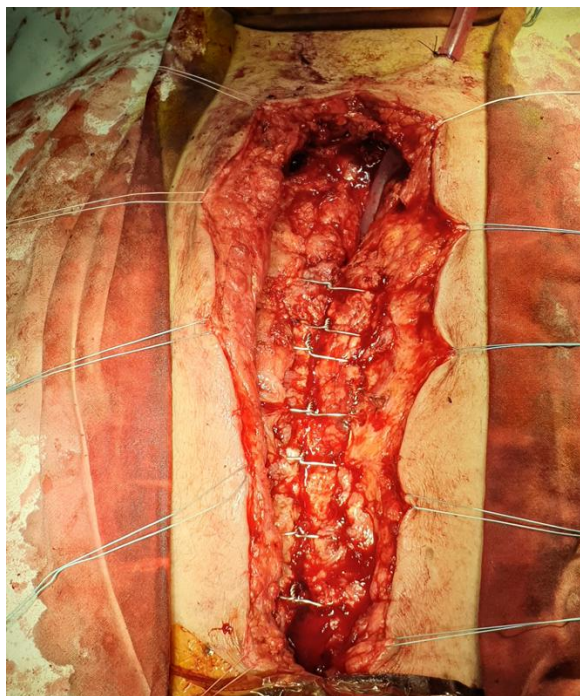


Рисунок 9 – Этап остеосинтеза грудины одиночными проволочными швами, наложение лавсановых швов-держалок на кожные края передней грудной стенки

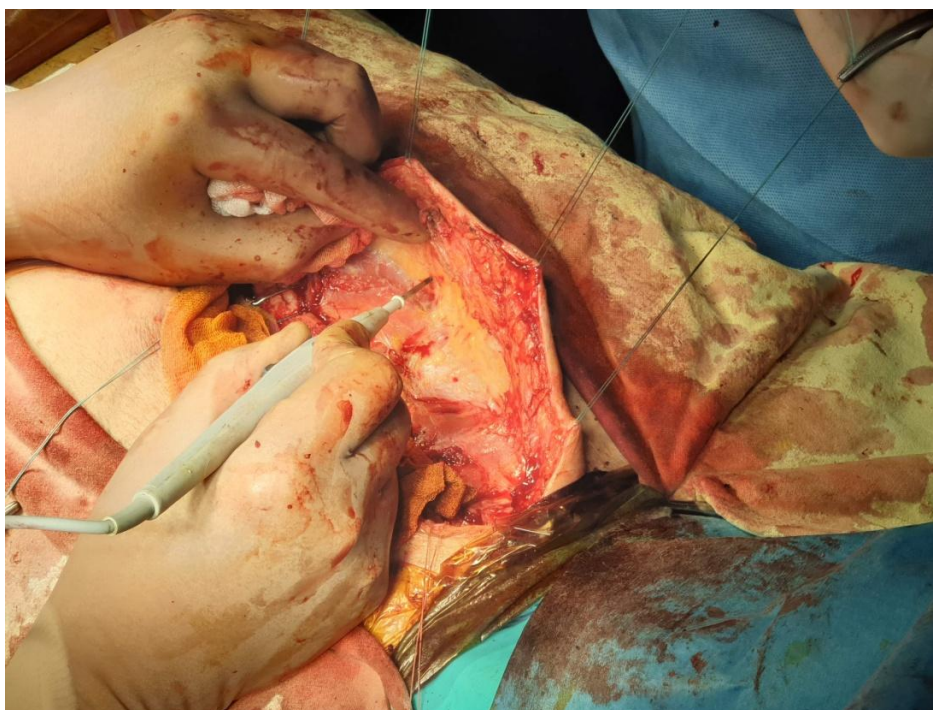


Рисунок 10 – Формирование кожно-фасциального лоскута передней грудной стенки при помощи электрокоагуляции



Рисунок 11 – Мобилизованные кожно-фасциальные лоскуты с обеих сторон. «Примерка» для дальнейшей фиксации их к мышечно-фасциальному ложу передней грудной стенки



Рисунок 12 – Фиксация перемещенных кожно-фасциальных лоскутов П-образными швами в два ряда к передней грудной стенке (Вид раны после провязывания швов)

3.2.4 Алгоритм ведения реципиентов сердца после выполнения пластики передней грудной стенки перемещенными кожно-фасциальными лоскутами

С целью оптимизации результатов пластики ПГС перемещенными кожно-фасциальными лоскутами нами был разработан алгоритм ведения данной категории пациентов в послеоперационном периоде. Основным хирургическим аспектом ведения пациентов являлись ежедневные перевязки. При перевязках оценивалось состояние лоскутов. При этом обращали внимание на следующие аспекты:

1. Наличие или отсутствие значимого отека лоскутов. Наличие значимого отека лоскутов могло свидетельствовать об ухудшении оттока тканевой жидкости из них и об ишемии лоскутов.
2. Цвет лоскутов. Нормальным цветом лоскутов являлся обычный цвет кожи без «синюшности» и выраженной гиперемии, которые могли свидетельствовать о нарушении венозного оттока из лоскутов или наличии выраженного воспалительного процесса в них.
3. Наличие или отсутствие флюктуации в зоне перемещенных лоскутов. Наличие флюктуации могло свидетельствовать о накоплении жидкости под лоскутами, что в свою очередь могло являться признаком воспаления или кровотечения в системе «ложе – лоскут».
4. Наличие эксфолиации эпидермиса на лоскутах и появление краевого некроза кожи могло свидетельствовать об ишемии лоскутов.

В описываемой нами когорте пациентов ни у одного из 8 пациентов не было выявлено патологических признаков, описанных выше, что свидетельствовало о нормальном течении раневого процесса и приживлении лоскутов.

При перевязках выполнялась обработка ПГС в зоне вмешательства раствором антисептика – экспозиция 10% раствором йодопирона, а также кожно-фасциальные лоскуты обильно закладывались стерильными салфетками с мазью Левомеколь.

При штатном течении раневого процесса на 14-15 сутки после реконструктивной операции начинали удалять внешние ряды разгрузочных П-образных швов с обеих сторон, а после 16 суток – внутренние ряды разгрузочных швов и кожные швы. Вид ПГС после заживления лоскутов и снятия разгрузочных швов представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Сформированный послеоперационный рубец через 15 суток после пластического этапа операции

Помимо хирургического лечения, важным аспектом являлась сопутствующая медикаментозная терапия. Ввиду проводимой обязательной ИСТ, с целью улучшения пролиферации пораженных тканей ПГС на время лечения ГРИГ у всех пациентов выполнялась отмена микофенолата мофетила. Еженедельно проводился анализ на концентрацию такролимуса цельной крови с соответствующей коррекцией дозировки: у 17 пациентов целевая концентрация такролимуса соответствовала показателям первого года после трансплантации сердца – от 8 до 14 нг/мл, у 4 пациентов (сроками более 1 года) – от 4 до 9 нг/мл. Не маловажным аспектом в процессе лечения ГРИГ являлся контроль общего анализа крови, биохимического

анализа крови, коагулограмма, уровень СРБ, прокальцитонин; ЭКГ, ЭхоКГ, МСКТ ОГК, согласно методике, принятой в нашем центре. Данные анализов в совокупности с течением хирургического процесса, являлись исходными для дальнейшей сопутствующей терапии. Важным являлся контроль клинического анализа крови, при необходимости проводились переливания компонентов крови для достижения целевых показателей. Так же у всех пациентах с ГРИГ назначалась белковая терапия для коррекции белковых нарушений. При необходимости назначалась сопутствующая адьювантная терапия: гипотензивная (ингибиторы АПФ, блокаторы кальциевых каналов), диуретическая, калийсберегающая, гастропротективная, церебропротективная антикоагулянтная, антиагрегантная)

3.3 Антибактериальная терапия у пациентов с глубокой раневой инфекцией грудины

Наряду с разработанной в исследовании и описанной выше хирургической тактикой успех лечения ГРИГ определяется также грамотной этиотропной антимикробной терапией и локальным ведением инфицированной постстернотомной раны.

Всем пациентам с момента ТС, а также, если пациент ожидал донорское сердце на краткосрочной МПК путем имплантации ВА ЭКМО, назначалась первичная эмпирическая противомикробная терапия. Данная терапия основывалась на стратификации пациентов по факторам риска наличия резистентной/полирезистентной микрофлоры, а также на использовании современных антибиотиков широкого спектра действия, активных в отношении ведущих возбудителей. С целью снижения риска инвазивного кандидоза, к таргетной антибактериальной терапии добавлялся противогрибковый препарат Флуконазол. При выявлении признаков ГРИГ лечебные схемы антибактериальной терапии корректировали после каждого получения результатов чувствительности выделенных возбудителей, заменяя эмпирическую терапию на этиотропную путём назначения препаратов с целевым спектром действия.

При бактериологическом исследовании раневого содержимого были выделены следующие микроорганизмы: *Klebsiella pneumoniae* (90,48%), *Acinetobacter baumannii* (38,1%), *Staphylococcus epidermidis* (23,81%), *Candida albicans* (14,29%), *Pseudomonas aeruginosa* (9,52%), *Pantoea agglomerans* (4,76%). У 19 пациентов при посеве выявлена грамм-отрицательная патогенная микрофлора (*K. pneumoniae*) в качестве основного этиологического фактора развития ГРИГ, из них у 47,62% была выделена смешанная микрофлора, в основном высевались 2 и более микроорганизма (*K. pneumoniae* и другие, вышеперечисленные микроорганизмы). У одного пациента со свищевой формой остеомиелита, спустя 1671 день после ТС, возбудителем был *S. epidermis* в качестве моноинфекции. Выявленные возбудители стерильной инфекции у реципиентов сердца представлены на рисунке 14.

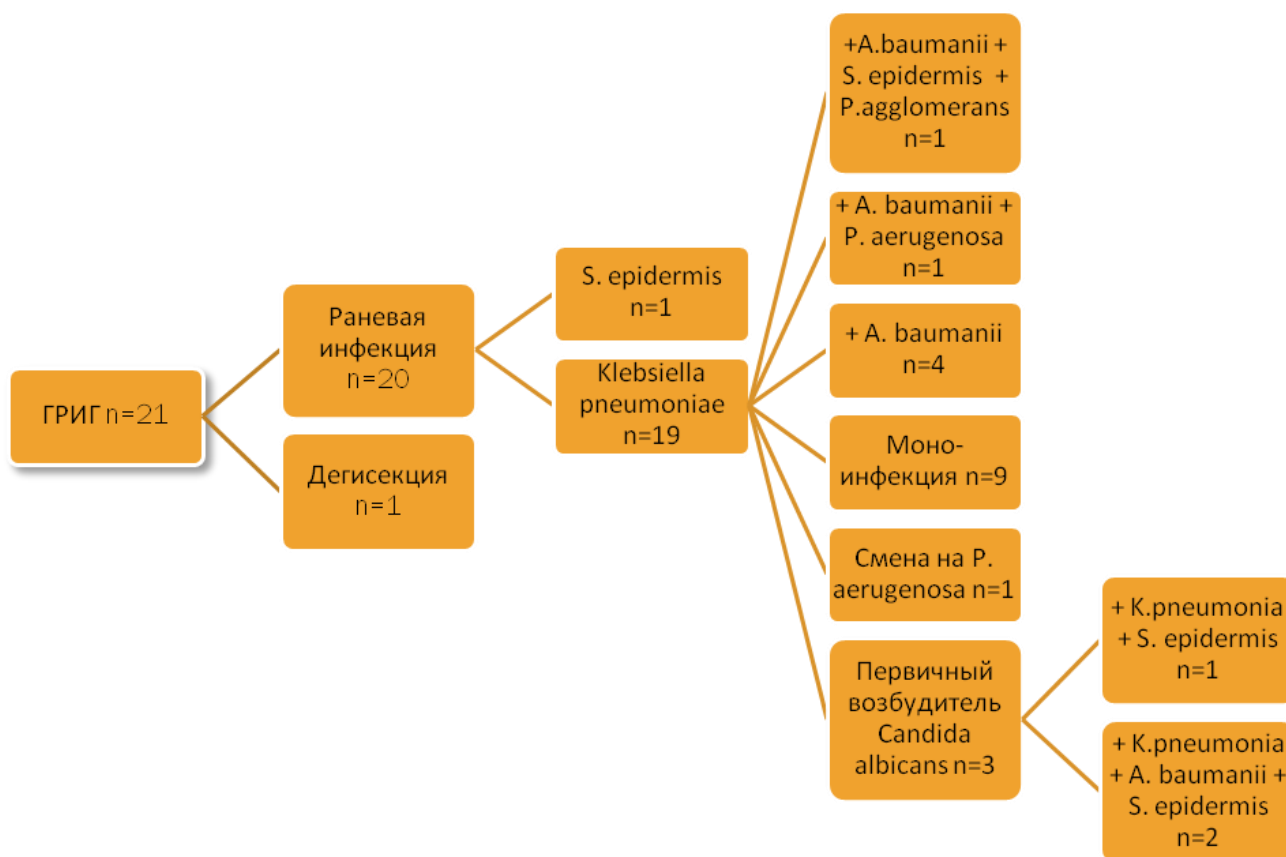


Рисунок 14 – Распределение выявленных возбудителей глубокой раневой инфекции грудины (ГРИГ) реципиентов сердца, n=21

У 3 пациентов со свищевой формой стерномедиастинита при первом бактериальном посеве выявлена *S. albicans*, к противогрибковой терапии Флуконазолом добавлялся Микофунгин. В дальнейшем у всех пациентов данной группы отмечалась смена флоры на *K. pneumonia* и *S. epidermis*, а так же у двоих был выявлен *A. baumannii*.

Всем пациентам назначалась «терапия сопровождения» для профилактики пневмоцистной пневмонии, особенно у пациентов в раннем послетрансплантационном периоде, так как риск развития максимален в первые несколько месяцев после стартовой ИСТ. Такая терапия включала ко-тримоксазол у всех пациентов с ГРИГ. Антибактериальная терапия реципиентов сердца, у которых была выявлена ГРИГ, представлена на рисунке 15.



Рисунок 15 – Частота применения антибактериальных препаратов у больных с глубокой раневой инфекцией грудины, n=21

Во всех лечебных схемах использовали карбапенемы 2-го класса (Меропенем/Биапенем и/или Имипенем). Всем пациентам с грамм-отрицательной микрофлорой назначался антибиотик полипептидной структуры Полимиксин В. Также коррекция антибактериальной терапии проводилась в соответствии с полученной чувствительностью выделенных микроорганизмов в течение всего периода местного лечения раны, назначались группы антибиотиков: глицилциклин (Тигацил), оксазолидион активный против метициллинрезистентных штаммов (Линезолид), Цефалоспорины 3-го поколений (Цефтриаксон, Цефтазидим) или полусинтетические пенициллины, комбинированные с ингибиторами бета-лактамаз (Цефтазидим+Авибактам, Цефепим+Сульбактам), гликопептид (Ванкомицин), циклический липопептид природного происхождения (Даптомицин), фторхинолоны 2-го поколения (Моксифлоксацин, Левофлоксацин), а также комбинированный препарат амоксициллина и клавулановой кислоты (ингибитора бета-лактамаз).

3.4 Хирургический подход к лечению глубокой раневой инфекции грудины, развившейся в раннем послеоперационном периоде.

Клиническое наблюдение № 1

Хирургическая стратегия двухэтапного лечения ранней послеоперационной ГРИГ у пациентов после ОТТС представлена на примере клинического наблюдения № 1.

В клинику ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И.Шумакова» МЗ РФ 18.12.2017 поступил пациент Х., 41 года с диагнозом: Дилатационная кардиомиопатия. НК 2А, ФК 3 NYHA. Относительная недостаточность митрального и трикуспидального клапанов, пароксизмальная форма фибрилляции предсердий. Хронический гастрит, ремиссия. Хронический простатит. Ожирение 1 степени.

Жалобы: на одышку при умеренной физической нагрузке, частые эпизоды учащенного, неритмичного сердцебиения, боли в ногах.

Анамнез заболевания: С 20-летнего возраста отмечал повышение АД до 160/90 мм рт.ст., за медицинской помощью не обращался. С 2010 года эпизоды повышения АД до 240/100 мм рт.ст., тогда же присоединение одышки. После 2017 года стал отмечать тенденцию к гипотонии, снижение толерантности к физической нагрузке, увеличение веса на 16 кг за 3 месяца, учащение перебоев в работе сердца. Учитывая данные анамнеза, жалобы и результаты скринингового обследования, больной с декомпенсированной сердечной недостаточностью, развившейся на фоне дилатационной кардиомиопатии, сохраняющейся на фоне приема максимально переносимых дозировок диуретиков, ингибиторов АПФ, бета-адреноблокаторов был включен в лист ожидания на ТС.

При обследовании пациента:

ЭхоКГ: дилатация камер сердца, КДО 295 мл, КСО 224, ФВ ЛЖ 24%. Глобальная систолическая функция ПЖ незначительно снижена. Недостаточность АК 1 ст, МК 2 ст, ТК 0–1 ст, ЛК 1 ст. ЛГ 0 ст.

Зондирование правых отделов сердца: СИ 2,2 л/мин/м², СВ 4,8 л/мин ТПГ 8 мм.рт.ст. ДЛА 36/27(22) мм рт.ст.

ЭКГ: Синусовый ритм ЧСС 56 уд/мин. Повышение электрической активности ЛЖ, ЛПр. Нарушение проводимости по ЛНПГ. Снижение кровоснабжения по боковой ст. АВ-блокада 1 степени.

МСКТ грудной клетки, брюшной полости и забрюшинного пространства: расширение левых камер сердца. Тромбы в полостях сердца не выявлены. Дополнительных образований в органах брюшной полости и забрюшинного пространства не выявлено.

Объективно: состояние средней степени тяжести. Нормотермия. Кожные покровы и видимые слизистые физиологической окраски. Пастозность голеней, стоп. Дыхание самостоятельное ЧДД 18 в мин. При аускультации дыхание жесткое, проводится во все отделы, тоны сердца ясные. Хрипов нет. SaO₂ на воздухе: 98%, ритм правильный ЧСС 58 уд/мин, АД 95/67 мм рт.ст. Живот увеличен в объеме за счет подкожно жировой клетчатки при пальпации мягкий, безболезненный. Рост: 174 см; Вес: 110 кг; ИМТ: 36,33

29.11.2021 года была выполнена ортотопическая трансплантация сердца. Ранний послеоперационный период требовал введения инотропных препаратов. С целью детоксикации проводились процедуры постоянной вено-венозной ультрагемофильтрации (CVVH). На фоне проводимого лечения отмечалась положительная динамика, экстубация трахеи выполнена на 1 сутки. На фоне регрессирующей миокардиальной недостаточности пациент был переведен в КХОН №3 02.12.2021. В отделении состояние оставалось гемодинамически стабильным. Не лихорадил. 06.12.2021 выполнена плановая КАГ и эндомиокардиальная биопсия, гемодинамически значимого поражения коронарных артерий, острого клеточного и антителоопосредованное отторжения не выявлено. По данным обследований функция трансплантата удовлетворительная.

07.12.2021 в области нижней трети послеоперационного шва выявлен диастаз кожи до 1 см с большим количеством мутного отделяемого. В условиях перевязочного кабинета, под местным обезболиванием в области нижней трети послеоперационного шва разведены края раны до 10 см с подкожно-жировой клетчаткой, получено значительное количество мутного отделяемого. Выполнена экспозиция раствором йодопирона, заложена стерильная салфетка с мазью Левомеколь. Проведена редукция ИСТ, отменен микофенолата мофетил.

На 15-е сутки (13.12.2021) после ТС пациенту был выполнен санационный этап лечения, который представлен на рисунке 17. В условиях операционной под общим наркозом была выполнена рестернотомия, удаление проволочных швов, некротических секвестров и сгустков, вид стеральной раны показан на рисунке 16А. Ввиду наличия поступления патологического отделяемого из полости перикарда швы с перикарда были сняты, взяты посевы из стеральной раны. Выполнена санация и экспозиция раны с 5% раствором йодопирона. Ввиду предполагаемой терапии структуры сердечного трансплантата и крупные сосуды были укрыты неадгезивным сетчатым перевязочным материалом из медицинского фетра (фторопласт-4 с силиконовым покрытием VivatoMed Foam, HARTMANN, Германия), как представлено на рисунке 16Б.

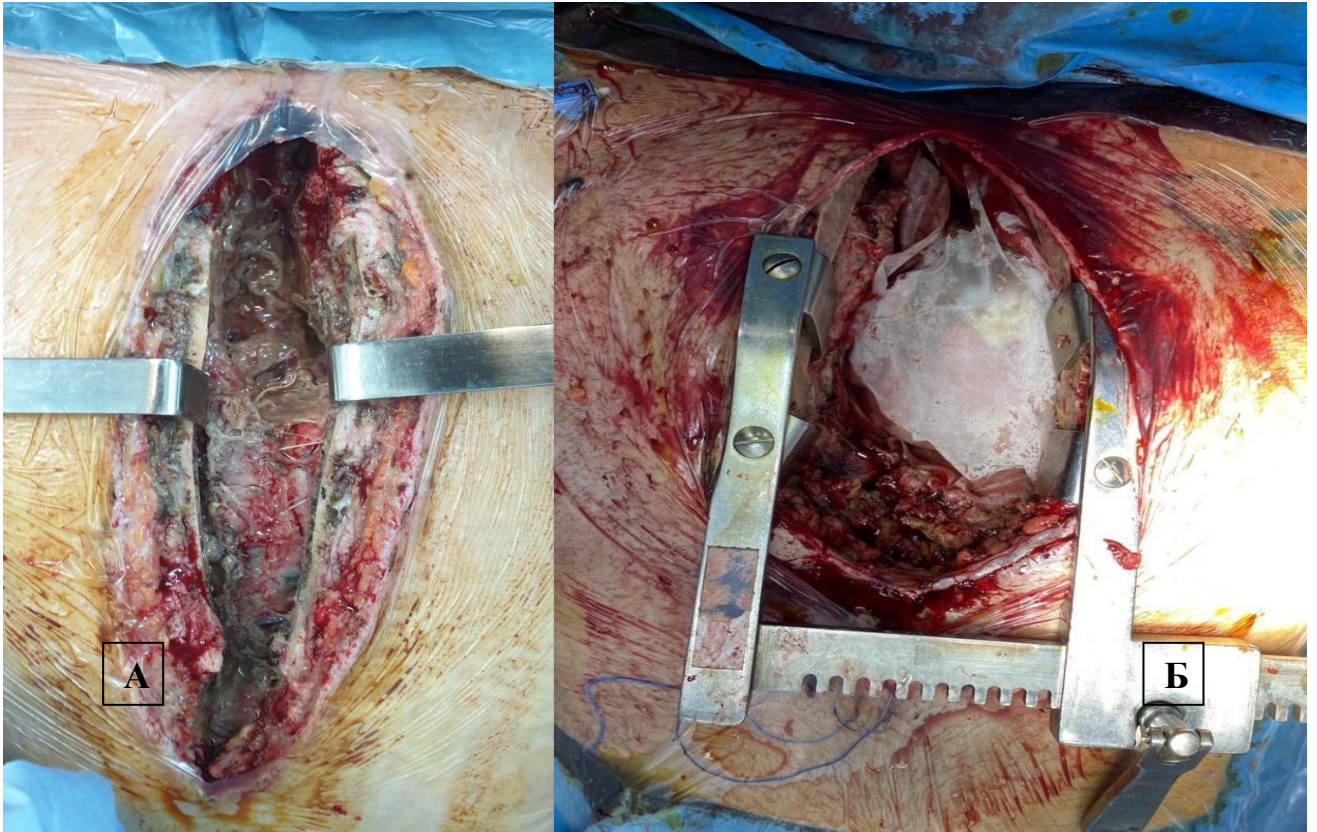


Рисунок 16 – Вид стеральной раны в гнойно-некротической стадии процесса на 14-ые сутки после трансплантации сердца: А — удалены проволочные швы, разведение створок грудины; Б — наложение сетчатой повязки на структуры сердца

Заключительным этапом санационного вмешательства стало первое наложение VAC системы, что показано на рисунке 17.

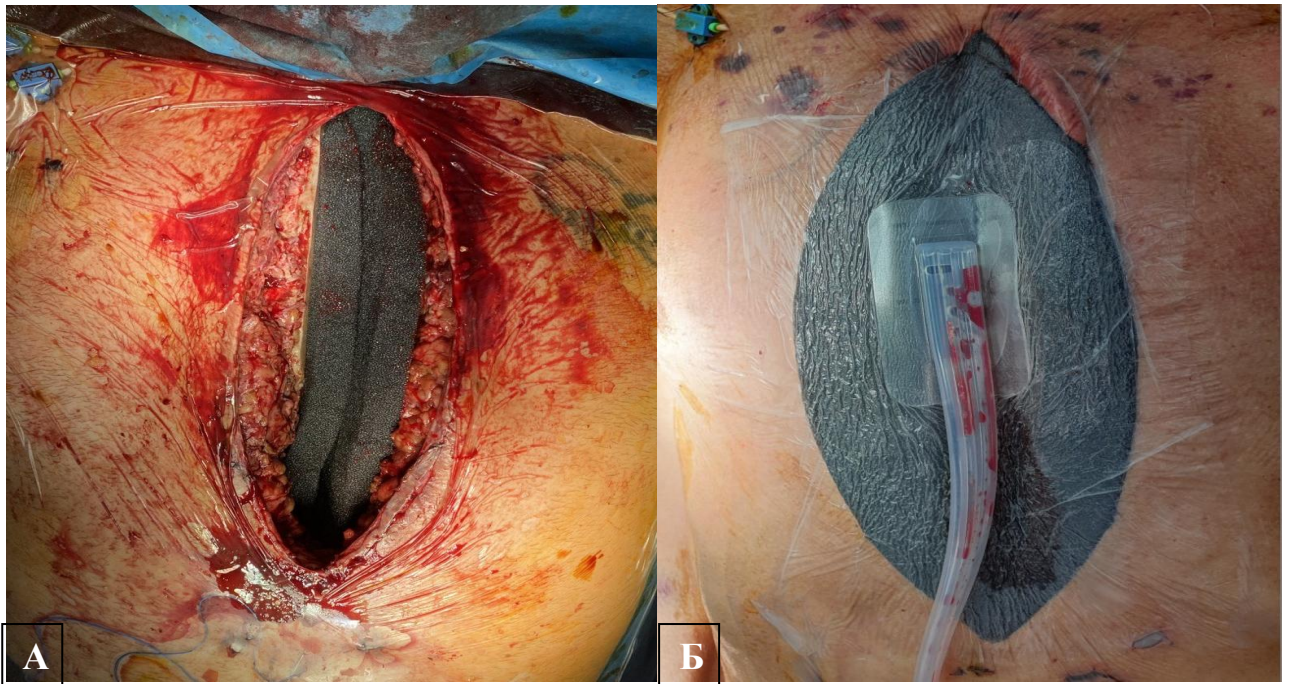


Рисунок 17 – Первое наложение губчатой повязки системы вакуумной аспирации ран в переднее средостение в ходе выполнения санационного этапа: А — наложение губчатой повязки между створками грудины (первый слой); Б — наложение губчатой повязки вторым слоем на подкожно-жировую клетчатку, герметизация с помощью адгезивной прозрачной полиэтиленовой пленки Hydrofilm с созданием отрицательного давления вакуумом

Последующие ревизии послеоперационной раны, наложение системы вакуумной аспирации проводились 17.12.21, 22.12.21, 28.12.21, 02.01.22, 11.01.22, 18.01.22 в условиях операционной, ввиду выраженного болевого синдрома при ревизии раны. Последующие перевязки раны проводились в стерильных условиях перевязочной не реже, чем 1 раз в неделю, с орошением раны раствором Бетадина, с последующим наложением системы вакуумной аспирации ран. За время лечения в отделении состояние оставалось гемодинамически стабильным. Пациент не лихорадил. По результатам бактериологических посевов отделяемого из раны проводился подбор антибиотикотерапии. Течение раневого процесса при помощи вакуумной терапии ран представлено на рисунках 18 и 19.

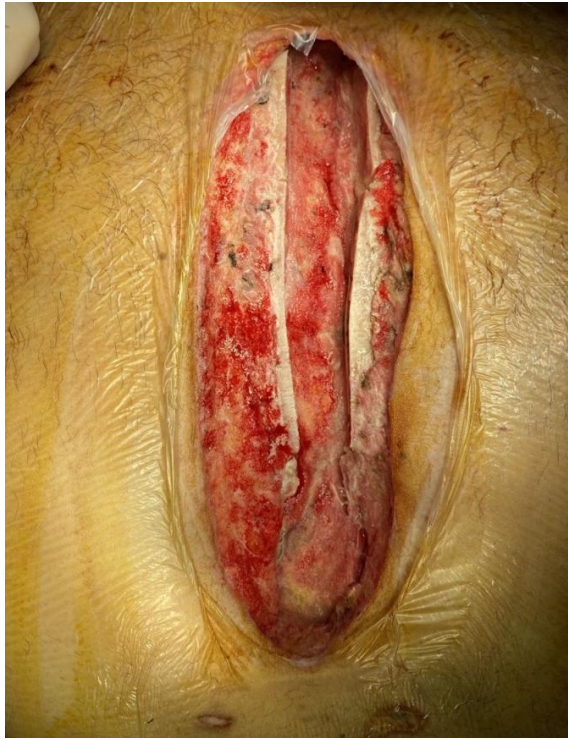


Рисунок 18 – Вид стернальной раны на этапе вакуумной терапии ран при перевязках в стерильных условиях операционной на 9 сутки после вакуумной терапии (23 сутки после трансплантации сердца)



Рисунок 19 – Вид стернальной раны на этапе вакуумной терапии ран при перевязках в стерильных условиях операционной на 36 сутки после вакуумной терапии (50 сутки после трансплантации сердца). Отмечается улучшение раневого процесса в виде увеличения новых грануляций стернотомной раны

Проводились плановые лабораторно-инструментальные исследования с целью оценки функции сердечного трансплантата, функционального состояния пациента. На перевязках отмечалась положительная динамика раневого процесса в виде очищения и заживления раны, стенки и дно раны были покрыты активной грануляционной тканью, отделяемого не было. После купирования гнойно-деструктивного воспалительного процесса, появления в постстернотомной ране зрелых грануляций, критерием переходу ко второму пластическому этапу стало отсутствие возбудителя в трех посевах на микрофлору.

13.04.2022 выполнена операция: реостеосинтез грудины и пластика дефекта мягких тканей ПГС перемещенными кожно-фасциальными лоскутами.

Ход операции: В условиях операционной под общим наркозом стернальная рана обработана раствором антисептика, как показано на рисунке 20. Иссечена кожа по краям раны на ширину 5-7 мм. Острым путем с использованием электрокоагуляции обработаны края стернальной раны в пределах мягких тканей и грудины, удалены участки грануляций.



Рисунок 20 – Вид стернальной раны перед пластическим этапом, после вакуумной терапии раны на 121 сутки (135 сутки после трансплантации сердца)

Мобилизованы обе створки грудины на всем протяжении. В переднем средостении отделяемого нет, в полости перикарда жидкости нет. Тщательный гемостаз раны, обработка с экспозицией 5% раствором йодопирона. Установлен дренаж в переднее средостение. Края створок грудины конгруэнтны. Выполнен остеосинтез грудины по Robiscek, а также 8 одиночными косопоперечными проволочными швами. Восстановлена удовлетворительная каркасная функция грудной клетки. Размеры раневого дефекта мягких тканей ПГС составляли 23×4 см. Закрытие раны путем простого сведения краев не представлялось возможным, в связи с чем, выполнено замещение раневого дефекта местными тканями, путем широкой мобилизации краев раны в виде кожно-фасциальных лоскутов. Тупым и острым путем отделены покровные ткани от грудины, больших грудных мышц и от ребер в нижней части раны на ширину 10–12 см. При помощи глубоких П-образных швов (в два ряда с двух сторон), мобилизованные края раны смещены в сторону раневого дефекта до их полного сопоставления. Благодаря П-образным разгрузочным и фиксирующим швам края раны совпали без натяжения, как показано на рисунке 21. Подкожная жировая клетчатка ушита одиночными рассасывающимися узловыми швами. На края раны наложены П-образные кожные швы.

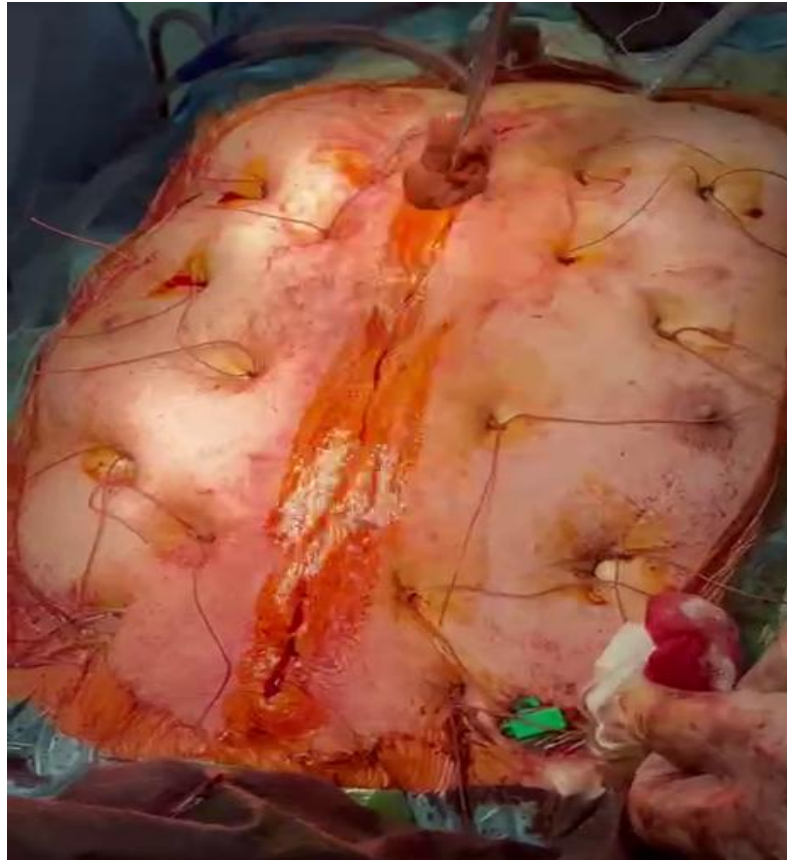


Рисунок 21 – Заключительный вид пластического этапа перемещенными кожно-фасциальными лоскутами. Кожный шов стеральной раны

После операции пациент переведен в ОРИТ. Экстубация в первые сутки. 14.04.2022 пациент переведен в КХО№3. В отделении состояние оставалось гемодинамически стабильным, пациент не лихорадил. Проводилось титрование дозы такролимуса, к ИСТ возвращен микофенолат мофетил в целевых дозировках. Проводились ежедневные перевязки послеоперационной раны. Отмечалось удовлетворительное приживание перемещенных кожно-фасциальных лоскутов. На 14 сутки сняты периферические разгрузочные швы.

Состояние при выписке удовлетворительное. Кожные покровы и видимые слизистые оболочки бледно-розового цвета. Периферических отеков нет. Нормотермия. В легких жесткое дыхание, проводится во все отделы, хрипы не выслушиваются. SatO₂ 98% при дыхании атмосферным воздухом. ЧДД 16 в минуту. АД 115/70 мм рт. ст., без инотропной поддержки. Аускультативно шумов

нет. Ритм имплантированного ЭКС с ЧСС 100 ударов в минуту. Живот мягкий, безболезненный при пальпации. Локальный статус: Послеоперационный шов без признаков воспаления, зажил первичным натяжением. Кожно-фасциальные лоскуты без признаков ишемии. Данные контрольных лабораторно-инструментальных исследований в пределах допустимых значений.

К настоящему времени больной наблюдается 7 месяцев после хирургического лечения ГРИГ.

3.5 Хирургическая тактика лечения свищевой формы стерномедиастинита

Сообщения о хронической свищевой формы стерномедиастинита после стернотомии в литературе встречаются редко [196,197].

Свищевая форма стерномедиастинита возникла у четверых пациентов более чем через 300 суток после ОТТС, при этом у двоих пациентов она характеризовалась хронизацией инфекционного процесса после одной или более попыток лечения поверхностной раневой инфекции грудины без вовлечения костных тканей грудины и ребер.

Другим значимым отличием от ГРИГ, проявившейся в раннем послеоперационном периоде, являлось выявление возбудителя: у троих пациентов первичным возбудителем была грибковая инфекция *C. albicans* со сменой на внутрибольничную микрофлору и у одного *S. epidermidis* в виде моноинфекции. Характеристика хирургического лечения и сроков проявления свищевой формы ГРИГ у реципиентов сердца представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика пациентов со свищевой формой глубокой раневой инфекции грудины.

Пациент	Дни после ТС	Возбудитель	Хирургическое лечение
В. 51 год	1671 суток	<i>S. epidermis</i>	Трепанация грудины, вакуумная терапия, пластика ПГС на 90 сутки
Г. 45 лет	1 — 313 суток	<i>C. albicans</i>	ВХО, мазовые повязки, вторичное заживление на 35 сутки
	2 — 420 суток	<i>C. albicans</i> + <i>S. epidermis</i>	ВХО, вакуумная терапия вторичное заживление на 54 сутки
	3 — 556 суток	<i>C. albicans</i> + <i>K. pneumoniae</i> + <i>A. baumannii</i>	Трепанация грудины, вакуумная терапия вторичное заживление на 81 сутки
Г. 45 лет	1 — 313 суток	<i>C. albicans</i>	ВХО, вакуумная терапия, вторичное заживление на 43 сутки
	2 — 420 суток	<i>C. albicans</i> + <i>S. epidermis</i>	Трепанация грудины, вакуумная терапия вторичное заживление на 40 сутки
	3 — 556 суток	<i>C. albicans</i> + <i>K. pneumoniae</i>	Трепанация грудины, вакуумная терапия вторичное заживление на 76 сутки
С. 42 года	1210 суток	<i>C. albicans</i> + <i>S. epidermis</i> + <i>K. pneumoniae</i> + <i>A. baumannii</i>	ВХО, вакуумная терапия, пластика ПГС на 106 сутки

*ТС – трансплантация сердца

*ПГС – передняя грудная стенка

*ВХО – вторичная хирургическая обработка раны

Ключевым диагностическим исследованием для определения хирургической тактики лечения свищевой формы стерномедиастинита является МСКТ фистулография с использованием йодсодержащего контрастного вещества. По ее результатам можно определить следующие параметры:

1. Распространение и форму патологической полости.
2. Связь свищевого хода или полости с близлежащими анатомическими структурами: элементами ПГС (грудиной и ребрами), передним средостением и полостью перикарда.
3. Хирургическую тактику санационного этапа вмешательства.

4. 3D реконструкция позволяет прецизионно определить форму очага, его связь с другими анатомическими структурами и персонифицированно спланировать хирургический доступ.

Так же ключевым исследованием является бактериологическое исследование отделяемого из свищевого хода с целью назначения таргетной антибактериальной терапии.

3.5.1 Алгоритм хирургического лечения свищевой формы стерномедиастинита. Клиническое наблюдение №2

1. Хирургическая санация инфекционного очага должна быть выполнена максимально радикально, однако, сообразуясь с аспектами безопасности, с целью исключения повреждения жизненноважных структур переднего средостения и перикарда. В процессе выполнения данного этапа удаляются инфицированные нежизнеспособные ткани грудины и/или ребер, осуществляется санация очага 5% раствором бетадина с экспозицией 15 – 20 минут.

2. На данном этапе устанавливается VAC система и начинается вакуумная терапия раны. Частота смены вакуумной повязки колеблется от 3 до 7 суток. При каждой очередной смене VAC системы осуществляется забор раневого отделяемого для бактериологического исследования и санация полости раны 5% раствором бетадина с экспозицией.

3. Заживление раны может осуществляться как вторичным натяжением под вакуумной повязкой (как правило, при небольшом объеме раны). При значительном объеме раневого дефекта мы использовали в качестве второго пластического этапа. Критерии возможности выполнения пластического этапа и его технология были аналогичны описанным выше.

Ниже приведен клинический пример лечения свищевой формы стерномедиастинита. Клинический пример № 2.

В клинику ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» МЗ РФ 10.12.2019 поступил пациент В., 55 лет с клиническим диагнозом: Наличие трансплантированного сердца от 15.05.2015 года. Остеомиелит нижней трети тела грудины (свищевая форма). НК2А. ФК 1 (NYHA). Гипертоническая болезнь I ст. 2 ст. риск ССО 3. Остеохондроз пояснично-крестцового отдела позвоночника. Доброкачественная гиперплазия предстательной железы.

Жалобы: на аличие кожного дефекта в нижней трети постстернотомного рубца с небольшим количеством отделяемого мутноватого характера (внешний вид свищевого хода при поступлении представлен на рисунке 22), боли в месте свищевого хода, одышку при умеренно выраженной физической нагрузке, периодически возникающие повышения АД.



Рисунок 22 – Свищевая форма стерномедиастинита через 1671 суток после трансплантации сердца. В нижней трети стернального рубца отмечается дефект кожи, болезненный при надавливании, с небольшим количеством серозного отделяемого

Анамнез заболевания: Дотрансплантационный диагноз: ишемическая кардиомиопатия. 15.05.2015г. выполнена ортотопическая трансплантация сердца. По данным ЭМБ 19.05.2015 острое клеточное и антителоопосредованное отторжение отсутствуют, по данным КАГ гемодинамически значимого стенотического поражения коронарных артерий не выявлено. ЭхоКГ от 2015 функция сердечного трансплантата удовлетворительная, ФВ ЛЖ - 68%. В декабре 2019 года стал отмечать вышеописанные жалобы, консультирован зав. КХО№3 д.м.н. Захаревичем В.М., рекомендовано выполнение МСКТ-фистулографии с контрастом. Поступил в КХО№3 ФГБУ НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова для обследования и лечения.

Состояние при поступлении средней степени тяжести. Кожные покровы обычной окраски и влажности, периферических отеков нет. Дыхание везикулярное с жестким оттенком. ЧДД 16 в мин. Тоны сердца приглушены, ритм правильный. ЧСС 92 уд/мин. АД 130/95 мм.рт.ст. Живот мягкий, при пальпации безболезненный. Очаговой неврологической симптоматики не выявлено. Рост 176 см. Вес 79 кг. Локальный статус: при осмотре на границе средней и нижней трети рубца после срединной торакотомии имеется свищевое отверстие диаметром около 5мм, из которого при надавливании выделяется мутноватое отделяемое. При зондировании свищевого хода зонд упирается в переднюю кортикальную пластину грудины. Выполнена перевязка раны. Асептическая наклейка с левомеколем.

Результаты инструментальных исследований:

ЭКГ от 10.12.2019: Синусовый ритм с ЧСС 91 в минуту. ПБПНПГ. ЭОС влево.

ЭхоКГ от 10.12.2019: КДО 90 мл КСО 35 мл УО 55 мл ФВ 61%. Дискинез МЖП. Патологические образования: ложные хорды ЛЖ. Жидкость в полости перикарда 50 мл по правым отделам. Легочная гипертензия 1 степени. В плевральных полостях жидкости нет.

МСКТ органов грудной клетки от 05.12.2019: Отграниченное жидкостное содержимое в загрудинном пространстве. Мелкие участки деструкции костной ткани по задней поверхности тела грудины. КТ-признаки воспалительных изменений предгрудинной клетчатки. Данных за наличие очаговых и воспалительно-инфильтративных изменений в паренхиме легких не получено. Визуализация МСКТ грудной клетки представлена на рисунке 23.

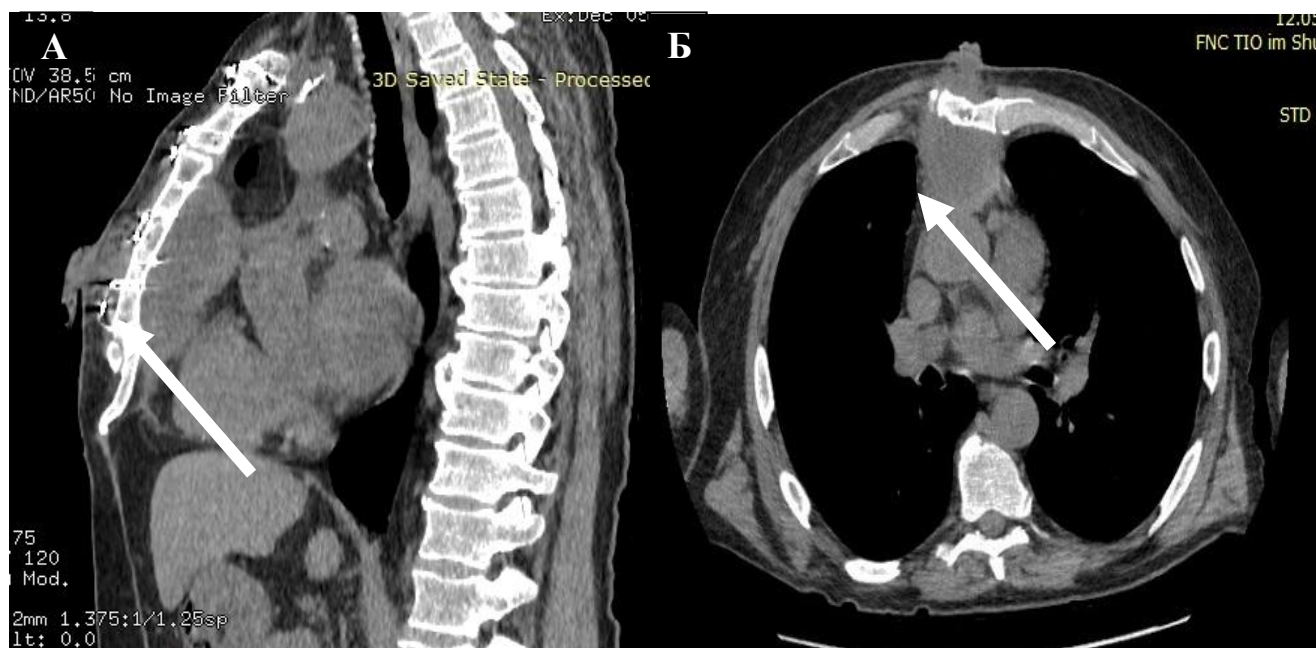


Рисунок 23 – Мультиспиральная компьютерная томография свищевой формы стерномедиастинита. Ретростернальный абсцесс: А — боковая проекция; Б — сагитальная проекция. Стрелками указан ретростернальный абсцесс в загрудинной клетчатке

По данным обследований функция трансплантата удовлетворительная. 09.12.2019 выполнена КАГ и ЭМБ: гемодинамически значимого поражения коронарных артерий, острого клеточного и антителоопосредованного отторжения не выявлено.

11.12.2019 года выполнена операция: Частичная резекция грудины (трепанация), санация полости ретростернального абсцесса, первое наложение системы вакуумной аспирации ран.

Ход оперативного вмешательства: Через катетер свищевой ход прокрашен раствором метиленового синего. В пределах прокрашенных тканей иссечен свищевой ход до передней пластинки тела грудины. Снято два прилежащих проволочных шва с грудины. На уровне четвертого ребра в теле грудины визуализируется свищевой ход, открывающийся в ретростернальное пространство. Произведена резекция участка грудины справа размером 2 x 3 см на уровне четвертого ребра с иссечением свищевого хода, как показано на рисунке 24. Получен доступ в ретростернальное пространство. В ретростернальном пространстве визуализируется отграниченная полость со сливкообразным гнойным содержимым, произведена эвакуация содержимого (рисунок 25), тщательный коагуляционный гемостаз (рисунок 26) и санация полости ретростернального пространства 5% раствором бетадина с экспозицией 20 минут.

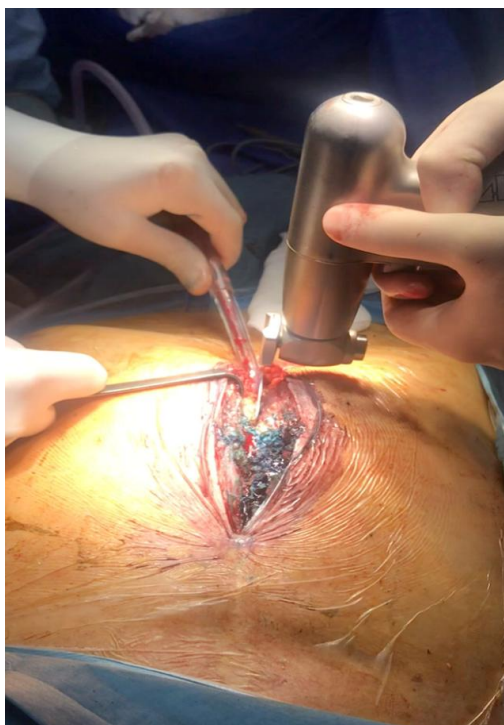


Рисунок 24 – Выполнен разрез кожи, подкожно-жировой клетчатки, сняты проволочные швы с грудины, выполнена частичная резекция грудины маятниковой пилой в пределах пораженной костной ткани

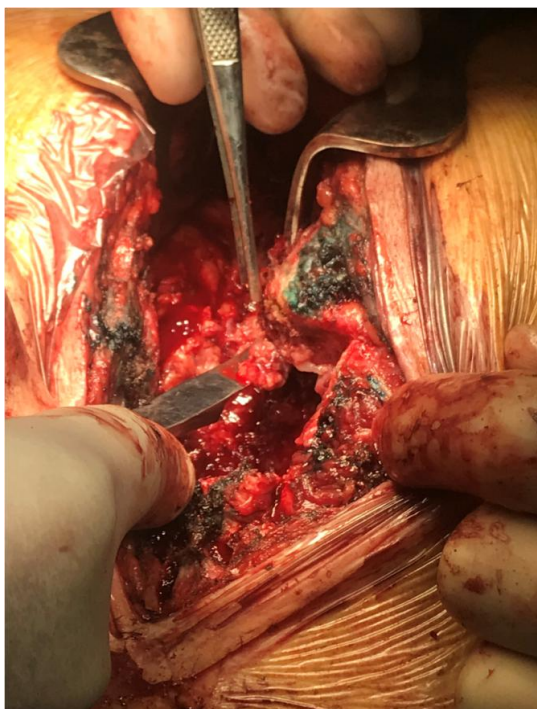


Рисунок 25 – Иссечение свищевых ходов, ревизия и санация ретростернального абсцесса в условиях выраженного спаечного процесса послеоперационной раны. Удаление костных секвестров до жизнеспособных тканей костной пластины с помощью распатора Фарабефа

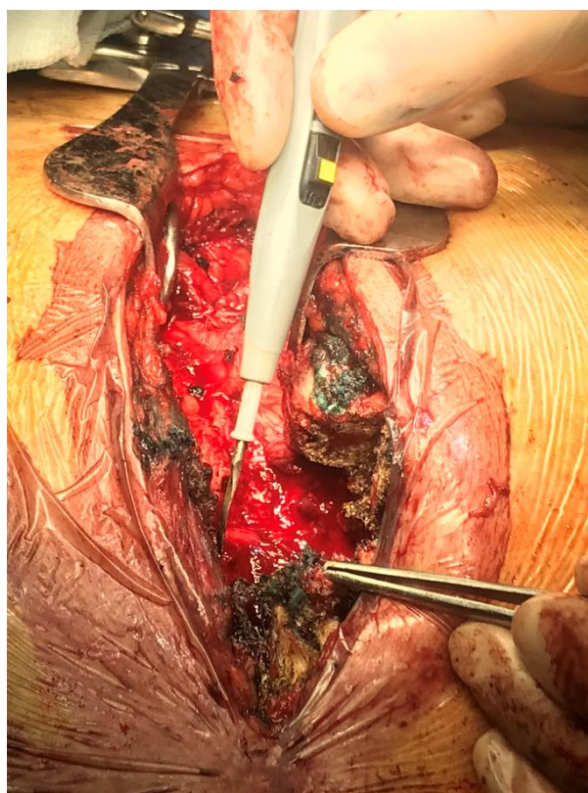


Рисунок 26 – Коагуляция надкостницы иссеченного свищевых ходов до гемостаза раны

На дно раны, между краями грудины, а также на предгрудинную клетчатку уложены губка системы VivanoTec (рисунок 27А). Начата вакуумная терапия, что показано на рисунке 27Б.

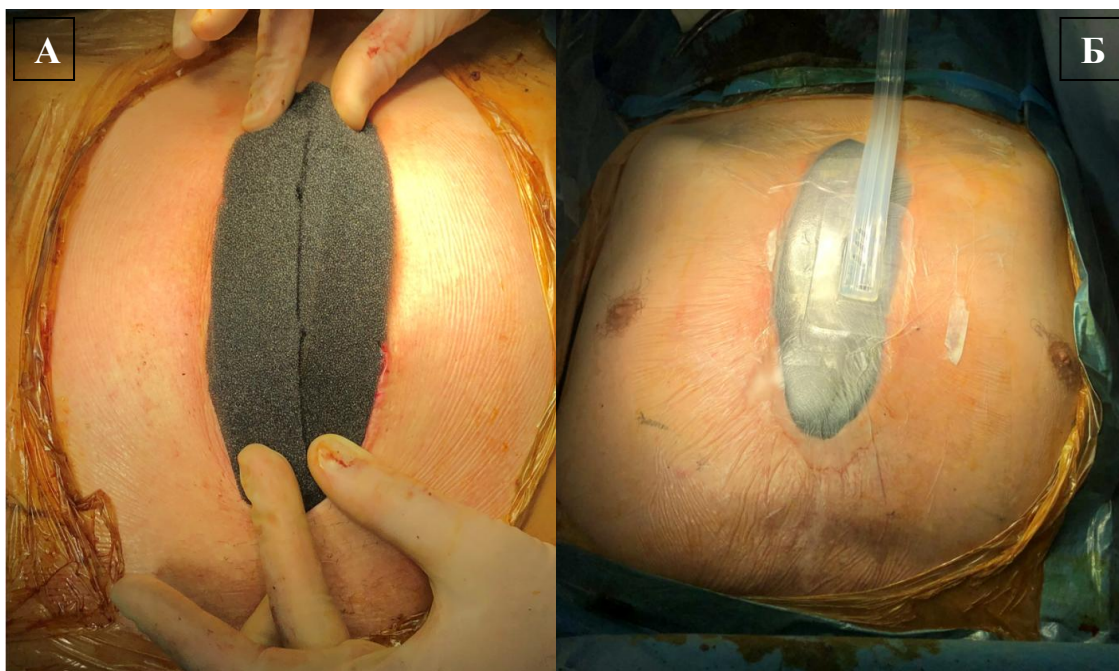


Рисунок 27 – А – наложение губчатой повязки на послеоперационный дефект после иссечения свищевого хода и частичной резекции грудины. Б – начало вакуумной терапии ран

Экстубация в первые послеоперационные сутки. 12.12.2019 пациент переведен в КХО№3. В отделении состояние оставалось гемодинамически стабильным. Проводилось титрование дозы такролимуса, редуцирована ИСТ – отменен микофенолат мофетила. Последующие ревизии послеоперационной раны, наложение системы вакуумной аспирации проводились 20.12.19, 26.12.19, 31.12.19, 05.01.20, 10.01.20, 17.01.20, 24.01.20, 31.01.20 в условиях операционной. Течение раневого процесса при помощи вакуумной терапии ран представлено на рисунках 28, так же МСКТ 3D реконструкция послеоперационной раны перед пластическим этапом представлена на рисунке 29.



Рисунок 28 – Внешний вид послеоперационной раны на 55-ые сутки после иссечения свищевого хода и VAC-терапии. Отмечаются активные грануляции стенок и дна стернотомной раны

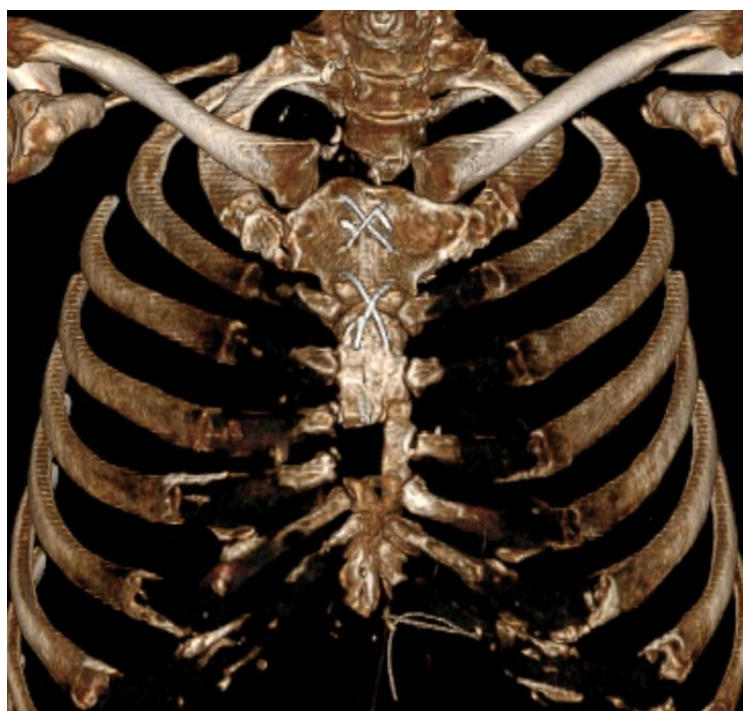


Рисунок 29 – Мультиспиральная компьютерная томография с 3D реконструкцией послеоперационной раны на 55-ые сутки после иссечения свищевого хода и VAC-терапии

05.02.2020 выполнена операция: пластика дефекта ПГС перемещенными кожно-фасциальными лоскутами.

Ход оперативного вмешательства: под эндотрахеальным наркозом в условиях комбинированной анестезии иссечена кожа по краям раны на ширину 3-5 мм. Острым путем с использованием электрокоагуляции обработаны края стерильной раны в пределах мягких тканей и грудины, удалены участки грануляций, края кожи взяты на лавсановые швы-держалки, что продемонстрировано на рисунке 30. Тупым и острым путем с применением электрокоагулятора частично выделены обе створки грудины с целью выполнения последующего реостеосинтеза. Края грудины освежены, удалены грануляции с подлежащей фиброзной тканью.

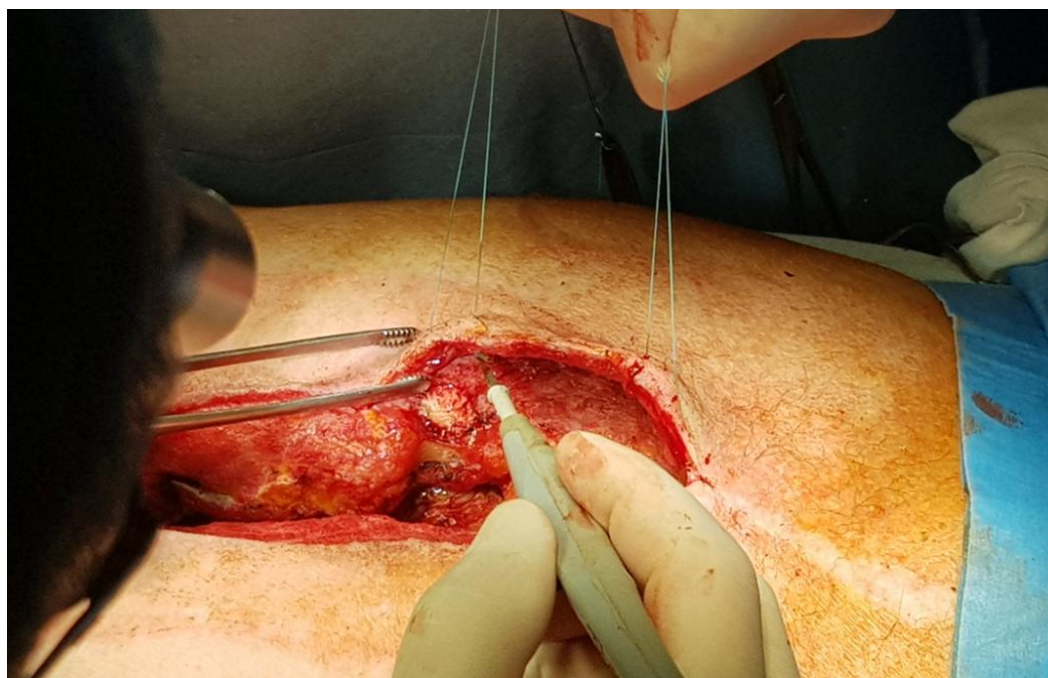


Рисунок 30 – Удаление грануляционной ткани с помощью электрокоагулятора, начало формирования кожно-фасциальных лоскутов. Ассистент поднимает края кожи за швы-держалки

Ввиду тяжести раневого процесса у пациента отмечался выраженный дефицит кожи и подкожной жировой клетчатки для эффективного сведения раны, кожа и подкожная жировая клетчатка была выражено трофически изменена в местах прилегания к краям грудины. С помощью электрокоагуляции

сформированы кожно-фасциальные лоскуты в пределах, необходимых для обеспечения эффективного и надежного закрытия дефекта ПГС, как показано на рисунке 31.

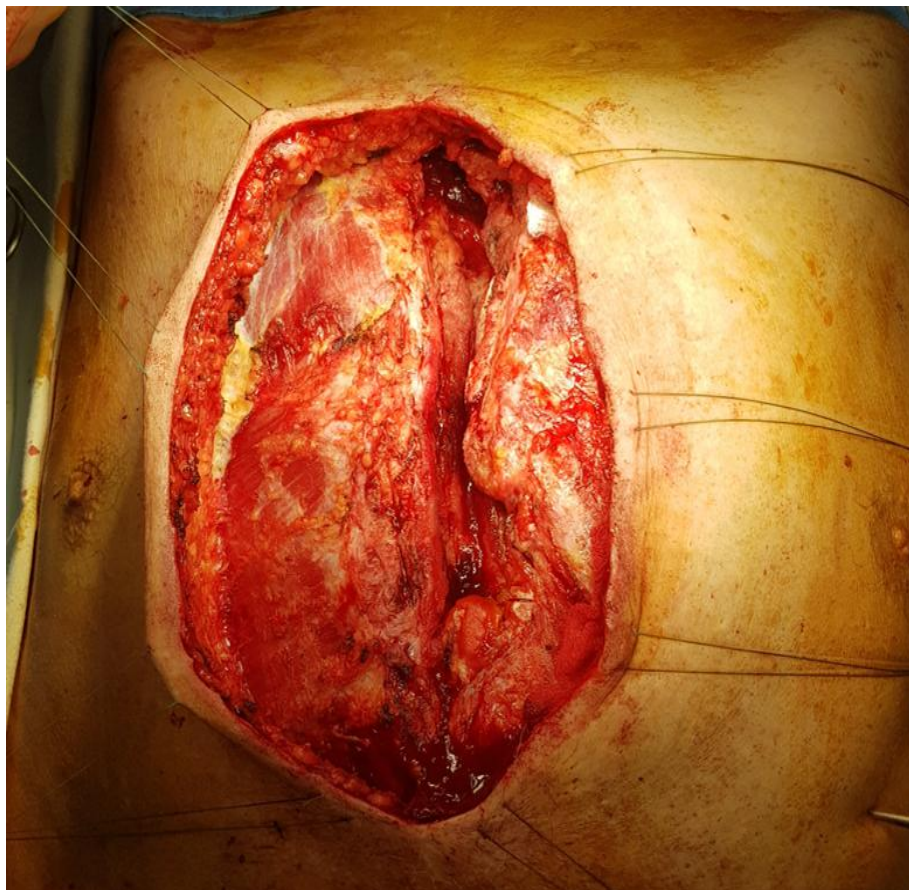


Рисунок 31 – Сформированные перемещенные кожно-фасциальные лоскуты по обе стороны пластин грудины

Двумя одиночными поперечными проволочными швами выполнен реостеосинтез грудины (рисунок 32). Края грудины консолидируют удовлетворительно, каркасная функция хорошая. Дренажи в переднее средостение под грудину.

После достижения консолидации грудины осуществлялась «примерка» (слайдинг) выделенных лоскутов за держалки в направлении к грудины («примерка»). Тем самым была достигнута необходимая и достаточная глубина выделения лоскута, как показано на рисунке 33.

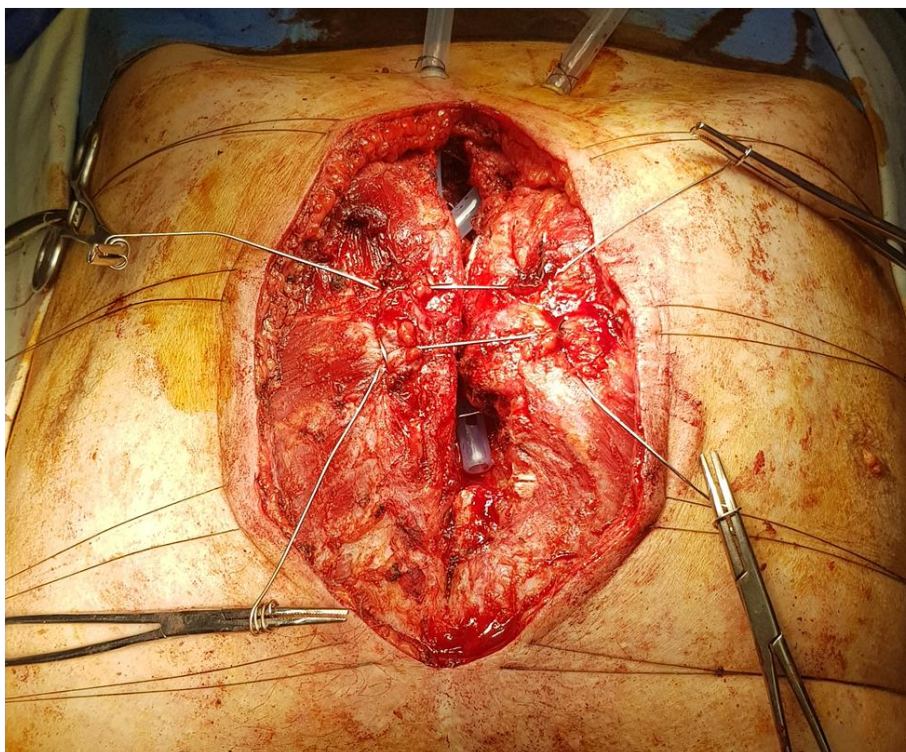


Рисунок 32 – Этап остеосинтеза и постановки дренажей в послеоперационную рану

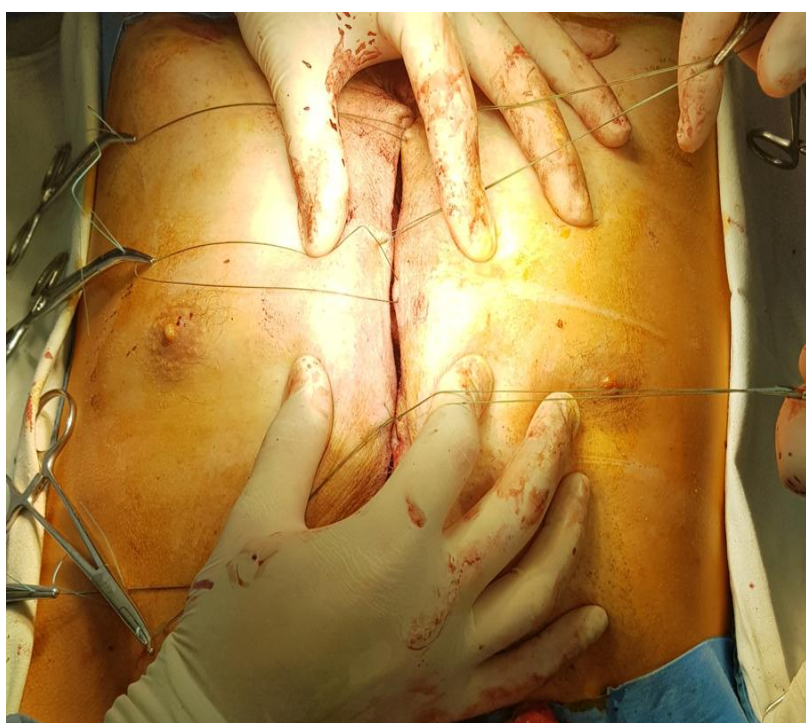


Рисунок 33 – Слайдинг кожно-фасциальных лоскутов с достижением достаточного перекрытия по срединной линии без натяжения

Лоскуты справа и слева фиксированы к подлежащим структурам ПГС с помощью проникающих разгрузочных лавсановых швов в 2 параллельных грудине ряда с каждой стороны (рисунок 34). Края кожно-фасциальных лоскутов симметрично совпадают, значимого натяжения тканей нет. Дополнительный дренаж в верхний угол раны под перемещенные лоскуты. Подкожная жировая клетчатка ушита одиночными швами рассасывающейся нитью (викрил). Кожные швы по Донатти (рисунок 35). Асептическая наклейка.

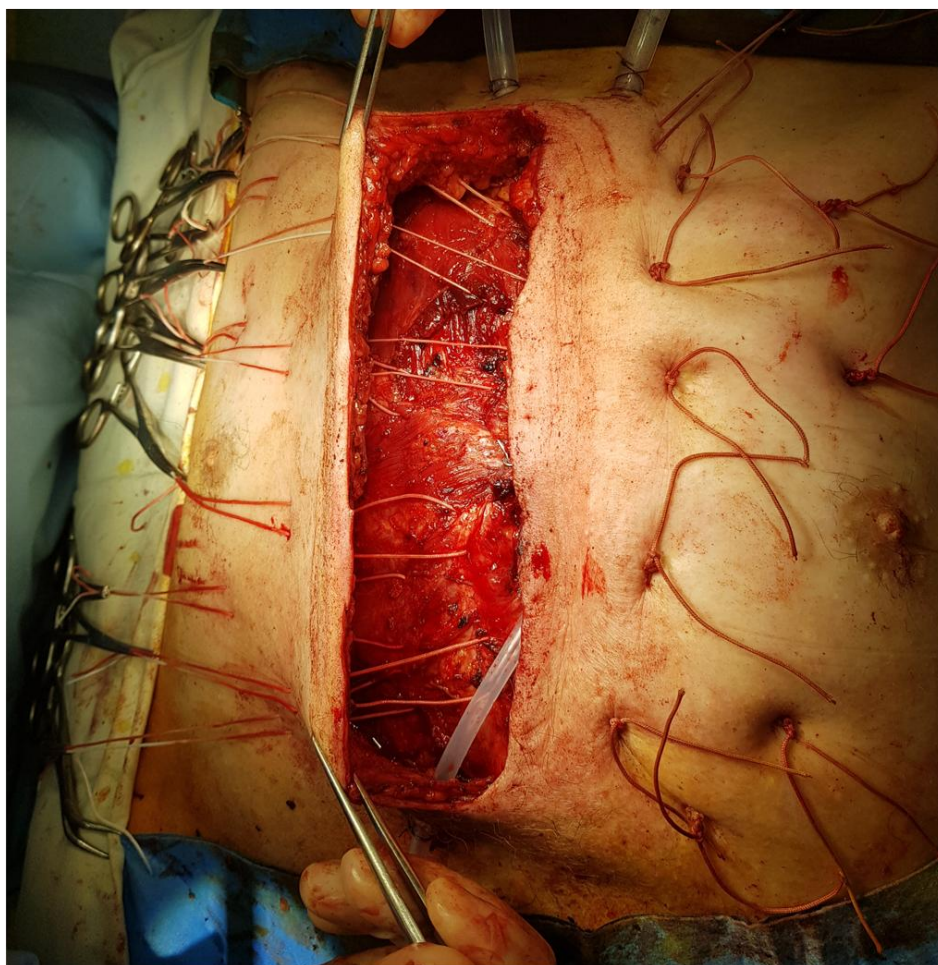


Рисунок 34 – Фиксация лоскутов к передней грудной стенке с помощью наложения глубоких П-образных швов, сопоставление кожных краев без значимого натяжения



Рисунок 35 – Конечный вид оперативного вмешательства пластики передней грудной стенки перемещенными кожно-фасциальными лоскутами

Больной был переведен из ОРИТ на 1-е сутки. В отделении проводились ежедневные перевязки послеоперационной раны с растворами антисептиков и мазью Левомеколь. Отмечалось удовлетворительное приживание перемещенных кожно-фасциальных лоскутов. На 13 сутки сняты периферические разгрузочные швы. На 15-е сутки сняты все швы с раны. После снятия швов к ИСТ был возвращен микофенолат мофетил в целевых дозировках.

Состояние при выписке удовлетворительное. Данные контрольных лабораторно-инструментальных исследований в пределах допустимых значений. Сознание ясное. Периферических отеков нет. Нормотермия. В легких жесткое дыхание, проводится во все отделы, хрипы не выслушиваются. SatO₂ 99% при дыхании атмосферным воздухом. ЧДД 17 в минуту. АД 110/70 мм рт.ст. Ритм правильный с ЧСС 103 ударов в минуту. Локальный статус: Послеоперационный

шов без признаков воспаления, зажил первичным натяжением. Кожно-фасциальные лоскуты без признаков ишемии.

К настоящему времени больной наблюдается 4 года после хирургического лечения ГРИГ.

3.6 Резюме по главе «глубокая раневая инфекция грудины»

- Распространенность ГРИГ у реципиентов сердца в нашем исследовании составила 1,39%.
- Госпитальная летальность пациентов с ГРИГ различных типов составила 14,29% (3 пациента).
- Вторичное заживление стерильной раны было у 10 пациентов, реконструктивно-пластическое вмешательство перемещенными кожно-фасциальными лоскутами выполнено у 8 пациентов.
- Достоверных различий между реципиентами в группах с ГРИГ и без таковой по возрасту, полу, диагнозу до ТС и наличию факторов риска (СД, ожирение) выявлено не было ($p > 0,05$).
- Среднее время нахождения в стационаре, необходимое для лечения ГРИГ составило $127,79 \pm 64,48$ дней.
- Подавляющая часть реципиентов на протяжении отдаленного посттрансплантационного периода не манифестируют развития ГРИГ. Актуальная свобода от ГРИГ на протяжении 3238 дней составляет 98,2% .
- Отдаленная выживаемость реципиентов сердца в группе с ГРИГ и без таковой достоверно не отличается, т.е. сам факт наличия ГРИГ в посттрансплантационном периоде не ухудшал прогноз отдаленной выживаемости.
- Разработан уникальный хирургический подход к лечению глубокой раневой инфекции грудины у реципиентов сердца.
- Разработан уникальный хирургический подход к выполнению реконструктивно-пластических операций на ПГС после перенесенной ГРИГ у реципиентов сердца.

- Отсутствовала необходимость в выполнении повторных вмешательств на ПГС после ее реконструкции.
- Продемонстрирована клиническая эффективность указанных подходов.
- Создан блоковый алгоритм выполнения реконструктивно-пластических вмешательств на ПГС у реципиентов сердца (показан на рисунке 36).



Рисунок 36 – Блоковый алгоритм выполнения реконструктивно-пластических вмешательств на передней грудной стенке у реципиентов сердца

3.7 Заключение по главе «глубокая раневая инфекция грудины»

По данным общемировой литературы ГРИГ встречается в общей популяции пациентов после кардиохирургических вмешательств у 0,4%–2,4% больных [5-7]. Данное осложнение является одним из наиболее опасных, так как показатели смертности колеблются от 5% до 46% [8-10], есть данные, что в условиях ИСТ у реципиентов сердца при развитии ГРИГ летальность достигает 42% [3]. Затраты, связанные с лечением могут быть в два-три раза выше, чем при неосложненном течении послеоперационного периода [10-12]. О данном факте косвенно свидетельствуют и полученные нами данные о длительности госпитализации пациентов с ГРИГ в посттрансплантационном периоде, которая оказалась больше в сравнении с контрольной группой. Среднее время нахождения в стационаре, необходимое для лечения ГРИГ, составило в нашем исследовании $127,79 \pm 64,48$ дней. Данные факты свидетельствуют об актуальности темы настоящего исследования.

Наиболее универсальным и важным фактором риска в аспекте развития ГРИГ у реципиентов сердца является безусловно проводимая ИСТ в посттрансплантационном периоде с целью предупреждения развития реакции отторжения трансплантата, при этом в раннем посттрансплантационном периоде используется достаточно агрессивная и мощная индукционная иммуносупрессия. В этих условиях возрастает риск развития любых инфекционных осложнений, в том числе и ГРИГ. Частота различных инфекционных осложнений в течение первого года после трансплантации достигает 65% [16,17]. При этом средняя заболеваемость ГРИГ в популяции реципиентов сердца составляет 2,5%-3,6% [13–15]. В нашей когорте реципиентов распространенность ГРИГ составила всего лишь 1,39%, что несколько ниже показателей, приведенных по данным зарубежной литературы. За период включения реципиентов в наше исследование проанализирован материал с 2014 по 2022 гг. Из 1509 реципиентов, подвергшихся трансплантации сердца за указанный период, ГРИГ развилась у 21 пациента. Достоверных различий между реципиентами в группах с ГРИГ и без таковой по

возрасту, полу, диагнозу до ТС и наличию общепризнанных факторов риска раневой инфекции (СД, ожирение) выявлено не было ($p > 0,05$). При выявлении ГРИГ в режим иммуносупрессии нами вносились модификации, а именно отменялся прием микофенолатов на период лечения с целью улучшения заживления ран.

Однако, наличие ГРИГ, как уже говорилось, несет в себе дополнительные риски летальности, затруднительно для пациента и персонала клиники, и поэтому поводом к выполнению настоящего исследования явилась необходимость разработки хирургического подхода к лечению ГРИГ в популяции реципиентов сердца, обладающего достаточной надежностью, эффективностью и воспроизводимостью.

В настоящее время отсутствует общепринятая тактика лечения ГРИГ у реципиентов сердца, которая касается оптимальных сроков выполнения повторных вмешательств и их объема. На данный момент многоэтапный подход в лечении пациентов с ГРИГ после кардиохирургических вмешательств является основополагающим [200], и в 2014 году в Российской Федерации разработаны клинические рекомендации по хирургическому лечению больных с послеоперационным стерномедиастинитом, остеомиелитом грудины и рёбер [23]. Большинство авторов склоняются к тому, что лечение ГРИГ после трансплантации сердца требует многоэтапного подхода с финальным выполнением заключительного пластического вмешательства на ПГС. Современный многоэтапный подход включает наряду с выполнением первичной хирургической обработки стеральной раны и рациональную антимикробную терапию, а также метод вакуумной терапии ран с последующим реконструктивно-пластическим этапом [54,79,96,201-202].

При развитии ГРИГ в нашей группе пациентов *Klebsiella pneumoniae* по данным бактериологического исследования была выявлена у 19 пациентов. В зарубежной литературе описывается, что стерномедиастинит, вызванный *K. pneumoniae*, встречается нечасто (3–7%) и обычно связан с вторичной контаминацией грудной стенки, при этом летальность может достигать 81% [61-

63]. Немаловажным является тот факт, что сложность лечения ГРИГ у таких пациентов обусловлена полирезистентностью *K. pneumoniae* к антибиотикам. Основным интегральным показателем эффективности лечебного подхода – госпитальная летальность. При сравнении с приведенными выше данными этот показатель в нашей популяции составил лишь 14,29%. Достичь указанного результата позволило создание и внедрение в нашу клиническую практику оптимального хирургического подхода, первоначально разработанного для нетрансплантационных кардиохирургических пациентов, и затем адаптированного и оптимизированного нами к модели трансплантации сердца и включающего несколько этапов лечения.

У пациентов, проанализированных в нашем исследовании, первым этапом всегда являлось выполнение санационного вмешательства – рестернотомии, ревизии и санации стеральной раны с постановкой вакуумной системы. На втором этапе осуществлялось ведение раневого процесса на вакуумной терапии и/или, при появлении активных грануляций стеральной раны с использованием ежедневных мажевых повязок. По результатам нашего исследования у 10 пациентов раны зажили вторичным натяжением с полноценной эпителизацией, и им не понадобилось выполнение пластического этапа. У большинства из этих пациентов не отмечалось критических нарушений каркасной функции грудной клетки. 8 пациентам в качестве заключительного этапа лечения при наличии значительных дефектов ПГС при условии бактериологического очищения раны (3 последовательных отрицательных посева) была выполнена пластика ПГС перемещенными кожно-фасциальными лоскутами по разработанной нами методике. Выбор оптимального способа пластики дефекта ПГС зависит от общего состояния пациента, распространенности инфекции грудины, традиций клиники и опыта хирурга [17,74]. Однако единого рационального подхода к лечению глубокой раневой инфекции грудины у пациентов после трансплантации сердца до настоящего времени не выработано [42,74].

Нами был использован новый комплексный хирургический подход к лечению ГРИГ у пациентов после трансплантации сердца, разработанный

совместно с В.А. Митишом. Для замещения образовавшегося дефекта ПГС реконструктивный этап выполнялся после хирургической обработки дефекта, с использованием местных тканей грудной стенки. При этом производилась мобилизация местных тканей с обеих сторон грудины в виде кожно-фасциальных лоскутов, которые затем перемещали в дефект с помощью разгрузочных швов и там фиксировали к подлежащим тканям ПГС. Данная стратегия легла в основу успешного лечения у пациентов после трансплантации сердца, осложненной развитием глубокой раневой инфекции, требовавшей пластического оперативного закрытия дефектов ПГС [122]. Многоэтапный подход в лечении ГРИГ у реципиентов сердца позволяет создать “управляемую” раневую среду, которая способствует очищению, деконтаминации и подготовке раны к пластическому этапу, при этом необходимо руководствоваться полнотой купирования инфекции, учитывать наличие у пациента отягчающей сопутствующей патологии. Кроме того, при использовании многоэтапного подхода на наш взгляд возможен оптимальный менеджмент раневого процесса в зависимости от его стадии и особенностей течения. Длительность жизни реципиентов сердца зависит от вероятных отдаленных осложнений, которые включают первичную дисфункцию трансплантата, болезнь коронарных артерий пересаженного сердца, острое или хроническое клеточное и антителообусловленное отторжение с критическими нарушениями гемодинамики, неоонкогенез и др. [198,199].

Для оценки влияния на отдаленную выживаемость реципиентов сердца с наличием в раннем посттрансплантационном периоде ГРИГ нами была проведена сравнительная оценка отдаленной выживаемости реципиентов в группе с ГРИГ и в контрольной группе. Для сравнения отдаленной выживаемости группы пациентов с ГРИГ и контрольной группы были построены кривые выживаемости по Kaplan-Meier, продемонстрированные на рисунке 37.

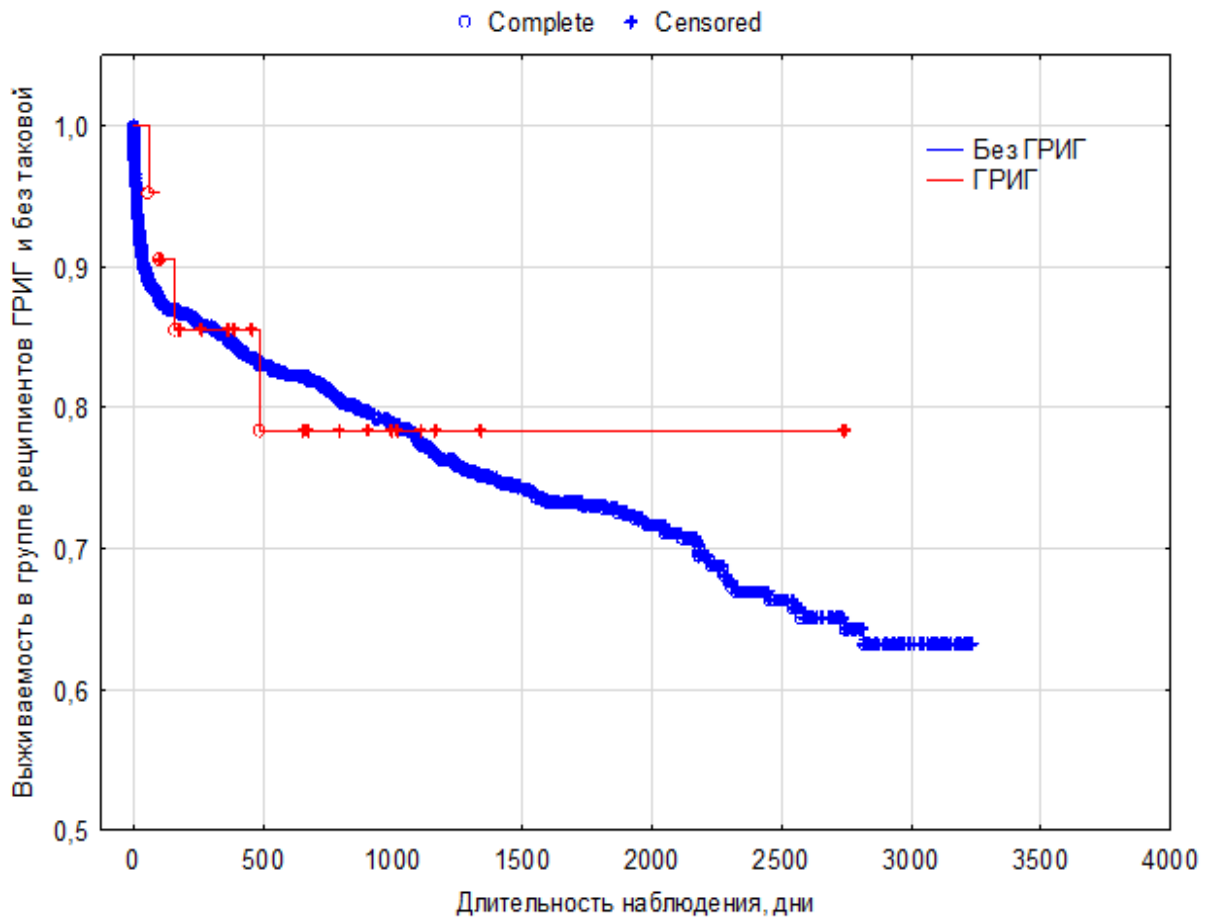


Рисунок 37 – Выживаемость в группе реципиентов сердца с глубокой раневой инфекцией грудины и без таковой. Gehan's Wilcoxon Test $p = 0,828$

Статистически достоверных различий отдаленной выживаемости между группами нами не было обнаружено ($p = 0,828$). Иными словами, наличие ГРИГ в ближайшем посттрансплантационном периоде у выписанных из клиники реципиентов, не влияло на их отдаленный прогноз.

Свидетельством надежности и эффективности разработанного подхода явился показатель актуальной свободы от рецидивов ГРИГ, составивший 98,2% на временном плече 3238 дней. У 8 реципиентов после выполнения пластики ПГС перемещенными кожно-фасциальными лоскутами ни в одном случае не было выявлено рецидивов инфекции. В доступной для анализа литературе нам не удалось обнаружить аналогичных данных, однако, полученный нами показатель является в достаточной, на наш взгляд, степени

удовлетворительным и показывает надежность и радикальность разработанного подхода.

Таким образом, разработанный и апробированный нами хирургический подход к лечению ГРИГ у реципиентов сердца при сравнении с зарубежными данными оказался в высокой степени эффективным, безопасным и надежным, а также в достаточной степени воспроизводимым с накоплением опыта членами хирургической команды. Описания в доступной литературе российского опыта лечения ГРИГ у реципиентов сердца к настоящему времени отсутствуют.

ГЛАВА 4. ХИРУРГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ЛОЖНЫХ АНЕВРИЗМ БЕДРЕННЫХ АРТЕРИЙ

4.1 Характеристика пациентов с ложной аневризмой бедренной артерии и результаты

За период с 01.01.2014 по 30.12.2022 ЛАБА развилась у 23 реципиентов (1,52%) после ТС. У всех пациентов с развившейся ЛАБА была использована периоперационная ВА ЭКМО.

Сравнительная характеристика пациентов с развитием ЛАБА и без таковой приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика пациентов с развитием ложной аневризмы бедренной артерии и без таковой

Характеристика пациентов	Пациенты без осложнений	Пациенты с ЛАБА	Достоверность значений, p
Возраст, лет	От 9 до 87 лет 46,5 ± 12,99	От 20 до 63 лет (43,26 ± 12,62)	p=0,21 Mann-Whitney
Пол, количество пациентов:			p>0,05
Мужчин (%)	1254 (85,54%) 212 (14,46%)	18 (78,26%) 5 (21,74%)	
Женщин (%)			
Диагноз до ТС, количество реципиентов:			p>0,05
ДКМП (%)	839 (57,23%) 536 (35,56%)	12 (52,17%) 10 (43,48%)	
ИКМП (%)	41 (2,8%)	1 (4,35%)	
РеТС (%)	29 (1,98%)	0	
ГКМП (%)	21 (1,43%)	0	
РКМП (%)			
Наличие ЭКМО	514 (34,06%)	23 (100%)	
Сопутствующая патология:			
Сахарный диабет (%)	194 (13,23%)	2 (8,7%)	p>0,05
Ожирение (%)	275 (18,76%)	3 (13,04%)	p>0,05

*ЛАБА – ложная аневризма бедренной артерии

*ТС – трансплантация сердца

*ДКМП – дилатационная кардиомиопатия

*ИКМП – ишемическая кардиомиопатия

*РеТС – ретрансплантация сердца

*ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия

*РКМП – рестриктивная кардиомиопатия

*ЭКМО – экстракорпоральная мембранная оксигенация

Достоверных различий между реципиентами в группах с ЛАБА и без таковой по указанным параметрам выявлено не было. Причиной развития терминальной стадии сердечной недостаточности до ТС явилась дилатационная кардиомиопатия у 12 пациентов (52,17%), ишемическая кардиомиопатия у 10 пациентов (43,48%) и отторжение трансплантированного сердца у 1 пациента (4,35%) (ретрансплантация). Актуриальная свобода от развития ЛАБА приведена на рисунке 38.

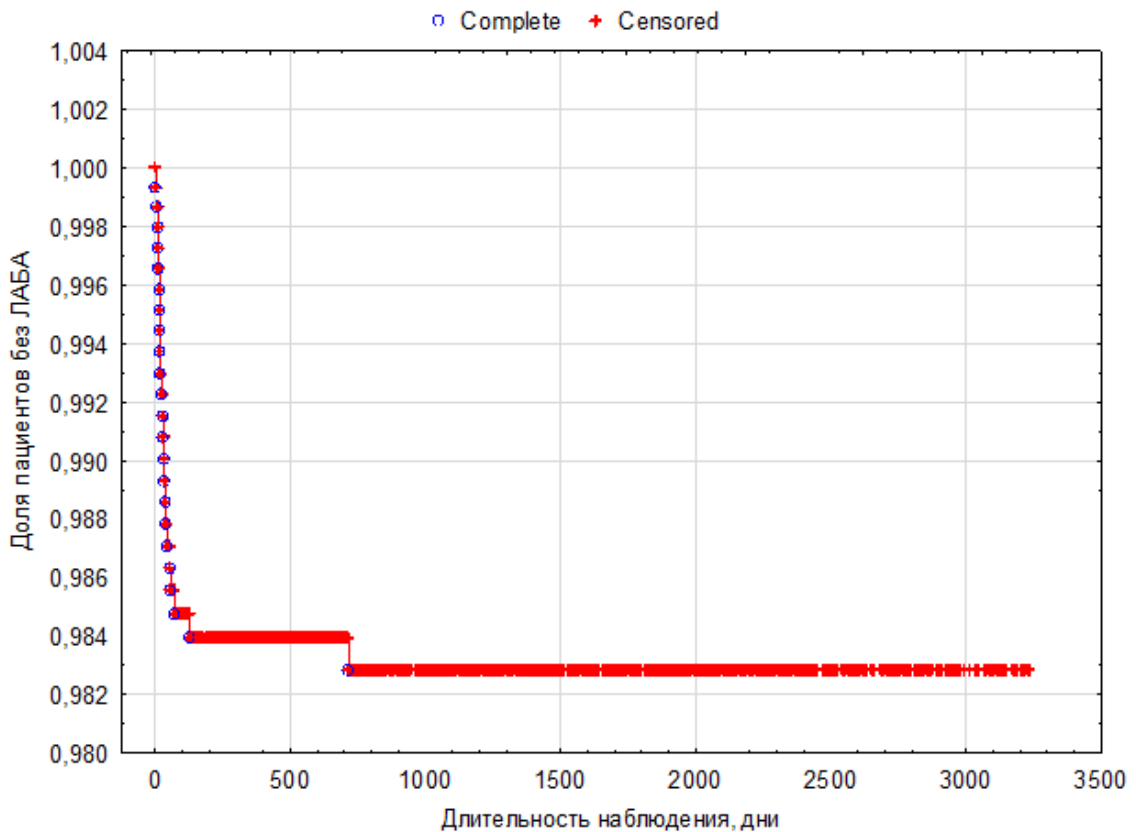


Рисунок 38 – Актуриальная свобода от развития ложной аневризмы бедренной артерии

Как видно на рисунке 38 свыше 98,3% реципиентов к срокам до 3238 дней после ТС не имели ЛАБА, т.е. данное осложнение было исключительно характерным для ближайшего посттрансплантационного периода. У одного пациента клинические проявления ЛАБА возникли в отдаленном послеоперационном периоде спустя 717 суток. Госпитальная летальность среди пациентов, у которых была выявлена ЛАБА, составила 4,35% (1 пациент из 23). Причиной летального исхода явился синдром полиорганной недостаточности.

Характеристика аневризм по объему полости (в миллилитрах), наличию сопутствующей артериовенозной фистулы, локализации шейки, а так же характеру хирургического вмешательства и объему интраоперационной кровопотери приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика ложной аневризмы бедренной артерии по объему полости, наличию сопутствующей артериовенозной фистулы, локализации шейки, характеру хирургического вмешательства и объему кровопотери

Характеристика ЛАБА	Количество пациентов
Объем полости ложной аневризмы	
До 30 мл	3
От 31 до 60 мл	13
Более 60 мл	7
Артериовенозная фистула	5
Локализация ЛАБА	
Общая бедренная артерия	14
Поверхностная бедренная артерия	7
Глубокая бедренная артерия	2
Пластика артерии ксеноперикардом	3
Характер вмешательства	
Открытый хирургический подход	15
Гибридное вмешательство	8
Кровопотеря (мл)	
Все пациенты	620,43 ±668,41 (от 50 до 2300 мл)
Открытый хирургический подход	910 ±665,84 (от 330 до 2300 мл)
Гибридное вмешательство	77,5 ±29,64 (от 50 до 130 мл)

*ЛАБА – ложная аневризма бедренной артерии

Время операции хирургической резекции составило 134,23±50.4 мин, в группе с открытой резекцией 145,87±48,59 мин; в группе эндоваскулярной 110±45,98 мин (p-value=0.49 Mann-Whitney). От момента имплантации ЭКМО до резекции ЛАБА среднее время составило 33.43±27,82 суток (без учета пациента, у которого клинические проявления ЛАБА возникли в отдаленном послеоперационном периоде спустя 717 суток). Мы считаем целесообразным выполнять резекцию ложных аневризм в плановом порядке спустя не менее 3

недель от момента ее формирования. Данный срок необходим для формирования фиброза шейки и капсулы аневризмы, что позволяет выполнить вмешательство более безопасно (в аспекте интраоперационной кровопотери), прецизионно и комфортно для хирурга.

Актуальность проблемы и необходимость лечения данного вида осложнений заставили коллектив специалистов разработать, а затем совершенствовать хирургические подходы к их лечению.

В начале освоения хирургического лечения ЭКМО-ассоциированных ЛАБА нами применялась открытая методика оперативных вмешательств.

4.2 Хирургический алгоритм открытой резекции ложных аневризм бедренных сосудов

1. Операционное поле обрабатывалось антисептиком от подреберных областей до стоп включительно. Такая обработка была нужна в случае возникновения необходимости взятия сегмента большой подкожной вены для выполнения сосудистой пластики.
2. По проекционной линии общей бедренной артерии непосредственно под пупартовой связкой выполнялся разрез кожи, подкожной клетчатки и поверхностной фасции бедра минимально необходимой длины для выделения сегмента общей бедренной артерии, взятия ее на держалку и подведения к ней сосудистого зажима. При этой манипуляции старались не заходить в полость аневризмы с целью исключения развития кровотечения.
3. По проекционной линии поверхностной бедренной артерии дистальнее полости аневризмы (граница определялась с помощью ультразвукового исследования) выполняли разрез кожи, подкожной клетчатки и фасции, выделяли поверхностную бедренную артерию, брали ее на держалку и подводили к ней сосудистый зажим.
4. Локализацию шейки определяли заранее с помощью ультразвука и помечали ее месторасположение.

5. Внутривенно вводили гепарин в количестве 5000 – 7500 ед. и пережимали зажимами общую и поверхностную бедренные артерии.
6. В месте локализации шейки аневризмы над ней вскрывали кожу, подкожную клетчатку и поверхностную фасцию бедра и проникали в полость аневризмы. Чаще всего, несмотря на пережатие общей и поверхностной бедренной артерий, из полости аневризмы отмечалось в той или иной степени выраженное кровотечение, которое было обусловлено поступлением крови в область вмешательства из глубокой бедренной артерии.
7. Для остановки кровотечения использовался следующий хирургический прием: в месте проекции устья глубокой бедренной артерии маленьким тупфером осуществлялась локальная компрессия, что позволяло прекратить кровотечение из полости аневризмы или значительно уменьшить его интенсивность. Ввиду значительной вариабельности анатомии бедренных сосудов и возможности развития в процессе манипуляций массивного кровотечения на операциях использовался аппарат для реинфузии крови – Cell-Saver.
8. Следующим этапом в условиях относительно сухого операционного поля из полости аневризмы удалялись тромботические наложения и сгустки, осуществлялся поиск шейки аневризмы и дефекта артериальной стенки. С этой целью иногда требовалось дополнительное выделение целевого сегмента общей, поверхностной и глубокой артерий бедра и наложение сосудистого зажима на глубокую артерию бедра для обеспечения абсолютно сухого операционного поля, если предполагалось выполнение сосудистой реконструкции.
9. Если дефект артериальной стенки имел небольшие размеры и мог быть ушит без значимого сужения просвета сосуда, то дефект ушивался двойным непрерывным обвивным швом монофильной полипропиленовой нитью 5-0 или 6-0 в зависимости от калибра сосуда.
10. При наличии большого дефекта сосуда, наличия рваных краев мы выполняли сосудистую пластику заплатой из ксеноперикарда или большой подкожной вены для восстановления целостности сосуда. Вариант пластики ксеноперикариальной заплатой бедренной артерии с большим дефектом стенки

после резекции аневризматического мешка представлен на рисунке 39 и окончательный вид – на рисунке 40. Такую же технологию мы применяли при наличии бифуркационных дефектов.

11. Далее полость раны промывалась 5% раствором бетадина, удалялись сильно имbibированные ткани, полость аневризмы ушивалась отдельными узловыми швами рассасывающейся нитью, в рану устанавливался силиконовый дренаж, подкожная клетчатка ушивалась отдельными узловыми швами рассасывающейся нитью, кожа ушивалась отдельными узловыми швами по Донатти, накладывалась асептическая наклейка.

12. Осуществлялся контроль проходимости бедренных сосудов с помощью ультразвукового исследования.

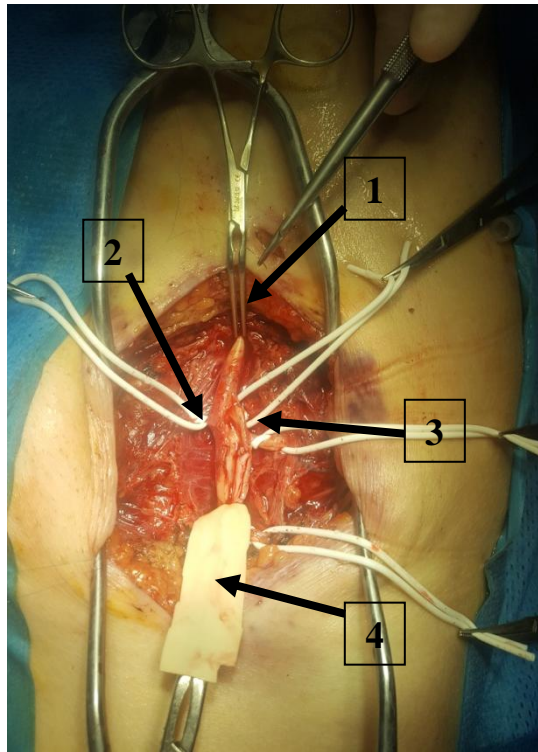


Рисунок 39 – Открытая резекция ложной аневризмы бедренной артерии. Выделенные сосуды взяты на держалки, проксимально на артерию наложен сосудистый зажим (1). Виден значительного размера протяженный дефект стенки бедренной артерии с рваными краями (2), локализирующийся в зоне отхождения глубокой бедренной артерии (3). Подготовка к выкраиванию ксеноперикардальной заплаты (4) по размерам, соответствующему размеру дефекта

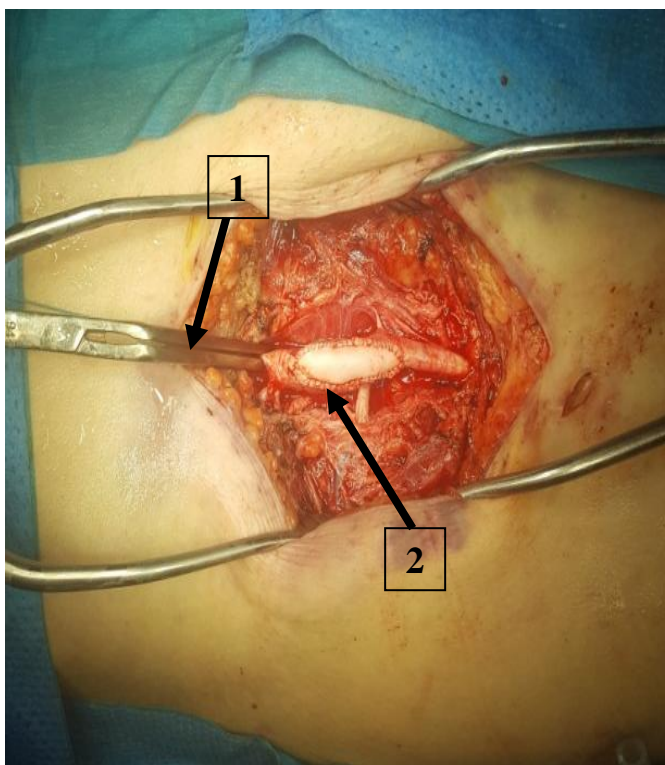


Рисунок 40 – Заключительный вид бедренной артерии с выполненной пластикой сосуда заплатой из ксеноперикарда (1) перед снятием сосудистого зажима с проксимальной части бедренной артерии (2)

Открытая резекция ЛАБА была выполнена у 15 пациентов, гибридное вмешательство у 8 пациентов. 20 пациентам (86,96%) (всем пациентам с гибридным подходом) выполнено наложение сосудистого шва на стенку сосуда в месте отхождения шейки, а при больших размерах дефекта стенки артерии была выполнена пластика заплатой из ксеноперикарда – 3 случая (13,04%). При наличии АВФ выполнялось лигирование артерио-венозного соустья нерассасывающейся нитью.

Недостатками открытого метода хирургического лечения в условиях развития ложных аневризм является сложность хирургического доступа к выше и нижележащим отделам бедренной артерии, сопряженная с риском значимой кровопотери в виду сохраняющего артериального кровотока в аневризме, а также необходимость выполнения протяженного разреза, чтобы избежать попадания в полость раны с активным кровотоком. Пример протяженного разреза для доступа к ЛАБА представлен на рисунках 41 и 42. Чаще всего окружающие ЛАБА ткани имеют выраженную имбибицию, что искажает анатомические ориентиры, визуально

затрудняет определение границ аневризматического мешка, увеличивает кровопотерю, особенно при имбибии крупных мышц передней поверхности бедра. Усугубляет ситуацию необходимость использования антикоагулянтов у пациентов, находящихся на краткосрочной поддержке ЭКМО. Неблагоприятной стороной большого хирургического доступа у реципиентов сердца является высокий риск инфицирования бедренной раны на фоне проводимой напряженной ИСТ на ранних сроках после трансплантации.

Так же при выполнении операции из кожного разреза, существенно превосходящего размеры аневризмы, могут развиваться осложнения связанные с длительным заживлением раны на фоне проводимой ИСТ с использованием антипролиферативных препаратов (микофенолаты), такие как развитие краевых некрозов кожи и лимфорейя. Развитие данных осложнений может существенно удлинить период лечения пациента и потребовать использования дополнительного метода лечения – вакуумной терапии. С целью предотвращения развития подобных осложнений в протоколе ИСТ у таких пациентов исключаются микофенолаты.



Рисунок 41 – Обширный доступ к аневризматическому мешку и сосудам нижней конечности при открытой методике резекции ложной аневризмы бедренной артерии



Риснок 42 – Заключительный вид операции резекции ложной аневризмы бедренной артерии при обширном доступе. Отмечается выраженная геморрагическая имбибиция окружающих тканей

Одним из тяжелых интраоперационных осложнений при резекции ЛАБА является ее разрыв с массивной кровопотерей (от 1600 мл до 2300 мл) (рисунок 43). При возникновении разрыва ЛАБА, с целью предотвращения массивной кровопотери в качестве первого этапа оказания хирургической помощи осуществляется мануальная компрессия, которая значительно ухудшает хирургический доступ.



Рисунок 43 – Вскрытие обширной гематомы бедра, удалено до 2300 мл геморрагического содержимого, состоящего частично из тромботических масс и жидкостного содержимого

Для восполнения массивной кровопотери у таких пациентов используется аппарат Cell-Saver для проведения аутоотрансфузий. Так же при мануальной компрессии значительно увеличивается кожный разрез дистальнее источника кровотечения. Для таких ситуаций, когда отмечается наружное кровотечение или анатомия паховой области значительно извращена за счет образования там массивной гематомы и/или имбибиции, мы модифицировали разработанную нами ранее и вышеописанную методику.

4.3 Модифицированный хирургический алгоритм открытой резекции ложных аневризм бедренных сосудов

1. В случае развития внешнего кровотечения на всех подготовительных этапах осуществлялась наружная мануальная компрессия бедренной области с целью остановки кровотечения. При наличии массивной гематомы, извращающей анатомию паховой области внешняя компрессия не проводится.
2. Операционное поле обрабатывалось антисептиком от подреберных областей до стоп включительно.

3. По проекционной линии поверхностной бедренной артерии непосредственно дистальнее полости ложной аневризмы в области малоизмененных гематомой тканей (граница определялась с помощью ультразвукового исследования) выполнялся разрез кожи, подкожной клетчатки и поверхностной фасции бедра минимально необходимой длины для выделения сегмента поверхностной бедренной артерии, взятия ее на держалки и подведения к ней сосудистых зажимов. При этой манипуляции старались не заходить в полость аневризмы с целью исключения развития кровотечения.
4. Локализацию шейки определяли заранее с помощью ультразвука и помечали ее месторасположение.
5. Внутривенно вводили гепарин в количестве 5000 – 7500 ед.
6. Между зажимами поперечным разрезом серповидным скальпелем вскрывали поверхностную бедренную артерию и в проксимальном направлении проводили катетер Фогарти, соответствующий по диаметру баллона примерному размеру общей бедренной артерии, проводили баллон в проксимальный отдел общей бедренной артерии или в дистальный отдел наружной подвздошной артерии и раздували баллон, за счет чего и осуществлялась остановка кровотечения и прекращалась мануальная компрессия.
7. В месте локализации шейки ЛАБА над ней вскрывали кожу, подкожную клетчатку и поверхностную фасцию бедра и проникали в полость. Чаще всего, несмотря на пережатие общей и бедренной артерий из полости аневризмы, отмечалось в той или иной степени выраженное кровотечение, которое было обусловлено поступлением крови в область вмешательства из глубокой бедренной артерии.
8. Для остановки кровотечения использовался следующий хирургический прием: в месте проекции устья глубокой бедренной артерии маленьким тупфером осуществлялась локальная компрессия, что позволяло прекратить кровотечение из полости аневризмы или значительно уменьшить его интенсивность. Ввиду значительной вариабельности анатомии бедренных сосудов и возможности

развития в процессе манипуляций массивного кровотечения на операциях использовался аппарат для реинфузии крови – Cell-Saver.

9. Следующим этапом в условиях относительно сухого операционного поля из полости аневризмы удалялись тромботические наложения и сгустки, осуществлялся поиск шейки аневризмы и дефекта артериальной стенки. С этой целью иногда требовалось дополнительное выделение целевого сегмента общей, поверхностной и глубокой артерий бедра и наложение сосудистого зажима на глубокую артерию бедра для обеспечения абсолютно сухого операционного поля, если предполагалось выполнение сосудистой реконструкции.

10. Если дефект артериальной стенки имел небольшие размеры и мог быть ушит без значимого сужения просвета сосуда, то дефект ушивался двойным непрерывным обвивным швом монофильной полипропиленовой нитью 5-0 или 6-0 в зависимости от калибра сосуда.

11. При наличии большого дефекта сосуда, наличия рваных краев мы выполняли сосудистую пластику заплатой из ксеноперикарда или большой подкожной вены для восстановления целостности сосуда. Такую же технологию мы применяли при наличии бифуркационных дефектов.

12. Ушивался разрез в поверхностной бедренной артерии двойным непрерывным обвивным швом монофильной полипропиленовой нитью 5-0 или 6-0 в зависимости от калибра сосуда.

13. По завершении реконструкции бедренных сосудов или их ушивания сдувался баллон катетера Фогарти и осуществлялся пуск магистрального кровотока.

14. Далее полость раны промывалась 5% раствором бетадина, удалялись сильно имbibированные ткани, полость аневризмы ушивалась отдельными узловыми швами рассасывающейся нитью, в рану устанавливался силиконовый дренаж, подкожная клетчатка ушивалась отдельными узловыми швами рассасывающейся нитью, кожа ушивалась отдельными узловыми швами по Донатти, накладывалась асептическая наклейка.

15. Осуществлялся контроль проходимости бедренных сосудов с помощью ультразвукового исследования.

Данная технология позволяла достаточно быстро окклюзировать изнутри магистральный сосуд, и остановить массивное кровотечение. Кроме того, такой подход позволял не выделять общую бедренную артерию проксимальнее шейки аневризмы в имбибированных тканях с извращенной анатомией, что снижало травматичность вмешательства. Однако обеспечить полностью сухое операционное поле и полностью избежать кровопотери, было невозможно.

Стремление к снижению травматичности операции, уменьшению кровопотери, что особенно важно у реципиентов сердца, получающих ИСТ и стремление к обеспечению комфортных условий для хирурга во время выполнения операции заставило нас пойти дальше и задействовать в большей мере кадровый и технологический потенциал нашего Центра. Таким образом, коллективом специалистов – сердечно-сосудистых хирургов, эндоваскулярных хирургов и анестезиологов-реаниматологов был создан новый гибридный подход к хирургическому лечению ЭКМО-ассоциированных аневризм бедренных сосудов.

4.4 Хирургический алгоритм при комбинированном эндоваскулярно-ассистированном подходе к лечению ложных аневризм бедренных артерий

На диагностическом этапе выполнялась МСКТ-ангиография сосудов нижних конечностей с захватом в поле сканирования участка от бифуркации аорты до подколенных артерий. По результатам исследования уточнялись следующие характеристики патологического процесса:

1. Сосуд/сосуды, из которых исходила аневризма (ОБА, ПБА, ГБА)
2. Количество (при множественных шейках), размер и локализация шеек аневризмы
3. Размер активной зоны аневризмы
4. Количество камер

5. Наличие артерио-венозной фистулы
6. Диаметр и протяженность сосуда, который необходимо было окклюзировать с целью подбора размеров эндоваскулярного баллона

Таргетирование и проецирование шейки аневризмы с целью оптимизации расположения и протяженности хирургического разреза в области бедренного треугольника осуществлялось непосредственно в операционной с помощью ультразвукового аппарата.

Суть предложенного метода заключалась в эндоваскулярной баллонной окклюзии бедренного сосуда в области шейки аневризмы с последующим вскрытием полости аневризмы и ушиванием шейки на бедренном сосуде на раздутом баллоне изнутри полости. Манипуляции выполнялись в операционной, оснащенной ангиографом или мобильной С-дугой.

Технологическая последовательность манипуляций для выполнения указанной процедуры была следующей:

1. Пациенту выполнялась пункция контралатеральной бедренной артерии (рисунок 44).



Рисунок 44 – Эндоваскулярный этап. Обработка операционного поля раствором антисептика. Пункция контралатеральной бедренной артерии. Постановка контралатерального интродьюсера в подвздошную артерию

2. Контралатеральный интрадьюсер устанавливался в подвздошную артерию и подводился к бифуркации аорты.
3. Диаметр баллонного катетера выбирался в соответствии с диаметром бедренной артерии в области аневризмы, его длина выбиралась с расчетом перекрытия просвета бедренной артерии в области локализации шейки аневризмы с «запасом» перекрытия в проксимальном и дистальном направлениях по 20 мм.
4. Внутривенно вводился гепарин в количестве 5000 – 7500 единиц.
5. Баллонный катетер под рентгеноконтролем раздувался непосредственно на уровне шейки аневризмы, перекрывая тем самым кровоток внутри нее, как показано на рисунке 45. Раздутие баллона проводилось с помощью ручного насоса для катетера Dolphin (Perous Medical, Франция) (рисунок 46).

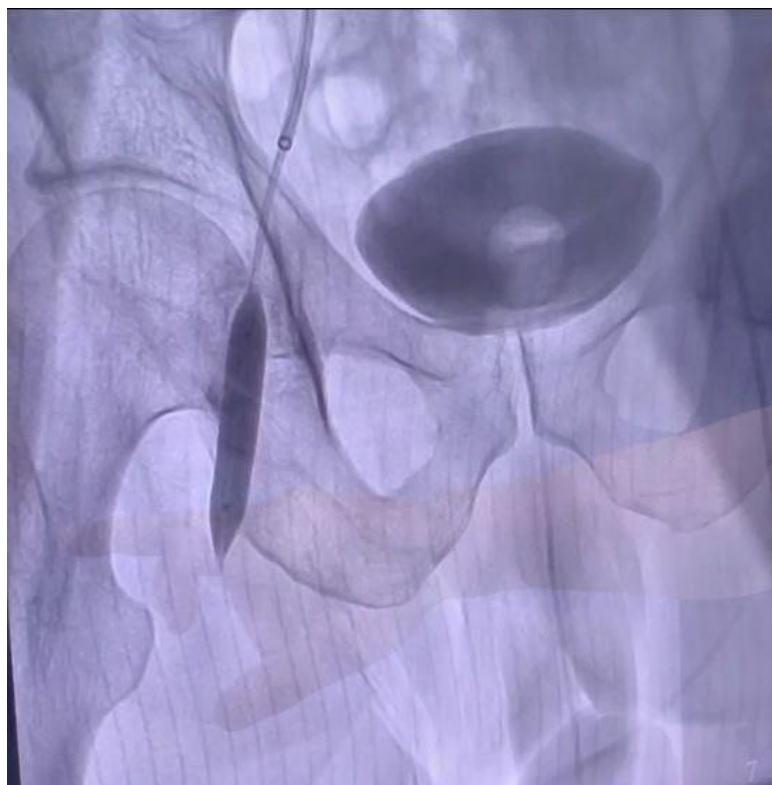


Рисунок 45 – Эндоваскулярный этап. Дилатированный баллонный катетер расположен в правой бедренной артерии с окклюзией просвета сосуда. При контрольной ангиографии кровотока в общей бедренной артерии и аневризматическом мешке отсутствует



Рисунок 46 – Ручной насос для катетера Dolphin/Ballon inflation device (Perous Medical, Франция)

6. Проводилась контрольная ангиография - кровоток в аневризме при правильной установке баллонного катетера отсутствовал.
7. Рассекалась кожа и подкожная жировая клетчатка, ориентируясь на метку локализации шейки аневризмы, поставленную с помощью ультразвука (рисунок 47).
8. Длина разреза соответствовала длине ЛАБА (рисунок 48).
9. Вскрывался аневризматический мешок (рисунок 49).



Рисунок 47 – Доступ к аневризматическому мешку при диллатированном балонном катетере. Кожный разрез в проекции аневризматического мешка

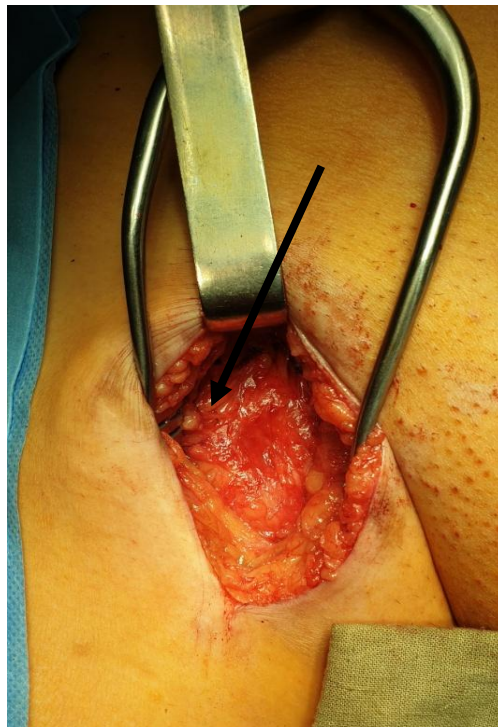


Рисунок 48 – Выделение аневризматического мешка. Рана разведена ретрактором Бекмана (Егорова-Фрейдина). Стрелкой видна спавшаяся псевдокапсула из плотно-эластической ткани, кровоток к ней перекрыт за счет раздутого баллона

10. Эвакуировалось содержимое аневризматического мешка (жидкая кровь, сгустки, организованные тромбы при их наличии). На рисунке 48 показан вскрытый аневризматический мешок. Ввиду эндоваскулярной баллонной окклюзии артерии достигнуто абсолютно сухое операционное поле. Визуализировался дефект передней стенки артерии.

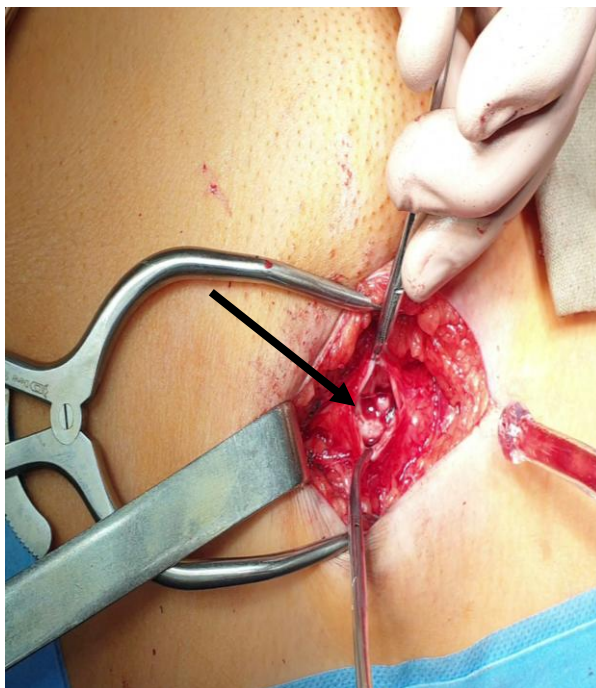


Рисунок 49 – Вскрытый аневризматический мешок, кровотечения из шейки аневризматического мешка нет. По центру вскрытого аневризматического мешка визуализируется шейка, соединяющаяся с просветом бедренной артерии, которая в данный момент окклюзирована баллонным катетером. Устье шейки показано стрелкой

11. Дефект передней стенки бедренной артерии в области шейки ушивался непрерывным двурядным обвивным швом с захватом адвентиции (наружной оболочки) и меди (средней оболочки) первым рядом, что позволяло исключить нарушение целостности баллонного катетера, находящегося в просвете артерии на уровне наложения шва (рисунок 50).

12. Наложение второго ряда сосудистого шва осуществлялось после сдувания баллона с захватом интимы, что исключало формирование ее подворотов.

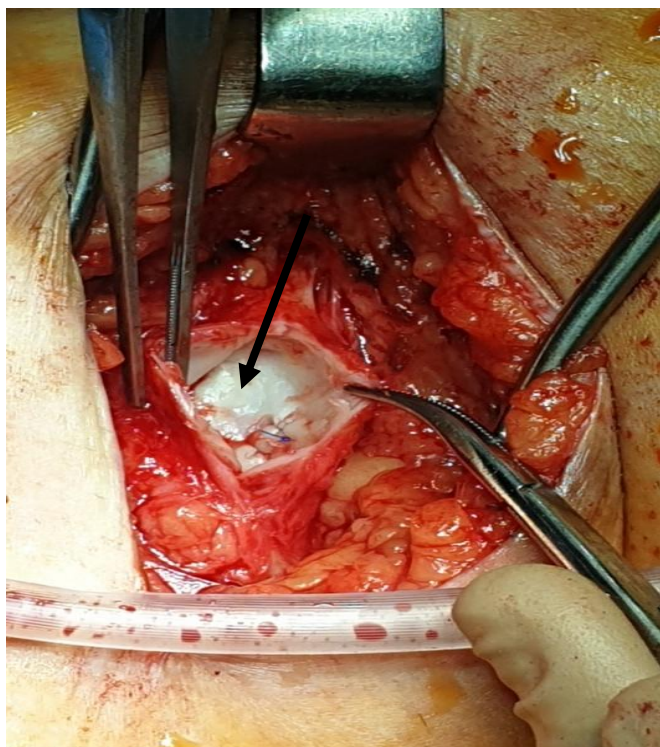


Рисунок 50 – Наложение шва нерассасывающейся монофиламентной нитью Пролен 5–0 шейки ложной аневризмы бедренной артерии. Стрелкой указано ушитое соустье шейки мешка

13. При необходимости возможно выполнение пластики артерии заплатой.
14. После завершения сосудистого этапа и пуска кровотока оценивалась пульсация артерии в пределах раны.
15. При больших размерах аневризматический мешок частично иссекался и затем ушивался одиночными рассасывающимися швами, при малых размерах – ушивался.
16. При необходимости устанавливался силиконовый дренаж, рана послойно ушивалась наглухо с использованием для шва подкожной клетчатки одиночных узловых рассасывающихся швов.
17. Осуществлялся УЗИ контроль проходимости сосудов конечности.

Преимущества разработанного гибридного подхода по сравнению с ранее описанными следующие:

- минимальная кровопотеря либо ее отсутствие;
- минимальная хирургическая травма ввиду исключения необходимости выделения проксимальных и дистальных сегментов бедренных сосудов;
- минимально возможные размеры хирургического доступа;
- адекватные условия для сосудистой реконструкции;
- возможность радикального удаления аневризматического мешка;
- укорочение времени операции;
- комфортные условия для хирурга при выполнении вмешательства.

На рисунке 51 представлены преимущества гибридной методики в виде минимально возможного кожного разреза, достаточного для безопасного и бескровного иссечения ЛАБА.



Рисунок 51 – Размеры кожного разреза после резекции ложной аневризмы бедренной артерии при гибридном подходе. А – ушита подкожно-жировая клетчатка, Б – косметический кожный шов.

Гибридная методика лечения ЛАБА представлена следующим клиническим наблюдением.

4.5 Клиническое наблюдение № 3

Пациент П., 48 лет поступил в клинику ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И.Шумакова» МЗ РФ 14.10.2021 с диагнозом: Ишемическая кардиомиопатия, ПИКС (стентирование ПМЖВ от сентября 2020, ПКА от декабря 2020, рестеноз ПМЖВ от октября 2021). НК ПА. ФК 3 NYHA. Хронический вирусный гепатит С (НСVRNA+, 6,0x10x4 МЕ/мл). ХБП 2 ст (СКФ по СКД-ЕPI 75 мл/мин/1,73м2).

Жалобы: одышка при минимальной физической нагрузке, приступы удушья, отеки нижних конечностей, тяжесть в области сердца.

Анамнез заболевания: длительное время повышение АД до 180/100 мм рт. ст., адаптирован к 110/70 мм рт. ст. В сентябре 2020 года развился инфаркт миокарда, проведена КАГ, по итогам которой имелись показания к выполнению коронарного шунтирования, однако в связи со значительным снижением насосной функции левого желудочка выполнена транслюминальная баллонная ангиопластика со стентированием передней межжелудочковой ветви. В декабре 2020 г. выполнена баллонная ангиопластика со стентированием правой коронарной артерии. После выписки сохранялась стенокардия напряжения, одышка при нагрузках. В сентябре 2021 г. выявлен рестеноз стентов ПМЖВ, выполнена попытка реканализации - безуспешно. По данным ЭхоКГ: ФВ ЛЖ 24%, КДО 195 мл, КСО 140 мл, правые отделы увеличены. Пациент включен в лист ожидания ТС. Учитывая декомпенсацию сердечной недостаточности, развившейся на фоне ишемической кардиомиопатии и тяжесть состояния 29.10.2021 пациенту была выполнена имплантация системы ВА ЭКМО в качестве моста к ТС. 29.10.2021 была выполнена ТС. Экстубация в первые послеоперационные сутки. На фоне восстановления сердечного трансплантата и регресса миокардиальной недостаточности 01.11.2021 удалена система ВА ЭКМ. 03.11.2021 переведен в КХОН №3. В отделении состояние с положительной динамикой, проводился подбор медикаментозной терапии, плановые перевязки. По данным КАГ и ЭМБ данных за наличие гемодинамически значимого стенотического поражения коронарных артерий, отсрого клеточного и

антителобусловленного отторжения не выявлено. В правом бедренном треугольнике пальпаторно отмечалась патологическая пульсация в месте имплантации артериальной канюли ЭКМО.

Были выполнены УЗИ и МСКТ с контрастом артерий нижних конечностей. Выявлена ложная аневризма правой бедренной артерии.

МСКТ ангиография артерий нижних конечностей от 12.11.2021: справа, несколько дистальнее устья ПБА визуализируется мешотчатая аневризма диаметром 32мм, шейка диаметром 6,7мм. Экстравазации препарата за пределы аневризмы не регистрируется (рисунок 52).

УЗ-доплерография в дуплексном режиме парных сосудов от 17.11.2021: Описание исследования: R: ОБА, ПБА, ГБА, передняя тиббиальная, задняя тиббиальная артерии – кровоток трехфазный, магистрального типа. В проекции бифуркации ОБА справа по передней стенке лоцируется организованная гематома размером 4,6x2,7 см. Заключение: Организованная гематома ОБА справа.

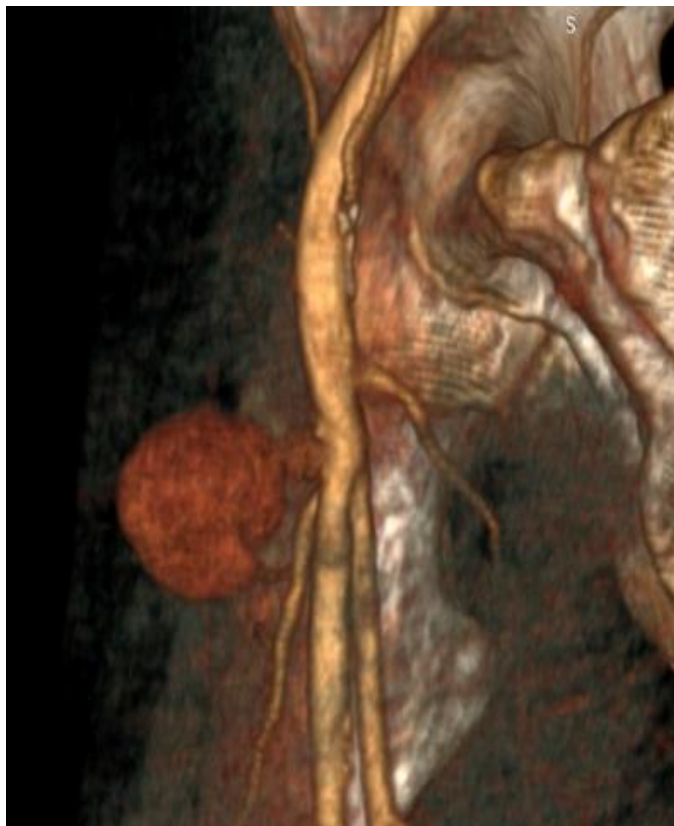


Рисунок 52 – Мультиспиральная компьютерная ангиография правой бедренной артерии нижней конечности с аневризматическим мешком

Перед оперативным вмешательством состояние средней степени тяжести. Кожные покровы умеренно бледные, сухие, теплые. Периферических отеков нет. При аускультации: дыхание жесткое, ослаблено в нижних отделах, хрипы не выслушиваются. SatO₂ 99% при дыхании атмосферным воздухом. Тоны сердца приглушены. Ритм собственный правильный с ЧСС 100 уд/мин. Гемодинамика стабильная, без инотропной поддержки АД 120/80 мм рт.ст. При пальпации: живот мягкий безболезненный во всех отделах. Диурез собственный, достаточный. В правой бедренной области пальпируется пульсирующее образование.

16.11.2021 выполнена операция: Резекция ложной аневризмы правой общей бедренной артерии гибридным методом с эндоваскулярной поддержкой. Ход оперативного вмешательства: выполнена пункция левой бедренной артерии (рисунок 53). Коллатеральный интрадьюсер 6F установлен в правую ОБА. Проводник проведен в правую бедренную артерию. В область шейки аневризмы проведен баллонный катетер диаметром 9 мм и длиной 30 мм. Произведено раздувание баллона давлением 6 атмосфер (рисунок 54). При контрольной ангиографии кровотока в ПБА отсутствует.



Рисунок 53 – Пунктированная контрлатеральная левая бедренная артерия бедренным интродьюсером

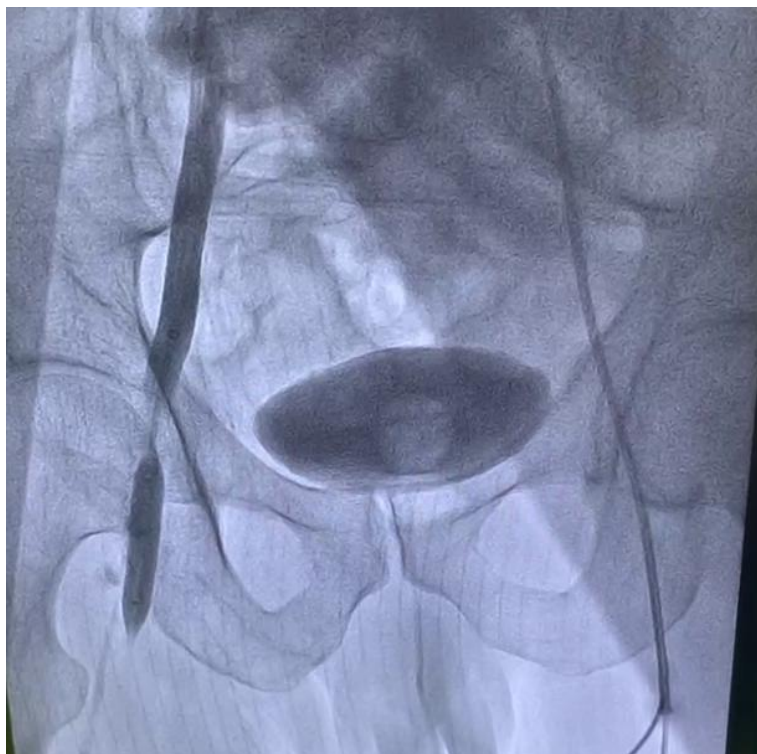


Рисунок 54 – Раздувание баллона в просвете правой бедренной артерии, окклюзия правой бедренной артерии баллонным катетером, контрольная ангиография с подтверждением полной окклюзии просвета артерии в месте локализации шейки ложной аневризмы

Проекционным разрезом в правом бедренном треугольнике вскрыты кожные покровы, вскрыт аневризматический мешок. Дефект передней стенки общей бедренной артерии ушит непрерывным двурядным обивным швом нитью Пролен 6-0. Сдут баллон, после пуска кровотока отмечается хорошая пульсация общей, глубокой и поверхностной бедренных артерий. При контрольной ангиографии отмечается герметичность анастомоза, удовлетворительное контрастирование дистальных отделов бедренной артерии, как показано на рисунке 55. Швы состоятельны. Тщательный гемостаз. Рана послойно ушита наглухо с оставлением дренажа, выведенного через контрапертуру. Асептическая наклейка. Время оперативного вмешательства составило 30 минут. Кровопотеря практически отсутствовала.



Рисунок 55 – Контрольная ангиография общей бедренной артерии после открытого ушивания шейки аневризмы, удаления эндоваскулярного баллона

Дальнейшее время пребывания в стационаре до момента выписки составило 23 суток. При выписке состояние удовлетворительное. Кожные покровы бледно-розового цвета. Периферических отеков нет. При аускультации: дыхание жесткое, хрипы не выслушиваются. SatO₂ 99% при дыхании атмосферным воздухом. Тоны сердца приглушены. Ритм собственный правильный с ЧСС 102 уд/мин. Гемодинамика стабильная, без инотропной поддержки АД 123/85 мм рт.ст. При пальпации: живот мягкий безболезненный во всех отделах. Локальный статус: Рана на правом бедре зажила первичным натяжением.

На основании данных клинического осмотра и УЗИ оценивалась эффективность оперативного лечения ЛАБА у пациентов после ТС. Во всех случаях оперативного лечения был отмечен положительный результат:

- Практически отсутствовала интраоперационная кровопотеря;
- Размер хирургического доступа был минимальным, так же в сравнении с доступами при открытых вмешательствах, что важно при сопутствующей ИСТ;
- Не было повторных оперативных вмешательств, связанных с неполным восстановлением целостности сосуда или стенозирования сосуда;
- Не было выявлено инфекционных осложнений в области хирургического вмешательства;
- Не отмечено наличие ишемических и дегенеративно-дистрофических событий со стороны оперированной нижней конечности.

Мы не выявили достоверных различий по длительности вмешательств при открытом и гибридном способах лечения ЛАБА. Такая ситуация на наш взгляд объясняется тем, что гибридная методика включала два этапа – эндоваскулярный и хирургический, и их время при обсчете данных бралось как единое время вмешательства. Длительность открытого этапа в реальности была существенно меньше. Объем кровопотери при использовании гибридного метода был достоверно меньше. Хирургический комфорт при использовании гибридного метода был, несомненно, выше. Данная гибридная методика лечения ЛАБА защищена патентом на изобретение РФ (рисунок 56).

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2789746

Способ хирургического лечения ложной аневризмы бедренной артерии

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное "Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова" Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ "НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова" Минздрава России) (RU)*

Авторы: *Готье Сергей Владимирович (RU), Захаревич Вячеслав Мефодьевич (RU), Халилулин Тимур Абдулнаимович (RU), Закирьянов Артур Русланович (RU), Кирьяков Кирилл Сергеевич (RU), Сухачев Антон Александрович (RU), Гольц Алексей Матвеевич (RU), Поздняков Олег Алексеевич (RU), Иванов Денис Сергеевич (RU), Миронков Борис Леонтьевич (RU), Рядовой Иван Григорьевич (RU), Изотов Дмитрий Александрович (RU), Азоев Эльхам Тофикович (RU), Саховский Степан Анатольевич (RU), Попцов Виталий Николаевич (RU)*

Заявка № 2022120782

Приоритет изобретения **29 июля 2022 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **07 февраля 2023 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **29 июля 2042 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



Рисунок 56 – Патент РФ №2789746 на изобретение способа хирургического лечения ложной аневризмы бедренной артерии

4.6 Резюме по главе «ложная аневризма бедренной артерии»

- Распространенность ЛАБА у реципиентов сердца в общей когорте всех реципиентов сердца за анализируемый временной интервал составила 1,52%.
- Распространенность ЛАБА у реципиентов сердца в когорте пациентов с применением периферического ВА ЭКМО в периоперационном периоде за анализируемый временной интервал составила 4,47%.
- Госпитальная летальность среди реципиентов сердца, у которых была выявлена ЛАБА, составила 4,35% (1 пациент из 23). Причиной летального исхода явился синдром полиорганной недостаточности.
- Время операции в группе с открытой резекцией ЛАБА составило $145,87 \pm 48,59$ мин; в группе с эндоваскулярно-ассистированной резекцией ЛАБА составило $110 \pm 45,98$ мин и достоверно не различалось ($p\text{-value}=0.49$ Mann-Whitney).
- Время от момента имплантации ЭКМО до резекции ЛАБА составило $33.43 \pm 27,82$ суток (без учета пациента, у которого клинические проявления ЛАБА возникли в отдаленном послеоперационном периоде спустя 717 суток).
- Достоверных различий между реципиентами в группах с ЛАБА и без таковой по возрасту, полу, диагнозу до ТС и наличию сопутствующей патологии (СД, ожирение) выявлено не было ($p > 0,05$).
- Актуриальная свобода от ЛАБА у реципиентов сердца к сроку до 3238 дней после ТС составила 98,3%, т.е. данное осложнение было характерно исключительно для ближайшего посттрансплантационного периода.
- Открытый хирургический подход использовался у 15 пациентов, гибридная эндоваскулярно-ассистированная методика – у 8 пациентов.

- Кровопотеря составила $620,43 \pm 668,41$ мл (от 50 до 2300 мл) в общей группе.
- Кровопотеря в группе с открытой резекцией составила от $910 \pm 665,84$ мл (от 330 до 2300 мл) и была достоверно выше ($p=0,002$ по Фишеру) в сравнении с группой гибридного вмешательства - $77,5 \pm 29,64$ мл (от 50 до 130 мл).
- Среднее время нахождения в стационаре, необходимое для лечения ЛАБА составило $64,65 \pm 47,99$ дней.
- Достоверно не отличается отдаленная выживаемость реципиентов сердца в группе с ЛАБА и без таковой, т.е. наличие ЛАБА в посттрансплантационном периоде не является фактором, влияющим на отдаленную выживаемость реципиентов.
- Разработан уникальный хирургический подход к открытой резекции ложной аневризмы бедренной артерии у реципиентов сердца.
- Разработан уникальный хирургический подход к выполнению временной интраоперационной окклюзии бедренной артерии катетером Фогарти во время открытой резекции ложной аневризмы бедренной артерии у реципиентов сердца.
- Разработан уникальный гибридный эндоваскулярно-ассистированный хирургический подход к выполнению резекции ложной аневризмы бедренной артерии у реципиентов сердца, защищенный патентом РФ.
- Продемонстрирована клиническая эффективность указанных подходов.
- Создан блоковый алгоритм выполнения гибридной хирургической эндоваскулярно-ассистированной резекции ложной аневризмы бедренной артерии, ассоциированной с имплантацией ВА ЭКМО у реципиентов сердца (показан на рисунке 57).



Рисунок 57 – Блоковый алгоритм выполнения гибридной эндоваскулярно-ассистированной хирургической резекции ложной аневризмы бедренной артерии, ассоциированной с имплантацией вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией

4.7 Заключение по главе «ложная аневризма бедренной артерии»

Сосудистые осложнения со стороны бедренных артерий, ассоциированные с имплантацией ВА ЭКМО, чаще всего – ложные аневризмы бедренных артерий являются одними из наиболее частых и важных экстракардиальных осложнений после трансплантации сердца [128,140]. По данным зарубежных источников после имплантации ВА ЭКМО ЛАБА встречается до 14% случаев [131]. В нашей когорте реципиентов, которым в перитрансплантационном периоде была имплантирована система ВА ЭКМО, распространенность ЛАБА составила всего лишь 4,47%, что существенно ниже показателей, приведенных по данным зарубежной литературы. На наш взгляд подобный результат, достигнут, благодаря огромному опыту имплантации ЭКМО в нашем Центре с 2009 г. За период включения реципиентов в наше исследование проанализирован материал с 2014 по 2022 гг. Из 1509 реципиентов, подвергшихся трансплантации сердца за указанный период, ЛАБА развилась у 23 пациентов, которым в перитрансплантационном периоде была имплантирована система ВА ЭКМО.

В последние годы все большее количество потенциальных реципиентов сердца с сопутствующей патологией подвергаются трансплантации сердца: Для них характерны возраст старше 65 лет, наличие ожирения, артериальная гипертензия, заболевания периферических артерий нижних конечностей. Часть реципиентов до ТС находятся на гемодиализе, получают антикоагулянтную и антиагрегантную терапию. Также большой размер канюль (15–24 Fr), необходимый для обеспечения циркуляции крови по контуру ЭКМО и низкие или высокие места пункции бедренных сосудов являются значимыми факторами риска возникновения ЛАБА [143-146]. Наличие большого диаметра ложной аневризмы (больше 2 см и объемом больше 6 см³), применение антикоагулянтов или антитромбоцитарных препаратов могут приводить к возникновению жизнеугрожающих осложнений, таких как разрыв аневризмы с развитием жизнеугрожающего кровотечения, что требует выполнения дополнительного хирургического вмешательства - резекции ложных аневризм бедренных сосудов,

пластики сосудов, разобщения артериовенозных фистул [4,144,156,159]. В отечественной и зарубежной литературе точная частота развития данного осложнения достоверно не представлена [144]. Кроме того, лечение пациентов ЛАБА представляет существенную нагрузку для клиники и персонала. В нашем исследовании среднее время нахождения в стационаре, необходимое для лечения ЛАБА от момента резекции до выписки составило $64,65 \pm 47,99$ дней. Время от момента имплантации ЭКМО до резекции ЛАБА составило $33,43 \pm 27,82$ суток. Такой, казалось бы, длительный временной интервал был необходим для формирования фиброза капсулы и шейки аневризмы, что существенно повышало безопасность операции. С момента создания нами гибридной технологии этот интервал существенно снизился, потому что появилась возможность проведения операции в более безопасных в аспекте кровотечения и визуализации шейки условиях.

С учетом коморбидности реципиентов, тяжелым предтрансплантационным состоянием, требовавшим имплантации ВА ЭКМО, мы искали пути оптимизации хирургических подходов к лечению ЛАБА у данной категории больных с учетом вышеприведенных факторов.

В настоящее время в 25%–50% случаев открытое хирургическое лечение ЛАБА является абсолютным и неотложным методом выбора [175,184-186]. 15 пациентам в нашей когорте была выполнена открытая резекция ЛАБА, четверым пациентам вмешательство выполнялось по экстренным показаниям, ввиду разрыва аневризмы, развившегося массивного артериального кровотечения, с необходимой мануальной компрессией, что имело ряд важных недостатков. Мануальная компрессия значительно мешала визуализации и хирургическому доступу к ЛАБА, а так же требовала применения аппарата Cell-Saver для проведения аутотрансфузий для восполнения массивной кровопотери, что повышало периоперационные риски и увеличивало материальные затраты. Так же при мануальной компрессии значительно увеличивается кожный разрез дистальнее источника кровотечения, что может негативным образом влиять на заживление послеоперационной раны.

Что бы минимизировать интраоперационную кровопотерю, двум пациентам нами был использован подход временной остановки кровотечения, путем введения через шейку ЛАБА проксимально катетера Фогарти с дальнейшей окклюзией и временной остановкой кровотока в пораженной бедренной артерии. На время пережатия выделялись общая и глубокая бедренные артерии, которые брались на сосудистые держалки и сосудистые зажимы, что давало возможность убрать катетер Фогарти и выполнить резекцию ЛАБА. По данным литературы в последние годы в клиническую практику все чаще внедряются малоинвазивные методы лечения, которые обладают рядом преимуществ, что позволяет сократить период восстановления и снизить вероятность различных осложнений [176-178]. В связи с этим, нами был предложен новый гибридный эндоваскулярно-ассистированный метод резекции ложных аневризм у реципиентов сердца, при котором временная окклюзия пораженной бедренной артерии осуществлялась до начала выполнения открытого этапа операции. Данную методику мы применили у 8 пациентов, что привело к значительному снижению интраоперационной кровопотери. Кровопотеря в группе с открытой резекцией составила от $910 \pm 665,84$ мл (от 330 до 2300 мл) и была достоверно выше ($p=0,002$ по Фишеру) в сравнении с группой гибридного вмешательства – $77,5 \pm 29,64$ мл (от 50 до 130 мл). Время операции в группе с открытой резекцией ЛАБА составило $145,87 \pm 48,59$ мин; в группе с эндоваскулярно-ассистированной резекцией ЛАБА составило $110 \pm 45,98$ мин. и достоверно не различалось ($p\text{-value}=0.49$ Mann-Whitney). Данный факт обусловлен тем обстоятельством, что время гибридной операции включало время выполнения двух этапов – эндоваскулярного и открытого. Аналогов гибридной методики резекции ЛАБА у реципиентов сердца с периоперационным применением ВА ЭКМО в доступной отечественной и зарубежной литературе нами не обнаружено. Описанные в зарубежной литературе послеоперационные осложнения, такие как длительное заживление мягких тканей, кровотечение, инфицирование раны [185,186,189] ни у одного пациента выявлено не было. В нашей когорте

пациентов с ЛАБА был 1 летальный исход на госпитальном этапе, не связанный с вмешательством и обусловленный синдромом полиорганной недостаточности.

Для сравнения отдаленной выживаемости группы пациентов с ЛАБА и контрольной группы были построены кривые выживаемости по Kaplan-Meier, что показано на рисунке 58.

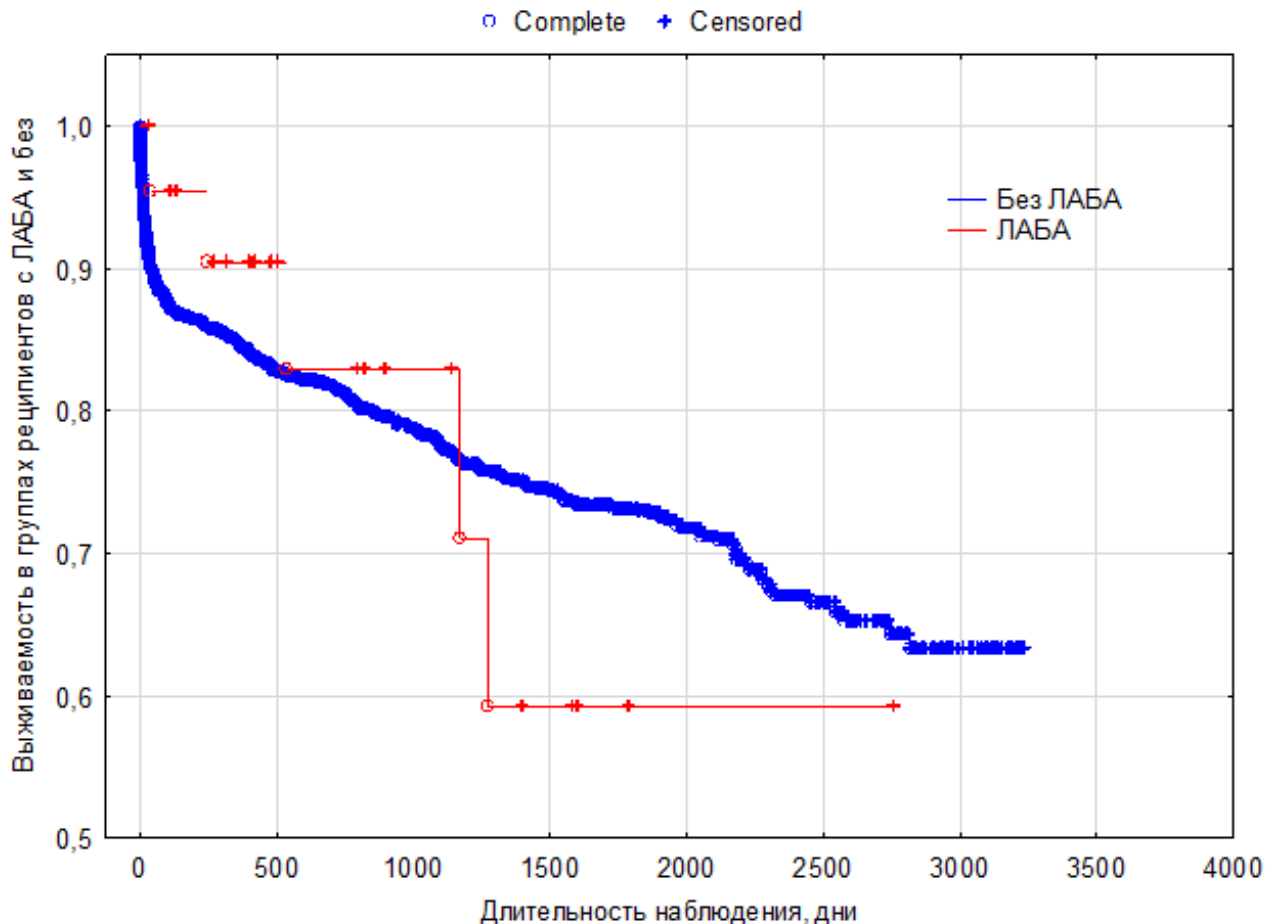


Рисунок 58 – Выживаемость в группе реципиентов сердца с ложной аневризмой бедренной артерии и без таковой. Gehan's Wilcoxon Test $p = 0,643$

Как видно на рисунке 58, отдаленная выживаемость реципиентов с ЛАБА и без таковой достоверно не отличается, что свидетельствует об отсутствии влияния наличия ЛАБА как таковой после трансплантации и факта ее хирургического лечения на отдаленный прогноз жизни.

Таким образом, разработанный уникальный гибридный эндоваскулярно-ассистированный хирургический подход к выполнению резекции ложной аневризмы бедренной артерии у реципиентов сердца позволил снизить травматичность операции, достоверно уменьшить интраоперационную кровопотерю, повысить хирургический комфорт выполнения вмешательства, тем самым уменьшить периоперационные риски. Применение указанного подхода также позволило исключить развитие послеоперационных осложнений, а именно – нагноения послеоперационной раны и лимфорреи в послеоперационном периоде тем самым обеспечив надежное первичное заживление послеоперационных ран. Исходя из приведенных результатов, предложенные хирургические алгоритмы лечения ЛАБА у реципиентов донорского сердца являются эффективными и безопасными в лечение данной группы пациентов, в особенности – гибридный эндоваскулярно-ассистированный подход.

ВЫВОДЫ

1. Распространенность экстракардиальных хирургических осложнений, ассоциированных со стернотомной раной у реципиентов сердца в посттрансплантационном периоде составила 1,39%. Госпитальная летальность составила 14,29%. По характеру все выявленные осложнения являлись глубокой раневой инфекцией грудины.

2. Разработан многоэтапный подход к хирургическому лечению осложнений, ассоциированных со стернотомной раной у реципиентов сердца в посттрансплантационном периоде, как на ранних, так и на отдаленных сроках после трансплантации сердца. В рамках подхода разработан алгоритм, направленный на проведение VAC-терапии, как дефинитивного этапа лечения, так и алгоритм, включающий выполнение реконструктивно-пластического этапа после VAC-терапии. Отдаленная выживаемость в группе реципиентов с глубокой раневой инфекцией грудины сопоставима с таковой для контрольной группы реципиентов сердца без указанного осложнения и не имеет статистических различий ($p=0,828$).

3. Распространенность экстракардиальных хирургических осложнений у реципиентов сердца в посттрансплантационном периоде, ассоциированных с краткосрочной периферической МПК у реципиентов сердца методом ВА ЭКМО (ложная аневризма бедренных артерий) составила 4,47%, госпитальная летальность составила 4,35%.

4. Разработан подход к хирургическому лечению осложнений у реципиентов сердца в посттрансплантационном периоде, ассоциированных с краткосрочной периферической МПК методом ВА ЭКМО (ложная аневризма бедренных артерий), включающий хирургические алгоритмы при открытых вмешательствах и новый гибридный эндоваскулярно-ассистированный

алгоритм (Патент РФ №2789746 на изобретение способа хирургического лечения ЛАБА).

5. Разработанный гибридный алгоритм эндоваскулярно-ассистированного хирургического лечения ложной аневризмы бедренных артерий в сравнении с алгоритмами открытого хирургического лечения позволил достоверно снизить интраоперационную кровопотерю ($p=0,002$), уменьшить травматичность вмешательства и обеспечить высокий хирургический комфорт и качество его выполнения. Разработанный подход является клинически эффективным, отдаленная выживаемость в группе ЛАБА сопоставима с контрольной группой реципиентов сердца и достоверно не отличается ($p=0,643$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выявлении признаков ГРИГ у пациентов после ТС первичная эмпирическая антимикробная терапия должна начинаться незамедлительно и должна быть комбинированной. Выбор антимикробных препаратов должен основываться на особенностях микробного пейзажа госпитальной флоры конкретного стационара, с корректировкой после определения чувствительности к выявленным возбудителям.

2. При физикальном обследовании пациента на предмет вероятного наличия ГРИГ важное диагностическое значение имеет наличие пролабирования подкожно-жировой клетчатки по ходу шва стерильной раны, свидетельствующее об отсутствии первичной раневой склейки.

3. Ключевым инструментальным методом верификации ГРИГ является компьютерная томография органов грудной клетки.

4. Этап первичной хирургической санации должен проводиться максимально радикально с удалением подлежащих в рану проволочных лигатур, некротизированной клетчатки и фибрина, однако хирург должен соблюдать осторожность при санации интраперикардальных структур во избежание рисков кровотечения из анастомозов и камер сердечного трансплантата.

5. Хирургический подход к лечению ГРИГ должен быть многоэтапным. На первом этапе осуществляется первичная хирургическая санация операционной раны. Второй этап включает в себя проведение VAC-терапии. При наличии значимого дефекта ПГС в качестве третьего этапа выполняется пластика ПГС, при необходимости включающая реостеосинтез.

6. При отсутствии значимых нарушений каркасной функции грудной клетки и незначительном размере кожного дефекта второй этап может быть дефинитивным с закрытием раны вторичным натяжением.

7. При выполнении пластики ПГС у реципиентов сердца следует строго выполнять разработанный в диссертационном исследовании алгоритм с использованием для пластики технологии перемещенных кожно-фасциальных лоскутов.

8. Заключительный пластический этап необходимо выполнять при полной элиминации возбудителя в стернотомной ране (3 отрицательных последовательных посева из раны), отсутствии интенсивной экссудации, наличии активных ярко-розовых грануляций в дне и на стенках раны, а также наличии раневой контракции.

9. На период хирургического лечения ГРИГ у реципиентов сердца необходимо корректировать иммуносупрессивную терапию с целью улучшения репарации тканей: препараты микофеноловой кислоты должны быть отменены, желательно редуцировать дозы или отменить глюкокортикоиды с учетом индивидуальных иммунологических рисков отторжения под тщательным мониторингом функции сердечного трансплантата.

10. У реципиентов сердца с периоперационным применением периферической ВА ЭКМО в посттрансплантационном периоде обязательным должен быть скрининг сосудистых осложнений, связанных с постановкой и удалением канюль системы. Скрининг должен включать физикальный осмотр и УЗИ-контроль сосудов нижних конечностей.

11. При выявлении ЛАБА ключевым диагностическим исследованием является МСКТ ангиография нижних конечностей со сканированием зоны от бифуркации аорты до стоп с целью определения тактики предстоящего хирургического вмешательства.

12. Оптимальным сроком выполнения плановой резекции ЛАБА при отсутствии угрозы разрыва является срок свыше 3 недель, в течение которого формируется полноценный фиброз шейки и капсулы аневризмы, что позволяет более безопасно, прецизионно и комфортно осуществить планируемое вмешательство.

13. При наличии угрозы разрыва вмешательство должно осуществляться в экстренном порядке.

14. При хирургическом лечении ЛАБА, ассоциированных с применением ВА ЭКМО, методом выбора является гибридный эндоваскулярно-ассистированный подход, детально описанный в диссертационном исследовании.

Список сокращений

АВФ – артериовенозная фистула

АД – артериальное давление

АКШ – аортокоронарное шунтирование

БГМ – большая грудная мышца

ВГА – внутренняя грудная артерия

ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия

ГРИГ – глубокая раневая инфекция

ДКМП – дилатационная кардиомиопатия

ИКМП – ишемическая кардиомиопатия

ИМТ – индекс массы тела

ИСТ – иммуносупрессивная терапия

ЛАБА – ложная аневризма бедренной артерии

МЖП – межжелудочковая перегородка

МПК – механическая поддержка кровообращения

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ОГК – органы грудной клетки

ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии

ПГС – передняя грудная стенка

ПМЖ – прямая мышца живота

РеТС – ретрансплантация сердца

РКМП – рестриктивная кардиомиопатия

ССО — сердечно-сосудистые осложнения

ТС – трансплантация сердца

ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЧДД – частота дыхательных движений

ЧСС – частота сердечных сокращений

ШМС – широчайшая мышца спины

ЭКГ – электрокардиография

ЭКМО (ВА) – экстракорпоральная мембранная оксигенация (вено-артериальная)

ЭКС – электрокардиостимулятор

ЭМБ – эндомиокардиальная биопсия

ЭХО-КГ – эхокардиография

CoNS – coagulase-negative staphylococci – коагулазонегативные стафилококки

CVVH – continuous veno-venous hemofiltration - непрерывная вено-венозная фильтрация

Fr – French – французская шкала диаметра катетеров (шкала Шаррьера)

NYHA – New York Heart Association - Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация

Список литературы

1. Готье С.В., Попцов В.Н., Захаревич В.М., Шевченко А.О., Спирина Е.А., Ухренков С.Г., Масютин С.А., Алиев Э.З., Воронков В.Ю., Чибисов Н.С., Устин С.Ю., Бондаренко Д.М. Пятилетний опыт применения периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации как метода механической поддержки кровообращения у потенциальных реципиентов сердца. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2016;18(4):16-25.
2. Попцов В.Н., Спирина Е.А., Золотова Е.Н., Захаревич В.М., Колоскова Н.Н., Можейко Н.П., Сибякина А.А., Поз Я.Л., Скокова А.И., Боронова В.В., Воронков В.Ю., Хатуцкий В.М. Трансплантация сердца у реципиентов с сахарным диабетом 2-го типа. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2020;22(4):8-19.
3. Lamb KM, Hirose H. Vascular Complications in Extracorporeal Membrane Oxygenation. Crit Care Clin. 2017 Oct; 33(4):813-824.
4. Castedo E, Monguió E, Ugarte J, Lalinde E. Terapia de vacío en la mediastinitis postrasplante cardiaco. Rev Esp Cardiol. 2005;58:1
5. Baskett RJ, MacDougall CE, Ross DB. Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review. Ann Thorac Surg 1999;67:462–5.
6. Brown IW, Moor GF, Hummel BW, Marshall WG Jr, Collins JP. Toward further reducing wound infections in cardiac operations. Ann Thorac Surg 1996;62:1783–89.
7. Ridderstolpe, L. Superficial and deep sternal wound complications: incidence, risk factors and mortality [Text] / L. Ridderstolpe [et al.] // European Journal of Cardiothoracic Surgery . – 2001–. Vol. 20, №6 – P. 1168–1175.
8. Milano CA, Georgiade G, Muhlbaier LH, Smith PK, Wolfe WG. Comparison of omental and pectoralis flaps for poststernotomy mediastinitis. Ann Thorac Surg 1999;67:377–80.
9. Sutherland RD, Martinez HE, Guynes WA, Miller L. Postoperative chest wound infections in patients requiring coronary bypass: a controlled study evaluating prophylactic antibiotics. J Thorac Cardiovasc Surg 1977;73:947.

10. Graf, K. Economic aspects of deep sternal wound infections [Text] / K. Graf, E. Ott [et al.] // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. – 2010. – Vol. 37, – P. 893–896.
11. Хубулава, Г.Г. Прогнозирование вероятности развития стеральной инфекции у кардиохирургических пациентов / Г.Г. Хубулава, Н.Н. Шихвердиев, П.Р. Фогг [и др.] // *Вопросы общей и частной хирургии*. –2018. – Т. 177, № 1. –С. 11-15.
12. Rich, J.B. Making a business case for quality by regional information sharing involving cardiothoracic surgery / J.B. Rich, A.M. Speir, E.Jr. Fonner // *Am. Heart Hosp. J.* – 2006. – Vol. 4, № 2. – P. 142-147.
13. Ascherman JA, Hugo NE, Sultan MR, Patsi MC, Smith CR, Rose EA. Single stage treatment of sternal wound complications in heart transplant recipients in whom pectoralis major myocutaneous advancement flaps were used. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 110: 1030 – 1036.
14. Baldwin RT, Radovancevic B, Sweeney MS, Duncan JM, Frazier OH. Bacterial mediastinitis after heart transplantation. *J Heart Lung Transplant* 1992; 11: 545 – 549
15. Carrier M, Perrault L, Pellerin M, Marchand R, Auger P, Pelletier GB, White M. Sternal wound infection after heart transplantation: Incidence and results with aggressive surgical treatment. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 719 – 724
16. Островский Ю.П., Рачок Л.В., Гребенюк И.А., Юдина О.А., Курлянская Е.К., Колядко М.Г., Тихомиров В.С., Дубовик Т.А., Худницкая В.С. Инфекционные осложнения у пациентов, перенесших ортотопическую сердца. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2011;13(4):24-31.
17. Chello C, Lusini M, Nenna A, Nappi F, Spadaccio C, Satriano UM, Cardetta F, Mastroianni C, Chello M. Deep Sternal Wound Infection (DSWI) and Mediastinitis After Cardiac Surgery: Current Approaches and Future Trends in Prevention and Management. *Surg Technol Int*. 2020 May 28;36:212-216. PMID: 32215903.
18. El Oakley, R.M. Postoperative mediastinitis: classification and management. Review [Text] / R.M. El Oakley, J.E. Wright // *Ann Thorac Surg*. – 1996. – Vol. 61, – P. 1030–1036.

19. Robicsek, F., Postoperative sterno-mediastinitis. *Am Surg*, 2000. 66(2): p. 184–920
20. Milton H. Mediastinal surgery. *Lancet* 1897;1:872-5. 2. Milton H. Removal of a foreign body from the bronchus by intrathoracic tracheotomy. *Lancet* 1901;1:2424.
21. Julian OC, Lopez-Belio M, Dye WS, Javid H, Grove WJ. The median sternal incision in intracardiac surgery with extracorporeal circulation; a general evaluation of its use in heart surgery. *Surgery*. 1957 Oct;42(4):753-61. PMID: 13467646.
22. Dalton ML, Connally SR, Sealy WC (1992) Julian's reintroduction of Milton's operation. *Ann Thorac Surg* 53(3):532–533
23. Порханов, В.А. Клинические рекомендации по хирургическому лечению больных послеоперационным медиастинитом и остеомиелитом грудины и ребер / В.А. Порханов, В.А. Кубышкин, В.Д. Паршин [и др.].—Краснодар, Москва, 2014.—26 с
24. Crabtree TD, Codd JE, Fraser VJ, Bailey MS, Olsen MA, Damiano RJ Jr. Multivariate analysis of risk factors for deep and superficial sternal infection after coronary artery bypass grafting at a tertiary care medical center. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2004 Spring;16(1):53-61.
25. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control*. 1999 Apr;27(2):97-132; quiz 133-4; discussion 96.
26. Filsoufi F, Castillo JG, Rahmanian PB, Broumand SR, Silvay G, Carpentier A, Adams DH (2009) Epidemiology of deep sternal wound infection in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 23(4):488–494
27. Gummert JF, Barten MJ, Hans C, Kluge M, Doll N, Walther T, Hentschel B, Schmitt DV, Mohr FW, Diegeler A (2002) Mediastinitis and cardiac surgery - an updated risk factor analysis in 10,373 consecutive adult patients. *Thorac Cardiovasc Surg* 50(2):87–91

28. Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, Starr A (1999) Continuous intravenous insulin infusion reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 67(2):352–360
29. Shine TS, Uchikado M, Crawford CC, Murray MJ (2007) Importance of perioperative blood glucose management in cardiac surgical patients. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 15(6):534–538
30. Gandhi GY, Nuttall GA, Abel MD, et al (2007) Intensive intraoperative insulin therapy versus conventional glucose management during cardiac surgery: A randomized trial. *Ann Intern Med* 146(4):233–243
31. Haga KK, McClymont KL, Clarke S, Grounds RS, Ng KY, Glyde DW, Loveless RJ, Carter GH, Alston RP (2011) The effect of tight glycaemic control, during and after cardiac surgery, on patient mortality and morbidity: A systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Surg* 6
32. Abboud CS, Wey SB, Baltar VT (2004) Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 77:676–683
33. Adams KF, Schatzkin A, Harris TB, Kipnis V, Mouw T, Ballard-Barbash MD, Hollenbeck A, Leitzmann MF (2006) Overweight, obesity, and mortality in a large prospective cohort of persons 50 to 71 years old. *N Engl J Med* 355:763–778
34. Johnson AP, Parlow JL, Whitehead M, Xu J, Rohland S, Milne B (2015) Body mass index, outcomes, and mortality following cardiac surgery in Ontario, Canada. *J Am Heart Assoc* 9:4(7)
35. Kubota H, Miyata H, Motomura N, Ono M, Takamoto S, Harii K, Oura N, Hirabayashi S, Kyo S (2013) Deep sternal wound infection after cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg* 8:132
36. Крастин О.А. Профилактика и лечение послеоперационного гнойного переднего медиастинита и протезно-клапанного эндокардита у больных ревматическими пороками сердца: автореф. дис. д-ра мед. наук : 14.00.44 / О.А. Крастин. – Москва, 1989. – 36 с.

37. Фогт, П.Р. Элиминация стеральной инфекции в кардиохирургии: метод. рекомендации / П.Р. Фогт, Г.Г. Хубулава, С.П. Марченко. – Санкт-Петербург: Б. Браун Медикал, 2012. – С. 12-18.
38. Litmathe, J. Systemic inflammatory response syndrome after extracorporeal circulation: a predictive algorithm for the patient at risk / J. Litmathe, U. Boeken, G. Bohlen // *Hellenic. J. Cardiol.* – 2011. – Vol. 52, № 6. – P. 493-500.
39. De Paulis, R. The effect of bilateral Internal thoracic artery harvesting on superficial and deep sternal infection: The role skeletonization / R. de Paulis, S. de 149 Notaris, R. Scaffa [et al.] // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2005. – Vol. 129, № 3. – P. 536-543.
40. Овакимян, А.Г. Факторы риска развития инфекционных осложнений в области хирургического вмешательства в период пребывания в стационаре и после выписки из него у пациентов с коронарным шунтированием на работающем сердце / А.Г. Овакимян, С.Ф. Казарян, М.П. Шатахян [и др.] // *Грудная и сердечнососудистая хирургия.* – 2009. – № 3. – С. 32-35
41. Crabthree, T.D. Multivariate analysis of risk factors for deep and superficial sternal infection after coronary artery bypass grafting at tertiary care medical center / T.D. Crabthree, J.E. Codd, V.J. Fraser, M.S. Bailey // *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2004. – Vol. 16, № 1. – P. 53-61
42. Asimakopoulos, G. Mechanisms of the systemic inflammatory response / G. Asimakopoulos // *Perfusion.* – 1999. – Vol. 14, № 4. – P. 269-277.
43. Laffey, J.G. The systemic inflammatory response to cardiac surgery: implications for the anesthesiologist / J.G. Laffey, J.F. Boylan, D.C. Cheng // *Anesthesiology.* – 2002. – Vol. 97, № 1. – P. 215-252
44. Громов, М.И. Применение иммуномодуляторов в хирургической практике / М.И. Громов // *TERRA MEDICA.* – 2006. – № 1. – С. 10-14
45. Cunha BA (2002) Osteomyelitis in elderly patients. *Clin Infect Dis* 35(3):287–293

46. Eguia JM, Chambers HF. Methicillin-resistant staphylococci and their treatment in the intensive care unit. *Semin Respir Crit Care Med*. 2003 Feb;24(1):37-48. doi: 10.1055/s-2003-37915.
47. Olsson, E. Coagulase-negative staphylococci isolated from sternal wound infections after cardiac surgery: attachment to and accumulation on sternal fixation stainless steel wires / E. Olsson, O. Friberg, N. Venizelos [et al.] // *APMIS*. – 2007. – Vol. 115, № 2. – P. 142-151.
48. Кохан, Е.П. Лечение послеоперационного медиастинита у кардиохирургических больных/Е.П. Кохан, Р.Н. Долгих, О.Н. Асанов [и др.] // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 127-131.
49. Chan M, Yusuf E, Giulieri S, Perrottet N, Von Segesser L, Borens O, Trampuz A (2015) A retrospective study of deep sternal wound infections: clinical and microbiological characteristics, treatment, and risk factors for complications. *Diagn Microbiol Infect Dis*.
50. Moyon Q, Lebreton G, Huang F, Demondion P, Desnos C, Chommeloux J, Hékimian G, Bréchet N, Nieszowska A, Schmidt M, Leprince P, Combes A, Luyt CE, Pineton de Chambrun M. Characteristics and outcomes of patients with postoperative *Candida* versus bacterial mediastinitis: a case-matched comparative study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2022 Feb 18;61(3):523-530.
51. Glower DD, Douglas JM Jr, Gaynor JW, Jones RN, Oldham HN Jr. *Candida* mediastinitis after a cardiac operation. *Ann Thorac Surg*. 1990 Jan;49(1):157-63.
52. Monteiro OMC, Higa Júnior MG, Palhares MA, Nunes MO, Melhem MSC, Chang MR. A Rare Case of *Aspergillus* Mediastinitis After Coronary Artery Bypass Surgery: A Case Report and Literature Review. *Am J Case Rep*. 2021 Dec 15;22:e933193.
53. Гельфанд, Б.Р. Хирургические инфекции кожи и мягких тканей : российские национальные рекомендации / под ред. Б.Р. Гельфанда, В.А. Кубышкина, Р.С. Козлова, Н.Н. Хачатрян. – Москва, 2015. – 109 с.

54. Van Wingerden, J.J. Poststernotomy mediastinitis: a classification to initiate and evaluate reconstructive management based on evidence from a structured review / J.J. van Wingerden, D.T. Ubbink, C.M. van der Horst, B.A. de Mol // *J. Cardiothorac. Surg.* – 2014. – Vol. 23, № 9. – P. 179-184
55. Оболенский, В.Н. Методы пролонгированной локальной антибактериальной терапии и локального отрицательного давления в лечении инфекционных раневых осложнений стернотомии: аналитический обзор, клинические примеры / В.Н. Оболенский, Д.В. Золотарёв // *Клиническая и экспериментальная хирургия.* – 2016. – № 2. – С. 71-79.
56. Pinto, A.M Bacteriophages for Chronic Wound Treatment: from Traditional to Novel Delivery Systems / A.M. Pinto, M.A. Cerqueira, M. Bañobre-López, L.M. Pastrana, S. Sillankorva // *Viruses.* – 2020. – Vol. 12, №2. – P.235.
57. Yusuf, E. Current perspectives on diagnosis and management of sternal wound infections / E. Yusuf, M. Chan, N. Renz [et al.] // *Infect Drug Resist.* – 2018. – №1. – P. 961–968.
58. Шихвердиев, Н.Н. Интраоперационное местное применение антибиотиков для профилактики стеральной инфекции в кардиохирургии /Н.Н.Шихвердиев, Г.Г.Хубулава, С.П.Марченко, В.В.Суворов // *Патология кровообращения и кардиохирургия.* – 2017. – Т. 21, № 1. – С. 69-72.
59. Barnea Y, Carmeli Y, Kuzmenko B, Navon-Venezia S (2008) Staphylococcus aureus mediastinitis and sternal osteomyelitis following median sternotomy in a rat model. *J Antimicrob Chemother* 62(6):1339–1343
60. Norman DC, Yoshikawa TT (1994) Infections of the bone, joint and bursa. *Clin Geriatr Med* 10:703-718
61. Gardlund B, Bitkover CY. Postoperative mediastinitis in cardiac surgery-microbiology and pathogenesis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;21:25–30.
62. Eklund AM, Lyytikäinen O, Klemets P, Huotari K, Anttila VJ, Werkkala KA, et al. Mediastinitis after more than 10,000 cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg.* 2006;82:1784–9.

63. Valenzuela H, Carrascal Y, Maroto L, Arce N. Fulminant mediastinitis due to extended-spectrum beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae*: atypical presentation and spreading following cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2013;16(5):703-704.
64. Skurnik D, Lasocki S, Bremont S, Muller-Serieys C, Kitzis MD, Courvalin P, et al. Development of ertapenem resistance in a patient with mediastinitis caused by *Klebsiella pneumoniae* producing an extended-spectrum β -lactamase. *J Med Microbiol*. 2010;59:115–9.
65. Rodriguez Cetina Biefer H, Sündermann SH, Emmert MY, Rancic Z, Salzberg SP, Grünenfelder J, Falk V, Plass AR (2012) Negative microbiological results are not mandatory in deep sternal wound infections before wound closure. *Eur J Cardiothorac Surg* 42(2):306—310
66. Aldea GS, Bakaeen FG, Pal J, et al. The Society of Thoracic Surgeons clinical practice guidelines on arterial conduits for coronary artery bypass grafting. *Annals of thoracic. Surgery*. 2016;101:801–809.
67. Rupprecht L, Schmid C. Deep sternal wound complications - an overview of old and new therapeutic options. *Open J Cardiovasc Surg*. 2013;6:9–19.
68. Sung K, Jun TG, Park PW, Park KH, Lee YT. Management of deep sternal infection in infants and children with advanced pectoralis major muscle flaps. *Ann Thorac Surg*. 2004; 77: 1371–1375.
69. Kaul P. Sternal reconstruction after post-sternotomy mediastinitis. *J Cardiothorac Surg*. 2017 Nov 2;12(1):94.
70. Fleck TM, Moidl R, Fleck M, Koller R, Giovanoli P, Wolner E, Grabenwoger M. The Vacuum assisted closure system for the treatment of deep sternal wound infections after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 1596 – 1600
71. Lindsey JT. A retrospective analysis of 48 infected sternal wound closures: delayed closure decreases wound complications. *Plast Reconstr Surg* 2002; 109: 1882 – 1885

72. Song DH, Wu LC, Lohman RF, Gottlieb LJ, Franczyk M. Vacuum assisted closure for the treatment of sternal wounds: The bridge between debridement and definitive closure. *Plast Reconstr Surg* 2003; 111: 92 – 97
73. Tang ATM, Ohri SK, Haw MP. Novel application of vacuum assisted closure technique to the treatment of sternotomy wound infection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 17: 482 – 484
74. Wallen TJ, Habbertheuer A, Gottret JP, Kramer M, Abbas Z, Siki M, Hobbs R, Vasquez C, Molina M, Kanchwala S, Low D, Acker M, Vallabhajosyula P. Sternal wound complications in patients undergoing orthotopic heart transplantation. *J Card Surg.* 2019 Apr;34(4):186-189.
75. Протасевич А.И., Татур А.А. "Эффективность вакуумной терапии в лечении послеоперационных стерномедиастинитов: систематический обзор и мета-анализ" *Новости хирургии*, vol. 24, no. 3, 2016, pp. 275-284.
76. Shumacker, H.B. Continuous antibiotic irrigation in the treatment of infection / H.B. Shumacker, Jr.I. Mandelbaum // *Arch. Surg.* – 1963. – Vol. 86. – P. 384- 387.
77. Каншин Н.Н., Максимов Ю.М., Валенко А.В. Постоянная аспирация в профилактике нагноения послеоперационных ран // *Вестн. хир.* 1983. - № 7. - С. 15—18.
78. Vos, R.J. Primary closure using Redon drains for the treatment of poststernotomy mediastinitis / R.J. Vos, B.P. Van Putte, U. Sonker [et al.] // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* – 2014. – Vol. 18, № 1. – P. 33-37.
79. Митиш, В.А. Опыт хирургического лечения хронического послеоперационного остеомиелита грудины и ребер после миниинвазивной реваскуляризации миокарда / В.А. Митиш, О.Ю. Усу-Вуйю, Ю.С. Пасхалова [и др.] // *Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б.М. Костюченка.* – 2015. – № 2. – С. 46-58.
80. Rand RP, Cochran RP, Aziz S, Hofer BO, Allen MD, Verrier ED, Kunzelman KS. Prospective trial of catheter irrigation and muscle flaps for sternal wound infection. *Ann Thorac Surg* 1998;65: 1046–49.

81. El Gamel A, Yonan NA, Hassan R, Jones MT, Campbell CS, Deiraniya AK, Lawson RA. Treatment of mediastinitis: early modified Robicsek closure and pectoralis major advancement flaps. *Ann Thorac Surg* 1998;65:41–6.
82. Sjogren J, Nilsson J, Gustafsson R, Malmsjo M, Ingemansson R. The impact of vacuum-assisted closure on long-term survival after poststernotomy mediastinitis. *Ann Thorac Surg* 2005;80: 1270–75.
83. Sjogren J, Gustafsson R, Nilsson J, Malmsjo M, Ingemansson R. Clinical outcome after poststernotomy mediastinitis: vacuum assisted closure versus conventional treatment. *Ann Thorac Surg* 2005;79:2049–55.
84. Kutschka I, Frauendorfer P, Harringer W. Vacuumassisted closure therapy improves early postoperative lung function in patients with large sternal wounds. *Zentralbl Chir* 2004;129 Suppl. 1:S33–4.
85. P.W. Domkowski, M.L. Smith, D.K. Gonyon Jr., et al. Evaluation of vacuum-assisted closure in the treatment of poststernotomy mediastinitis *J Thorac Cardiovasc Surg*, 126 (2003), pp. 386-390
86. Kyle Northcote Cowan, Laura Teague, C. Sammy, et al. Vacuum-Assisted wound closure of deep sternal infections in High-Risk patients after cardiac surgery *Ann Thorac Surg*, 80 (2005), pp. 2205-2212
87. Elnahas, Y., & Ammar, A. (2018). Vacuum assisted closure therapy for poststernotomy mediastinitis: Definitive or bridge to reconstruction. *Journal of the Egyptian Society of Cardio-Thoracic Surgery*, 26(2), 136–140.
88. Banwell PE. Topical negative pressure therapy: mechanisms and indications. *Int Wound J* 2004;1: 95–106.
89. Vogt P. The foam wound interface: present and future. ETRS TNP focus group meeting; Dec 2003; London, UK.
90. Morykwas MJ. External application of subatmospheric pressure and healing: mechanisms of action. *Wound Heal Soc News* 1998;8:4–5.
91. Banwell PE, Teot L. Topical negative pressure (TNP): the evolution of a novel wound therapy. *J Wound Care* 2003;12:22–8.

92. Banwell PE. Topical negative pressure therapy in wound care. *J Wound Care* 1999;8:79–84.
93. Ryan TJ, Barnhill RL. Physical factors and angiogenesis. In: development of the vascular system. Ciba Foundation Symposium 100. Nugent J, O'Connor M (eds). London: Pitman, 1983: 80–94.
94. Ichioka S, Shibata M, Kosaki K, Sato Y, Harii K, Kamiya A. Effects of shear stress on wound healing angiogenesis in the rabbit ear chamber. *J Surg Res* 1997;72:29–35.
95. Sumpio BE, Banes AJ, Levin LG, Johnson G Jr. Mechanical stress stimulates aortic endothelial cells to proliferate. *J Vasc Surg* 1987;6:2552–56.
96. Fabian TS, Kaufman HJ, Lett ED, Thomas JB, Rawl DK, Lewis PL, Summitt JB, Merryman JI, Schaeffer TD, Sargent LA, Burns RP. The evaluation of subatmospheric pressure and hyperbaric oxygen in ischaemic full-thickness wound healing. *Am Surg* 2000;66:1136–43.
97. Kopp J, Hoff C, Rosenberg B, von Beulow S, Kilpadi DV, Schroeder W, Pallua N, Horch R. Application of V.A.C. therapy upregulates growth factor levels in neuropathic diabetic foot ulcers. ETRS, 13th Annual Meeting; 2003 Sept; Amsterdam.
98. Banwell PE. The biochemical wound environment and topical negative pressure therapy. ETRS TNP Focus Group Meeting; 2003 Dec; London, UK.
99. Bennett K, Komorowska-Timek E, Gabriel A, Gupta S. Characterising the changing gene statement of chronic wounds treated with subatmospheric pressure therapy. Plastic Surgery Research Council Annual Meeting; 2002 April; Boston, MA.
100. Swartz M, Tschumperlin D, Kamm R, Drazen J. Mechanical stress is communicated between different cell types to elicit matrix remodelling. *Proc Nat Acad Sci USA* 2001;98:6180–85.
101. Van Wicjck R, Manicourt D, Feruzi-Lukina G. Biological monitoring of wounds treated by negative pressure. ETRS New Technologies Focus Group Meeting; 2002 September; Nice, France.
102. Fleischmann W, Becker U, Bischoff M, Hoekstra H. Vacuum sealing: indication technique and results. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 1995;5:37–40.

103. Shi B, Chen SZ, Zhang P, Li JQ. Effects of vacuumassisted closure (VAC) on the expressions of MMP-1, 2,13 in human granulation wound. *Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi* 2003;19: 279–81.
104. Stechmiller J, Paddock H, Gowda S, Mozingo D, Chin G, Porter T, Schultz G. Biochemical analysis of wound fluid from chronic wounds treated with VAC. *Wound Healing Society –European Tissue Repair Society Combined meeting; 2002 May; Baltimore.*
105. V.A.C. Therapy™. Clinical guidelines for deep sternal wound infections. A reference source for clinicians. The Netherlands: KCI Licensing Inc. 2006.
106. Borger MA, Rao V, Weisel RD, Ivanov J, Cohen G, Scully HE, David TE (1998) Deep sternal wound infection: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg* 65:1050–1056
107. Merrill WH, Akhter SA, Wolf RK, Schneeberger EW, Flege JB Jr (2004) Simplified treatment of postoperative mediastinitis. *Ann Thorac Surg* 78(2):608–612
108. Poncelet AJ, Lengele B, Delaere B, Zech F, Glineur D, Funken JC, El Khoury G, Noirhomme P (2008) Algorithm for primary closure in sternal wound infection: a single institution 10-year experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 33(2):232–338
109. Krabatsch T, Hetzer R (1995b) Infected ascending aortic prosthesis: successful treatment by thoracic transposition of the greater omentum. *Eur J Cardiothorac Surg* 9(4):223–225
110. Petzina R, Hoffmann J, Navasardyan A, Malmsjö M, Stamm C, Unbehaun A, Hetzer R (2010) Negative pressure wound therapy for post-sternotomy mediastinitis reduces mortality rate and sternal re-infection rate compared to conventional treatment. *Eur J Cardiothorac Surg* 38(1):110–113
111. Grauhan O, Navarsadyan A, Hussmann J, Hetzer R (2010) Infectious erosion of aorta ascendens during vacuumassisted therapy of mediastinitis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 11(4):493–494
112. Печетов А.А. Методы соединения грудины различными материалами после срединной стернотомии: дис. канд. мед. наук: 14.01.17 / А.А. Печетов. – Москва, 2010. – 130 с.

113. Cabbabe EB, Cabbabe SW. Surgical management of the symptomatic unstable sternum with pectoralis major muscle flaps. *Plast Reconstr Surg* . 2009;123:1495
114. Ascherman JA , Patel SM , Malhotra SM , Smith CR . Management of sternal wounds with bilateral pectoralis major myocutaneous flaps in 114 consecutively treated patients: refinements in technique and outcome analysis. *Plast Reconstr Surg* . 2004;114:676–683
115. Jurkiewicz MJ , Bostwick J , Hester TR , Bishop JB , Craver J . Infected median sternotomy wound successful treatment by muscle flaps. *Ann Surg* . 1980;191:738–744
116. Davison SP , Clemens MW , Armstrong D , et al. Sternotomy wounds: Rectus flap versus modified pectoral reconstruction. *Plast Reconstr Surg* . 2007;120:929–934
117. Dejesus RA , Paletta JD , Dabb RW . Reconstruction of the median sternotomy wound dehiscence using the latissimus dorsi myocutaneous flap. *J Cardiovasc Surg* . 2001;42:359–364 .
118. Spindler N, Kade S , Siegl U , et al. Deep sternal wound infection –latissimus dorsi reconstruction is a reliable option for reconstruction of the thoracic wall. *BMC Surg* . 2019;19:173.
119. Zahiri HR , Lumpkins K , Kelishadi S , Stromberg JA , Silverman RP , Slezak S , et al. Pectoralis major turnover versus advancement technique for sternal wound reconstruction. *Ann Plast Surg* . 2013;70(2):211–215 2013
120. Kannan R . The IMA perforator flap and its subtypes in the reconstruction of median sternotomy wounds. *J Thorac Cardiovasc Surg* . 2016;192(1):264–268
121. Levy, A.S. Sternal Wound Reconstruction Made Simple / A.S. Levy, J.A. Ascherman // *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* – 2019. – Vol. 7, №11:e2488 doi: 10.1097
122. Захаревич В.М., Митиш В.А., Халиллулин Т.А., Закирьянов А.Р., Иванов Д.С., Гольц А.М., Сухачев А.А., Кирьяков К.С., Поздняков О.А., Захаревич Н.Ю. Комплексный хирургический подход к лечению глубокой раневой инфекции грудины у пациента после трансплантации сердца. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2021;23(2):67-75.

123. Горюнов С.В. Руководство по лечению ран методом управляемого отрицательного давления/С.В. Горюнов, И.С. Абрамов, Б.А. Чапарьян [и др.]. – Москва: Апрель, 2013. – 265 с
124. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG; TASC II Working Group; Bell K, Caporusso J, Durand-Zaleski I, Komori K, Lammer J, Liapis C, Novo S, Razavi M, Robbs J, Schaper N, Shigematsu H, Sapoval M, White C, White J, Clement D, Creager M, Jaff M, Mohler E 3rd, Rutherford RB, Sheehan P, Sillesen H, Rosenfield K. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007;33 Suppl 1:S1-75.
125. Christensen T, Matsuoka L, Heestand G, Palmer S, Mateo R, Genyk Y, Selby R, Sher L. Iatrogenic pseudoaneurysms of the extrahepatic arterial vasculature: management and outcome. *HPB (Oxford).* 2006;8(6):458-64.
126. Lewandowski P, Maciejewski P, Wąsek W, Pasiński T, Budaj A. Efficacy and safety of closing postcatheterisation pseudoaneurysms with ultrasound-guided thrombin injections using two approaches: bolus versus slow injection. A prospective randomised trial. *Kardiol Pol.* 2011;69(9):898-905.
127. Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, et al. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson membrane lung. *N Engl J Med* 1972;286:629-34. 10.1056
128. Pillai AK, Bhatti Z, Bosserman AJ, Mathew MC, Vaidehi K, Kalva SP. Management of vascular complications of extra-corporeal membrane oxygenation. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2018 Jun;8(3):372-377.
129. Hessel SJ, Adams DF AH. Complications of angiography. *Radiology* 1981:273–281.
130. Katzenschlager R, Ugurluoglu A AA. Incidence of pseudoaneurysms after diagnostic and therapeutic angiography. *Radiology* 1995:463–464.
131. Beiras-Fernandez A, Deutsch MA, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in 108 patients with low cardiac output – a single-center experience. *Int J Artif Organs* 2011; 34:365-73.

132. Reeder S.B. Low-Dose Thrombin Injection to Treat Iatrogenic Femoral Artery Pseudoaneurysms / S.B. Reeder, D.M. Widlus, M. Lazinger // AJR.-2001.-Vol. 177. P. 595-598.
133. Webber GW, Jang J, Gustavson S, Olin JW. Contemporary management of postcatheterization pseudoaneurysms. *Circulation*. 2007 May 22;115(20):2666-74.
134. Sánchez-Enciso MA, Nuño-Escobar C, González-Ojeda A, Llamas-Macias FJ, Ramos-López CR, Fuentes-Orozco C. Treatment of arterial pseudoaneurysms with percutaneous ultrasound-guided thrombin injection. *Cir Cir*. 2012 Mar-Apr;80(2):134-9. English, Spanish.
135. Seabrook GR, Schmitt DD, Bandyk DF, Edmiston CE, Krepel CJ, Towne JB. Anastomotic femoral pseudoaneurysm: an investigation of occult infection as an etiologic factor. *J Vasc Surg* 1990;11:629-34.
136. Skourtis G, Bountouris I, Papacharalambous G, Mahera E, Besias N, Antoniou I, et al. Anastomotic pseudoaneurysms: our experience with 49 cases. *Ann Vasc Surg* 2006;20:582-9.
137. Padberg F Jr, Hobson R II, Lee B, Anderson R, Manno J, Breitbart G, et al. Femoral pseudoaneurysm from drugs of abuse: ligation or reconstruction? *J Vasc Surg* 1992;15:642-8.
138. Soudack M, Epelman M GD. Spontaneous thrombosis of hepatic posttraumatic pseudoaneurysms: sonographic and computed tomographic features—case report. *J Ultrasound Med* 2003:99–103.
139. Crossin JD, Muradali D WS. US of liver transplants: normal and abnormal. *RadioGraphics* 2003:1093–1114.
140. Knisely BL, Mastey LA, Collins J KJ. Imaging of cardiac transplantation complications. *RadioGraphics* 1999:321–341.
141. Kwon JH KG. Obstetric iatrogenic arterial injuries of the uterus: diagnosis with US and treatment with transcatheter arterial embolization. *RadioGraphics* 2002:35–46.
142. Arora S, Weber MA, Fox CJ, Neville R, Lidor A, Sidawy AN. Common femoral artery ligation and local debridement: a safe treatment for infected femoral artery pseudoaneurysms. *J Vasc Surg* 2001;33:990-3.

143. Morgan R BA. Current treatment methods for postcatheterization pseudoaneurysms. *J Vasc Interv Radiol* 2003;697–710.
144. Fukuhara S, Takeda K, Garan AR, et al. Contemporary mechanical circulatory support therapy for postcardiotomy shock. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2016;64:183-91.
145. Bakhtiary F, Keller H, Dogan S, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock: Clinical experiences in 45 adult patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:382-8.
146. Beiras-Fernandez A, Deutsch MA, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in 108 patients with low cardiac output – a single-center experience. *Int J Artif Organs* 2011; 34:365-73.
147. Mlekusch W, Haumer M, Mlekusch I, Dick P, Steiner-Boeker S, Bartok A, et al. Prediction of iatrogenic pseudoaneurysm after percutaneous endovascular procedures. *Radiology*. 2006;240:597–602.
148. Stone PA. Duplex ultrasound in the diagnosis and treatment of femoral pseudoaneurysms in noninvasive peripheral arterial diagnosis. London: Springer, London; 2010. pp. 83–88.
149. Roe MT, Brindis R, Rumsfeld JS P, ED. Rao SV, Ou FS, Wang TY, Trends in the prevalence and outcomes of radial and femoral approaches to percutaneous coronary intervention: a report from the National Cardiovascular Data Registry. *JACC Cardiovasc Interv* 2008:379–386
150. Tavriss DR, Gallauresi BA, Lin B, Rich SE, Shaw RE WW, Brindis RG HK. Risk of local adverse events following cardiac catheterization by hemostasis device use and gender. *J Invasive Cardiol* 2004:459–464.
151. Mita T, Arita T, Matsunaga N et al. Complications of endovascular repair for thoracic and abdominal aortic aneurysm: an imaging spectrum. *RadioGraphics* 2000:1263–1278.
152. Middleton WD, Dasyam A, Teefey SA. Diagnosis and treatment of iatrogenic femoral artery pseudoaneurysms. *Ultrasound Q*. 2005;21:3–17.

153. Mahmoud MZ, Al-Saadi M, Abuderman A, Alzimami KS, Alkhorayef M, Almagli B, et al. "To-and-fro" waveform in the diagnosis of arterial pseudoaneurysms. *World J Radiol.* 2015;7:89–99.
154. Koreny M, Riedmüller E, Nikfardjam M, Siostrzonek P MM. Arterial puncture closing devices compared with standard manual compression after cardiac catheterization: systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2004;350–357.
155. Kelm M, Perings SM, Jax T, Lauer T, Schoebel FC, Heintzen MP, Perings C, Strauer BE. Incidence and clinical outcome of iatrogenic femoral arteriovenous fistulas: implications for risk stratification and treatment. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:291–7.
156. Filis K, Arhontovasilis F, Theodorou D, Albanopoulos K, Lagoudianakis E, Manouras A, Vavuranakis M, Vlachopoulos C, Toutouzas K, Tsiamis E, Androulakis A, Kallikazaros I, Giannopoulos A, Bramis I, Stefanadis C. Management of early and late detected vascular complications following femoral arterial puncture for cardiac catheterization. *Hellenic J Cardiol.* 2007 May-Jun;48(3):134-42.
157. Paulson EK, Hertzberg BS PS et al. Femoral artery pseudoaneurysms: value of colour Doppler sonography in predicting which ones will thrombose without treatment. *Am J Roentgenol* 1992:1077–81.
158. Graham AN, Wilson CM, Hood JM BDA. Risk of rupture of postangiographic femoral false aneurysm. *Br J S* 1992:1022–1025. 78
159. Toursarkissian B, Allen BT, Petrinc D, Thompson RW, Rubin BG, Reilly JM, Anderson CB, Flye MW, Sicard GA ST. Spontaneous closure of selected iatrogenic pseudoaneurysms and arteriovenous fistulae. *J Vasc Surg* 1997:803–809.
160. Ricci MA, Trevisani GT PD. Vascular complications of cardiac catheterization. *Am J Surg* 1994:375–378.
161. Steinkamp HJ, Werk M FR. Treatment of postinterventional pseudoaneurysms by ultrasound guided compression. *Invest Radiol* 2000:186–192.
162. Stone PA, Campbell JE, AbuRahma AF. Femoral pseudoaneurysms after percutaneous access. *J Vasc Surg.* 2014;60:1359–1366.
163. Blais C BD. Postangioplasty pseudoaneurysm treated with a vascular stent. *AmJ Roentgenol* 1994:238–9.

164. Marin ML, Veith FJ C et al. Transfemoral endoluminal repair of a penetrating vascular injury. *J Vasc Interv Radiol* 1994;592–4.
165. Engelke C, Quarmby JW, Morgan RA BA-M. Autologous human thrombin: a new embolization treatment for procedure-related arterial pseudoaneurysms. *J Vasc Interv Radiol* 2001.
166. Diprete DA CJ. Compression ultrasound sonography: treatment for acute femoral artery pseudoaneurysms in selected cases. *J Ultrasound Med* 1992;489–92.
167. Fellmeth BD, Roberts AC, Bookstein JJ, Freischlag JA, Forsythe JR, Buckner NK, Hye RJ. Postangiographic femoral artery injuries: nonsurgical repair with US-guided compression. *Radiology*. 1991 Mar;178(3):671-5.
168. Chatterjee T, Do DD, Mahler F, Meier B. Pseudoaneurysm of femoral artery after catheterisation: treatment by a mechanical compression device guided by colour Doppler ultrasound. *Heart*. 1998 May;79(5):502-4
169. Reddy D.J. Infected aneurysms / D.J. Reddy, C.B. Ernst // *Vascular Surgery* / R.B. Rutherford (ed.). 5th ed. - Philadelphia : W.B. Saunders, 2000. -P. 1383-97.
170. Vázquez V, Reus M, Piñero A, Abellán D, Canteras M, Espinosa de Rueda M, Morales D, Parrilla P. Human thrombin for treatment of pseudoaneurysms: comparison of bovine and human thrombin sonogram-guided injection. *AJR Am J Roentgenol*. 2005 May;184(5):1665-71.
171. Kim KS, Youn JM, Han WS, Yoon YJ, Yoo JH, Gu DY, Rhee I. Successful treatment of an iatrogenic giant femoral artery pseudoaneurysm with percutaneous thrombin injection. *Korean Circ J*. 2010 Jun;40(6):292-4.
172. Krueger K, Zaehring M, Strohe D, Stuetzer H, Boecker J, Lackner K. Postcatheterization pseudoaneurysm: results of US-guided percutaneous thrombin injection in 240 patients. *Radiology*. 2005;236(3):1104–1110.
173. Gelwix C, Harrison M, Berman L, Prinz AW, Ali A, Jovin IS. Successful direct thrombin injection of a femoral artery pseudoaneurysm in an anticoagulated patient with a mechanical mitral valve. *Int J Angiol*. 2010 Winter;19(4):e135-6.

174. Vlachou PA, Karkos CD, Bains S, McCarthy MJ, Fishwick G, Bolia A. Percutaneous ultrasound-guided thrombin injection for the treatment of iatrogenic femoral artery pseudoaneurysms. *Eur J Radiol.* 2011 Jan;77(1):172-4.
175. Dasyam AK, Middleton WD, Teefey SA. Development of nonobstructive intraarterial thrombi after injection of thrombin into pseudoaneurysms. *AJR Am J Roentgenol.* 2006 Feb;186(2):401-5.
176. Branco, B. C. Trends and outcomes of endovascular therapy in the management of civilian vascular injuries / B.C. Branco, J.J. Dubose, L.X. Zhan [et al.] // *J. Vasc. Surg.* - 2014. - Vol. 60, № 5. - P. 1297-1307.
177. Branco, B. C. Increasing use of endovascular therapy in pediatric arterial trauma / B.C. Branco, B. Naik-Mathuria, M. Montero-Baker [et al.] // *J. Vasc. Surg.* -2017. - Vol. 66, № 4. - P. 1175-1183.
178. Faulconer, E. R. Use of open and endovascular surgical techniques to manage vascular injuries in the trauma setting: a review of the American Association for the Surgery of Trauma PROspective Observational Vascular Injury Trial registry / E.R. Faulconer, B.C. Branco, M.N. Loja [et al.] // *J. Trauma Acute Care Surg.* -2018. -Vol. 84, № 3. - P. 411-417.
179. Onal B, Ilgit ET, Koşar S, Akkan K, Gümüş T, Akpek S. Endovascular treatment of peripheral vascular lesions with stent-grafts. *Diagn Interv Radiol.* 2005 Sep;11(3):170-4.
180. Shetty R, Lotun K. Treatment of an iatrogenic femoral artery pseudoaneurysm with concomitant arteriovenous fistula with percutaneous implantation of an Amplatzer vascular plug. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013 Jan 1;81(1):E53-7.
181. Thalhammer C, Kirchherr AS, Uhlich F, Waigand J, Gross CM. Postcatheterization pseudoaneurysms and arteriovenous fistulas: repair with percutaneous implantation of endovascular covered stents. *Radiology.* 2000 Jan;214(1):127-31.
182. Rabbani A. Obturator Bypass as an Alternative Technique for Revascularization in Patients with Infected Femoral Pseudoaneurysms/A. Rabbani, M. Moini, M.-R. Rasouli//*Arch. Iranian. Med.* 2008. - Vol. 11, № 1.-P. 50-53.

183. Engel, A. Diagnostic imaging in combat trauma // *Armed conflict injuries to the extremities: a treatment manual* / eds. A. Lerner, M. Soudry -Springer, 2011. -P. 95-114.
184. Carmo M, Mercandalli G, Rampoldi A, Roveri S, Rivolta R, Rignano A. Transcatheter thrombin embolization of a giant visceral artery aneurysm. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2008 Dec;49(6):777-82. Epub 2008 Oct 24.
185. В.И. Бураковский, Л.А. Бокерия. М. : Медицина, 1989. - С. 688-689.
186. Göрге G, Kunz T. Management of complex, two chamber false aneurysm by thrombin injections. *Heart*. 2003 May;89(5):564.
187. Akpınar B, De Geest R DI et al. Surgical technique for post catheterisation femoral artery pseudoaneurysms. *Eur J Vasc Surg* 1994:632–3.
188. Zhao B, Zhang J, Ma J, Huang M, Li J, Ma X. Comparison of three different treatment methods for traumatic and Iatrogenic peripheral artery pseudoaneurysms. *Orthop Surg*. 2022 Jul;14(7):1404-1412.
189. Tsao JW, Marder SR, Goldstone J, Bloom AI. Presentation, diagnosis, and management of arterial mycotic pseudoaneurysms in injection drug users. *Ann Vasc Surg*. 2002 Sep;16(5):652-62.
190. Gurbuz A, Yetkin U, Yasa H, Aksun M, Calli AO. Giant right femoral pseudoaneurysm diagnosed 7 years after cardiac catheterization. *Tex Heart Inst J*. 2008;35(2):222-3.
191. Kaplan, D. M., Lantsberg, L., & Khoda, J. (1993). Pseudoaneurysm of the Superficial Femoral Artery Caused by Salmonella Enteritidis. *Vascular Surgery*, 27(2), 136–139.
192. Kassem, Hussien & Elmahdy, Mahmoud. (2014). Femoral Artery Pseudoaneurysm Current diagnosis and treatment. 10.13140/2.1.3471.2640.
193. Nguyen, T. Management of civilian and military vascular trauma: lessons learned / T. Nguyen, J. Kalish, J. Woodson // *Semin. Vasc. Surg.* - 2010. - Vol. 23, № 4. - P. 235-242.
194. Кузин М.И., Колкер И.И., Костюченко Б.М. Количественный контроль микрофлоры гнойных ран // *Хирургия.* – 1980. – № 11. – С. 3-7.

195. Котельников Г.П. Доказательная медицина. Научно-обоснованная медицинская практика. [Текст] / Г.П. Котельников, А.С. Шпигель – Самара, СамГМУ. –2000. – 116 с.
196. Tocco MP, Ballardini M, Masala M, Perozzi A. Post-sternotomy chronic osteomyelitis: Is sternal resection always necessary? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;43:715–21.
197. Szerafin T, Jaber O, Péterffy A. Technical refinements of omentopexy and pectoralis myoplasty for poststenotomy mediastinitis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;21:766.
198. Готье, С.В. Три десятилетия трансплантации сердца в ФНЦТИО им. ак. В.И. Шумакова: отдаленные результаты / С.В. Готье, А.О. Шевченко, А.Я. Кормер и др. // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2015. – Том XVII. – №2. – С. 70-73. 248
199. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC / J.J. McMurray, S. Adamopoulos, S.D. Anker et al. // *Eur J Heart Fail.* – 2012. – Vol.14. – № 8. – P. 803–869.
200. Вишневский, А.А. Хирургия грудной стенки / А.А. Вишневский, С.С. Рудаков, Н.О. Миланов. – Москва : Видар, 2005. – 312 с.
201. Леднев, П.В. Послеоперационный стерномедиастинит/ П.В. Леднев, Ю.В. Белов, А.В. Стоногин [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2018. – № 4. – С. 84-89.
202. Steingrimsson, S. Negative-pressure wound therapy for deep sternal wound infections reduces the rate of surgical interventions for early re-infections / S. Steingrimsson, M. Gottfredsson, I. Gudmundsdottir [et al.] // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* – 2012. – Vol. 15, № 3. – P. 406-410.