На правах рукописи

Попов Константин Владимирович

Этапное хирургическое лечение глубокого стерномедиастинита с формированием необширного дефекта грудины

3.1.9. Хирургия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Воронеж – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России)

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор **Жданов Александр Иванович**

Официальные оппоненты:
Айдемиров Артур Насирович, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой госпитальной хирургии

Винокуров Иван Андреевич, доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского», заведующий отделом клинических и поисковых научных исследований Научно-клинического центра № 3

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «___»_____20___ года в_____часов на заседании диссертационного совета 21.2.060.01, созданного на базе ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, адрес организации: 390026, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д.9.

С диссертацией можно ознакомиться в библиоцентре ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (390026, г. Рязань, ул. Шевченко, д. 34, корп. 2) и на сайте www.rzgmu.ru.

Автореферат разослан « »_____2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук, доцент К.Г. Переверзева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования и степень разработанности темы

В связи с увеличением количества оперативных вмешательств на передней грудной стенке закономерно увеличивается и число послеоперационных осложнений как в относительных величинах, так и в абсолютных. Вишневский А.А. в своих многочисленных исследованиях, посвященных хирургической инфекции передней грудной стенки, отмечает увеличение количества случаев гнойно-воспалительных осложнений в области кардиохирургического вмешательства. Связано это с применением срединной стернотомии, являющейся на данный момент безальтернативным. Кроме того, применение новейших технологий практически во всех сферах, касающихся пред-, пери- и пост операционной подготовки больных позволило расширить показания к оперативному вмешательству с использованием искусственного кровообращения [Amano, K. et al 2024, Бокерия, Л. А и соавт. 2019]. Однако именно у данной категории больных, как с правило с коморбидной патологией, риск развития постоперационных осложнений в стернотомной наиболее велик [Андреев Д.Ю., Айдемиров А.Н., 2024].

Наиболее актуальной проблемой среди инфекционных осложнений в области стернотомной раны является глубокий стерномедиастинит, так как именно при глубоких поражениях каркасная функция грудины необратимо нарушена и поэтому цель хирургического лечения состоит в замещении получившегося дефекта [Винокуров И. А. и соавт., 2023, Брюсов П.Г. и соавт., 2022]. Однако до сих пор не удалось разработать методику, которую можно считать золотым стандартом устранения таких дефектов.

В настоящее время имеется серьёзная проблема в реконструкции необширных дефектов грудины из-за наличия как существенных противопоказаний для применения оментопластики и реостеосинтеза, так и целого ряда осложнений данных методик [Шевченко А. А. и соавт. 2021, Печетов А. А. и соавт. 2023]. При этом, применение торакомиопластики является недостаточным для восполнения тканевого дефицита в стернотомной ране при

замещении необширных, но протяженных дефектов грудины [Чен С. и соавт. 2022, Myllykangas, H. M. et al 2022, Shafi, A. M. A. et al 2021]. Поэтому актуальной задачей реконструктивной хирургии является создание методик, позволяющих ликвидировать дефекты грудной клетки и восстановить каркасность грудной стенки и при этом избежать осложнений, что и обусловило наше исследование.

Цель исследования

Улучшение результатов хирургического лечения больных глубоким стерномедиастинитом путем применения деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов для закрытия необширных дефектов грудины.

Задачи исследования

1. Обосновать показания для применения разработанного способа пластики деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами необширного дефекта грудины у больных с глубоким стерномедиастинитом.
2. Оценить эффективность применения способа пластики деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами необширного дефекта грудины в сравнении с другими общепринятыми методиками пластического замещения.
3. Разработать способ дифференцированного выбора тактики ведения пациентов, оперированных по поводу глубокого стерномедиастинита с использованием деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов.
4. Оценить степень заживления дефекта грудины и восстановление каркасной функции передней грудной клетки в отдаленном периоде после применения способа пластики деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами в сравнении с общепринятыми методиками.

Научная новизна

Разработаны и внедрены в клиническую практику методики пластики деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами для закрытия необширных дефектов грудины (патент № 2691554 С1), пластики мышечным лоскутом дефектов грудинно-ключичного сочленения (патент № 2722948 С1), комбинированной пластики дефектов рукоятки грудины, грудинного конца

ключицы и тела ключицы (патент № 2819656 C1). Дана оценка возможности выбора кожно - фасциального лоскута для ликвидации дефекта передней грудной стенки, подтвержденная в клинической практике. Впервые проведена сравнительная оценка применения для закрытия необширных дефектов грудины кожно-фасциальных лоскутов и других общепринятых способов пластики.

Произведен анализ отдаленных результатов применения кожно-фасциальных лоскутов, используемых более 10 лет в клинической практике кафедры специализированных хирургических дисциплин, предложен «Способ дифференцированного выбора тактики ведения пациентов, оперированных по поводу глубокого стерномедиастинита» (патент № 2839949 C1).

Теоретическая и практическая значимость

Разработан дифференцированный подход к выбору аутотрансплантата для реконструктивно-пластического этапа лечения стерномедиастинита с учетом локализации сформированного дефекта, анатомических особенностей в зонах забора пластического материала, а также имеющихся у больного факторов риска. Данная методика позволит минимизировать пери- и постоперационные риски, избежать или снизить до минимума возможные осложнения, возникающие после реконструктивно-пластического этапа. Предложена методика использования деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов в качестве ведущего пластического этапа, позволяющая снизить время госпитализации и повысить качество лечения данной группы больных. Созданный способ пластики дефекта грудинно – ключичного сочленения позволяет избежать негативных последствий при применении кожно-фасциальных лоскутов при закрытии дефекта верхней трети грудины. Разработанный способ дифференцированного выбора тактики ведения пациентов, оперированных по поводу глубокого стерномедиастинита, позволяет объективно оценить состояние пациентов в отдаленном послеоперационном периоде.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработанный способ пластики позволяет с высокой вероятностью купировать глубокий стерномедиастинит, осложнившийся формированием

костно-мягкотканного дефекта площадью менее 50 $см^2$.

2. Хирургическое лечение глубокого стерномедиастинита с формированием костно-мягкотканного дефекта диктует необходимость этапного лечения перед пластическим замещением. При этом использование лоскутных методик позволяет проводить радикальную хирургическую обработку и пластическое замещение в ходе одного оперативного вмешательства.

3. Эффективность применения кожно-фасциальных лоскутов имеет ряд преимуществ перед общепринятыми методиками. Длительность операции и послеоперационного периода достоверно короче, выраженность нестабильности грудины значительно ниже. Результаты операции прогнозируются с помощью 3D моделирования.

4. Использование способа дифференцированного выбора тактики ведения пациентов после пластики кожно-фасциальными лоскутами позволило объективно оценить степень и качество замещения дефекта передней грудной стенки. Случаи рецидива стерномедиастинита после пластики кожно-фасциальными лоскутами (8,8%) имели выраженные признаки диастаза между фрагментами грудины и кожно - фасциального лоскута по данной шкале и были повторно прооперированы с использованием иных методов пластического замещения. Пациенты с пограничными значениями по данной шкале (18,5% наблюдений) отобраны для дальнейшего динамического наблюдения.

5. Применение способа пластики деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами приводит к заживлению дефекта передней грудной стенки и отсутствию рецидива стерномедиастинита на отдаленном этапе лечения, каркасная функция грудной стенки после пластики является достаточной.

Степень достоверности результатов

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы обеспечиваются анализом достаточного объема теоретического материала; достаточной численностью и репрезентативностью клинических групп;

применением актуальных методов диагностики; подтверждением достоверности полученных результатов с использованием современных методов медицинской статистики.

Внедрение результатов в практику и учебный процесс

Диссертация выполнена на кафедре специализированных хирургических дисциплин (заведующий кафедрой - д.м.н., профессор С.А. Ковалев) ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России (ректор - д.м.н., профессор И.П. Мошуров). Результаты диссертации внедрены и используются в работе БУЗ ВО «ВОКБ №1» (главный врач - к.м.н., доцент В.А. Вериковский), учебном процессе на кафедре специализированных хирургических дисциплин ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России.

Апробация работы

Отдельные этапы диссертационного исследования доложены на II Всероссийской конференции молодых ученых «Современные тренды хирургии» (г. Москва, 31.03.2023); Межрегиональной научно-практической конференции «Инновации в хирургии и травматологии» (г. Воронеж, 20.10.2023): X Юбилейной конференции памяти академика Миланова Н.О. «Актуальные вопросы микрохирургии. Пластическая хирургия в России» (г. Москва, 20.02.2024), XXVIII сессии НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева (г. Москва, 18.05.2025). Апробация диссертации состоялась 21 ноября 2025 года на межкафедральном совещании ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ.

Публикации

По теме диссертации опубликованы 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. Получено 4 патента РФ на изобретение (RU 2691554 C1, RU 2722948 C1, RU 2819656 C1, RU 2839949 C1).

Личный вклад автора

Автор провел анализ литературы, обобщил полученные результаты и составил базу данных. Диссертант является соавтором способа пластики необширных дефектов грудины при стерномедиастините, пластики мышечным лоскутом дефектов грудино-ключичного сочленения, комбинированной

пластики дефектов рукоятки грудины, грудинного конца ключицы и тела ключицы. Автор выполнил исследования, посвященные изучению результатов применения кожно-фасциальных лоскутов для закрытия дефектов передней грудной стенки в ближайшем и отдаленном послеоперационных периодах. Вклад автора при проведении исследования превышает 90%.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, перспектив разработки темы, списка сокращений, списка литературы, приложений. Текст диссертации изложен на 132 страницах, иллюстрирован 27 рисунками и 12 таблицами. Список литературы включает 117 источников, в том числе 55 русскоязычных и 62 иностранных работ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы. В исследовании проведено сравнение различных методик пластики в области дефектов передней грудной стенки у больных, перенесших послеоперационный стерномедиастинит в период с 01.01.2013 по 01.09.2024.

В рамках исследования из архива БУЗ ВО «ВОКБ №1» проанализированы стационарные карты 90 больных, перенесших оперативные вмешательства со срединной стернотомией, осложнившейся стерномедиастинитом.

Критериями включения в исследование являются:

• Оперативные вмешательства со срединной стернотомией, осложнившиеся в ближайшем и/или среднесрочном послеоперационном периоде стерномедиастинитом;

• Стерномедиастинит по классификации El Oakley & Wright является глубоким;

• Образовавшийся в результате глубокого стерномедиастинита костно-мягкотканый дефект необширный;

• Необширный дефект является критическим, то есть требующий пластического замещения в связи с неспособностью к самостоятельному закрытию.

Пациенты, включенные в исследование, разделены на 3 группы в

зависимости от способа пластического замещения дефекта передней грудной стенки: группа 1, n=34 – пластика деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами, группа 2, n=27 – пластика лоскутом большой грудной мышцы и группа 3, n=29 реостеосинтез грудины (Рисунок 1).

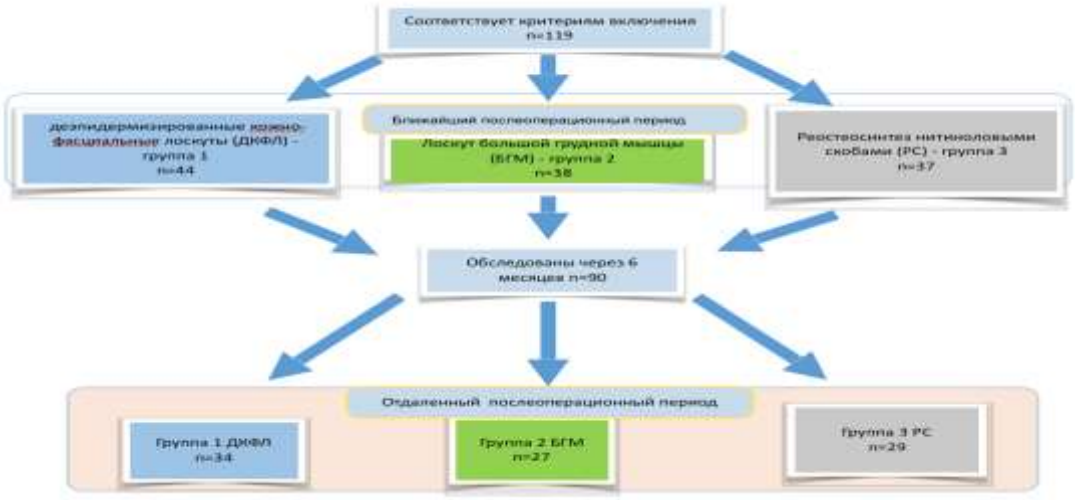

Рисунок 1 – Дизайн исследования

В ближайшем послеоперационном периоде оценивали периоперационные параметры, частоту развития осложнений и выраженность болевого синдрома. Для оценки жизнеспособности лоскутов на 3,9 сутки с момента операции производили ультразвуковую высокочастотную допплерографию с оценкой микроциркуляторного русла в области постстернотомной раны в группе 1, и ультразвуковое исследование объемного кровотока грудоакромиальной артерии в режиме дуплексной доплерографии в группе 2.

Для объективной оценки степени элиминации бактериального возбудителя производили бактериологическое исследование. Забор биологического материала зондом из раны в ходе перевязки. Критерием для подтверждения полной элиминации считают отсутствие либо снижение степени бактериальной обсемененности в постстернотомной ране минимум до 10 *3 КОЕ в двух подряд бактериологических исследованиях.

При анализе данных КТ-исследования оценивали среднюю плотность костной ткани грудины, ширину диастаза грудины, степень заживления грудины.

Для адекватного контроля и сравнения КТ-параметров грудины в исследуемых группах проводилось сравнение данных КТ ОГК, произведенных перед выпиской с данными КТ ОГК, полученными в результате диспансерного наблюдения оперированных пациентов, которые активно приглашались в контрольный срок не менее 6 месяцев после операции. Пациенты, не явившиеся в контрольный срок, были исключены из текущего исследования в связи с невозможностью сравнения результатов КТ.

В отдаленном периоде оценивались КТ-параметры грудины (расчеты показателей проводили в 4-х точках, соответствующих наложению швов, соединяющих края грудины и несущих основную нагрузку, болевой синдром и качество жизни пациентов.

Для статистической обработки данных был использован пакет программ Statistica 10.0 (Statsoft). Для проверки соответствия согласно закону нормального распределения количественных переменных, использовался одновыборочный критерий Колмогорова-Смирнова. Статистика нормально распределенных данных представлена в виде M±SD, где M – это среднее значение, а SD – стандартное отклонение. Статистика данных, распределение которых не соответствует нормальному представлена в виде M [Q3; Q1], где M – это среднее значение, Q3; Q1 – верхний и нижний квартили. Для сравнения параметрических данных в трех группах использовался дисперсионный анализ, а для непараметрических – критерий Манна-Уитни (количественные переменные) и критерий хи-квадрат Пирсона (категориальные переменные). Для выявления связи между признаками использовался анализ ранговой корреляции Спирмена, а для выявления факторов риска проводился логистический регрессионный анализ. Данные считались статистически значимыми при уровне значимости $p<0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Хирургическое лечение глубокого стерномедиастинита с формированием костно-мягкотканного дефекта диктует необходимость этапного лечения перед пластическим замещением.

В текущем исследовании лечение пациентов производилось в три этапа:

1 этап – подготовительный (комплекс мероприятий, направленный на очищение постернотомной раны и ликвидации причин, повлекших развитие воспалительного процесса)

2 этап – радикальная хирургическая обработка остеомиелитического очага

3 этап – пластическое замещение дефекта грудины

Выбор оперативного вмешательства, с помощью которого производилось замещение дефекта, происходил уже на 1 этапе хирургического лечения путем исключения противопоказаний ко всем вариантам пластического замещения дефекта грудины, используемым в рамках данного исследования.

Стратификация противопоказаний к конкретному виду пластического замещения определяется выявлением факторов риска, повышающих вероятность развития неблагоприятного исхода оперативного вмешательства.

Противопоказания подразделяются на абсолютные (вариант пластического замещения с большой долей вероятности не позволит ликвидировать дефект грудины) и относительные (вероятность развития осложнений высока, однако, к другим вариантам пластического замещения есть абсолютные противопоказания).

Таблица 1 – Противопоказания к различным вариантам пластического замещения

Вариант реконструктивно-пластического этапа	**Абсолютные противопоказания**	**Относительные противопоказания**
Кожно-фасциальные лоскуты	• декомпенсированный СД 2 типа (HbA1c > 9,0) • выраженная соматическая патология	• женский пол • наличие постоянных инородных тел в области дна стернальной раны
Лоскут большой грудной мышцы	• низкая скорость кровотока грудоакромиальной артерии • дегенеративно-дистрофические изменения в плечевых суставах двухсторонний забор ВГА ранее	• выраженная соматическая патология • односторонний забор ВГА ранее
Реостеосинтез	• некомпенсированный СД 2 типа (HbA1c > 7, 5) • наличие постоянных инородных тел в области дна стернальной раны • остеопороз двухсторонний забор ВГА ранее	• односторонний забор ВГА ранее • свищевая форма глубокого стерномедиастинита

В отдельных случаях, когда у определенного пациента в ходе обследования не наблюдалось противопоказаний к двум и более методикам замещения дефекта грудины, выбор способа оперативного вмешательства обусловлен минимизацией травматичности и длительности основного оперативного приема, который градуировался следующим образом: лоскут большой грудной мышцы>деэпидермизированные кожно-фасциальные лоскуты > реостеосинтез фиксаторами из инертных материалов.

На **первом этапе** хирургического лечения глубокого стерномедиастинита выполнялись санационные хирургические обработки с остеосеквестрэктомией, экономной некроэктомией мягких тканей с последующим открытым ведением раны с ежедневными перевязками до полного ее очищения.

Стоит отметить, что все пациенты из выделенной когорты, согласно критериям включения, в данное исследование, достигли достаточного уровня (полная элиминация возбудителя либо снижение степени бактериальной обсемененности в постстернотомной ране минимум до 10 *3 КОЕ в двух подряд бактериологических исследованиях) очищения раны, необходимого для проведения реконструктивно-пластического этапа лечения.

На **втором этапе** хирургического лечения стерномедиастинита в каждой из трех групп проводилась радикальная хирургическая обработка остеомиелитического очага. При данной манипуляции костная ткань грудины резецируется до здоровых тканей, в результате чего формируется костно-мягкотканный дефект передней грудной стенки, требующий пластического замещения на третьем этапе лечения. Исходя из критериев включения в данном исследовании рассматривались пациенты с необширным дефектом передней грудной стенки, то есть площадью менее 50 $см^2$.

Комплекс мероприятий на данном этапе не отличался в исследуемых группах. В подгруппах с лоскутными методиками пластическое замещение производилось в одну операцию с радикальной хирургической обработкой. У группы 3 ключевым отличием являлось отсроченное проведение 3 этапа хирургического лечения после произведенной хирургической обработки (5,5±1,5

койко-дня). Необходимость столь жесткого критерия к переходу на заключительный оперативный этап лечения у пациентов группы 3 является экономная хирургическая обработка остеомиелитического очага, требующая наблюдения перед имплантацией в компрометированные участки грудины постоянных инородных фиксаторов. Связано это с возможностью отсроченного формирования некроза костной ткани.

На **третьем этапе** хирургического лечения стерномедиастинита производился реконструктивно-пластический этап лечения.

В группе 1 реконструктивно-пластический этап выполнялся следующим образом. Согласно полученным в результате проведения КТ ОГК значениям толщины грудины на различных участках производится предполагаемая разметка границ деэпидермизации кожно-фасциальных лоскутов. На первом этапе операции производится диссекция и мобилизация кожно-фасциальных лоскутов согласно разметке. Далее производят пробную тампонаду дефекта свободными краями лоскута до достижения дна раны и намечают границы деэпидермизации. Затем выполняют деэпидермизацию лоскутов на всем протяжении грудины шириной, соответствующей толщине грудины пациента. Далее выполняют окончательную тампонаду дефекта без фиксации лоскутов ко дну раны. Фиксируют лоскуты между собой паравульнарно в участках деэпидермизации до полного их погружения на всю толщину грудины. При наложении швов лоскут приобретает Т-образную форму (Рисунок 2).

Рисунок 2 – Пример выполнения пластики кожно-фасциальными лоскутами у пациента группы 1

В группе 2 реконструктивно-пластический этап производился следующим образом. Полноценная предоперационная разметка кожным маркером, как в предыдущем случае у больных группы 1, не требовалась, так как лоскут большой грудной мышцы используется в варианте без забора кожной площадки. Кроме того, диссекция мягких тканей для идентификации и ротации данного лоскута производится непосредственно из первичной постстернотомной раны. Исходя из наличия источника кровоснабжения в виде торакоакромиальной артерии, прободающую мышцу в отдалении от точек ее прикрепления, производят мобилизацию мышцы от обеих точек прикрепления. Данная манипуляция превращает большую грудную мышцу в островковый лоскут на длинной сосудистой питающей ножке. Ротация полученного мышечного массива позволяет ликвидировать дефект грудины путем тампонады. Дальнейшую диссекцию мышцы производят в направлении от своей латеральной поверхности к уровню ее средней порции до момента идентификации прободающих ее межреберных сосудов. Затем мышечный лоскут ротируют в дефект грудины и фиксируют к надкостнице.

В группе 3 реконструктивно-пластический этап не производился. Связано это, прежде всего, с наличием абсолютных противопоказаний к применению лоскутных методик. Кроме того, анатомические особенности дефекта (распространяется на всю длину грудины, но при этом диастаз костных краев по ширине не является выраженным), допускали возможность проведения реостеосинтеза после полного очищения стернальной раны. Поэтому, с целью профилактики рецидива стерномедиастинита у данных пациентов решено произвести реостеосинтез нитиноловыми скобами по методике, разработанной в РНЦХ им. Академика Б.В. Петровского. Технология установки изделий из инертных материалов состоит из трех ведущих этапов: 1 – открытая репозиция костных отломков грудины, 2 – определение глубины костных каналов для нитиноловых скоб, 3 – установка скоб в подготовленные отверстия и их последующий нагрев для приобретения рабочей формы.

При сравнительной оценке интраоперационного периода в исследуемых

группах выявлено, что для проведения этапа реостеосинтеза грудины инертными материалами времени необходимо достоверно меньше, чем при использовании лоскутных методик. Так, время от момента окончания радикальной хирургической обработки остеомиелитического очага до начала наложения кожных швов в группе 3 достоверно меньше, чем в группе 1 (23,4±3,6 мин. против 49,4±4,46 мин., p=0,003 в группе 1 и 58,3±3,63 мин., p=0,002 в группе 2). При сравнении продолжительности основного этапа реконструкции грудины в группах, где применялись лоскуты, достоверно меньший промежуток времени требуется для деэпидермизированного лоскута. Связано это с отсутствием необходимости в интраоперационной визуализации. Так, планирование размера деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов производится до операции, при заборе лоскута большой грудной мышцы это возможно только после полноценной диссекции (Рисунок 3).

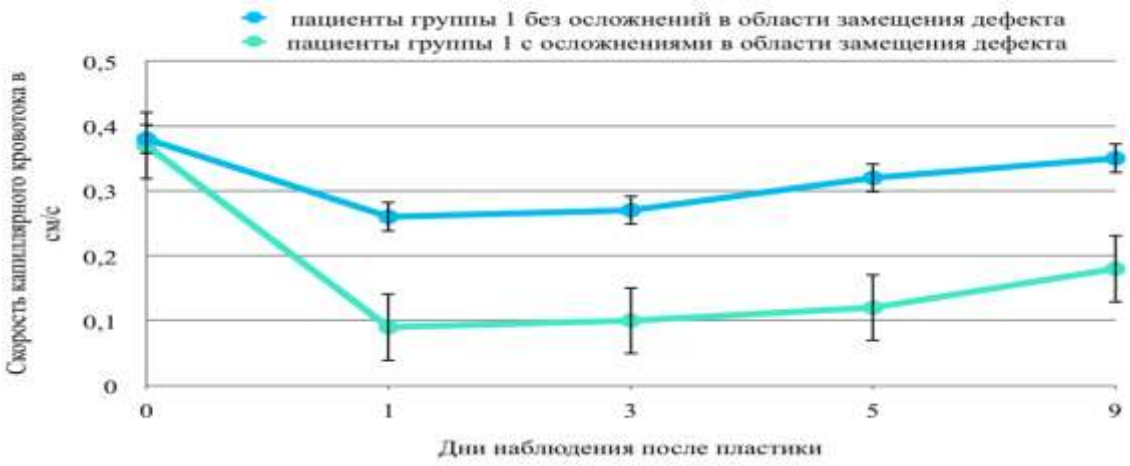

Рисунок 3 – Скорость капиллярного кровотока по данным УЗДС в динамике после пластики кожно-фасциальными лоскутами у пациентов группы 1

Также стоит отметить, что процесс диссекции лоскута большой грудной мышцы производится из довольного ограниченного доступа, что увеличивает общее время операции, процесс же деэпидермизации является прогнозируемой величиной и не продолжительным по времени проведения.

При анализе результатов лабораторных исследований, произведенных на 1,3,5,9 дни, отмечается коррелятивная связь (r=0,86) между регрессом значений маркеров хронического воспаления и элиминацией бактериального возбудителя

во всех исследуемых группах.

В ближайшем послеоперационном периоде исследования, необходимые для объективной оценки жизнеспособности лоскутов, проводились на 1,3,5,9 дни после операции. Значения показателей ультразвукового исследования в группах, где применялось пластическое замещение дефекта грудины, сравнивали исключительно внутри каждой группы в связи с неравнозначностью проведенных исследований.

В группе пациентов, прооперированных с помощью деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов, по данным УЗДГ скорость капиллярного кровотока на момент предоперационной подготовки являлась удовлетворительной и соответствовала средним значениям, согласно литературным данным (0,38±0,02 см/с) (Рисунок 3). В ближайшем послеоперационном периоде динамика скорости капиллярного кровотока в среднем имела тенденцию к снижению скорости в первые 3 дня после операции с последующим постепенным возвращением к исходным значениям к 9 дню после операции. У малой части пациентов данной группы (6,2%) скорость капиллярного кровотока резко снижалась (0,10±0,001 см/с) в первые 3 дня после операции и при этом так и не вернулась к исходным значениям (0,18±0,007 см/с) на 9 день после операции.

В группе пациентов, перенесших операцию с использованием лоскута большой грудной мышцы по данным УЗДС исходно скорость объемного кровотока на момент предоперационной подготовки, также являлась удовлетворительной и соответствовала средним значениям, согласно литературным данным (57,2±2,8 мл/мин). У абсолютного большинства пациентов данной группы (90,9%) имелась тенденция к снижению скорости объёмного кровотока грудоакромиальной артерии в первые 3 дня после операции с последующим постепенным возвращением к исходным значениям к9 дню после операции (Рисунок 4).

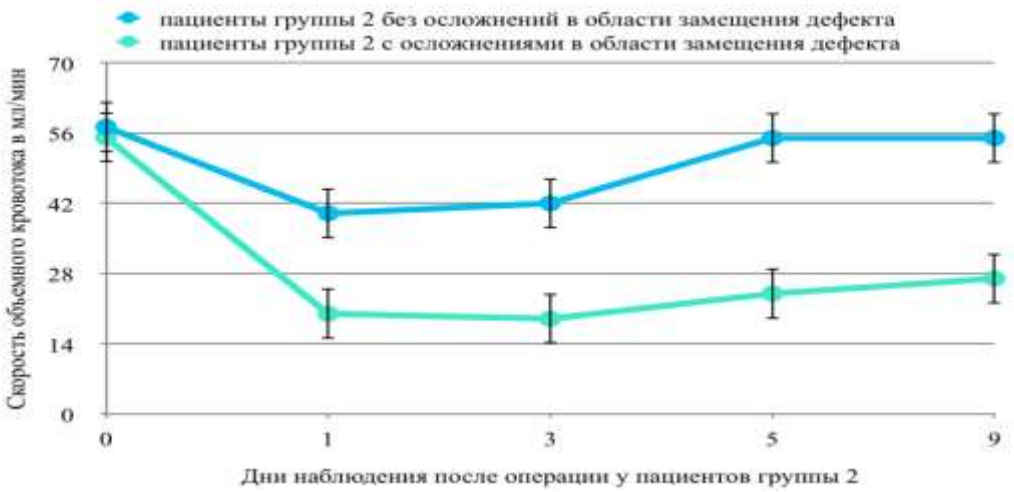

Рисунок 4 – Скорость объемного кровотока осевого сосуда по данным УЗДС в динамике после пластики лоскутом большой грудной мышцы у пациентов группы 2

Показатели интенсивности боли по шкале ВАШ на 3-и и 8-е сутки после операции у групп 2 и 3 схожи. Боль в покое на 3-и сутки у пациентов 1-й группы составила в среднем 6,2±1,05 баллов, что больше, чем во 2-й (4,1±0,95 баллов) и 3-й (4,3±0,76 баллов) группах, p=0,0032 и p=0,0078 соответственно. На 8-е сутки интенсивность боли в покое в 3-й группе оказалась 3,1±0,25 балла, что ниже, чем в 1-й (5,3±0,7 балла) и 2-й (3,9±0,3 балла) группах, p=0,016 и p=0,045 соответственно. При движениях градация уровней боли находилась в следующем порядке: группа 3 (4,0±0,8 балла)> группа 2 (5,5±0,5 балла)> группа 1 (5,9±0,6 балла).

При оценке длительности госпитализации в исследуемых группах отмечается достоверная разница между 3 и 1,2 группами (28 [24,4; 34,1] койко-дней в 3 группе против 19,91 [16,1; 22,2] койко-дней в 1 группе и 21,62 [18,3; 24,1] койко-дней в 2 группе). Связано это как с длительной предоперационной подготовкой (11,4 [8,3; 13,1] койко-дней в группе 3 против 4,2 [3,6; 5,1] койко-дней в 2 группе и 4,97 [4,2; 5,6] койко-дней в 1 группе), так и более частыми осложнениями (17,2% в 3 группе; 11,7% в 2 группе; 8,8% в 1 группе).

Таблица 2 – Средняя продолжительность этапов хирургического лечения, количество койко-дней

Исследуемые группы	Предоперационная подготовка	Послеоперационный период	Длительность госпитализации
Группа 1	4,97 [4,2; 5,6]	14,94 [11,4; 16,5]	19,91 [16,1; 22,2]
Группа 2	4,2 [3,6; 5,1]	17,42 [14,8; 20,6]	21,62 [18,3; 24,1]
Группа 3	11,4 [8,3; 13,1]	16,6 [13,3; 19,1]	28 [24,4; 34,1]

Частота рецидива глубокой стернальной инфекции в группе, где применялся реостеосинтез грудины (4 пациента (17,2%)) достоверно отличалась от других исследуемых групп, где осложнения встречались реже (Chi-square= 5,438, p=0,041). Для всей выборки (n=119) данное осложнение составило 12,5%.

В группе, где применялся лоскут большой грудной мышцы наблюдалось 2 случая рецидива (11,7%) глубокой стернальной инфекции в нижней трети раны, в обоих случаях рецидив обусловил некроз свободного края лоскута. В группе, где применялась пластика кожно-фасциальными лоскутами наблюдалось 3 случая рецидива (8,8%) глубокой стернальной инфекции, причем воспалительный процесс локализовался в области рукоятки грудины и грудинно-ключичного сочленения. Все 3 случая корректировали с помощью разработанного способа пластики мышечным лоскутом дефектов грудино-ключичного сочленения.

При анализе данных КТ ОГК согласно способу дифференцированного выбора тактики ведения пациентов, оперированных с помощью пластики кожно-фасциальными лоскутами в группе выявлено: средний балл при суммировании 4 точек после пластики грудины – 9,1±0,6 балла, что достоверно выше, чем до пластики – 1,2±0,09 баллов (Таблица 3).

Таблица 3 – Динамика показателей заживления дефектов передней грудной стенки в исследуемых точках по данным КТ ОГК, баллы

Показатель	8-е сутки		6 мес	
	Группа 1	Группа 3	Группа 1	Группа 3
Сращение в М1	1,9±0,04	1,5±0,04[1]	2,0±0,04	2,7±0,07
Сращение в М2	2,4±0,03	1,55±0,04	2,6±0,05[2]	2,6±0,06[1,2]
Сращение в С1	2,0±0,04	1,6±0,05	2,2±0,05	2,8±0,07[1,2]
Сращение в С2	2,1±0,03	1,6±0,06[1]	2,3±0,06[2]	2,8±0,07[1,2]
Сращение общее	8,4±0,05	6,2±0,07[1]	9,1±0,6	10,2±0,6[1,2]
Примечание – 1 - достоверность различий в исследуемых группах ($p<0.05$), 2 - достоверность различий в сравнение с 8 - ми сутками ($p<0,05$)				

При оценке плотности костной ткани грудины и плотности рубца в месте соприкосновения лоскутов в группе 1 по шкале Хаунсфилда выявлено отсутствие статистически достоверной разницы между плотностью исследуемых тканей костной ткани пациентов и рубца в месте соприкосновения лоскутов (Рисунок 5).

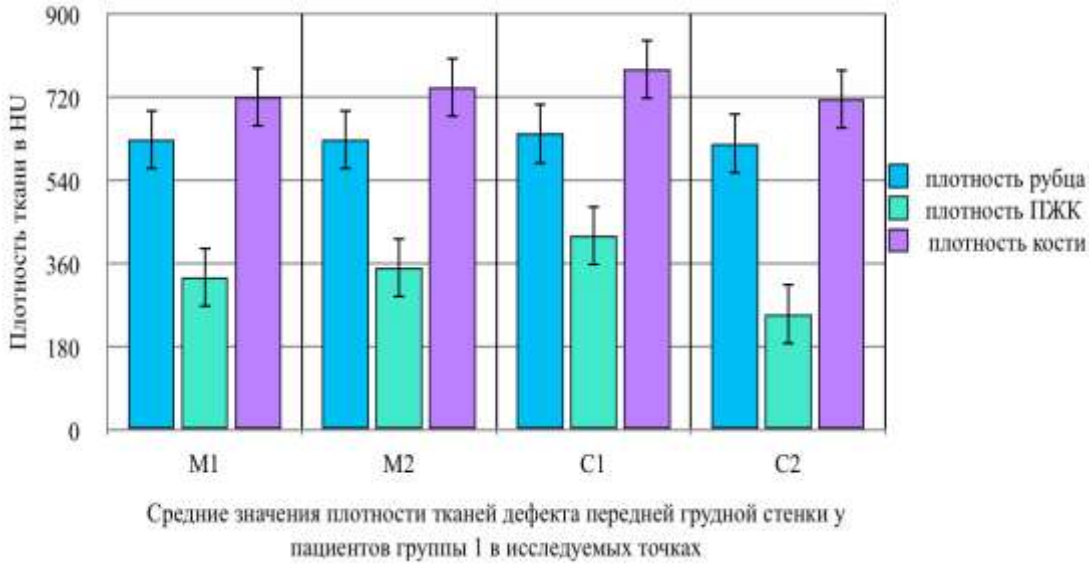

Рисунок 5 – Сравнительная характеристика плотности тканей дефекта грудины после пластики кожно-фасциальными лоскутами в отдаленном периоде у пациентов группы 1

При анализе данных в группе 3, получены значения в среднем

превышающие показатели группы 1, однако без статистически достоверной разницы. Средний балл при суммировании 4 точек после реостеосинтеза – 10,2±0,6 балла, что достоверно выше, чем до пластики – 1,5±0,08 баллов. При анализе исследуемых точек получены равномерные значения: М1 – 2,7±0,07 балла, М2 – 2,6±0,06 балла, С1 – 2,8±0,07 балла, С2 – 2,8±0,07 балла.

В контрольный срок 6 месяцев после операции по всем показателям опросника SF-36, кроме социального и эмоционального функционирования, а также показателей психического здоровья наибольшие средние значения показателей качества жизни в группе, где применялась пластика деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами (Рисунок 6).

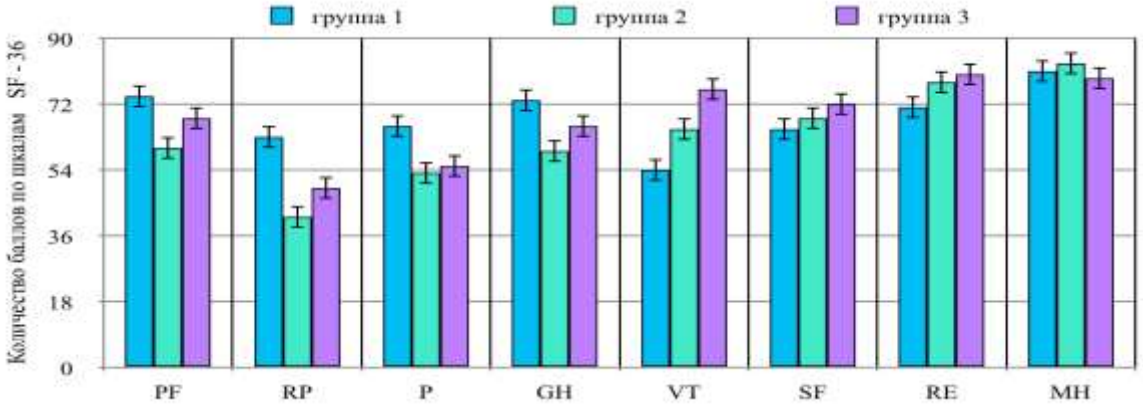

Рисунок 6 – Средние значения по отдельным шкалам опросника SF-36 в исследуемых группах через 6 месяцев после операции, где PF – физическое функционирование, RP – ролевой функционирование, P – боль, GH – общее здоровье, VT – жизнеспособность, SF – социальное функционирование, RE – эмоциональное функционирование, MH – психическое здоровье

При анализе на отдаленном этапе лечения клинических признаков нестабильности грудинно-реберного комплекса, выражающиеся в характерных «пощелкиваниях» в процессе акта дыхания, определяется выраженное преобладание данных симптомов во 2-й группе. Так, через 6 месяцев после операции эти жалобы у пациентов группы 2 были чаще, чем в 3-й группе (70,6% против 21,7%; Chi-square=6,128 p=0,015) и в 1-й группе (70,6% против 26,5%, Chi-square=4,337, p=0,02). При клинической объективной оценке уровня

крепитации костных фрагментов при пальпации имеет выраженную прямую связь во всех группах (r=0,85 [0,81; 0,88]).

Так, вполне логична достоверная разница по возникновению симптома «пощелкивания» между группой 2 и группой 1 (хоть и функционально, но восстановление каркасной функции грудины путем тампонады кожно-фасциальными лоскутами происходило) и группой 3 (полноценное восстановление каркасной функции грудины).

Применение разработанного способа пластики деэпидермизированными кожно - фасциальными лоскутами продемонстрировало ряд его преимуществ перед использованием лоскута большой грудной мышцы и реостеосинтеза грудины. Возможность использования персонализированного 3D моделирования оперативного вмешательства, заключающегося в формировании дизайна предполагаемых границ диссекции и деэпидермизации лоскутов позволяет объективно оценить периоперационные риски, что повышает безопасность применения кожно-фасциальных лоскутов по сравнению с иными лоскутными методиками.

Кроме того, применение для ликвидации костно-мягкотканного дефекта передней грудной стенки кожно-фасциальных лоскутов позволяет минимизировать послеоперационные осложнения в донорской зоне, так как данный способ является вариантом местной пластики. Использование же общепринятого способа пластики лоскутом большой грудной мышцы для закрытия необширного, но в то же время протяженного дефекта грудины требует отсечение мышцы от точки прикрепления в области плечевого сустава, что значительно влияет на объем активных движений верхней конечности.

Исходя из таких особенностей соматического статуса исследуемой когорты пациентов, как высокая частота встречаемости сахарного диабета II типа и ранее произведенного одно-двухстороннего забора внутренней грудной артерии применение кожно-фасциальных лоскутов является более предпочтительным, так как их жизнеспособность не зависит от кровоснабжения в реципиентной зоне.

Данный анализ подтверждает клиническую значимость применения деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов, показывая преимущество функционального восстановления каркаса грудной стенки с одномоментным радикальным удалением очага инфекции.

ВЫВОДЫ

1. Использование разработанного способа пластики деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами позволяет с высокой вероятностью (91,2% наблюдений) купировать глубокий стерномедиастинит, приведший к образованию необширного костно-мягкотканного дефекта.

2. Эффективность применения кожно-фасциальных лоскутов достигается за счет снижения частоты рецидива глубокой стернальной инфекции, длительности операции и послеоперационного периода, а также уменьшения нестабильности грудины.

3. Разработанный способ дифференцированного выбора тактики ведения пациентов, оперированных по поводу глубокого стерномедиастинита, позволяет определить тактику дальнейшего лечения в отдаленном периоде у пациентов, прооперированных с использованием способа пластики деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами.

4. Применение способа пластики деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами приводит к заживлению дефекта передней грудной клетки и отсутствию рецидива стерномедиастинита на отдаленном этапе лечения. При этом плотность плоскостного рубца, сформировавшегося при сшивании кожно-фасциальных лоскутов, не уступает значениям плотности костной ткани сохраненных участков грудины, что свидетельствует о достаточной каркасной функции грудной стенки после пластики в отдаленном периоде.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При избыточной толщине грудины в области рукоятки (более 20 миллиметров) и наличия дефекта передней грудной стенки в данной области требуется более тщательная фиксация и избыточное погружение

деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов.

2. Пациентам повышенного риска раневых осложнений, связанных с наличием не удаляемых инородных тел в области дна стернального дефекта (сосудистые протезы, искусственные клапаны сердца, водители ритма сердца) применение деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов противопоказано. Данной категории пациентов необходимо закрывать дефект с использованием лоскута большой грудной мышцы.

3. В ходе подготовки к забору лоскута большой грудной мышцы особое внимание стоит уделить ультразвуковым показателям кровотока в осевых сосудах. В случае сниженных значений кровотока стоит рассмотреть иные способы пластики, так как эффективность пересадки данного лоскута, будет зависеть от достаточности кровоснабжения лоскута в наиболее удаленном месте от точки ротации.

4. Использование реостеосинтеза грудины нитиноловыми скобами допустимо в качестве способа закрытия дефекта грудины при стерномедиастините, однако, требует полной элиминации бактериальной инфекции в стернальной ране.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Результаты проведенного исследования являются теоретической основой для изучения методов пластического замещения дефектов передней грудной стенки. Исследование создает предпосылки для дальнейшего поиска альтернативных способов пластики для закрытия дефектов грудной стенки и дифференцированный подход к их применению.

С целью автоматизации персонализированного 3D-моделирования оперативного вмешательства, заключающегося в формировании дизайна предполагаемых границ диссекции и деэпидермизации лоскутов на основе данных, полученных в результате КТ исследования, производится разработка программного обеспечения, которая позволит упростить и актуализировать предоперационную подготовку.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Патент № 2691554 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/00. Способ пластики необширных дефектов грудины при стерномедиастините: №2018119918: заявл. 30.05.2018: опубл. 14.06.2018 /Павлюченко С.В., Жданов А.И., Попов К.В., Булынин В.В.; заявитель Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко. – Текст: непосредственный.
2. Патент № 2722948 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/00. Способ пластики ротационным мышечным лоскутом дефектов рукоятки грудины и грудинного конца ключицы при стерномедиастините: № 2019125024: заявл. 07.08.2019: опубл. 05.06.2020 / Павлюченко С.В., Жданов А.И., Попов К.В.; заявитель Павлюченко С.В. – Текст : непосредственный.
3. Павлюченко, С.В. Современные подходы к хирургическому лечению послеоперационного стерномедиастинита / С.В. Павлюченко, А.И. Жданов, К.В. Попов. – Текст: непосредственный // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2019. – № 61(4). – С. 299-308.
4. Отдаленные результаты применения Т-образного деэпидермизированного кожно-фасциального лоскута у больных с глубоким стерномедиастинитом / С.А. Ковалев, С.В. Павлюченко, А.И. Жданов [и др.]. – Текст: непосредственный // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2024. – № 3 (66). – С. 394–402.
5. Патент № 2819656 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/03, A61B 17/00. Способ комбинированной пластики дефектов рукоятки грудины, грудинного конца ключицы и тела ключицы при стерномедиастините: № 2023120999 : заявл. 10.08.2023 : опубл. 22.05.2024 / К.В. Попов, С.В. Павлюченко, Н.Ю. Дубровина, М.А. Ходорковский; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Текст: непосредственный.
6. Патент № 2839949 C1 Российская Федерация, МПК A61B 6/03. Способ дифференцированного выбора тактики ведения пациентов, оперированных по поводу глубокого стерномедиастинита: заявл. 24.04.2024: опубл. 14.05.2025 / С. В. Павлюченко, К. В. Попов, М. А. Ходорковский [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Текст : непосредственный.
7. Сравнительный анализ результатов пластического замещения необширных дефектов грудины у больных с глубоким послеоперационным стерномедиастинитом / А.И. Жданов, С.В. Павлюченко, М.А. Ходорковский, К.В. Попов. – Текст : непосредственный // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2024. – № 2. – С. 56–63.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КТ – компьютерная томография
МОС – металлоостеосинтез
ОГК – органы грудной клетки
ПКТ – прокальцитонин
РХООО – радикальная хирургическая обработка остеомиелитического очага
DSWI (Deep Sternal Wound Infection) – глубокая инфекция раны грудины
HU (Hounsfield Unit) – единицы Хаунсфилда
VAC (Vacuum – Assisted Closure) – закрытие с помощью вакуума
SSWI (Superficial Sternal Wound Infection) – поверхностная инфекция раны грудины