

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»**

На правах рукописи

ТИВЕЛЁВ БОРИС ВАСИЛЬЕВИЧ

**ВМЕШАТЕЛЬСТВА НА СТОРОНАХ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТ ОПЕРАЦИИ DAVID**

3.1.15 – сердечно-сосудистая хирургия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель: д.м.н., профессор РАН,
член-корреспондент РАН Чарчян Эдуард Рафаэлович

Москва – 2023

Оглавление

<i>Список сокращений</i>	3
<i>Введение</i>	5
<i>Глава 1. Обзор литературы</i>	11
1.1. Показания к хирургическому лечению	17
1.2. Клапансберегающие операции	18
1.3. Вмешательства на створках аортального клапана при операции David ...	24
<i>Глава 2. Материалы и методы исследования</i>	38
2.1. Клиническая характеристика больных	38
2.2. Предоперационный протокол отбора пациентов	56
2.3. Показания к выполнению пластики створок	57
<i>Глава 3. Хирургическая техника</i>	61
3.1. Пластика створок	65
3.1.1. Центральная пликация створки в области узелка Аранци.	65
3.1.2. Паракомиссуральная пластика	66
3.1.3. «Шейвинг» или иссечение свободного края створки	67
<i>Глава 4. Результаты исследования</i>	70
4.1. Ближайший послеоперационный период.....	70
4.2. Оценка отдалённых результатов.....	76
4.3. Реоперации.....	89
4.4. Предикторы повторной аортальной недостаточности	97
<i>Заключение</i>	105
<i>Выводы</i>	111
<i>Практические рекомендации</i>	112
<i>Список литературы</i>	113

Список сокращений

АБ - антибиотик

Ао – аорта

АД – артериальное давление

АН – аортальная недостаточность

БЦВ – брахиоцефальные ветви

БЦС – брахиоцефальный ствол

ВоА – восходящая аорта

ДАК – двустворчатый аортальный клапан

ДИ – доверительный интервал

ДСТ – дисплазия соединительной ткани

ИВЛ – искусственная вентиляция легких

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИК – искусственное кровообращение

ИМ – ишемия миокарда

КДО – конечно-диастолический объём

КДР – конечно-диастолический размер

КСО – конечно-систолический объём

КСР – конечно-систолический размер

КТ – компьютерная томография

ЛЖ – левый желудочек

ЛП – левое предсердие

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения

ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии

ОШ – отношение шансов

ПАК – протезирование аортального клапана

СКФ – скорость клубочковой фильтрации

СТГ – синотубулярный гребень

СЭД – синдром Элерса-Данло

ТАК – трёхстворчатый аортальный клапан

УЗИ – ультразвуковое исследование

ФК АК – фиброзное кольцо аортального клапана

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких

ХБП – хроническая болезнь почек

ЦА – циркуляторный арест

ЧПЭХОКГ – чреспищеводная эхокардиография

ЭКС - электрокардиостимулятор

ЭхоКГ – эхокардиография

Borst – операция Elephant Trunk («Хобот Слона») или операция по методике Н.Borst

cD – глубина коаптации

cH – длина коаптации

FET – операция Frozen Elephant Trunk («Замороженный Хобот Слона»)

Введение

Актуальность темы исследования

Как известно, операция Bentall-DeBono является золотым стандартом лечения аневризмы корня и восходящего отдела аорты. Однако начиная с 1992-1993 гг. Тайрон Дэвид и Магди Якуб изменили подход к лечению данного серьёзного заболевания, впервые описав клапансберегающие операции на корне аорты.

Существуют два основных типа клапансберегающих вмешательств на корне аорты: реимплантация корня аорты – операция David, а также ремоделирование аортального клапана – операция Yacoub. При сравнении двух методик, в ходе операции David выполняется надёжная стабилизация фиброзного кольца аортального клапана, тем самым предотвращая его дилатацию в отдалённом периоде. Помимо этого, снижен риск кровотечения, так как корень аорты при операции David находится внутри сосудистого протеза. Из недостатков реимплантации аортального клапана стоит отметить важную гемодинамическую роль иссечённых синусов Вальсальвы, которые в норме выполняют функцию демпферов гидравлических нагрузок в ходе сердечного цикла.

Данные вмешательства имеют стабильный результат в среднеотдалённом и отдалённом послеоперационном периодах и имеют существенные преимущества над клапануносящими методиками: обеспечивают оптимальные гемодинамические характеристики, имеют низкий риск возникновения эндокардита, не требуют приёма антикоагулянтов, что снижает риск возникновения кровотечения, а также тромбоэмболических осложнений. Данные вмешательства предпочтительны для молодых пациентов, ведущих активный образ жизни.

Вследствие чего, с момента появления и по сегодняшний день, интерес к данным вмешательствам растёт. За 30-летний период, существенно расширились показания к их выполнению и на современном этапе клапансберегающие вмешательства могут выполняться при сочетании аневризмы корня аорты и аортальной недостаточности, расслоении аорты, двустворчатом аортальном

клапане, у пациентов с синдромом Марфана, а также после операции Ross, в случае дилатации лёгочного аутографта [17; 18; 50; 74; 80; 106].

С другой стороны, клапансберегающие вмешательства технически более сложно выполнимы и несут потенциальный риск дисфункции клапана, что потребует реоперации или конверсии в операцию Bentall-DeBono [29; 55; 86].

Ключевым моментом успешного выполнения операции David является воссоздание оптимального уровня глубины и длины коаптации створок непосредственно после операции, что обеспечивает стабильность функции аортального клапана в отдалённом периоде и его продолжительность. При незначительных дегенеративных изменениях створок: наличии фиброза свободного края, паракомиссурального кальциноза, паракомиссуральных фенестраций, надрыва свободного края, а также пролапса, дополнительные вмешательства на створках обеспечивают восстановление их оптимальной геометрии – адекватной величины глубины и длины коаптации, что, в свою очередь, способствует снижению степени послеоперационной аортальной недостаточности и восстановлению функции клапана и, в конечном итоге, избежанию протезирования аортального клапана.

Существует несколько видов пластики створок аортального клапана: центральная пликация створки в области узелка Аранци, шейвинг иссечение свободного края створки, паракомиссуральная пликация створки, декальцинация области комиссуры, обшивание свободного края створки, пластика створки заплатой [110].

Важно отметить, что пластика створки должна представлять баланс между недостаточной коррекцией, ведущей к остаточному пролапсу и избыточной коррекцией, ведущей к рестрикции створки.

Вопрос о целесообразности выполнения пластики створок в отдельных случаях остаётся дискуссионным и случаи рецидивирующей аортальной недостаточности являются предметом изучения данной проблемы. В связи с чем, на сегодняшний день растет число исследований, выявляющих предикторы возврата аортальной недостаточности после операции David. В исследовании

представлены результаты операции David у пациентов с трёхстворчатым и двустворчатым аортальным клапаном с пластикой и без пластики створок, а также выявлены предикторы прогрессирования повторной аортальной недостаточности у пациентов после операции David, основываясь на параметры до и после операции, а также на их динамику в ближайшем и отдалённом послеоперационном периоде.

В данном исследовании затронуты вопросы целесообразности выполнения клапансберегающей операции по методике David, пластики створок аортального клапана, указаны важные геометрические детерминанты корня аорты, а также критерии стабильного послеоперационного результата.

Цель исследования

Определить предикторы прогрессирования аортальной недостаточности после операции David.

Задачи исследования

1. Сравнить ближайшие и отдалённые результаты операции David с пластикой и без пластики створок аортального клапана.
2. Изучить различные варианты створочной пластики и определить показания к её выполнению при операции David.
3. Оценить динамику геометрических параметров корня аорты.
4. Выявить факторы риска прогрессирования аортальной недостаточности в отдалённом периоде.

Научная новизна исследования

Впервые выполнено ретро-проспективное исследование по поиску предикторов прогрессирования повторной аортальной недостаточности после выполнения операции по методике Tirone David, с анализом дооперационных, а также послеоперационных геометрических параметров корня аорты. Выявлены критерии послеоперационного стабильного результата по данным геометрических параметров корня аорты, определены показания к пластике створок аортального клапана.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Проанализированы результаты выполнения операции David у пациентов с пластикой и без пластики створок в ближайшем и отдалённом послеоперационном периоде.
2. Выявлены факторы риска повторной аортальной недостаточности у пациентов после операции David.
3. Изучена динамика стереометрических параметров корня аорты.
4. Определены критерии к выполнению створочной пластики.

Методология и методы исследования

В исследовании включено 155 пациентов с диагнозом аневризмы корня и восходящего отдела аорты с наличием или отсутствием аортальной недостаточности. Всем пациентам было выполнено клапансберегающая операция по методике David в отделении реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» в период с 2012 по 2022 гг. Для оценки состояния пациентов использовались общие клинические, лабораторные и инструментальные методы исследования, применяющиеся при лечении и обследовании пациентов кардиохирургического профиля.

Для оценки геометрических параметров корня аорты использовались интраоперационные данные чреспищеводной эхокардиографии, а также трансторакальной эхокардиографии в послеоперационном периоде. Использованные методы статистической обработки данных, а именно модель регрессионного анализа Кокса соответствует поставленной цели и задачам исследования.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Операция David с пластикой и без пластики створок имеет стабильный результат в ближайшем, среднеотдалённом и отдалённом послеоперационных периодах. 10-летняя свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени и реоперации составила 89,7% и 96,2% соответственно.
2. Центральная пликация створки и паракомиссуральная пликация в области комиссуры являются надёжными методиками вмешательств на створках,

позволяющими укоротить избыточный свободный край створки и оптимизировать уровень глубины и длины коаптации створок.

3. Несмотря на увеличение диаметра фиброзного кольца аортального клапана в отдалённом периоде среди всех пациентов, во всех группах ($p < 0,001$), данная динамика не вызывает ухудшения функции клапана. Отмечается тенденция уменьшения глубины коаптации в группе ДАК с пластикой в отдалённом периоде, без статистической значимости.
4. Пластика одной створки в группах ТАК и ДАК с пластикой не ассоциирована с прогрессированием повторной аортальной недостаточности ($p_1 = 0,184$ и $p_3 = 0,940$). Пластика двух створок является фактором прогрессирования повторной аортальной недостаточности в группе ТАК с пластикой ($p = 0,010$) и не является в группе ДАК с пластикой ($0,940$). Глубина коаптации от -1 мм до 2 мм после операции среди всех пациентов, а также разница между диаметром ФК АК и диаметром протеза аорты ≥ 4 мм являются факторами прогрессирования аортальной недостаточности в отдалённом послеоперационном периоде ($p = 0,031$ и $p = 0,004$).

Степень достоверности

По теме диссертации написаны 3 научные работы, входящие в перечень российских рецензируемых журналов ВАК, 5 тезисов в материалах общероссийских конференций. Результаты диссертационной работы доложены на XXIV и XXV Ежегодной Сессии «НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева», Всероссийской конференции молодых ученых, на XXVII Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов на базе Национального Медицинского Исследовательского Центра Сердечно-Сосудистой Хирургии им. А.Н. Бакулева г. Москва.

Внедрение в практику

Научные положения и практические рекомендации, сформулированные по результатам диссертационного исследования, внедрены в клиническую практику и используются при выполнении операции David в отделении реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» г. Москва.

Личный вклад автора

Автор принимал участие во всех этапах выполненного исследования, проводил обследование и отбор пациентов, участвовал в операциях в качестве ассистента, проводил обследование пациентов в послеоперационном периоде. Автором выдвинуты научные гипотезы и предположения, проведен сбор ретроспективного архивного материала, анализ, статистическая обработка и представление полученных данных.

Структура и объём диссертации

Диссертация изложена на 127 страницах печатного текста, состоит из списка сокращений, введения, обзора литературы, глав описания материалов и методов исследования, хирургической техники, полученных результатов, раздела заключения, выводов и практических рекомендаций. Список литературы включает 122 источника: 21 отечественный и 101 зарубежный. Диссертация иллюстрирована 57 рисунками, 24 таблицами.

Глава 1. Обзор литературы

История

Интерес к анатомии корня аорты впервые возник в эпоху Ренессанса и связан с описанием и зарисовками Леонардо да Винчи [100]. Леонардо да Винчи имел превосходные представления о физиологии человеческого сердца. Однако, он не подозревал о циркуляции крови и её однонаправленном движении через клапаны сердца. Данное представление было несовместимо с древним убеждением в то, что сердце «сгоняет» кровь в желудочки и из желудочков, тем самым генерируя тепло и «жизненный дух». Вследствие невозможности согласования его описаний и наблюдений, Леонардо да Винчи недостаточно точно описал движение крови через клапаны сердца [40]. Следующий анатом, проявивший интерес к изучению корня аорты был Андреас Везалий, после которого в течение более чем 400 лет, изучение корня аорты носило спорадичный характер. В 19 веке, с появлением анатомических вскрытий, значительно расширились представления о корне аорты. Сам термин «корень аорты» впервые был упомянут немецким анатомом Фредериком Генле в 1929 году. В 20 веке увеличение количества анатомических вскрытий в Европе и в Северной Америке облегчило изучение анатомии сердца [117].

Корень аорты как отдельная структура был предметом изучения в центре хирургии уже в 1986 году. Сотрудники РНЦХ совместно с сотрудниками МГТУ им. Баумана доказали новый механизм функционирования аортального клапана (рис. 1.1.), описав его стереометрию.

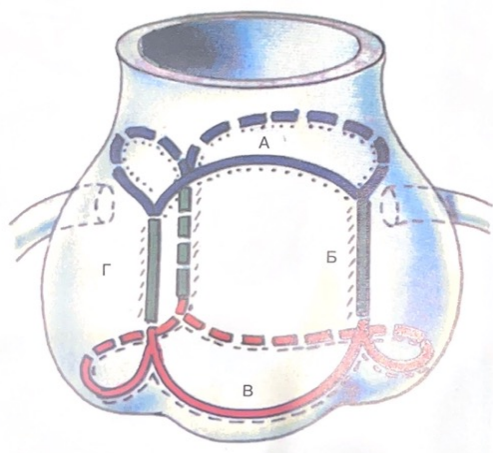


Рисунок 1.1. Строение корня аорты

Примечание к рисунку 1.1. Структурные элементы корня аорты:

А - арочное кольцо, Б - комиссуральный стержень,

В - фиброзное кольцо, Г - синус Вальсальвы [5].

Корень аорты представляет собой сложно устроенный комплекс, связывающий сердце с системой кровообращения. Каждый компонент данного комплекса имеет свою оптимальную макроскопическую и микроскопическую структуру, обуславливающую следующие функции:

- однонаправленность движения крови;
- обеспечение ламинарного потока крови;
- минимальное сопротивление кровотоку;
- минимальный уровень стресса стенки;
- оптимальный уровень коронарной перфузии;
- обеспечение насосной функции левого желудочка;

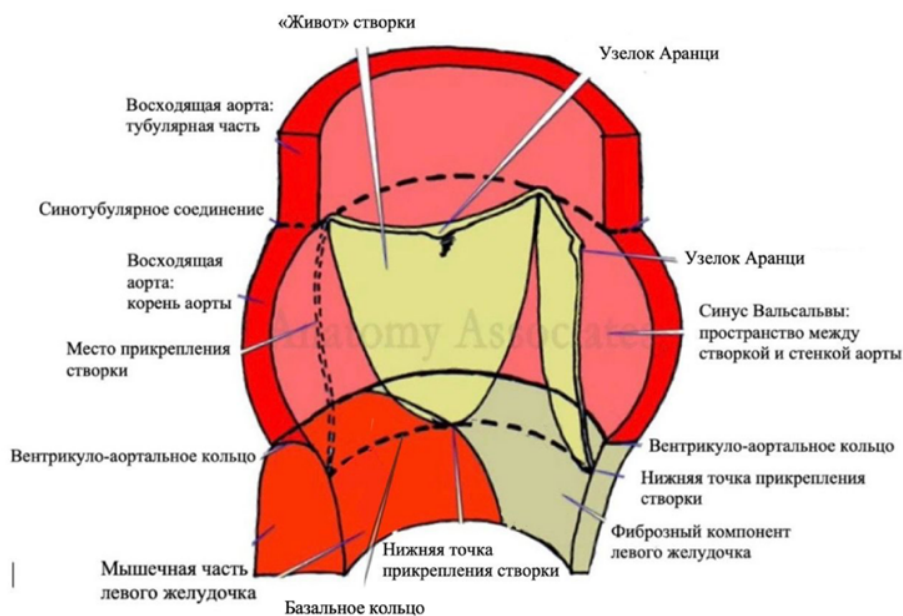


Рисунок 1.2. Строение корня аорты [112].

Корень аорты состоит из следующих структур:

- вентрикуло-аортальное соединение;
- фиброзное кольцо аортального клапана;
- кольца аортального клапана;
- створок аортального клапана;
- мест прикрепления створок;

- синусов Вальсальвы;
- межстворчатых треугольников;
- синотубулярного соединения [23; 57; 81; 96].

Вентрикуло-аортальное соединение

Термин вентрикуло-аортальное соединение подразумевает циркулярную структуру, анатомическую границу, проведённую по точкам на границе миокарда левого желудочка и стенки аорты и является истинным анатомическим кольцом [24; 71].

Фиброзное кольцо аортального клапана

Фиброзное кольцо в классическом представлении – окружность внутри левого желудочка, проведённая по точкам прикрепления створок, анатомически представляет собой границу между левым желудочком и синусами Вальсальвы. При расширении фиброзного кольца аортального клапана уменьшается высота треугольников Генле, высота комиссур, что в свою очередь приводит к уменьшению высоты коаптации, растяжению и истончению створок [81; 96; 116].

Створки аортального клапана

Анатомически створки аортального клапана можно разделить на следующие части: свободный край с наличием утолщенной зоны – узелки Аранци, представляющие собой утолщения в центральной части свободного края створок; «живот» створки – её центральная часть, а также базальная часть или основание створки. У каждой створки различают желудочковую и аортальную поверхности. На желудочковой поверхности представлена лунула – область коаптации створок, занимающая всю ширину вдоль свободного края створки [116].

Створки аортального клапана представляют собой гемодинамическую границу между левым желудочком и аортой. Дистальные части гемодинамически схожи с аортой, проксимальные повторяют гемодинамику левого желудочка [116]. Трёхстворчатая конфигурация створок является совершенной, так как определяет низкий уровень сопротивления при раскрытии створок клапана.

Створки аортального клапана играют важнейшую роль в операции. Однако аорто-вентрикулярное соединение, синусы Вальсальвы и синотубулярное соединение определяют, насколько хорошо створки открываются во время систолы и смыкаются во время диастолы [42]. Створки аортального клапана – самая важная структура корня аорты, определяющая возможность выполнения клапансберегающей операции. Не изменённые или незначительно изменённые створки являются оптимальными для выполнения операции David [35].

Микроскопически аортальный клапан состоит из следующих слоёв: плотный коллагеновый слой, переходящий в соединительную ткань стенки аорты, ограниченный с обеих сторон тонким слоем эластических волокон, более выраженных под эндотелием. Толщина эластического слоя уменьшается по направлению к свободному краю створок. Далее следует губчатый слой, в котором различают средний слой, более выраженный в области фиброзного кольца и состоящий из рыхлой соединительной ткани, фибробластов и интерстициальных клеток. Далее следует желудочковый слой. Данный слой содержит наибольшее количество эластических волокон, образующих слой. Желудочковый слой выстилает желудочковую поверхность створок аортального клапана. Толщина и относительная доля каждого слоя различна [8].

Особая микроархитектура клеток обеспечивает изменения размера и формы створок аортального клапана, происходящие в течение сердечного цикла. Послойная структура аортального клапана сформирована плотным коллагеновым слоем клеток, выстилающим поверхность выносящего тракта левого желудочка и обеспечивающим прочность; центральным ядром рыхлой соединительной ткани; слоем эластина. Различают основные компоненты аортального клапана: клапанные эндотелиальные клетки, клапанные интерстициальные клетки, а также экстрацеллюлярный матрикс, содержащий коллаген, эластин и гликозаминогликаны.

Основными компонентами створок аортального клапана является коллаген I и III типов – от 43% до 55%, и эластин – 11%. Количество, качество и архитектура экстрацеллюлярного матрикса, в частности, коллагена, эластина и

гликозаминогликанов позволяют адаптироваться к стрессу створок, определяют долговечность работы аортального клапана [117].

Места прикрепления створок

Места прикрепления створок в стенке аорты образуют плотный, фиброзный слой в форме короны. Участки прикрепления створок, непосредственно граничащие с соседними створками, носят названия комиссур [23].

Синусы Вальсальвы

Три выпячивания стенки аорты носят названия синусов Вальсальвы, названные в честь итальянского анатома Антонио Вальсальвы. Наименования синусов соответствует наименованию створок аортального клапана, области правого и левого коронарного синуса расположены соответственно устья правой и левой коронарных артерий. Третий синус представляет продолжение мышечной ткани левого желудочка. Гистологически стенки синусов повторяют структуру нативной аорты, однако их стенки более истончены [32; 79; 107]. Функция синусов Вальсальвы до конца не изучена. Есть доказательства о том, что завихрения крови, создаваемые в области синусов Вальсальвы снижают стресс створок аортального клапана, поддерживая оптимальный уровень коронарной перфузии [39; 107].

Межстворчатые треугольники

Под каждой комиссурой расположен один из трёх межстворчатых треугольников – Генле, названные в честь впервые описавшего их анатома. Несмотря на тот факт, что гистологически они повторяют структуру тонкой аортальной стенки, гемодинамически они представляют собой продолжение выносящего тракта левого желудочка и на уровне синотубулярного соединения продолжаются до уровня комиссур. Треугольник между правым и некоронарным синусом обращён в сторону правого предсердия и граничит с мембранозной частью межжелудочковой перегородки, проксимально содержащей пучок Гиса. Травматизация проводящих путей в данной области может привести к атриовентрикулярной блокаде и имплантации электрокардиостимулятора. Под левым и некоронарным треугольником расположена зона митрально-аортального

контакта, где некоронарная створка аортального клапана непосредственно граничит с передней створкой митрального клапана [39].

Синотубулярное соединение

Дистальная часть синусов вместе с комиссурами аортального клапана формирует синотубулярное соединение, которое отделяет корень аорты от восходящей части аорты [23].

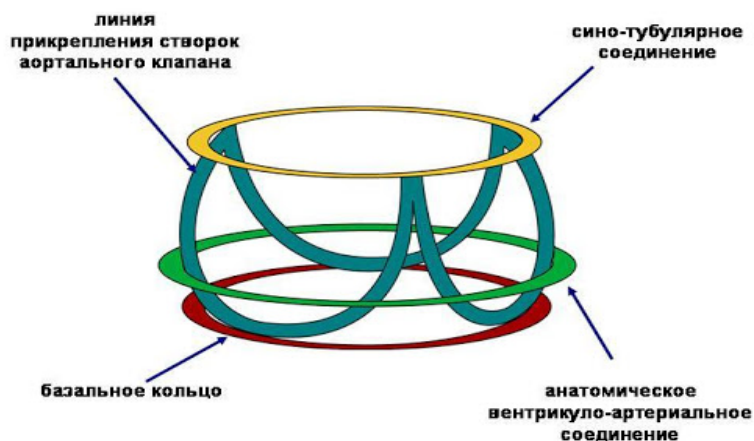
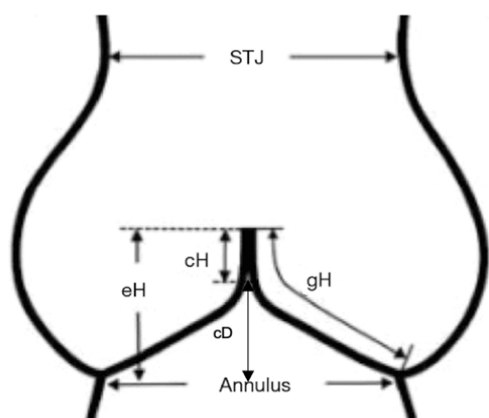


Рисунок 1.3. Кольца корня аорты [100].

Геометрия корня аорты

Корень аорты состоит из следующих компонентов:



STJ – синотубулярное соединение;

cH – высота коаптации или длина коаптации;

eH – эффективная высота;

Annulus – диаметр кольца аортального клапана;

gH – геометрическая высота;

cD – глубина коаптации;

Рисунок 1.4. Геометрические параметры корня аорты [34].

Геометрия аортального клапана играет основную роль в выполнении клапансберегающей операции. Уровень коаптации, эффективная высота створок являются ключевыми параметрами, определяющими прочность клапана в ближайшем и отдалённом послеоперационном периоде.

С точки зрения биомеханики, в корне аорты можно выделить следующие структуры:

1. Стенка аорты и аортальные синусы представляют собой наименее жесткие элементы, при этом стенка синусов Вальсальвы имеет прочность выше, чем стенка аорты.
2. Арочное кольцо или синотубулярный гребень – представляет собой намного прочную структуру, чем стенка синусов.
3. Комиссуральные стержни – образования, расположенные в осевом направлении, имеют прочность и жесткость значительно больше, чем стенка аорты и синусов Вальсальвы.
4. Фиброзное кольцо аортального клапана – наиболее жесткий и прочный элемент клапанно-аортального комплекса, его прочность в 5-10 раз больше, чем других структур [5].

1.1. Показания к хирургическому лечению

Показания к хирургическому лечению пациентов с аневризмой корня и восходящего отдела аорты в большинстве случаев зависят от размера самой аневризмы, исключение составляет наличие у пациента двустворчатого аортального клапана, при котором недостаточность аортального клапана опережает развитие аневризмы. Риск расслоения и разрыва аорты напрямую зависят от диаметра аневризмы и наличия синдрома дисплазии соединительной ткани, увеличивающего риски [62].

Аневризма корня аорты в большинстве случаев встречается у пациентов от 20 – до 40 лет. При наличии генетических синдромов, таких как синдром Марфана, Лойеса-Дитца, семейных форм аневризм, аортопатии двустворчатого аортального клапана, увеличение диаметра начинается в области синусов Вальсальвы, далее переходя на синотубулярное соединение и восходящий отдел аорты.

Частота встречаемости аневризма грудного отдела аорты варьируется от 5 до 10 случаев на 100 000 тыс. человек. У мужчин данная патология встречается в 4 раза чаще, чем у женщин [76].

Согласно американским рекомендациям диагностики и лечения патологии аорты, клапансберегающие операции должны выполняться в опытных центрах. Пациенты с наличием аневризмы корня или восходящего отдела аорты диаметром $\geq 5,0$ см и отсутствием симптомов, могут быть оперированы аортальной командой в опытных центрах. Для пациентов с двустворчатым аортальным клапаном показанием к хирургическому лечению является наличие аневризмы корня или восходящего отдела аорты диаметром $\geq 5,5$ см. Для пациентов с синдромом Марфана показанием к операции является диаметр корня или восходящего отдела аорты $\geq 5,0$ см. При наличии синдрома Марфана и факторов риска разрыва аневризмы, показанием к хирургическому лечению служит диаметр корня и восходящего отдела аорты $\geq 4,5$ см аортальной бригадой в опытных центрах [62].

1.2. Клапансберегающие операции

История данных операций началась с хирургии протезирования корня аорты, впервые описанной Wheat и соавторами в 1964 году [119]. В 1968 году Ventall и De Vono выполнили протезирование корня и восходящего отдела аорты клапансодержащим кондуитом [33]. И на сегодняшний день данная методика лечения аневризм корня и восходящего отдела аорты является общепринятой со стабильными отдалёнными результатами [53; 58].

Клапансберегающие операции были впервые описаны Тайроном Дэвидом и Кристофером Файнделем в 1992 году, а также Магди Якубом и Маззи Сарсамом в 1993 году [52; 105].

Термин «клапансберегающая операция» применим при выполнении протезирования 1 или более синуса Вальсальвы и сохранении нативных створок [42].

Классификация клапансберегающих операций

Существует две основные техники выполнения клапансберегающих операций: реимплантация и ремоделирование.

Ремоделирование корня аорты представляет собой иссечение аортальной стенки синусов Вальсальвы с оставлением узкого бортика и высечением устьев венечных

артерий методом «кнопки». Моделирование тубулярного синтетического протеза путём высекания трёх лепестков на его проксимальном конце, соответствующих синусам Вальсальвы, — протез непрерывным швом пришивается к оставленному аортальному бортику. Устья венечных артерий имплантируются в бок протеза [105].

Ремоделирование корня аорты является оптимальным методом лечения для пожилых пациентов с наличием аневризмы восходящего отдела аорты, дилатацией синусов Вальсальвы и нормальным размером фиброзного кольца аортального клапана. Оперативное вмешательство приведёт к сокращению диаметра синотубулярного соединения, восстановлению нормального диаметра аорты на уровне синусов Вальсальвы и, как следствие, оптимального состояния клапана [44]. Авторы считают, что операция Yasoub является наиболее физиологичной операцией в сравнении с реимплантацией аортального клапана, так как позволяет сохранить динамику фиброзного кольца аортального клапана во время сердечного цикла [44; 45; 79].

Тем не менее отдалённые результаты ремоделирования корня аорты уступают реимплантации аортального клапана у пациентов с синдромом Марфана или двустворчатым аортальным клапаном. Так в исследовании Erasmi и соавторов, свобода от реоперации при операции Yasoub составила $89\% \pm 4\%$ в течении 55 ± 28 месяцев периода наблюдений и при операции David $98\% \pm 2\%$ в течении 48.4 ± 37.3 месяцев [56].

Причиной частой дисфункции аортального клапана при операции Yasoub является дилатация фиброзного кольца [88].

Для его стабилизации после операции Yasoub, в середине 1990-х годов Tirone David предложил использовать методику стабилизации выносящего тракта левого желудочка полоской из дакрона, что в свою очередь, по мнению авторов, способствовало повышению долговечности стабильной функции аортального клапана [46].

Однако в другом исследовании автора данная методика не предотвращала возникновение дилатации корня аорты между дакроновой полоской и протезом

аорты, что в свою очередь привело к возникновению повторной аортальной недостаточности [50].

В исследовании Tirone David представил 20-летние результаты выполнения реимплантации аортального клапана. 333 пациентам выполнена операция, из них 124 (37,2%) пациента с синдромом Марфана, 45 (13,5%) ДАК, 28 (8,4%) пациентов с расслоением аорты, у 216 (65%) пациентов использовался цилиндрический протез и 117 (35%) пациентам выполнено формирование неосинусов аорты. 4(1,2%) пациента скончались в раннем послеоперационном периоде: 1(0,3%) вследствие периперационного инфаркта миокарда, 1(0,3%) расслоения аорты тип В, 1(0,3%) колита, ассоциированного с *Clostridium difficile* на 3 неделе после операции, 1(0,3%) инсульта, вызванного фибрилляцией предсердий через 6 недель после операции. 10-, 15-, 20-летняя выживаемость составила $89,5 \pm 2,0\%$, $77,9 \pm 2,9\%$ и $72,4 \pm 3,8\%$ соответственно. 10-, 15-, 20-летняя свобода от реоперации составила $96,9 \pm 1,3\%$. 15-, 20-летняя свобода от тромбоэмболических осложнений $92,5 \pm 2,8\%$. По данным авторов, формирование неосинусов ($P=0,04$) и укрепление свободного края швом Gore-Tex ($P=0,005$) ассоциирована с повышением степени аортальной недостаточности при выполнении однофакторного анализа. При это пликация створок не ассоциирована с повышением степени аортальной недостаточности. ($P=0,22$) [49].

Операция David при расслоении аорты

Одним из достоинств операции David является возможность её выполнения у пациентов с расслоением аорты. Как известно, хирургия острого расслоения аорты всё еще сопряжена с высоким риском летальности [81]. Хирург непременно сталкивается со следующими проблемами интраоперационно: ограничение времени, длительность, скорость и безопасность выполнения операции, позволяющей обеспечить надёжный отдалённый послеоперационный результат в экстренной ситуации.

Реимплантация аортального клапана способствует сохранению собственного аортального клапана, стабилизирует корень аорты, предотвращая увеличение

диаметра корня аорты в послеоперационном периоде. Данная методика показала отличные результаты у пациентов с расслоением аорты и без расслоения [9; 13; 83; 114].

Большинство опубликованных исследований включают малую часть пациентов с острым расслоением аорты по определённым причинам: увеличение времени ишемии миокарда, высокий опыт хирурга, наличие дисплазии соединительной ткани, осложняющей выполнение клапансберегающего вмешательства, коагулопатии, повышающей риск кровотечения в конце операции. В дополнение к вышеперечисленному, расслоение корня аорты характеризуется сепарацией адвентиции от интимы с формированием парааортальной гематомы. Сохранение адвентициального слоя в данной ситуации, в процессе мобилизации корня, представляет собой технически сложную задачу даже в руках опытного хирурга [77].

На сегодняшний день несколько отечественных кардиохирургов также занимаются изучением данной проблемы [6; 7; 10; 16]. В исследовании Гордеева М.Л. и соавторов при сравнении группы пациентов с клапансберегающей операцией ($n=81(53\%)$) с клапанзамещающей ($n=72(47\%)$), летальность в группе-I составила 9,2% (7 из 76 пациентов), а в группе-II – 6,7% (4 из 60 пациентов), $p = 0,928$. У 52,6% пациентов аортальная недостаточность отсутствовала, в 43,4% диагностирована 1 степень регургитации. Только в 4% недостаточность аортального клапана достигла 2 степени [4].

В исследовании Барбухатти К.О. и соавторов, авторы сравнивали две группы пациентов с расслоением аорты: клапансберегающие операции (КСО) выполнены в 53 случаях, операция Bentall-DeVono в 102 случаях. Операция David выполнялась в 11(21%) случаев. При сравнительном анализе летальность в группах статистически значимо не отличалась. ($P=0,091$). Аортальная недостаточность в первой группе в отдалённом периоде у большинства пациентов не превышала первую степень [1].

Белорусские кардиохирурги представили непосредственные результаты операции David. В исследование также вошли 63/132(47,7%) пациента с острым и подострым расслоением - 56(42,4%), а также с хроническим – 7(5,3%). Госпитальная летальность при операции David + Borst составила 6(35%) случаев, при операции David + Frozen Elephant Trunk– 3(18,8%) случая. При отключении аппарата ИК у 10(8%) АН отсутствовала, у 89(67%) – АН 1 степени, 22(17%) АН – 1-2 степени, у 7(5%) – АН – 2 степени, у 1(3%) пациента – АН 2-3 степени [21].

В другом исследовании Beckmann E. и соавторов, 109 пациентам из 772 выполнена операция David I. 6 пациентов (5%) с синдром Марфана и 3 (3%) пациента с двустворчатым аортальным клапаном. 50 (46%) пациентам выполнено протезирование проксимальной части дуги аорты, 13 (12%) субтотальное протезирование дуги аорты и 42 (39%) выполнена тотальное протезирование дуги аорты. Госпитальная летальность составила 11%. В отдалённом послеоперационном периоде только 5 (6%) пациентов имели аортальную недостаточность 2 степени. 5-, 10-летняя выживаемость составила 90% и 78% соответственно. Реоперированы 13 (13%) пациентов через 4.8 лет вследствие: аортальной недостаточности – 7(54%) пациентов, инфекции протеза – 4(31%) пациента, выраженного стеноза аортального клапана 1(8%) пациент. При сравнении групп пациентов после операции David с расслоением аорты тип А и без расслоения, 20-летняя выживаемость в группе расслоения составила 58%, в группе без расслоения – 61%. ($p=0,29$), 20-летняя свобода от реоперации в группе расслоения составила 71%, без расслоения – 74% ($p=0.39$). Операция David является предпочтительным методом вмешательства у пациентов с расслоением аорты типа А, несмотря на сложность и продолжительность выполнения [31].

Преимущества операции David

При сравнении с операцией Bentall-DeBono, преимуществами операции David являются: оптимальные гемодинамические характеристики, низкий риск возникновения эндокардита, отсутствие необходимости приёма антикоагулянтов, что снижает риск возникновения тромбоэмболических осложнений. Данная

вмешательство предпочтительно для молодых пациентов, ведущих активный образ жизни. С другой стороны, реимплантация аортального клапана технически более сложно выполнима. Кроме того, данное вмешательство несёт потенциальный риск дисфункции клапана, что требует реоперации или конверсии к классической операции Бенталла Де Боно [29; 55; 86].

В исследовании Leontyev S. И соавторы сообщают, что отдалённая выживаемость была сопоставима в обеих группах. Однако меньший объём кровопотери ($P = 0.025$), сохранение нативного клапана даёт ряд преимуществ данной операции. 5-летняя и 10-летняя выживаемость была $93.7 \pm 1.8\%$ против $93.8 \pm 1.6\%$ и $84.4 \pm 4.7\%$ против $89.5 \pm 3.2\%$ ($P = 0.98$) для операции David и операции Bentall-DeBono соответственно. 5- и 10-летняя свобода от реоперации $89.5 \pm 3.4\%$ и $87.8 \pm 4.1\%$. ($P = 0.71$) [78].

Разновидности протезов при выполнении реимплантации аортального клапана

Существует два вида протезов для реимплантации аортального клапана: цилиндрический протез, изначально используемый при выполнении данной операции, а также протез с синусами Вальсальвы. Реимплантация с использованием последнего впервые выполнена в 2000 году R. De Paulis [94]. Существует несколько исследований, посвящённых сравнению двух протезов. Ранние публикации отмечают преимущества протеза с синусами Вальсальвы в снижении систолической нагрузки на створки реимплантированного аортального клапана [59; 95].

При этом в исследовании Paulsen M. и соавторы при сравнении моделей двух протезов, изготовленных при помощи 3D-принтера, авторы не получили значимой разницы по величине коронарного кровотока, трансклапанного градиента, а также гемодинамических характеристик. Цилиндрический протез имел меньший уровень нагрузки на зону комиссур аортального клапана, что в свою очередь благоприятно влияло на зону коаптации створок [98].

Маккенеjad А. и соавторы в сравнительном исследовании двух протезов не выявили статистически значимых различий по параметрам 5-летней выживаемости ($p=0.56$), а также 5-летней свободы от реоперации ($p=0.29$) [82].

Многие кардиохирурги отдают предпочтение протезу с синусами Вальсальвы [19; 26; 90; 92; 93; 97; 108; 111; 120]. На наш взгляд это связано с тем, что хирургически реимплантация в протез с синусами Вальсальвы более удобна, чем в цилиндрический протез.

В другом исследовании Чернявский А.М. и соавторы проводили сравнение двух протезов. Свобода от реоперации в группе с синусами составила – 100%, в группе цилиндрического протеза – 87,5%. По мнению авторов реоперации связаны с травматизацией створок в процессе сердечного цикла и дальнейшим развитием воспаления и дегенеративных изменений створок [20].

1.3. Вмешательства на створках аортального клапана при операции

David

Вмешательства на створках трёхстворчатого аортального клапана

Попытки корригировать аортальную недостаточность путём вмешательств на створках аортального клапана известны со времён появления открытой кардиохирургии. Коррекция пролапса створки выполнялась путём прошивания свободного края двух створок от комиссуры до центральной части створки или путём иссечения некоронарной створки и некоронарного синуса, формируя из трёхстворчатого аортального клапана – двустворчатый [50].

Недостаток адекватного представления структуры аортального клапана ограничило использование данных методик и стимулировало появление новых. Эхокардиографический метод изменил представления об аортальном клапане, позволил проводить отбор пациентов для хирургического вмешательства и оценку состояния клапана интраоперационно и после операции [42].

Для понимания структуры поражения створочного аппарата клапана существует функциональная классификация патологии корня аорты по El Khoury [70]. При I типе поражения створки структурно не изменены, однако происходит дилатация структур, поддерживающих створки – фиброзного кольца и/или синотубулярного гребня. Смещение комиссур в стороны приводит к снижению высоты коаптации и появлению аортальной регургитации. При Ia – вследствие аневризмы восходящего отдела аорты, Ib – вследствие аневризмы корня аорты, Ic – вследствие изолированной дилатации фиброзного кольца аортального клапана, Id – вследствие перфорации створки, вызванной травмой или инфекционным процессом. При II типе поражения происходит пролапс одной или нескольких створок. При этом снижается уровень коаптации, створки избыточной длины. III тип характеризуется рестриктивным движением створок вследствие фиброза или кальциноза. Вмешательства на створках аортального клапана, при наличии их патологии, способствуют восстановлению оптимальной геометрии корня аорты, укрепляют створочный аппарат, тем самым снижая степень аортальной недостаточности в послеоперационном периоде и повышая долговечность клапана.

Таблица 1.1. Часто встречающиеся вмешательства на створках аортального клапана [110].

Клапан	Хирургическая техника
ТАК/ДАК	Укорочение свободного края/ресуспензия
ТАК/ДАК	Центральная пликация
ТАК/ДАК	Триангулярная резекция
ДАК	Шейвинг
ДАК	Резекция шва с ушиванием
ДАК	Резекция шва с пластикой при помощи заплата

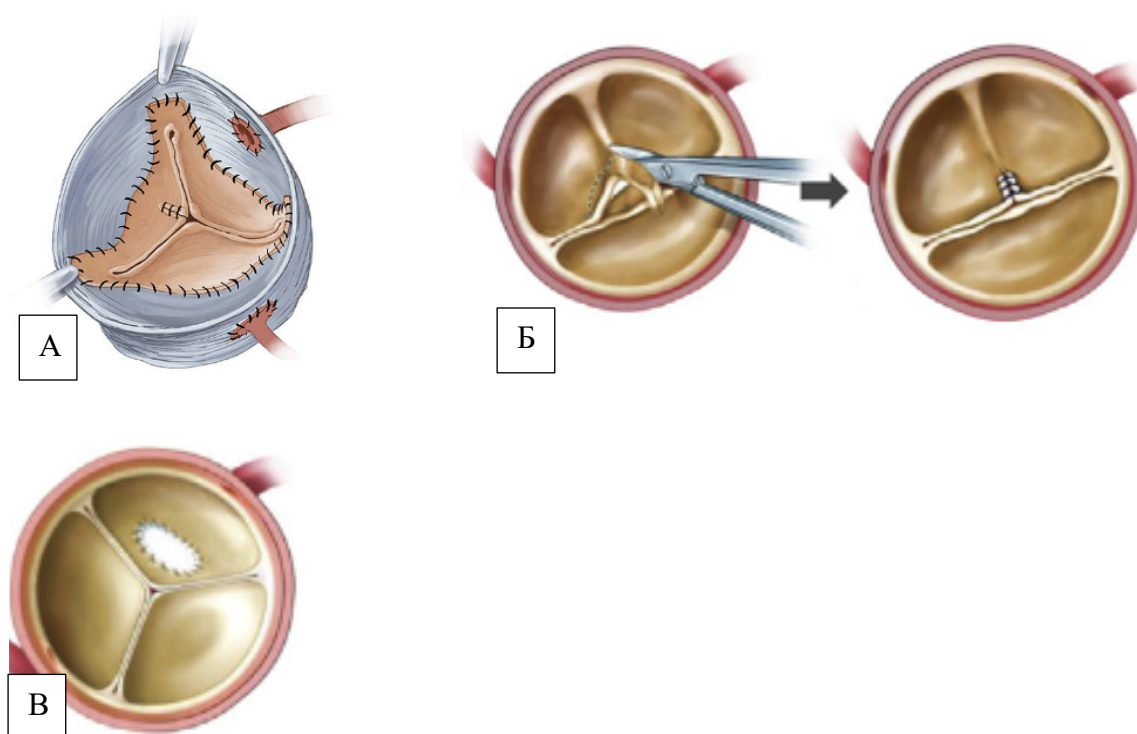


Рисунок 1.5 Виды пластики створок аортального клапана [121]. А. Центральная пликация створки. Б. Иссечение шва при двустворчатом аортальном клапане. В. Пластика тела створки заплатой.

David T.E. и соавторы представили отдалённые результаты вмешательств на створках аортального клапана. Из серии 267 пациентов, которым выполнена клапансберегающая операция, 64 (24%) пациентов (58 – реимплантаций и 6 ремоделированных), 1 пациент реоперирован через 12 лет после операции, вследствие пролапса левой коронарной створки и формирования выраженной повторной аортальной недостаточности. Авторы считают, что удлинённый свободный край створки приводит к пролапсу после выполнения реконструкции, помимо этого, мелкие фенестрации в области комиссур являются местом отрыва створки после выполнения реконструкции. В данном случае, оптимальным методом коррекции пролапса является центральная пликация створки в области узелка Аранци, а также ресуспензия свободного края створки путём двухрядного прошивания нитью ПТФЭ – шов Gore-Tex, способствующему укреплению створки в области фенестраций. Свобода от повторной аортальной недостаточности в течение 1, 5, 10 лет составила 100%, 96,4% ± 2,5%, 86,7% ± 3,9% соответственно.

1-, 5-, 10-летняя выживаемость составила 100%, $95,2\% \pm 2,8\%$, $93,4\% \pm 3,7\%$ соответственно [47].

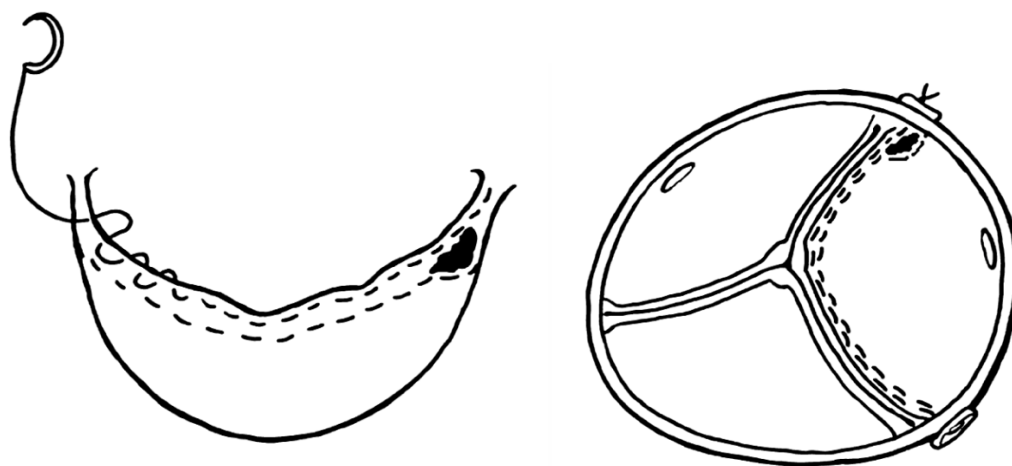


Рисунок 1.6. Метод ресуспензии створки аортального клапана [47].

Похожие данные представили Laurent de Kerchove и соавторы. Из 376 пациентов с трёхстворчатым аортальным клапаном, которым выполнялась пластика створок аортального клапана, используя данные вышеперечисленные методики, выполнено 36 (9,5%) реимплантаций и 3 (1%) ремоделирования корня аорты. Коррекция остаточного пролапса осуществлялась с помощью ресуспензии свободного края створки - в 18 случаях, пликации створки - в 14 случаях или их комбинацией - в 6 случаях. Реоперировано 2 пациента через 2,5 года вследствие выраженной АН и аортального стеноза. В ходе реоперации отмечено ограничение подвижности, повторный пролапс, а также кальциноз створок. Авторы исследования считают оптимальным использование комбинации методов при наличии пролапса створки в сочетании со стресс фенестрацией в зоне прикрепления комиссур. По результатам авторов пликация створки, шов ПТФЭ или их комбинация не оказывают негативного влияния на долговечность клапансберегающего вмешательства [67].

В исследовании Ока и соавторов выполнено 100 операций по методике David, 51 пациенту были выполнены различные вмешательства на створках аортального клапана, включая, центральную пликацию в области узелка Аранци (32%), ресуспензия свободного края при помощи шва Gore-Tex (15%), закрытие

перфорации створки при помощи аутоперикарда 8%, пликация свободного края в области комиссур дала неудовлетворительные результаты, оба пациента (4%) потребовали повторного пережатия аорты и реоперации. 5-летняя выживаемость 98 пациентов составила $98.3\% \pm 3.6\%$. 3- и 5-летняя свобода от реоперации составила $91.2\% \pm 3.2\%$ и $89.3\% \pm 3.7\%$, соответственно. 3- и 5-летняя свобода от умеренной и выраженной АН составила $92.7\% \pm 3.0\%$ и $87.7\% \pm 4.5\%$. Вмешательства на тонких створках, а также кальциноз створок являются неблагоприятными факторами риска реоперации в ближайшем и отдалённом послеоперационном периоде. Предоперационная АН, морфология створок, пролапс, размер аневризмы не ухудшают показатели АН [87].

Вмешательства на створках при наличии двустворчатого аортального клапана

Двустворчатый аортальный клапан (ДАК) является самой часто встречающейся врождённой аномалией среди взрослого населения – 0,5% - 2% [85]. При этом у мужчин встречается в 3 раза чаще, чем у женщин. Частота развития стеноза и недостаточности при двустворчатом аортальном клапане колеблется от 30% до 70%.

Аортальная недостаточность у пациентов с двустворчатым аортальным клапаном является следствием дилатации эллипсоидной формы фиброзного кольца аортального клапана, дефекта створок, например, пролапса створок, укорочения, фенестрации. Ассиметричный двустворчатый аортальный клапан представляет собой сочетание дефекта створки, дилатации аорто-вентрикулярного и синотубулярного соединений. Помимо этого, врождённая форма двустворчатого аортального клапана включает дефект стенки аорты, что в свою очередь приводит к развитию аневризмы вследствие увеличения гемодинамической нагрузки [61].

Изолированная пластика аортального клапана у пациентов с ассиметричным ДАК при отсутствии вмешательств на фиброзном кольце и корне аорты ассоциирована с невысокой свободой от реоперации [37; 118]. Реимплантация аортального клапана по методике David в сочетании с пластикой створок аортального клапана

представляет собой оптимальный метод хирургического лечения пациентов с ДАК. Большинство пациентов с ДАК – молодые пациенты, поэтому клапансберегающие операции представляют максимально оптимальный метод хирургического лечения в сравнении с протезированием аортального клапана [2; 3].

При выполнении клапансберегающих вмешательств на двустворчатом аортальном клапане должны быть приняты во внимание определённые морфологические особенности. Створки могут быть одинаковыми по размеру – симметричный двустворчатый клапан или чаще всего встречается ассиметричная форма, когда одна створка может быть больше другой. Створки могут иметь передне-заднее расположение и право-левое [104]. Бóльшая по размеру створка часто имеет шов по середине (*raphe*), указывая место, где створка должна была быть разделена в ходе эмбрионального периода [103]. При этом сращение может быть полным или частичным (несколько миллиметров) – *forma fruste*. Данная створка ограничена в подвижности [85]. ДАК с 2 створками, 2 синусами Вальсальвы, 2 комиссурами под углом около 180 градусов (*Sievers type 0*) встречается в 5% случаях и является наиболее благоприятным вариантом для выполнения клапансберегающего вмешательства [25; 44; 89; 113].

Ключевым моментом, от которого зависит свобода от реоперации на аортальном клапане – ориентация комиссур при реимплантации аортального клапана. По данным Aicher и соавторов, пациенты с двустворчатым аортальным клапаном, с 3 синусами Вальсальвы и 2 комиссурами и углом между створками 120-180°, имеют хуже результаты после операции David в отдалённом послеоперационном периоде, чем пациенты, у которых угол между створками ближе к 180° [22].

Некоторые российские кардиохирурги придерживаются алгоритму J. Bavaria, согласно которому при 180°-180° ориентации комиссур, створки занимают равную площадь и данный вариант является самым благоприятным. В случае расположения 150°-210°, спаянная створка занимает бóльшую площадь, несаянная – меньшую [12].

При выполнении клапансберегающих вмешательств, пациенты с двустворчатым аортальным клапаном намного чаще требуют выполнения дополнительных вмешательств на створках, чем пациенты с трёхстворчатым аортальным клапаном [11]. При этом пролапс створки является наиболее часто встречающимся механизмом возникновения недостаточности двустворчатого клапана после выполнения реимплантации корня аорты. Пролабирует чаще всего спаянная створка, но также возможен пролапс и неспаянных створок.

В исследовании Laurent de Kerchove и соавторов, 161 пациент с двустворчатым аортальным клапаном, разделён на 2 группы. К первой группе (n=87) относились пациенты, которым выполнялись: пластика створок 5(6%), субкомиссуральная аннулопластика 48(55%), протезирование восходящей аорты 4(5%) протезирование восходящей аорты и субкомиссуральная аннулопластика 13(15%), ремоделирование корня аорты 7(8%), ремоделирование корня аорты и субкомиссуральная аннулопластика 10(11%). Ко второй группе (n=74) относились пациенты, которым выполнена реимплантация аортального клапана по методике David. Использовались различные вмешательства на створках: шейвинг 12 (23%), резекция шва и ушивание 20 (38%), резекция шва и закрытие с помощью заплаты 6 (11%), коррекция пролапса створки 41 (77%), закрытие дефекта створки с помощью заплаты 3 (6%), другие вмешательства с использованием заплаты 9 (17%). Вмешательства на створках чаще выполнялись в группе 1, чем в группе 2 – 21% и 4% соответственно (P=0.018). 6-летняя выживаемость составила 98%±3% в обеих группах. 6-летняя свобода от реоперации на аортальном клапане составила 90% ± 8% в группе 1 и 100% в группе 2 (P=0,025) [69].

В другом исследовании Kari и соавторов представлены результаты операции David у 75 пациентов с двустворчатым аортальным клапаном (32% - тип 0 по Sievers и 66% - тип 1 по Sievers) в среднеотдалённом послеоперационном периоде. В 50 (67%) случаях выполнена пликация свободного края створки, а также треугольная резекция шва в 7 (9%) случаях. Однако данная техника не получила широкого распространения ввиду выраженной аортальной регургитации в

послеоперационном периоде. Свобода от реоперации составила $90\% \pm 5\%$ в течение 2,8 лет. Отсутствовали статистически значимые различия по показателю реоперации на аортальном клапане среди пациентов с пликацией створки и без пликации ($P=0,8$), также не было статистически значимых различий по данному показателю относительно типа двустворчатого клапана ($p=0,268$) [65].

По данным других авторов наличие у пациентов ассиметричного двустворчатого клапана усложняет выполнение операции и ухудшает послеоперационные результаты. В исследовании Fabrizio Settepani и соавторов, 157 пациентам выполнена операция David, из них 30 (19%) пациентов с двустворчатым аортальным клапаном. 19 (12%) пациентам (7 (4%) с трёхстворчатым аортальным клапаном и 12 (8%) с двустворчатым аортальным клапаном, $p<0,01$) выполнены вмешательства на створках аортального клапана: 12 (63%) вмешательств на одной створке 7 (37%) вмешательств на нескольких створках: укорочение свободного края створки 1(5%), пликация в области узелков Аранци 9 (47%), декальцинация створки 1 (5%), пластика фенестрации 3 (16%), резекция шва с ушиванием (26%), шейвинг 5 (26%). 1-, 5-, 12-летняя выживаемость составила 98%, 94% и 90% соответственно. 10-летняя выживаемость в группах с пластикой и без пластики статистически не различалась - 95% и 89% соответственно, $p=0,8$. 1-, 5-, 12-летняя свобода от реоперации на аортальном клапане составила 96%, 92%, 89% соответственно. 1-, 5-, 12-летняя свобода от выраженной аортальной недостаточности составила 96%, 92%, 78% соответственно. Дополнительные вмешательства на створках у пациентов с трёхстворчатым аортальным клапаном не влияли на показатель свободы реоперации на аортальном клапане в течение 8 лет – 83% с пластикой и 92% без пластики, $P=0,26$. В то время как показатель свободы реоперации в группе пациентов с двустворчатым аортальным клапаном в течение 8 лет был значительно ниже, чем у пациентов без вмешательств, 50% и 94% соответственно ($P=0,04$). Авторы связывают низкий показатель свободы реоперации с анатомией клапана – Sievers тип 1. При этом, пациенты с двустворчатым аортальным клапаном Sievers тип 0 имели показатель свободы реоперации 100% в течение 10 лет [109].

По данным исследования Vallabhajosyula P. и соавторов 166 пациентов с ДАК и аортальной недостаточностью: 71 (42%) выполнена пластика створок, у 40 (24%) пациентов отсутствовала аневризма корня, выполнена пластика створок в сочетании с субкомиссуральной аннулопластикой и 31 (19%) пациенту с аневризмой корня выполнена реимплантация аортального клапана. Средний размер фиброзного кольца аортального клапана одинаковы в обеих группах, но размер корня аорты на уровне синусов Вальсальвы выше в группе субкомиссуральной пластики, чем в группе реимплантации 38 ± 5 мм и 50 ± 7 мм соответственно. ($p < 0,001$) Частота выполнения вмешательств на створках была одинаковой в обеих группах ($P = 0,97$). Вмешательства в группе реимплантации: шейвинг 28 (90%), укорочение свободного края 3 (10%), пликация створки 27 (87%), декальцинация створки 3 (10%), пластика фенестраций 5 (16%). Длина коаптации составила более 5 мм в обеих группах. Госпитальная смертность отсутствовала. Пиковый и средний градиент при выписке в группе реимплантации и в группе субкомиссуральной пластики 5 ± 3 и 10 ± 5 мм рт. ст. соответственно. ($p < 0,001$) Свобода от пикового градиента более 20 мм рт. ст. выше в группе реимплантации (100% и 30%, $P = 0,004$). Несмотря на то, что средний размер фиброзного кольца после операции ниже в группе субкомиссуральной аннулопластики – 24 ± 2 мм и 26 ± 2 мм. ($p < 0,001$), процент уменьшения размера фиброзного кольца выше в группе реимплантации $19\% \pm 10\%$ и $14\% \pm 5\%$. ($P = 0,006$). 5-летняя свобода реоперации составила $96 \pm 3\%$ в группе субкомиссуральной аннулопластики и 100% в группе реимплантации. Свобода от аортальной недостаточности 2 степени статистически не различалась в двух группах для реимплантации и субкомиссуральной аннулопластики 100% и 93% соответственно. ($P = 0,53$). Средний градиент выше в группе субкомиссуральной аннулопластики 7 ± 4 мм и 11 ± 5 мм ($p = 0,001$) [118]. Исходя из данного исследования, стабилизация фиброзного кольца аортального клапана – важнейшее условие надёжного вмешательства на ДАК, так как это предотвращает дилатацию фиброзного кольца в отдалённом послеоперационном периоде. Реимплантация корня аорты обеспечивает реорганизацию аортального клапана и может снижать

напряжение створок клапана и тем самым, повышает их прочность. При сравнении с субкомиссуральной аннулопластикой, реимплантация корня аорты обеспечивает круговое уменьшение размера фиброзного кольца и тем самым способствует более симметричному распределению напряжения на створки двустворчатого аортального клапана [118].

Субкомиссуральная аннулопластика показана пациентам с нормальными синусами Вальсальвы и размером фиброзного кольца аортального клапана менее 27 мм. Исходя из этого, алгоритм лечения пациентов с ДАК и АН напрямую зависит от размера фиброзного кольца аортального клапана. При разделении пациентов по группам исходя из размера фиброзного кольца (<27 и >28 мм), которым была выполнена субкомиссуральная аннулопластика, степень повторной аортальной недостаточности больше в группе пациентов с дилатированным фиброзным кольцом. Свобода от повторной АН 1+ в течении 5 лет составила $94\% \pm 5\%$ в группе реимплантации корня, и $34\% \pm 12\%$ в группе вмешательств. Кроме того, оценивалась 5-летняя свобода от АН при размере фиброзного кольца более 28 мм и составила $88\% \pm 10\%$ [118].

Пиковый и средний градиент значительно ниже по данным ЭХОКГ через 2 года. Данные результаты сопоставимы с исследованием Kerchoue L. и соавторов, в ходе которого, в послеоперационном периоде отмечалось снижение пикового градиента у пациентов после реимплантации аортального клапана по сравнению с субкомиссуральной аннулопластикой. [69]

В исследовании Vavaria J. и соавторов выполнено 89 (69%) операций по методике David пациентам с трёхстворчатым аортальным клапаном и 40(31%) с двустворчатым аортальным клапаном. В группе ДАК средний диаметр ФК АК составил 30 ± 4 мм, в группе ТАК 28 ± 6 мм, ($P < 0,01$). Предоперационная АН 2+ степени чаще встречалась в группе ДАК (n=38 95%), чем в группе ТАК (n=48 (54%). Дефект створок в предоперационном периоде в группе ДАК встречался 100% случаев, в группе ТАК в 7%; $P < .01$. Выполнены следующие вмешательства на створках: в группе ДАК рассечение шва в 34 (85%), шейвинг с ушиванием 3(8%),

пликация створки 36(90%), декальцинация створки 5(13%), ушивание фенестрации 5 (13%), в группе ТАК укорочение свободного края с помощью Gore-Tex 3(13%), пликация створки 2(2%), ушивание фенестрации 2(2%). Послеоперационная смертность отсутствовала. 5-летняя выживаемость составила $99\% \pm 1\%$. Общая свобода от реоперации и структурной дегенерации клапана составила $98\% \pm 2\%$. У 3 (2%) (1 ДАК и 2 ТАК) пациентов недостаточность 2+. Также сравнивался трансклапанный градиент в двух группах. Средний и пиковый градиент после операции почти не отличался в обеих группах: ДАК и ТАК. ($p=1.0$). Отмечается возрастание 1-летнего трансклапанного градиента в группе ДАК, в группе ТАК градиент не повышался. Однако повышение градиента не явилось причиной рецидивирующей аортальной недостаточности или стеноза аортального клапана в среднеотдалённом послеоперационном периоде [28].

Факторы, способствующие появлению повторной аортальной недостаточности

В исследовании Pethig и соавторов 75 пациентам выполнена операция по методике David. Период наблюдений составил $35,6 \pm 20,6$ месяцев. 22 (29%) пациента с синдромом Марфана, у 8 (10%) пациентов с расслоением аорты. Госпитальная смертность отсутствовала. 5 (6%) пациентов имели аортальную недостаточность 2 степени, 3 (4%) пациента имели аортальную недостаточность 3 степени, впоследствии выполнена реоперация – протезирование аортального клапана. Авторы отразили тот факт, что уровень коаптации >2 мм (тип С на рисунке 1.7.) ниже нижнего края протеза является независимым фактором риска формирования ранней недостаточности клапана ($p=0,001$) [99].

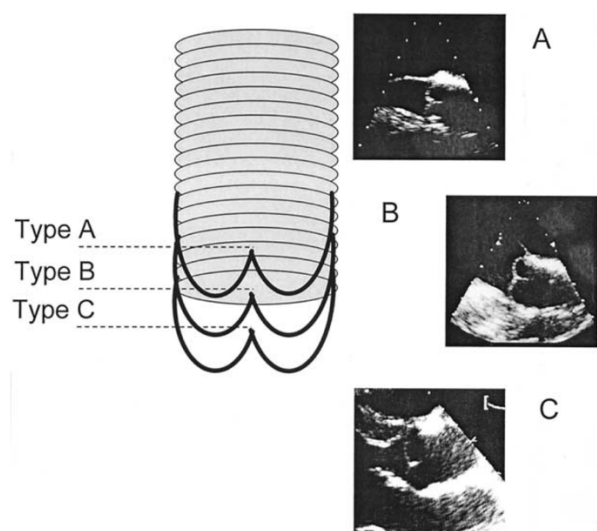


Рисунок 1.7. Классификация ранней повторной аортальной недостаточности после реимплантации аортального клапана [99].

Важно воссоздать клапан анатомически с высотой створок от 8 до 11 мм. Данная задача выполнима при все стороннем обследовании трёхмерной структуры корня аорты с помощью интраоперационной эхокардиографии. Хирург должен понимать тот факт, что даже при наличии идеального клапана, недостаточный уровень коаптации створок способствует формированию повторной аортальной недостаточности раннем послеоперационном периоде.

Другие авторы в своих работах также стремились выявить факторы повторной аортальной недостаточности в послеоперационном периоде.

Новосибирские кардиохирурги в своём опыте отразили отдалённую свободу от повторной аортальной недостаточности ≥ 2 степени после клапансберегающих операций у пациентов с синдромом Марфана – 64%. При реоперации отмечено утолщение створок и пролапс. Гистологическое исследование створок выявило явления фиброза, склероза круглоклеточной инфильтрации и миксоматозной дегенерации тканей створок. Авторы ставят под сомнение возможность сохранения аортального клапана у данных пациентов в отдалённом периоде [14].

В исследовании Koki Yokawa и соавторов 197 пациентам выполнена реимплантация аортального клапана. Аортальная недостаточность классифицирована в зависимости от причины: тип Ia – дилатация синотубулярного гребня, Ib – дилатация синусов Вальсальвы, Ic – дилатация фиброзного кольца

аортального клапана. II тип – аортальная недостаточность, вызванная пролапсом створок. III тип – аортальная недостаточность, вызванная рестрикцией створок. Среди дополнительных вмешательств на створках аортального клапана: в 111(56,3%) случаях выполнялась центральная пликация створки, 47(23,8%) ресуспензия свободного края створки, 21(10,6%) пластика заплатой, 6(3,0%) декальцинация, 9(4,6%) пластика комиссуры. 10-летняя свобода от реоперации в группе аортальной недостаточности Ib, Ic, II, III типов составила $98.3 \pm 1.7\%$, $96.7 \pm 3.3\%$, $89.1 \pm 5.4\%$, $59.6 \pm 5.6\%$ соответственно ($p < 0.001$). 6(4%) пациентам из 150 пациентов АН I и II типов, и 10(19.7%) пациентам из 47 АН III типа выполнено протезирование аортального клапана ($p < 0.001$) [122].

Fabrizio Settepani и соавторы считают, что пластика створок не повышает риск реоперации на аортальном клапане при наличии трёхстворчатого аортального клапана [109].

По мнению Joseph E. Bavaria при сравнении трёхстворчатого и двустворчатого аортального клапанов важным параметром, отражающим сложность выполнения вмешательства, является направление потока регургитации. Эксцентричная струя регургитации при двустворчатом аортальном клапане не влияет на сложность выполнения операции David, напротив эксцентричная регургитация при трёхстворчатом аортальном клапане является технически самой сложной задачей [109].

По мнению Kuniyara и соавторов, в большинстве случаев, аортальная недостаточность 1 степени по истечении первого года после операции, не прогрессирует в дальнейшем, отражая успешный результат операции [72]. Недавнее исследование демонстрирует прогрессирование послеоперационной аортальной недостаточности, у пациентов с аортальной недостаточностью более 1 степени сразу после операции [51].

Ruja Kashroo и соавторы в исследовании отразили обратно пропорциональную связь эффективной высоты коаптации после операции и аортальной недостаточности в послеоперационном периоде. ($p = 0,018$). 177 пациентам выполнены клапансберегающие вмешательства (163 реимплантации и 14

ремоделирований) в период с 1995 по 2020 годы. 8(5%) пациентам выполнена пластика створок. При этом высота коаптации менее 11 мм, по мнению авторов, послеоперационно увеличивает вероятность АН 2 и более степени на 10% [64].

Tirone David считает, что, ни предоперационный диаметр фиброзного кольца аортального клапана, ни степень предоперационной аортальной недостаточности не являются факторами, предрасполагающими к повторной аортальной недостаточности. По мнению автора успех операции, зависит только от качества створок аортального клапана [41].

При этом Tirone David считает выполнение клапансберегающего вмешательства при высоте створок менее 13-14 мм нецелесообразным, так как при такой высоте створок будет отсутствовать дилатация фиброзного кольца аортального клапана и таким пациентам – с небольшим диаметром фиброзного кольца аортального клапана и небольшой высотой створок более подходящим вмешательством будет выполнение ремоделирование аортального клапана [41].

Среди критериев успешно проведённой реимплантации аортального клапана, Tirone David отмечает достижение высоты коаптации более 8 мм, длины коаптации более 4 мм, отсутствие или незначительную аортальную недостаточность [41].

Результаты литературы показывают, что в большинстве случаев вмешательства на створках не влияют на состоятельность клапана в среднем и отдалённом послеоперационном периоде. Выполнение пластики створок при их остаточном дефекте позволяет восстановить оптимальную глубину и высоту коаптации, выполнить операцию David и отказаться от операции Bentall-DeBono. Однако, не стоит забывать, что вмешательство на створке должно представлять баланс между недостаточной коррекцией, ведущей к остаточному пролапсу и избыточной коррекцией, ведущей к ограничению подвижности створки.

Глава 2. Материалы и методы исследования

2.1. Клиническая характеристика больных

Данное исследование является одноцентровым, нерандомизированным, разнонаправленным, контролируемым.

В РНЦХ им. академика Б.В. Петровского в отделении реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии за период с ноября 2012 года по октябрь 2022 года было выполнено 155 клапансберегающих операций по методике David: 67(43,2%) пациентов - проспективно и 88(56,8%) пациента - ретроспективно. При этом 76(49,0%) пациентам выполнена пластика створок аортального клапана.

Критерии включения:

- Сочетание аневризмы корня, восходящего отдела аорты и аортальной недостаточности, требующей хирургического вмешательства;
- Протезирование корня и восходящего отдела аорты по методике David;

Критерии исключения:

- Пациенты с наличием острого или подострого расслоения I типа по DeBakey;
- Операция Bentall-DeBono;
- Повторная операция David после операции Ross;
- Клапансберегающая операция Wolfe;
- Пациенты с ДАК без пластики створок;
- Другие виды клапануносящих операций;

Первичные точки: госпитальная летальность, ранняя свобода от аортальной недостаточности, ранняя свобода от реоперации, длительность нахождения в ОРИТ, длительность нахождения в стационаре.

Вторичные точки: свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени, отдалённая свобода от реоперации, отдалённая выживаемость, динамика эхокардиографических показателей, предикторы прогрессирования повторной аортальной недостаточности.

Дизайн исследования



Рисунок 2.1. Блок-схема дизайна исследования

В нашем исследовании пациенты разделены на 3 группы:

- первая группа – пациенты с трёхстворчатым аортальным клапаном с пластикой створок;
- вторая группа – пациенты с трёхстворчатым аортальным клапаном без пластики створок;
- третья группа – пациенты с двустворчатым аортальным клапаном с пластикой створок;

В ближайшем, среднеотдалённом, отдалённом послеоперационных периодах проводилось сравнение между 3 группами, оценивались выживаемость, летальность, свобода от реоперации, свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени.

В исследовании путём построения логистических и двухфакторных регрессионных моделей определены факторы прогрессирования аортальной недостаточности в послеоперационном периоде.

Всем пациентам в нашем исследовании выполнялась операция по методике David I. С накоплением опыта операций отделения, данные операции в большинстве случаев стали выполняться из J-образной министернотомии.

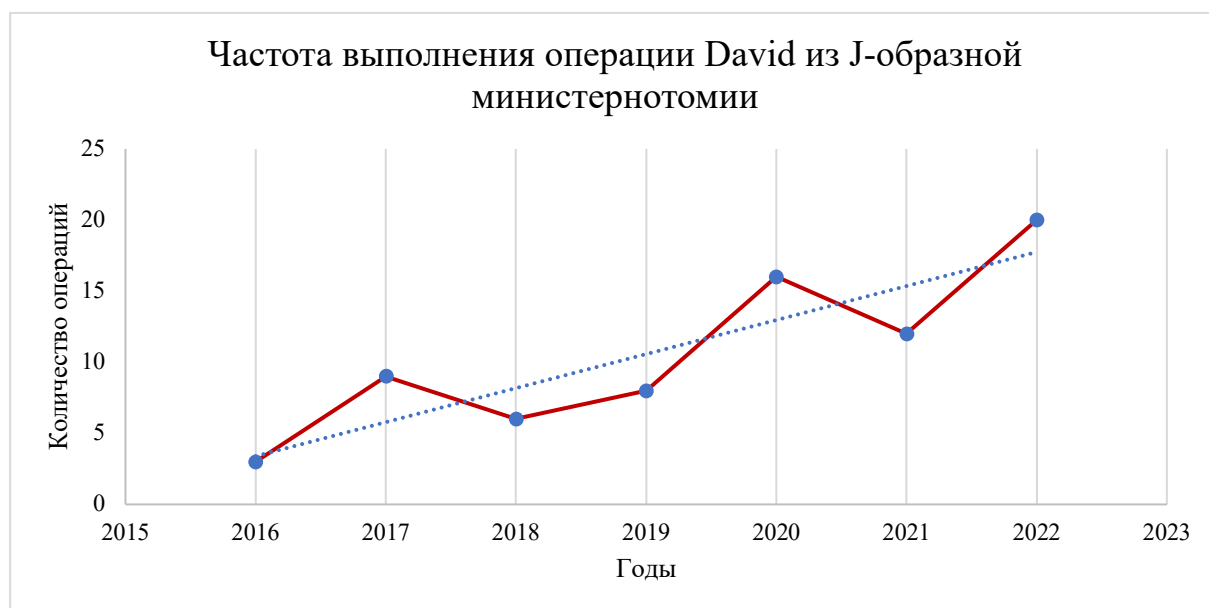


Рисунок 2.2. Частота выполнения операции David

Данные представлены в количественном соотношении

С 2016 года большинство операций по методике Tirone David выполняется в отделении реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии из J-образной министернотомии. На рисунке 2.2 представлена частота выполнения данной операции по годам.



Рисунок 2.3. Распределение пациентов по полу.

Данные представлены в процентном соотношении (%)

В нашем исследовании большинство пациентов – мужчины – 83%.

При сравнении групп по мужскому полу, в группе ДАК с пластикой мужчин больше, чем в группах ТАК с пластикой и ТАК без пластики – 93,8%; 79,8%; 81,3% соответственно, при этом статистически значимой разницы не обнаружено ($p=0,318$).

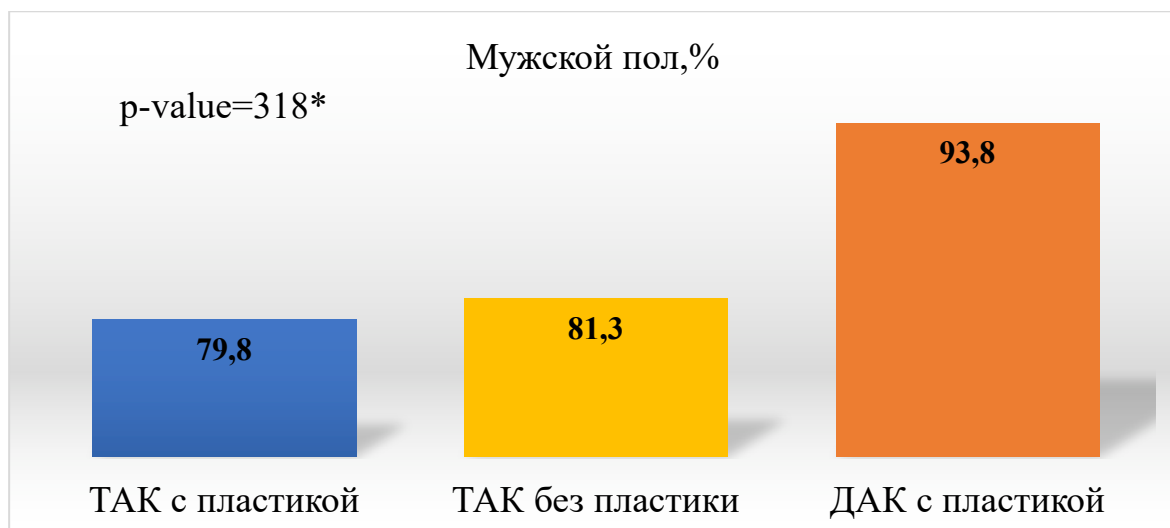


Рисунок 2.4. Распределение пациентов мужского пола по группам

*Данные представлены в процентном соотношении (%). *Оценка трёхстороннего значения p-value проводилась при помощи точного теста Fisher*

Таблица 2.1. Общие предоперационные характеристики пациентов

Показатель	ТАК с пластикой	ТАК без пластики	ДАК с пластикой	P-value
Количество пациентов	45(29,0%)	79(51,0%)	31(20,0%)	
Возраст, лет	57,5(42,0-66,0)	52,0(38,0-62,0)	41,5(32,0-48,0)	0,001* p ₂₋₃ =0,001* p ₁₋₃ =0,005*
Мужской пол	38(84,4%)	63(79,7%)	28(90,3%)	0,306**
Рост, см	178,5(173,5-184,0)	180,0(175,0-184,0)	179,0(172,5-184,5)	0,886*
Вес, кг	84,5±13,6	86,7±18,8	86,07±17,6	0,967***
Площадь поверхности тела	2,03(1,92-2,18)	2,07(1,9-2,23)	2,02(1,89-2,18)	0,835*
Расслоение аорты	3(6,7%)	11(13,9%)	0(0%)	0,198***
АН, степень:				0,006*****
1	2(4,4%)	19(24,1%)	7(22,6%)	p _{1-2;1-3} =0,013*****
2	5(11,1%)	16(20,2%)	3(9,7%)	
3	39(86,7%)	43(54,4%)	18(58,1%)	p ₁₋₂ =0,002*****
Синдром Марфана	6(13,3%)	12(15,2%)	2(6,5%)	0,512**
Другие формы ДСТ	4(8,7%)	18(23,1%)	0(0%)	0,002**
ИБС в анамнезе	7(15,2%)	18(23,1%)	0(0%)	0,005**
АГ 3 степени	21(46,7%)	38(48,7%)	10(32,3%)	0,304**
ХСН ≥ II по NYHA	5(11,1%)	7(8,9%)	3(9,7%)	1,000**
ФП до операции	5(11,1%)	9(11,4%)	1(3,2%)	0,542**
Курение	15(33,3%)	22(27,9%)	5(16,1%)	0,286**

ХОБЛ	3(6,7%)	6(7,6%)	3(9,7%)	0,848**
ХБП\geq3 степени	1(2,2%)	4(5,1%)	0(0%)	0,591**
МН\geq2 степени	9(20%)	15(19,0%)	1(3,2%)	0,099**

*Данные представлены количественно и в процентном соотношении (%), медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3) и средней арифметической $M\pm SD$; * - расчёт U-критерия Манна-Уитни; ** - расчёт точного теста Fisher; ***-расчет t-критерия Стьюдента; **** - расчёт критерия χ^2 Пирсона с поправкой Yates*

Исходя из предоперационных данных, мы видим, что группы статистически значимо различались по возрасту ($p=0,001$). Старше всех были пациенты из группы ТАК с пластикой – 57,5(42,0-66,0) лет. Пациенты из группы ДАК с пластикой были моложе – 41,5(32,0-48,0) лет. Парное сравнение выявило различия при сравнении групп ТАК с пластикой и ДАК с пластикой ($p=0,005$), также ТАК без пластики и ДАК с пластикой ($p=0,001$). При сравнении групп ТАК с пластикой и без пластики статистически значимые различия отсутствуют ($p=0,532$).

Расслоение аорты чаще встречалось во II группе - 11(13,9%) случаев. При этом группы статистически значимо не различались ($p=0,198$).

Наконец группы статистически значимо различались между собой по степени аортальной недостаточности ($p=0,006$). При этом, выявленные различия по наличию аортальной недостаточности 3 степени обусловлены более высокой частотой показателя в группе ТАК с пластикой, чем в группах ТАК без пластики и ДАК с пластикой – 86,7%, 54,4%, 58,1% соответственно. Статистически значимые различия выявлено между I и II группами, а также между I и III группами соответственно ($p=0,013$). Напротив, аортальная недостаточность 1 степени встречалась в группе ТАК с пластикой реже других – 4,4%; 24,1% и 22,6% соответственно, и при сравнении групп попарно наблюдались статистически значимые различия между группами I и II, а также между группами I и III ($p_{1-2;1-3}=0,017$).

При сравнении групп по наличию ишемической болезни сердца в анамнезе, статистически значимо больше пациентов находилось в группе ТАК без пластики – 23,1%, в группах ТАК с пластикой и ДАК без пластики – 15,2% и 0% ($p=0,005$).

В нашем исследовании мы разделили пациентов с двустворчатым аортальным клапаном исходя из классификации по Sievers. При этом, большинство пациентов представлено 1 типом 24(77,4%) с расположением шва (raphe) между правой и левой коронарными створками – R-L – 22(91,7%), в 2(8,3%) случаях шов располагался между некоронарной и правой коронарной створками – R-N. Sievers тип 0 встречался в 7(22,6%) случаях.

Таблица 2.2. Предоперационные эхокардиографические параметры

Показатель	ТАК с пластикой	ТАК без пластики	ДАК с пластикой	P-value
Количество пациентов	45(29,0%)	79(51,0%)	31(20,0%)	
ФВ ЛЖ (%)	58(55-62)	59(54-62,5)	58,0(55,2-60,7)	0,981*
КДО ЛЖ, мл	181(140-240)	170(139-215)	171,5(138,7-277,7)	0,907*
КСО ЛЖ, мл	76(56-118)	70(55-90)	71,5(52-114,7)	0,905*
КДР, см ³	6(5,5-6,9)	5,8(5,3-6,5)	6,1(5,4-6,8)	0,943*
КСР, см ³	4,15(3,75-4,75)	4,1(3,6-4,5)	4,0(3,3-4,7)	0,628*
Масса миокарда, г	330(272,5-430)	270(235-360)	317(200-410)	0,292*
СВ, мм	51,0(45,0-58,0)	51,0(47,0-54,0)	44,5(40,0-48,0)	$p<0,001^*$ $p_{2-3}<0,001^*$ $p_{1-3}<0,001^*$
СТГ, мм	48,0(44,0-54,0)	47,0(42,0-53,0)	42,0(36,0-48,0)	$p=0,001^*$ $p_{2-3}<0,001^*$ $p_{1-3}=0,001^*$
ВоА, мм	46,0(39,0-54,0)	47,0(39,0-56,0)	43,0(35,0-52,5)	0,372*

Дуга аорты, мм	34,0(31,0-38,0)	38,0(33,0-44,0)	34,0(30,5-38,0)	p=0,010* p ₁₋₂ =0,013* p ₂₋₃ =0,017*
Средний градиент, мм рт.ст.	2,5(2-3,1)	2,5(1,85-3,25)	4,5(2,0-6,5)	p=0,012* p ₂₋₃ =0,003*
Пиковый градиент, мм рт.ст.	4,9(3,27-8)	4,5(3-6,6)	6,5(4,3-11,8)	p=0,010* p ₂₋₃ =0,008*

Данные представлены количественно и в процентном соотношении (%), медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3); - расчёт U-критерия Манна-Уитни*

По данным предоперационной эхокардиографии выявлены различия между группами по величине диаметра корня аорты на уровне синусов Вальсальвы ($p < 0,001$). При сравнении групп попарно выявлены статистически значимые различия между группами ТАК с пластикой и ДАК с пластикой 51,0(45,0-58,0) мм и 44,5(40,0-48,0) мм ($p < 0,001$), а также при сравнении ТАК без пластики и ДАК с пластикой 51,0(47,0-54,0) мм и 44,5(40,0-48,0) мм.

Отмечены различия групп по величине диаметра корня аорты на уровне синотубулярного гребня ($p = 0,001$). При сравнении групп попарно выявлены статистически значимые различия между группами ТАК с пластикой и ДАК с пластикой 48,0(44,0-54,0) мм и 42,0(36,0-48,0) мм ($p = 0,001$), а также при сравнении ТАК без пластики и ДАК с пластикой 47,0(42,0-53,0) мм и 42,0(36,0-48,0) мм ($p < 0,001$). При сравнении групп ТАК с пластикой и ТАК без пластики, статистически значимых различий между группами обнаружено не было 48,0(44,0-54,0) мм и 47,0(42,0-53,0) мм ($p_{1-2} = 0,320$).

При сравнении величины диаметра аорты на уровне дуги в группе ТАК без пластики показатель был статистически значимо больше, чем в группах ТАК и ДАК с пластикой – 38,0(33,0-44,0) мм; 34,0(31,0-38,0) мм и 34,0(30,5-38,0) мм ($p = 0,010$).

Также отмечены различия в группах по величине среднего и пикового градиентов давления на аортальном клапане. В группе ДАК с пластикой средний и

пиковый градиенты были статистически значимо выше, чем в других группах – $p=0,012$ и $p=0,010$ соответственно.

По величине КДО, КДР, ФВ, массе миокарда, диаметру на уровне восходящего отдела аорты группы статистически сопоставимы.

Таблица 2.3. Геометрические показатели корня аорты по данным чреспищеводной ЭХОКГ

Показатель	ТАК с пластикой	ТАК без пластики	ДАК с пластикой	P-value
Количество пациентов	45(29,0%)	79(51,0%)	31(20,0%)	
ФК АК, мм	27,0(25,5-30,0)	27,0(25,0-28,0)	30,5(27,6-33,0)	$p<0,001^*$ $p_{2-3}<0,001^*$ $p_{1-3}<0,001^*$
Глубина коаптации, мм	5,0(3,37-6,1)	6,1(5,5-7,6)	2,9(1,0-4,2)	$p<0,001^*$ $p_{2-3}<0,001^*$ $p_{1-3}=0,003^*$
Длина коаптации, мм	7,0(5-7,57)	6,5(5,1-8,0)	7,0(6,2-8,4)	0,677**
Пролапс створки	6(13,6%)	6(7,9%)	14(46,7%)	$p<0,001^*$ $p_{2-3}<0,001^*$ $p_{1-3}=0,003^*$

Данные представлены количественно и в процентном соотношении (%), медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3); - расчёт U-критерия Манна-Уитни*

Отмечались различия групп по величине диаметра фиброзного кольца аортального клапана ($p<0,001$). При сравнении групп попарно выявлены статистически значимые различия между группами ТАК с пластикой и ДАК с пластикой 27(25,5-30) мм и 30,5(27,6-33,0) мм ($p<0,001$), а также при сравнении ТАК без пластики и ДАК с пластикой 27(25-28) мм и 30,5(27,6-33,0) мм. При сравнении групп ТАК с пластикой и ТАК без пластики, статистически значимых различий между группами обнаружено не было 27,0(25,5-30,0) мм и 27,0(25,0-28,0) мм ($p=0,966$).

Группы статистически значимо различались между собой по величине глубины коаптации ($p < 0,001$). Самый низкий уровень глубины коаптации наблюдался в группе ДАК с пластикой – 2,9(1,0-4,2) мм, что обусловлено бóльшим диаметром фиброзного кольца по сравнению с другими группами. Попарное сравнение выявило статистически значимую разницу между группами ДАК с пластикой – 2,9(1,0-4,2) мм и ТАК с пластикой 5,0(3,37-6,1) мм - $p_{1-3} = 0,003$, а также между группами ДАК с пластикой – 2,9(1,0-4,2) мм и ТАК без пластики – 6,1(5,5-7,6) - $p_{2-3} < 0,001$. В группах ТАК с пластикой и ТАК без пластики статистически значимые различия отсутствуют ($p = 0,371$).

Длина коаптации в группах ТАК с пластикой, ТАК без пластики, ДАК с пластикой составила 7,0(5-7,57) мм; 6,5(5,1-8,0) мм и 7,0(6,2-8,4) мм, при этом различия между группами – статистически не значимы ($p = 0,677$).

В группе III выявлен пролапс створок до операции чаще, чем в других группах – 46,7% ($p < 0,001$).

По величине межкомиссурального расстояния, расстоянию между каждой створкой и стенкой аорты группы были статистически сопоставимы.

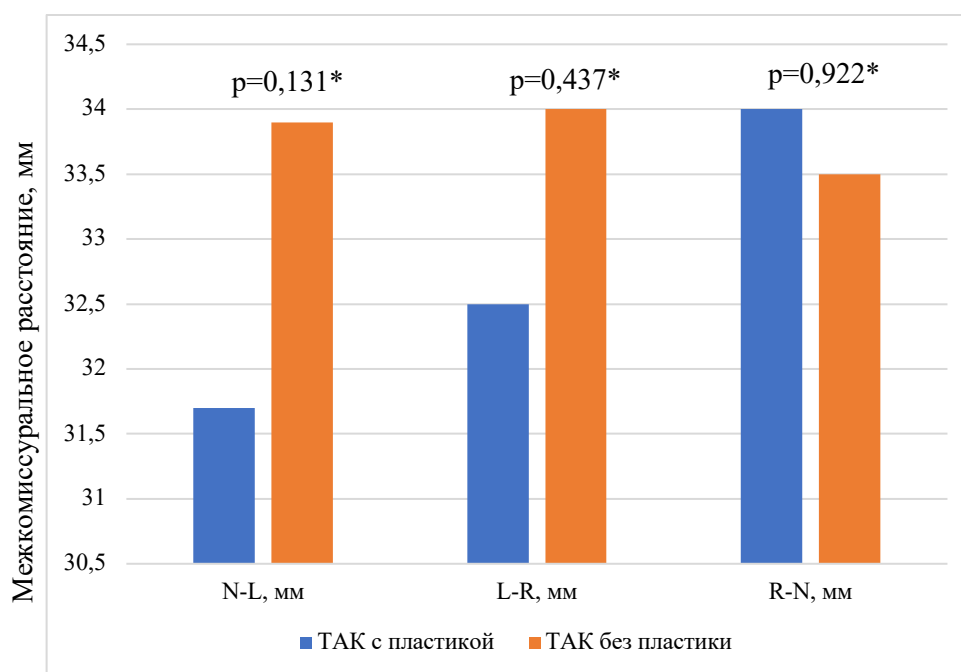


Рисунок 2.5. Межкомиссуральное расстояние до операции по группам

*Данные представлены в количественном соотношении (мм). *Оценка трёхстороннего значения p-value проводилась с помощью U-критерия Манна-Уитни*

Стоит отметить, что межкомиссуральное расстояние, расстояние между каждой створкой и стенкой аорты в систолу в группе ДАК с пластикой нами не измерялись в силу того, что наличие *garbe* значительно изменяет геометрию корня аорты и тем самым усложняет место измерения перечисленных параметров.

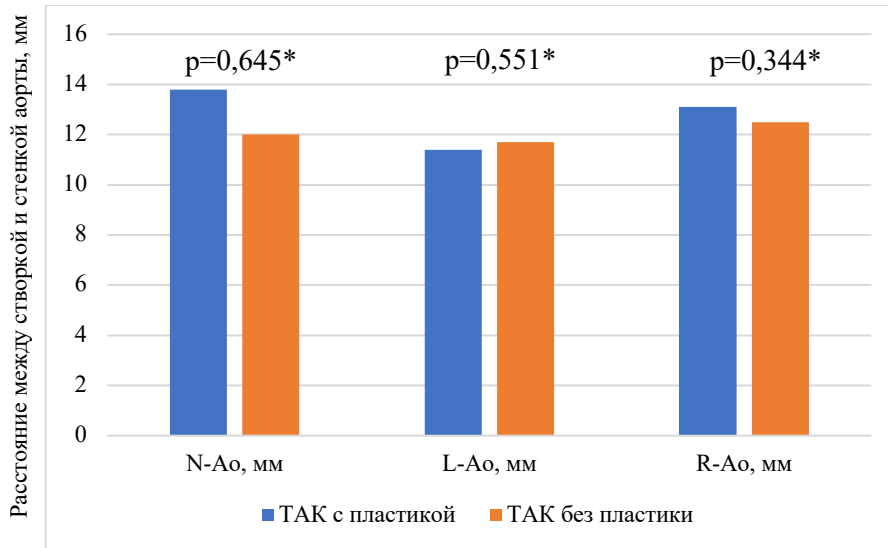


Рисунок 2.6. Расстояние между створкой и стенкой аортой

*Данные представлены в количественном соотношении (мм). *Оценка трёхстороннего значения p-value проводилась с помощью U-критерия Манна-Уитни*

При сравнении групп по высоте некоронарной и правой коронарной створок группы были статистически сопоставимы группы были статистически сопоставимы - $p=0,588$ и $p=0,324$ соответственно.

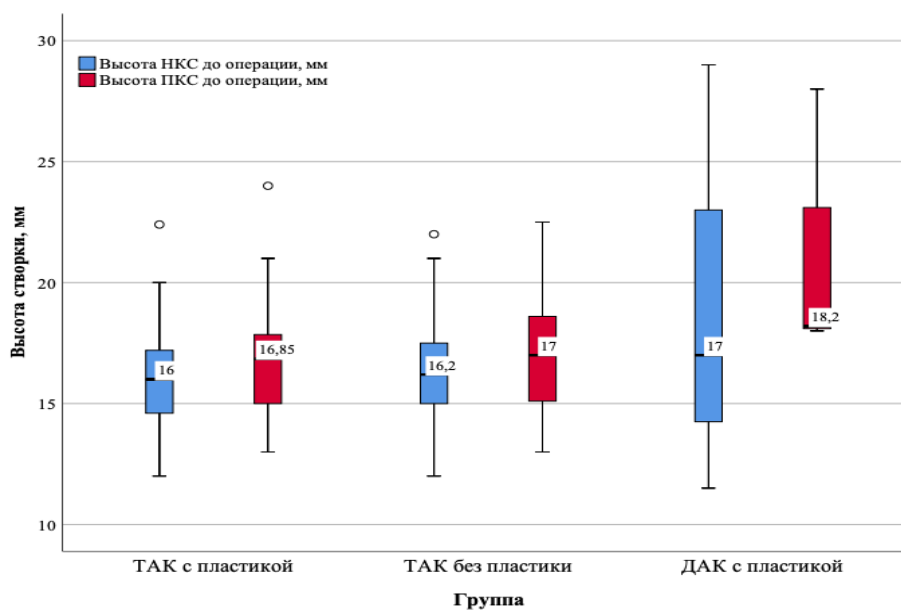


Рисунок 2.7. Высота створок до операции по группам

Данные представлены количественно

Интраоперационные показатели пациентов групп трёхстворчатый аортальный клапан с пластикой створок и трёхстворчатый аортальный клапан без пластики створок.

Таблица 2.4. Интраоперационные показатели

Показатель	ТАК с пластикой	ТАК без пластики	ДАК с пластикой	P-value
Количество пациентов	45(29,0%)	79(51,0%)	31(20,0%)	
Ж-образная министернотомия	23(47,9%)	29(30,9%)	27(84,4%)	p<0,001* p ₁₋₃ =0,001* p ₂₋₃ <0,001* p ₁₋₃ =0,046*
Размер протеза	30(28-30)	30(28-30)	30(28-30)	0,205**
Протез с синусами Вальсальвы	37(77,1%)	75(79,8%)	18(56,3%)	0,027* P ₂ =0,027*
ФК-протез аорты несоответствие	1(2,0%)	2(2,2%)	2(6,7%)	0,463*
Время операции, мин	291,1±54,5	319,1±74,5	272,7±37,9	0,005*** p ₁₋₂ =0,024*** p ₂₋₃ =0,004*** p ₁₋₃ =0,427***
Длительность ИК, мин	139(117,5-161,5)	188(154-208)	121,0(113,0-145,0)	0,055*
Длительность ИМ, мин	113(99,5-136,5)	119,5(100,0-147,0)	104,0(99,5-116,0)	0,105*
Объём кровопотери, мл	800(550-1000)	850(700-1175)	600,0(500,0-700,0)	0,002** p ₁₋₂ =0,064** p ₂₋₃ =0,001** p ₁₋₃ =0,096**
Сопутствующие операции:				
ФЕТ	19(40,4%)	59(62,8%)	8(25,8%)	p<0,001* p ₁₋₂ =0,018* p ₂₋₃ =0,001*
	5(10,4%)	14(14,9%)	0(0%)	0,046*

Borst	0(0%)	10(10,6%)	0(0%)	0,009*
Hemiarh	2(4,2%)	8(8,5%)	2(6,3%)	0,725****
Протезокоронарное шунтирование	13(13,0%)	7(15,4%)	1(3,3%)	0,239****
Пластика/протезирование митрального клапана	5(10,4%)	15(16,0%)	2(6,3%)	0,369****
Пластика/протезирование трикуспидального клапана	1(2,1%)	4(4,3%)	0(0%)	0,355****
ДМПШ/ДМЖП	0(0%)	3(3,2%)	1(3,1%)	0,590****
РЧА Cox-Maze	3(6,3%)	4(4,3%)	0(0%)	0,510****

*Данные представлены количественно и в процентном соотношении (%), медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3) и средней арифметической $M \pm SD$; * - расчёт точного теста Fisher; ** - расчёт U-критерия Манна-Уитни; ***-расчет t-критерия Стьюдента; **** - расчёт критерия χ^2 Пирсона с поправкой Yates*

По наличию J-образной министернотомии между тремя группами получены статистически значимые различия ($p < 0,001$), а также попарно.

Протез с синусами Вальсальвы в большинстве случаев использовался в группе ТАК без пластики – 79,8%, чем в других группах ($p = 0,027$).

Группы различались по длительности операции ($p = 0,005$), в группе ТАК без пластики длительность была больше – $319,1 \pm 74,5$ мин, чем в группах ТАК с пластикой и ДАК с пластикой – $291,1 \pm 54,5$ мин и $272,7 \pm 37,9$ мин. При сравнении групп ТАК с пластикой и ТАК без пластики, а также ТАК без пластики и ДАК с пластикой попарно, обнаружены статистически значимые различия $p_{1-2} = 0,024$, $p_{2-3} = 0,004$ соответственно. Данные различия связаны с тем, что во второй группе чаще всего выполнялись сопутствующие операции: протезирование ВоА, дуги и НоА по методике «FET» или Н. Borst, протезирование или пластика митрального клапана, а также протезокоронарное шунтирование. При сравнении групп ТАК с пластикой и ДАК с пластикой статистически значимых различий не обнаружено. ($p_{1-3} = 0,427$).

Объём кровопотери был больше в группе II – 850 мл, что связано с объёмом вмешательства, при этом наблюдались статистически значимые различия между группами II и III ($p=0,001$).

Группы различались по объёму сопутствующих вмешательств, в группе ТАК без пластики сопутствующие вмешательства выполнялись чаще, чем в группах ТАК с пластикой и ДАК с пластикой 59(62,8%); 19(40,4%) и 8(25,8%) ($p<0,001$). В группе ТАК без пластики статистически значимо чаще, чем в группе ТАК с пластикой выполнялась операция «Frozen elephant trunk», а также операция Borst $p=0,046$ и $p=0,009$ соответственно.

По остальным параметрам группы были статистически сопоставимы.

Таблица 2.5. Пластика створок аортального клапана

Вид пластики	ТАК с пластикой	ДАК с пластикой	P-value
Количество пациентов	45(29%)	31(20,0%)	
Центральная пликация	40(88,9%)	29(93,5%)	0,392*
Паракомиссуральная пликация	3(6,7%)	11(35,5%)	0,002*
Иссечение избыточного свободного края створки	3(6,7%)	4(12,9%)	0,470

Данные представлены количественно и в процентном соотношении (%); - расчёт точного теста Fisher*

Центральная пликация является самым надёжным методом пластики створок и выполняется в более 85% случаях в обеих группах. Паракомиссуральная пликация – чаще выполнялась в III группе ($p=0,002$), что связано с частым наличием расставленных створок в области комиссур при двустворчатом аортальном клапане. Иссечение избыточного свободного края створки или «шейвинг» чаще выполнялось в III группе, однако группы между собой статистически значимо не различались ($p=0,470$).

Всем пациентам выполнялась реимплантация аортального клапана в синтетический протез 2 типов:

- Синтетический протез с синусами Вальсальвы – Uni-Graft; Vascutek Gelweave;
- Линейный цилиндрический синтетический протез – Polythese IC; AlboGraft LeMaitre.

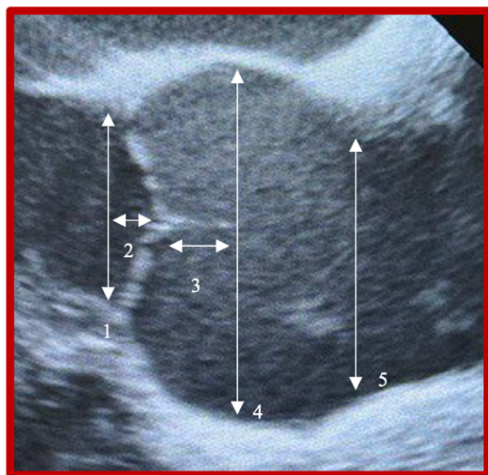
Измерение геометрических параметров корня аорты

При эхокардиографическом исследовании проводилось измерение следующих геометрических параметров корня аорты:

1. Диаметр фиброзного кольца, мм. Данный параметр измеряется по длинной оси, на уровне нижних точек прикрепления створок аортального клапана. Операция David способствует стабилизации ФК АК, предотвращая возникновение аннулоаортальной эктазии в послеоперационном периоде.
2. Глубина коаптации, мм. Параметр, измеряемый по длинной оси, от уровня фиброзного кольца аортального клапана до точки начала коаптации (смыкания) створок. Данный параметр имеет важное значение и отражает на сколько миллиметров зона коаптации створок располагается над фиброзным кольцом, оптимальная глубина коаптации составляет ≥ 4 мм.
3. Длина коаптации, мм. Представляет собой длину смыкания створок аортального клапана. Показатель измеряется по длинной оси. По данным Tirone David, оптимальный уровень данной величины после операции должен составлять ≥ 4 мм, что является одним из факторов успешного выполнения операции [41].
4. Высота створки в систолу, мм. Показатель, измеряемый по длинной оси, от уровня нижней точки прикрепления створки аортального клапана до уровня узелка Аранци. Высота створки может варьировать от 15 мм до 20 мм [41].
5. Межкомиссуральное расстояние, мм. Мера, измеряемая по короткой оси, в соответствии с комиссурами створок: некоронарной и правой, некоронарной и левой, правой и левой коронарными створками. Данный параметр отражает симметричность корня аорты. В норме составляет – 25 ± 3 мм [63]. Мы

измеряли данный параметр при наличии трёхстворчатого аортального клапана. Измерение данного параметра при двустворчатом аортальном клапане 0 типа по Sievers не имеет прогностической ценности. В случае двустворчатого аортального клапана 1 типа по Sievers низкая визуализация снижает точность измерения данной величины.

6. Расстояние между створкой и стенкой аорты или протезом в систолу, мм. Данный показатель измеряется по короткой оси, от середины каждой створки аортального клапана до фиброзного кольца аортального клапана (до операции) или до синтетического протеза (после операции). Как и предыдущий параметр, данная величина характеризует симметричность аортального клапана в послеоперационном периоде.



1 – диаметр фиброзного кольца аортального клапана, мм;

2 – глубина коаптации створок, мм;

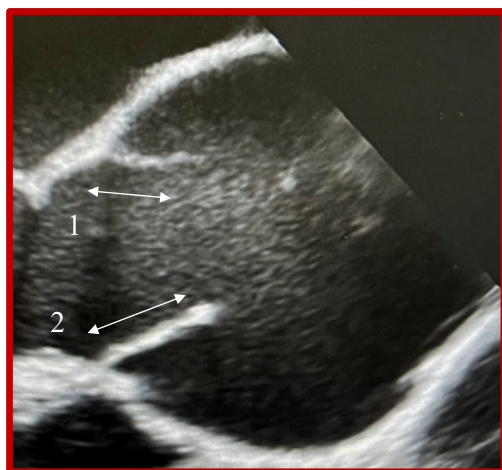
3 – длина коаптации створок, мм;

4 – диаметр на уровне синусов Вальсальвы, мм;

5 – диаметр на уровне сино-тубулярного гребня, мм.

длинной оси в диастолу

Рисунок 2.8. Параметры корня аорты по



1 - высота некоронарной створки, мм.

2 – высота правой коронарной створки в систолу, мм.

Рисунок 2.9. Параметры корня аорты по длинной оси в систолу

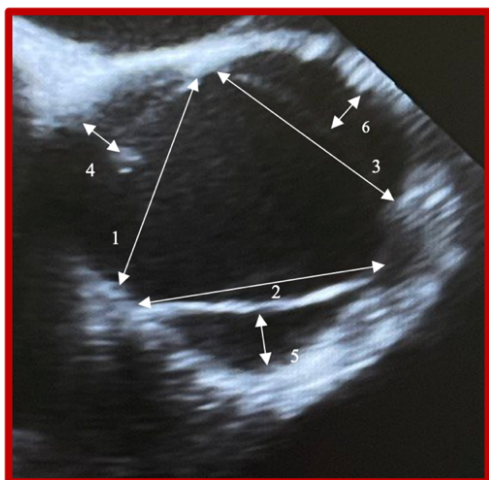


Рисунок 2.10. Параметры корня аорты по короткой оси в систолу

- 1 – межкомиссуральное расстояние между некоронарной и правой створками, мм;
- 2 – межкомиссуральное расстояние между правой и левой створками, мм;
- 3 – межкомиссуральное расстояние между левой и некоронарной створками, мм;
- 4 – расстояние между стенкой аорты и некоронарной створкой, мм;
- 5 – расстояние между стенкой аорты и правой створкой, мм;
- 6 – расстояние между стенкой аорты и левой створкой, мм.

Для определения степени ремоделирования левого желудочка проводилось измерение следующих параметров:

1. Конечного диастолического объёма левого желудочка, мл;
2. Конечного систолического объёма левого желудочка, мл;
3. Конечного диастолического размера левого желудочка, см²;
4. Массы миокарда левого желудочка, гр.;
5. Площади отверстия аортального клапана, см²;
6. Пикового градиента на аортальном клапане, мм рт.ст.;
7. Среднего градиента на аортальном клапане, мм рт.ст.;

Данные показатели составляют стандартный протокол эхокардиографического исследования пациента и отражают степень обратного ремоделирования левого желудочка в послеоперационном периоде.

Предоперационные методы обследования:

Для определения объёма и тактики хирургического вмешательства, а также оценки возможности выполнения операции David, все пациенты, вошедшие в исследование, на предоперационном этапе проходили комплексное лабораторно-инструментальное обследование согласно стандартному протоколу отделения хирургии аорты и её ветвей:

1) *Чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭхоКГ)* выполнялась всем пациентам на аппарате «Siemens S2000» (Munich, Germany) для определения структурно-функционального состояния корня аорты.

2) *Коронарную ангиографию (КАГ)* пациентам с клинической картиной ИБС и старше 45 лет (для мужчин) и старше 55 лет (для женщин). Исследование стандартно выполнялось через правую лучевую артерию по Сельдингеру на аппарате Allura Xper FD10 (Phillips, Нидерланды);

3) *Трансторакальную эхокардиографию (ТТЭхоКГ)* всем пациентам на аппарате «S2000» (Siemens, Германия). Обязательными являлись оценка функции ЛЖ, определение нарушения локальной и глобальной сократимости ЛЖ, объёмов камер сердца, наличия дефектов перегородок и анатомо-функционального состояния клапанов сердца.

4) *Дуплексное сканирование периферических артерий и вен* обязательно проводилась всем пациентам с целью оценки состояния аорто-подвздошного и подвздошно-бедренного сегментов, брахиоцефальных артерий, в том числе поражения каротидного бассейна, также оценивалась проходимость системы глубоких вен нижних конечностей, а также состояние подкожных вен и сафено-фemorального соустья. Исследование проводилось на аппарате «Logic 7» (General Electric, США).

5) *Электрокардиография или Холтеровское мониторирование* в целях определения нарушений ритма и проводимости, постинфарктных изменений. Исследование проводилось на аппарате «KENZ Cardico 1211» (Suzuken, Япония).

6) *Рентгенография органов грудной клетки* («РУМ-20» (Мосрентген, Россия); «Siemens Mobilett» (Siemens, Германия)

7) *Лабораторный комплекс исследований* – общий анализ крови, биохимический анализ крови (креатинин, СКФ, АСТ, АЛТ и др.), коагулограмма, гормоны щитовидной железы и др.

8) *Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ)* грудной и брюшной аорты с целью оценки морфологии и размеров структур корня, восходящего отдела и дуги аорты. Исследование выполнялось лежа на спине с введением контрастного вещества через венозный катетер со скоростью 4 мл/сек с обязательной кардиосинхронизацией для обеспечения детализации исследуемых структур аорты и сердца, а также для точности измерения планиметрических показателей взаимоотношения структур сердца, грудной аорты и грудной клетки.

Для оценки ближайшего, среднеотдалённого и отдалённого послеоперационных периодов приглашали пациентов на контрольное эхокардиографическое обследование, при невозможности, сбор данных осуществлялся по телефону.

2.2. Предоперационный протокол отбора пациентов

Показаниями к операции David служили сочетание аортальной недостаточности и аневризмы корня аорты при отсутствии дегенеративно изменённых створок аортального клапана.

Абсолютные противопоказания к выполнению операции David:

- 1) Выраженные дегенеративные изменения створок: кальциноз створки, перфорация тела створки, выраженное утолщение свободного края, отслойка свободного края створки, низкая высота створок (<12 мм);
- 2) Повторная операция David;
- 3) Диаметр фиброзного кольца аортального клапана более 36 мм.

Относительными противопоказаниями к выполнению операции David могут являться:

- 1) Наличие парааортальной гематомы;
- 2) Кальцинат в области комиссуры;
- 3) Незначительный кальциноз створок.

2.3. Показания к выполнению пластики створок

Центральная пликация створки выполняется при:

1. Наличии избыточной длины свободного края створки;
2. Пролапсе створки;
3. Визуально низком уровне глубины коаптации створки.

Паракомиссуральная пликация:

1. Наличие широко «расставленных» створок в области комиссуры;
2. Наличие фенестрации небольшого размера.

Шейвинг свободного края створки:

1. Наличие фиброзно изменённого свободного края створки;
2. Гипертрофические изменения узелков Аранци.

Описание методов статистического анализа

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics v.26 (разработчик – IBM Corporation), а также с использованием среды для статистических вычислений R 4.2.2 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использовался критерий Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерий Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50), а также показатели асимметрии и эксцесса.

В случае описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, полученные данные объединялись в вариационные ряды, в которых проводился расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ).

Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3).

Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывался t-критерий

Полученные значения t-критерия Стьюдента оценивались путем сравнения с критическими значениями. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Для сравнения независимых совокупностей в случаях отсутствия признаков нормального распределения данных использовался U-критерий Манна-Уитни.

Рассчитанные значения U-критерия Манна-Уитни сравнивались с критическими при заданном уровне значимости: в том случае, если рассчитанное значение U было равно или меньше критического, признавалась статистическая значимость различий.

Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона, позволяющего оценить значимость различий между фактическим количеством исходов или качественных характеристик выборки, попадающих в каждую категорию, и теоретическим количеством, которое можно ожидать в изучаемых группах при справедливости нулевой гипотезы.

В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей нами использовался показатель отношения шансов (ОШ), определяемый как отношение вероятности наступления события в группе, подвергнутой воздействию фактора риска, к вероятности наступления события в контрольной группе.

При сравнении средних показателей, рассчитанных для связанных выборок (например, значений показателя до лечения и после лечения), использовался парный t-критерий Стьюдента.

Полученные значения парного t-критерия Стьюдента сравнивались с критическими значениями. Существенные изменения показателя признавались при значении рассчитанного t выше критического.

При сравнении более двух зависимых совокупностей, распределение которых отличалось от нормального, использовался непараметрический критерий Фридмана.

Интерпретация критерия Фридмана выполнялась путем сравнения с критическим значением: если критическое значение превышало фактическое, принималась нулевая гипотеза, в обратном случае признавалась статистическая значимость различий сравниваемых совокупностей.

Для проверки различий между двумя сравниваемыми парными выборками нами применялся W-критерий Уилкоксона.

Оценка статистической значимости корреляционной связи осуществлялась с помощью t-критерия.

Полученное значение t_r сравнивалось с критическим значением $t_{\text{крит}}$ при определенном уровне значимости и числе степеней свободы $n-2$. Если t_r превышал $t_{\text{крит}}$, то делался вывод о значимости параметра. Значения коэффициента корреляции r_{xy} интерпретировались в соответствии со шкалой Чеддока.

С целью изучения связи между явлениями, представленными количественными данными, распределение которых отличалось от нормального, использовался непараметрический метод – расчет коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Отбор независимых переменных производился методом пошаговой прямой селекции с использованием в качестве критерия исключения статистики Вальда.

Статистическая значимость полученной модели определялась с помощью критерия χ^2 .

Мерой определенности, указывающей на ту часть дисперсии, которая может быть объяснена с помощью логистической регрессии, в нашем исследовании служил показатель Найджелкерка.

Оценка функции выживаемости пациентов проводилась по методу Каплана-Мейера.

Базовые предположения, лежащие в основе метода, состоят в том, что все объясняющие переменные независимы, линейно влияют на риск наступления события, а также что риски наступления события для любых двух объектов в любой отрезок времени пропорциональны.

Анализ предикторов проводился по методу регрессии Кокса, подразумевающему прогнозирование риска наступления события для рассматриваемого объекта и оценку влияния заранее определенных независимых переменных (предикторов) на этот риск. Риск рассматривается как функция, зависящая от времени.

Базовые предположения, лежащие в основе метода, состоят в том, что все объясняющие переменные независимы, линейно влияют на риск наступления события, а также что риски наступления события для любых двух объектов в любой отрезок времени пропорциональны.

Глава 3. Хирургическая техника

В данной главе мы рассмотрим основные этапы операции David, а также вмешательства на створках аортального клапана, выполняемые в отделении. Стоит отметить, в большинстве случаев пластика створок выполнялась непосредственно перед вшиванием устьев коронарных артерий. В случае наличия умеренных дегенеративных изменений створок, сомнений по поводу возможности выполнения клапансберегающего вмешательства, вмешательства на створках выполнялись непосредственно после выделения корня аорты – перед имплантацией сосудистого протеза и фиксации комиссур для экономии времени и максимальной возможности нивелирования возможного остаточного пролапса створок.

Основные этапы операции

Зажим на дистальную часть восходящей аорты

Тщательно выделяется восходящий отдела аорты, аорта обходится тесьмой. Мы стараемся наложить сосудистый зажим на дистальную часть восходящей аорты.

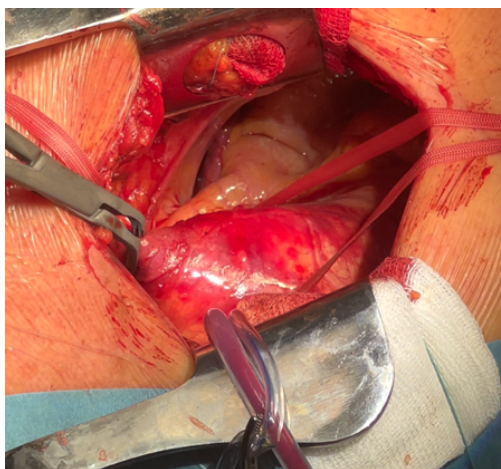


Рисунок 3.1. Зажим на дистальную часть восходящей аорты

Антеградная селективная кровяная кардиopleгия

При отсутствии вмешательств на дуге аорты, операция проходит в условиях нормотермии.

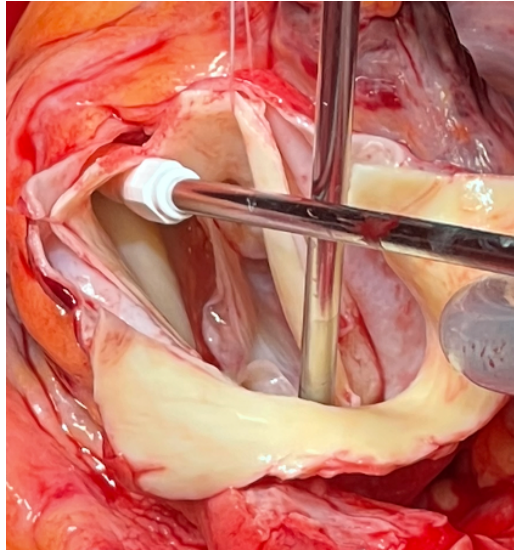


Рисунок 3.2. Селективная антеградная кардиopleгия

3. Прошивание комиссур аортального клапана осуществляется нитью «Пролен» 4/0 на тефлоновых прокладках.

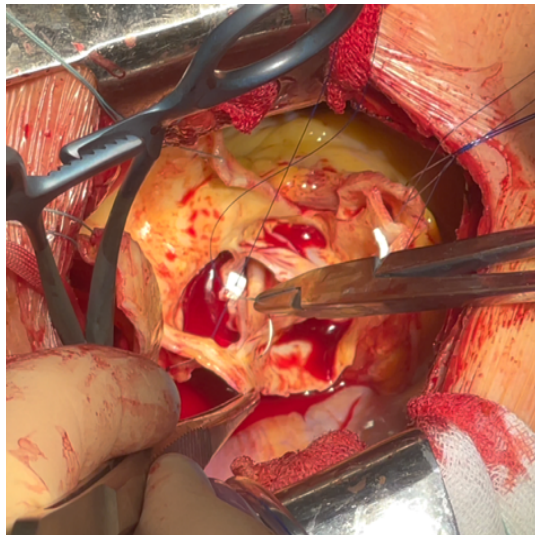


Рисунок 3.3 Прошивание комиссур аортального клапана

Тщательное выделение корня аорты

Мы всегда стремимся как можно глубже выделить корень аорты и ниже имплантировать сосудистый протез, тем самым получив оптимальный уровень глубины и длины коаптации створок. При этом стенка синусов Вальсальвы иссекается с оставлением бортика до 5 мм. Особое внимание стоит уделить области расположения правой коронарной створки, в этой зоне также находится мышечная и мембранозная части МЖП. В литературе описан случай высокого включения передней стенки правого желудочка (ПЖ) в фиброзный скелет сердца, что несёт риски дополнительных вмешательств при прохождении стенки правого желудочка

[73]. Также стоит отметить, что в процессе мобилизации устьев коронарных артерий при двустворчатом аортальном клапане необходимо соблюдать осторожность ввиду их близкого расположения к комиссурам [24].

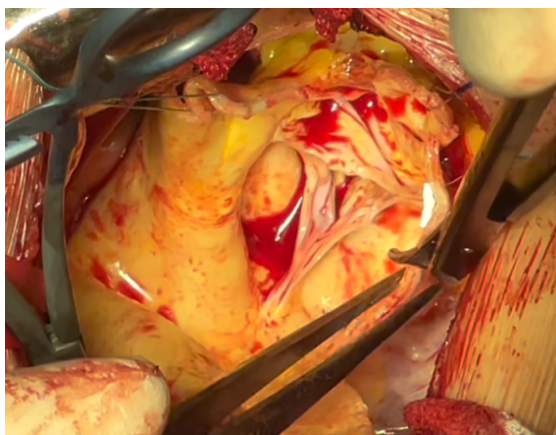


Рисунок 3.4. Формирование аортального бортика

Прошивание фиброзного кольца аортального клапана

Под створками АК через фиброзное кольцо проведены 9 П-образных швов на тефлоновых прокладках с выколом снаружи, через стенку аорты при трёхстворчатом аортальном клапане. При двустворчатом аортальном клапане, протез фиксируется 10 П-образными швами.

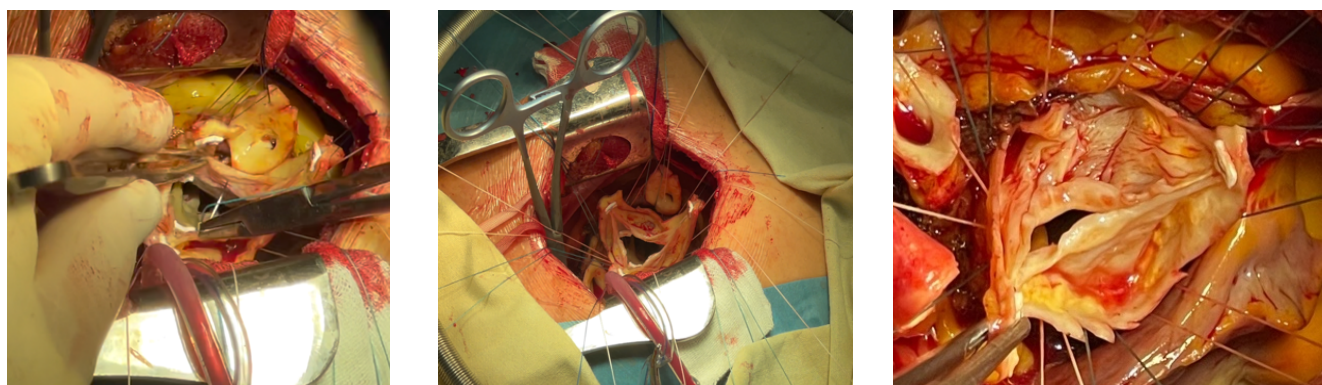


Рисунок 3.5. Прошивание фиброзного кольца АК; вид со стороны аорты трёхстворчатого и двустворчатого аортальных клапанов

Определение размера сосудистого протеза

Необходимый диаметр протеза при трёхстворчатом и двустворчатом аортальном клапане определялся нами при помощи формулы David-Feindel, а также по методике G. El Khoury [43; 66]. Формула David-Feindel: $РП = \text{высота створки} \times 4/3 + (2 \times \text{толщину стенки аорты})$, где РП – размер протеза. Согласно второй методике

размер сосудистого протеза соответствует высоте комиссуры между некоронарной и правой коронарной створками.

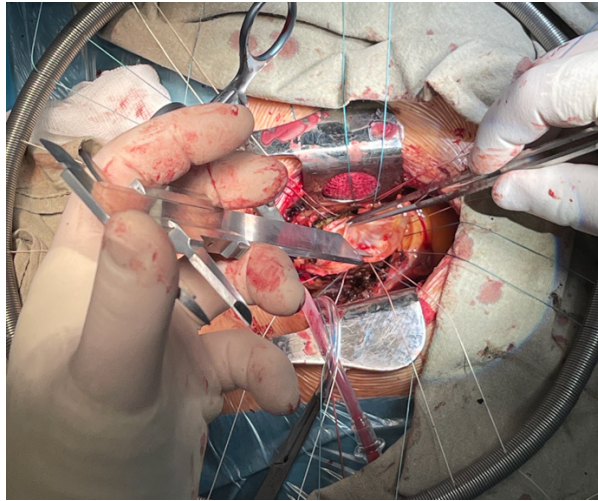


Рисунок 3.6. Измерение высоты комиссуры между некоронарной и правой коронарной створок

Имплантация сосудистого протеза

При наличии трёхстворчатого аортального клапана мы накладываем 9 П-образных швов на тефлоновых прокладках нитью «Этибонд» 2/0.

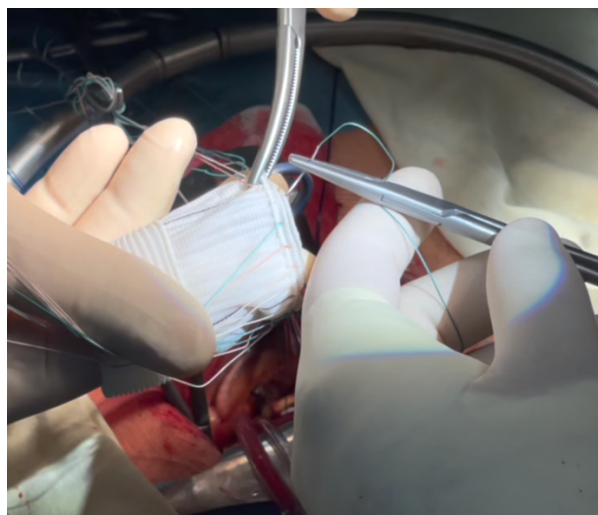


Рисунок 3.7. Прошивание протеза корня

Фиксация комиссур изнутри сосудистого протеза

Данный этап имеет важное значение, так низкая фиксация комиссур аортального клапана приводит к недостаточной глубине коаптации и повышает риски появления ранней аортальной недостаточности.

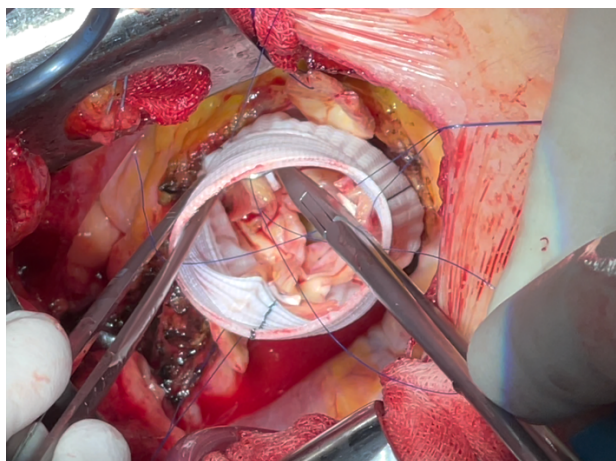


Рисунок 3.8. Фиксация комиссур изнутри сосудистого протеза

Прошивание бортиков аорты

Аортальный клапан фиксируется изнутри протеза непрерывным обвивным швом нитью «Пролен» 4/0 по краю створок через оставленный бортик стенки аорты.

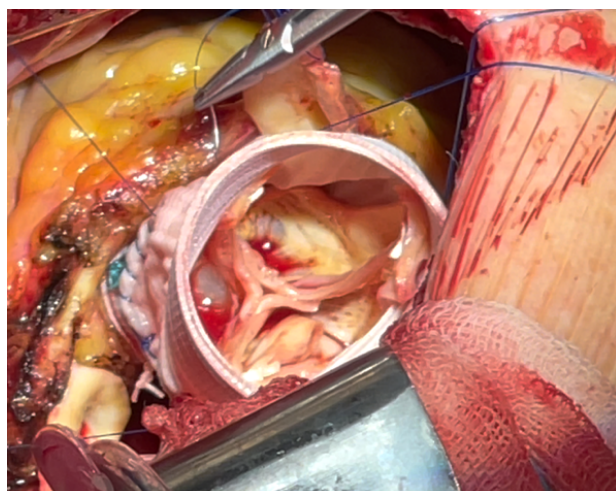


Рисунок 3.9. Прошивание бортиков аорты

3.1. Пластика створок

3.1.1. Центральная пликация створки в области узелка Аранци.

Данный вид пластики выполняется при наличии пролапса створки, вследствие избыточной длины свободного края створки, часто образующегося после имплантации сосудистого протеза и уменьшения диаметра фиброзного кольца аортального клапана. При этом накладывается Z-образный шов нитью «Пролен» 5/0 на центральную часть створки в области узелка Аранци, что приводит к укорочению свободного края створки, при этом к увеличению глубины и длины коаптации створок.



Рисунок 3.10. Центральная пликация правой коронарной створки

Избыточная длина свободного края правой коронарной створки. Восстановление глубины и длины коаптации путём центральной пликации створки.

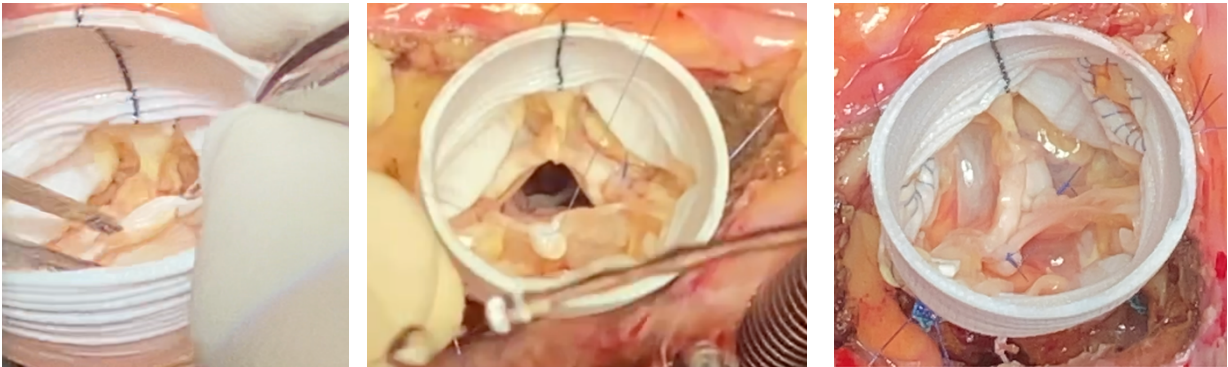


Рисунок 3.11. Центральная пликация некоронарной створки

Избыточная длина свободного края некоронарной створки. Восстановление глубины и длины коаптации путём центральной пликации створки.

3.1.2. Паракомиссуральная пластика

При наличии широко «расставленных» створок в области комиссуры, мелких фенестраций, мы выполняем сближение створок в области комиссуры, путём наложения одного Z-образного шва, тем самым нивелируя возможную остаточную эксцентрическую струю аортальной регургитации. Наличие расставленных створок в области комиссур часто встречается при двустворчатом аортальном клапане.

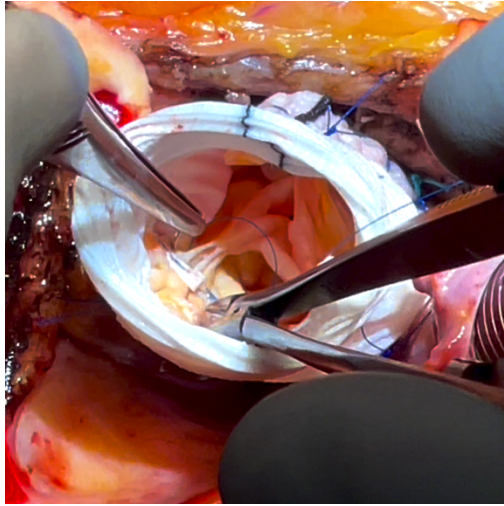


Рисунок 3.12. Паракомиссуральная пликация

3.1.3. «Шейвинг» или иссечение свободного края створки

В случае наличия фиброзно изменённого свободного края створки, мы выполняем «сбривание» или с англ. «shaving» - шейвинг фиброзно изменённой ткани, так как наложение Z-образных швов на эту зону, без выполнения шейвинга, ведёт к возможной деформации створки – появлению аортальной недостаточности или рестрикции створки.

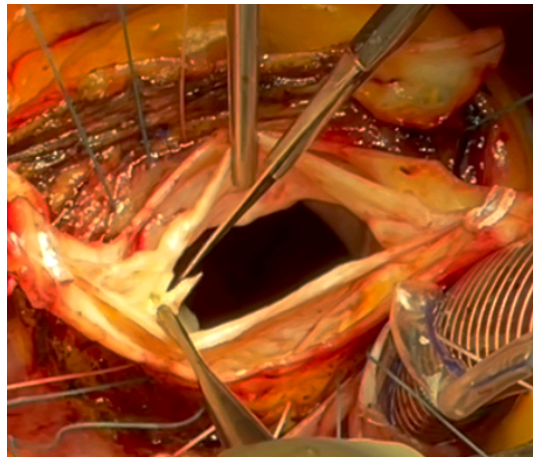


Рисунок 3.13. Шейвинг фиброзно изменённого свободного края общей коронарной створки

Стоит отметить, что в исследовании мы избегали использования заплаты из аутоперикарда для ушивания дефекта створки, а также использования техники ресуспензии створки при помощи прошивания свободного края створки двойным непрерывным швом Gore-Tex.

Реимплантация устьев коронарных артерий



Рисунок 3.14. Реимплантация устья ПКА

Анастомоз с восходящим отделом аорты

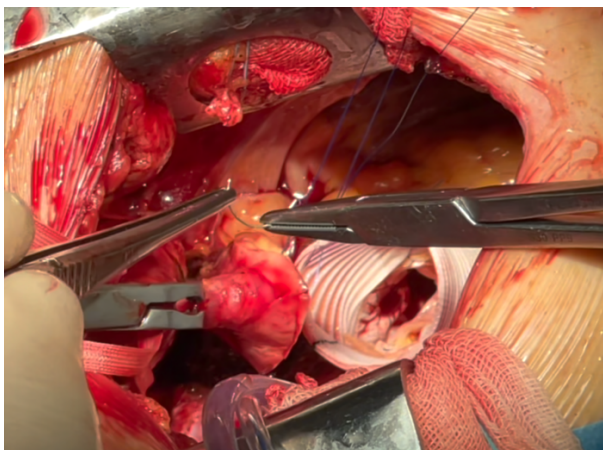


Рисунок 3.15. Выполнение анастомоза с аортой

Конечный вид

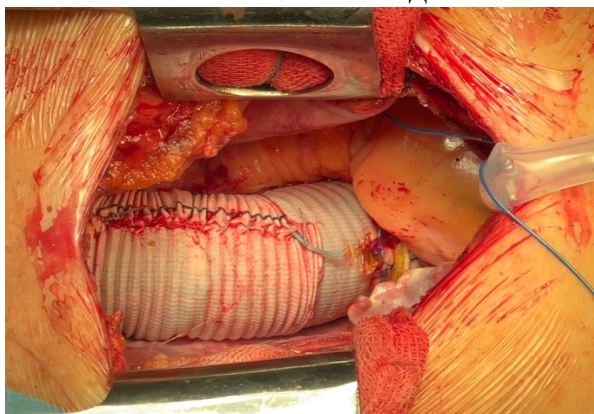


Рисунок 3.16. Конечный вид реконструкции

Стоит отметить, что мы не заканчивали операцию David у пациента аортальной недостаточностью 1-2 и более степени. В случае наличия расслоения аорты I по DeBakey, мы придерживаемся радикальных вмешательств на дуге и нисходящей грудной аорте, а также клапансберегающих вмешательств на корне аорты, при этом, учитывая технику «arch first», вмешательство на корне аорты мы выполняем за время согревания пациента, тем самым не увеличивая длительность искусственного кровообращения. Таким образом, при операции «Frozen Elephant Trunk» или операции Borst сперва выполняется дистальный анастомоз с нисходящей грудной аортой, затем анастомозы с ветвями дуги аорты, после чего выполняется клапансберегающее вмешательство.

При операции протезирования дуги аорты по методике «Hemiarch» сначала выполняется скошенный дистальный анастомоз с дугой аорты в зоне Z2, затем выполняется клапансберегающее вмешательство.

Если планируется выполнение вмешательств на митральном или трикуспидальном клапанах, то сперва выполняли коррекцию клапанной функции, после чего выполнялась операция David.

В случае необходимости выполнения протезокоронарного шунтирования, сперва выполнялись дистальные анастомозы с коронарными артериями, после чего операция David и затем проксимальные анастомозы с протезом восходящей аорты.

Глава 4. Результаты исследования

4.1. Ближайший послеоперационный период

В послеоперационном периоде группы значимо не различались между собой по величине диаметра фиброзного кольца аортального клапана ($p=0,213$).

Стоит отметить, что после операции у всех пациентов аортальная недостаточность интраоперационно, а также при выписке не превышала 1 степень. Интраоперационная аортальная недостаточность 1 степени в группах ТАК с пластикой, ТАК без пластики, ДАК с пластикой диагностирована у 19(38,8%); 20(22,0%) и 5(17,9%) пациентов. Статистически значимые различия между группами отсутствовали ($p=0,054$).

Самая высокая глубина коаптации достигнута в I группе – 8,0 мм, самый низкий в III группе – 2,4 мм. При этом наблюдались статистически значимые различия между I и III группами ($p=0,002$). Наблюдалась тенденция к наличию статистически значимых различий между II и III группой $p_{2-3}=0,058$.

Таблица 4.1. Послеоперационные параметры геометрии корня аорты.

Показатель	ТАК с пластикой	ТАК без пластики	ДАК с пластикой	P-value
Количество пациентов	45(29,0%)	79(51,0%)	31(20,0%)	
ФК АК, мм	21,5(20,9-23)	21,8(21-22)	22,0(21,5-23,0)	$p=0,213^*$
АН после операции, степень:				
0	30(61,2%)	71(78%)	23(82,1%)	0,133**
1	19(38,8%)	20(22,0%)	5(17,9%)	0,143**
Глубина коаптации, мм	8,0(4,0-10,0)	5,0(3,0-8,0)	2,4(0-5,2)	0,009* $p_{1-2}=0,098^*$ $p_{2-3}=0,058^*$ $p_{1-3}=0,002^*$

Длина коаптации, мм	8,0(6,7-9,0)	7,5(6,5-9,0)	7,0(6,0-8,5)	0,797*
Длина ПКС, мм	15,5(14,0-18,9)	15,8(14,3-17,0)	18,5(16,0-21,0)	0,495*
Длина НКС, мм	15,6(14,0-18,0)	15,0(14,1-17,0)	16,0(14,3-18,2)	0,479*

Данные представлены количественно и в процентном соотношении (%), медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3);* - расчёт U-критерия Манна-Уитни;** - расчёт точного теста Fisher

По величине межкомиссурального расстояния между НКС-ЛКС, ЛКС-ПКС, ПКС-НКС группы статистически значимо не различались между собой $p=0,755$, $p=0,181$ и $p=0,493$ соответственно.

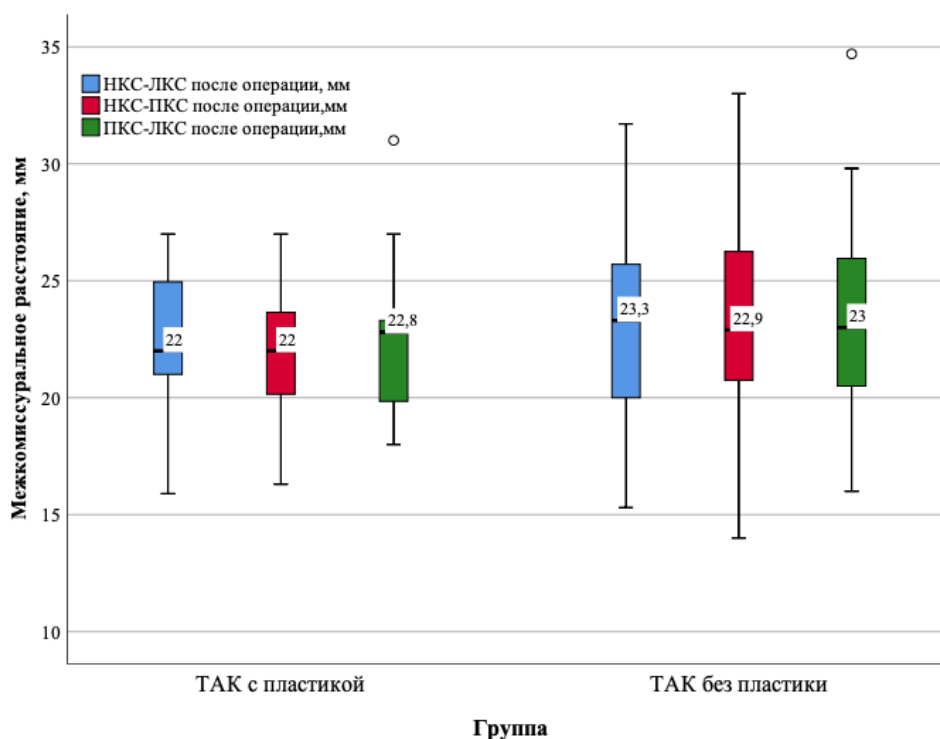


Рисунок 4.1. Межкомиссуральное расстояние после операции

Данные представлены количественно (мм)

По величине расстояния между протезом и каждой створкой в систолу группы также были статистически сопоставимы, $p=0,340$, $p=0,641$ и $p=0,060$ соответственно.

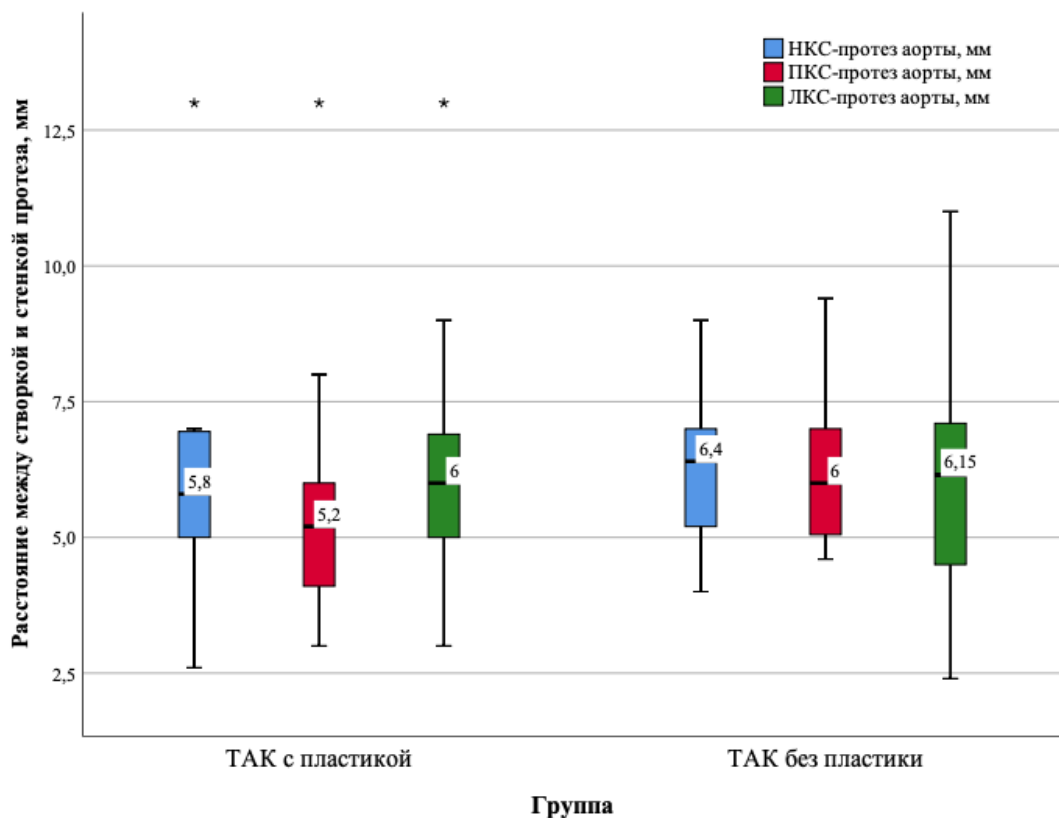


Рисунок 4.2. Расстояние между створкой и стенкой протеза

Данные представлены количественно (мм)

Средняя высота общей коронарной створки составила 16,2(15,5-19,1) мм.

Средняя высота правой коронарной створки по группам составила 15,5(14,0-18,9) мм, 15,8(14,3-17,0) мм и 18,5(16,0-21,0) мм ($p=0,495$).

Средняя высота некоронарной створки по группам составила 15,6(14,0-18,0) мм, 15,0(14,1-17,0) мм и 16,0(14,3-18,2) мм соответственно, группы значимо не различались между собой, $p=0,479$ мм.

Величина длины коаптации в группах TAK с пластикой, TAK без пластики, ДАК с пластикой составила – 8,0(6,7-9,0) мм, 7,5(6,5-9,0) мм и 7,0(6,0-8,5) мм ($p=0,797$).

По величине длины створок, межкомиссурального расстояния, расстояния между протезом и створкой в систолу групп статистически не различались.

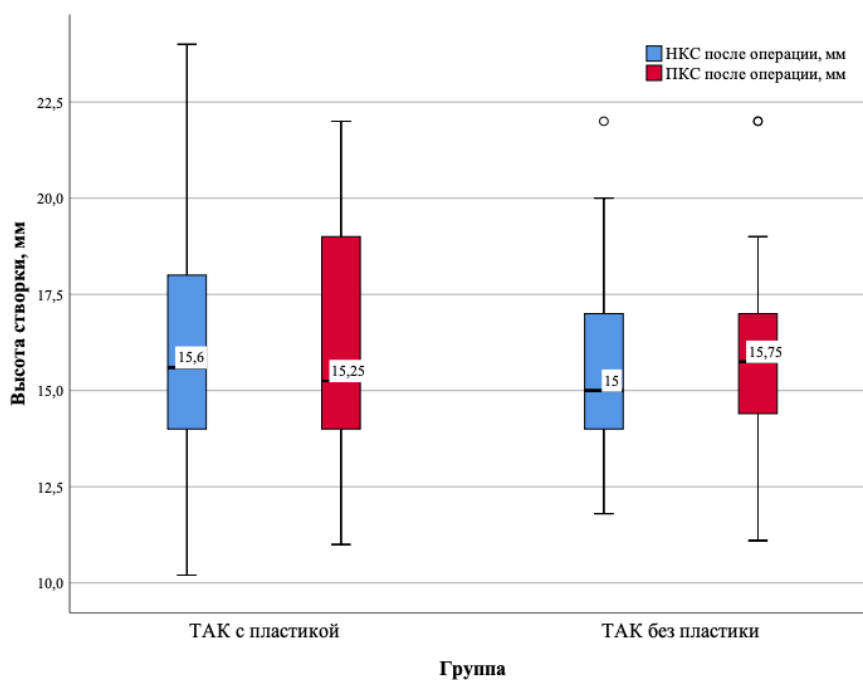


Рисунок 4.3. Высота некоронарной и правой коронарной створок после операции

Данные представлены количественно (мм)

Осложнения ближайшего послеоперационного периода

Самым частым осложнением послеоперационного периода являлась фибрилляция предсердий. При этом чаще всего ФП встречалась в группе ТАК без пластики – 16(20,3%). При сравнении групп по данному осложнению, статистически значимых различий не выявлено ($p=0,107$). Стоит отметить, что неврологические нарушения – это признаки транзиторной ишемической атаки. Данные осложнения составили по группам 2(4,4%) 1(1,3%) и 1(3,2%) случая соответственно ($p=0,400$). Инфекционные осложнения – наличие отделяемого из послеоперационной раны, повышения температуры тела, что требует частых перевязок или наложения вакуумной системы аспирации, а также АБ-терапии. По частоте инфекционных осложнений группы статистически значимо не различались ($p=0,436$). Рестернотомии выполнялись по поводу кровотечения и составили по группам 3(6,7%), 1(1,3%) и 1(3,2%) соответственно ($p=0,199$).

Таблица 4.2. Ранние послеоперационные результаты по группам.

Показатель	ТАК с пластикой	ТАК без пластики	ДАК с пластикой	P-value
Количество пациентов	45(29,0%)	79(51,0%)	31(20,0%)	
ФП после операции	4(8,9%)	16(20,3%)	2(6,5%)	0,107
Имплантация ЭКС	0(0%)	4(5,1%)	0(0%)	0,304
Инфекционные осложнения	4(8,9%)	4(5,1%)	3(9,7%)	0,436
Неврологические нарушения	2(4,4%)	1(1,3%)	1(3,2%)	0,400
Частота рестернотомий	3(6,7%)	1(1,3%)	1(3,2%)	0,199
Пневмония	4(8,9%)	8(10,1%)	0(0%)	0,221
Количество суток в ОРИТ	1(1-2)	1(1-1,5)	1(1-2)	0,602
Число койко-дней	7(6-8)	7(6-8)	7(6-8)	0,693

Данные представлены количественно и в процентном соотношении (%), медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3); ** - расчёт точного теста Fisher; * - расчёт U-критерия Манна-Уитни



Рисунок 4.4. Послеоперационные осложнения в группе ТАК с пластикой



Рисунок 4.5. Послеоперационные осложнения в группе ТАК без пластики



Рисунок 4.6. Послеоперационные осложнения в группе ДАК с пластикой

Группы не различались по количеству суток в кардиореанимации ($p=0,602$), также по числу койко-дней после операции ($p=0,693$).

Госпитальная летальность

Общая госпитальная летальность составила – 2(1,3%) случая, пациенты из I и II группы.

Причинами летального исхода в обоих случаях явились: инфекция грудины с развитием сепсиса и полиорганной недостаточности.

4.2. Оценка отдалённых результатов

Стоит отметить, что в нашем исследовании среди всех пациентов, женщины составляют 30(17,4%) человек. Средний возраст составил – 46 лет (от 19-72 лет). Из них 8(26,7%) женщин детородного возраста (от 20 до 35 лет). При этом 3(37,5%) пациентки смогли родить после операции.

Общая летальность в отдалённом периоде составила – 14(8,9%) случаев, в группах ТАК с пластикой, ТАК без пластики, ДАК с пластикой показатель составил – 6(13,0%); 7(8,9%) и 1(3,2%).

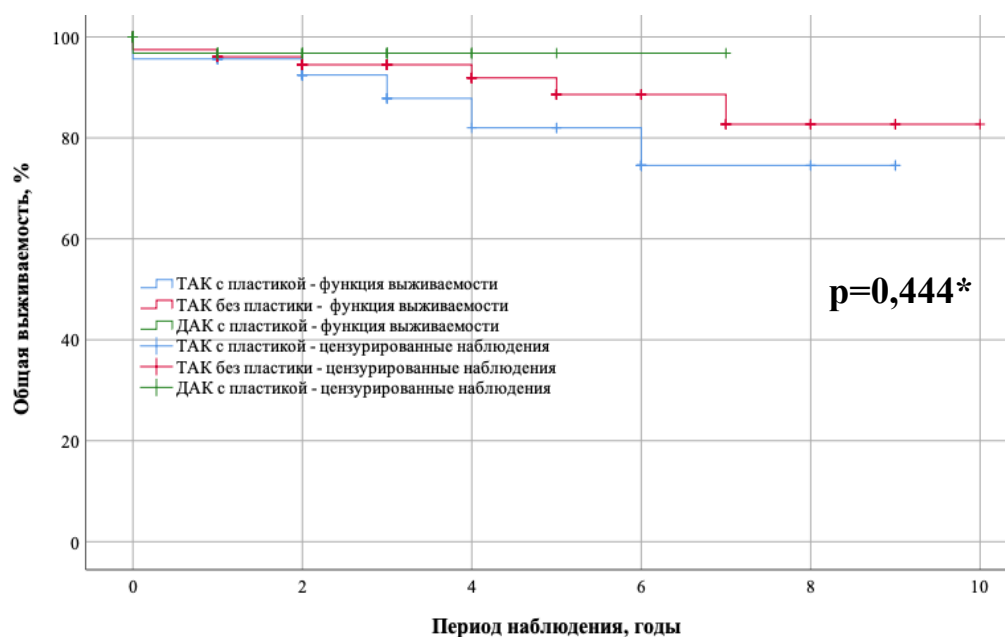
Таблица 4.3. Причины летальных исходов пациентов.

№	Группа	Причина летального исхода
1	ТАК с пластикой	Полиорганная недостаточность, вызванная ковидной инфекцией
2	ТАК с пластикой	ОНМК по ишемическому типу
3	ТАК с пластикой	Причины неизвестны
4	ТАК с пластикой	Полиорганная недостаточность, вызванная ковидной инфекцией
5	ТАК с пластикой	Причины неизвестны
6	ТАК без пластики	Рак лёгкого
7	ТАК без пластики	Причины неизвестны
8	ТАК без пластики	Инфекция грудины, сепсис, полиорганная недостаточность

9	ТАК без пластики	Геморрагический инсульт
10	ТАК без пластики	Причины неизвестны
11	ТАК без пластики	Причины неизвестны
12	ТАК без пластики	Инфекция грудины, сепсис, полиорганная недостаточность
13	ТАК без пластики	Причины неизвестны
14	ДАК с пластикой	Полиорганная недостаточность, вызванная ковидной инфекцией

1-,5-,10-летняя общая выживаемость составила 96,0%, 87,6%, 80,6%.

При этом среди всех пациентов летальность обусловлена: нарушением мозгового кровообращения – 2(1,3%); полиорганной недостаточностью, вызванной ковидной инфекцией – 3(1,9%); полиорганной недостаточностью, вызванной инфекцией грудины – 2(1,3%), раком лёгкого – 1(0,6%); неизвестных причин – 6(3,9%).



Число пациентов, находящихся под наблюдением	ТАК с пластикой	45	29	14	10	3	
	ТАК без пластики	78	60	35	19	7	1
	ДАК с пластикой	30	13	4	1		

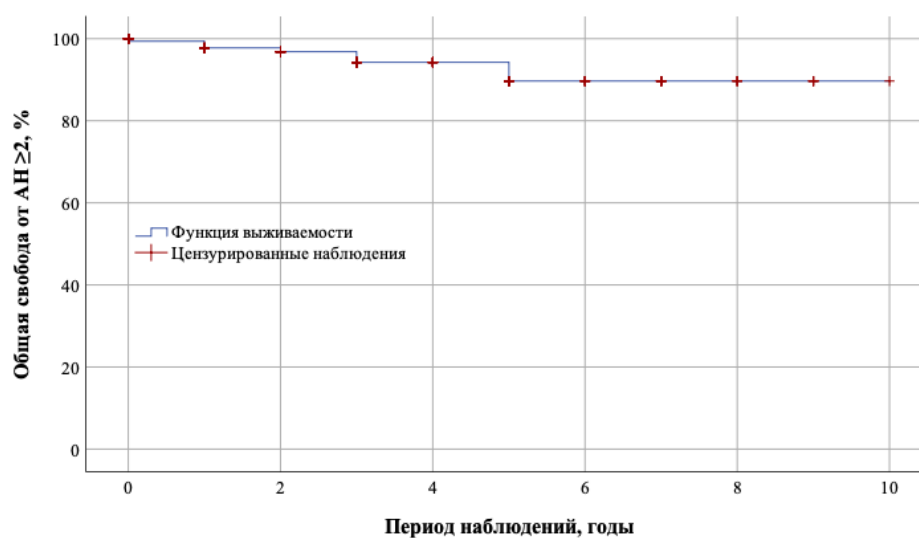
Рисунок 4.7. Кривая общей выживаемости от всех причин по группам по Каплану-Майеру

* - расчёт лог-ранк критерия Мантеля-Кокса

При сравнении групп по показателю выживаемости от всех причин по группам различия между группами статистически не значимы – (log-rank) $p=0,444$.

При этом 1-,5-,9-летняя общая выживаемость в группе ТАК с пластикой составила 95,7%, 84%, 72% соответственно. В группе ТАК без пластики – 96,7%, 89,3%, 83,3% соответственно. В группе ДАК с пластикой данный параметр составил везде 96,8%.

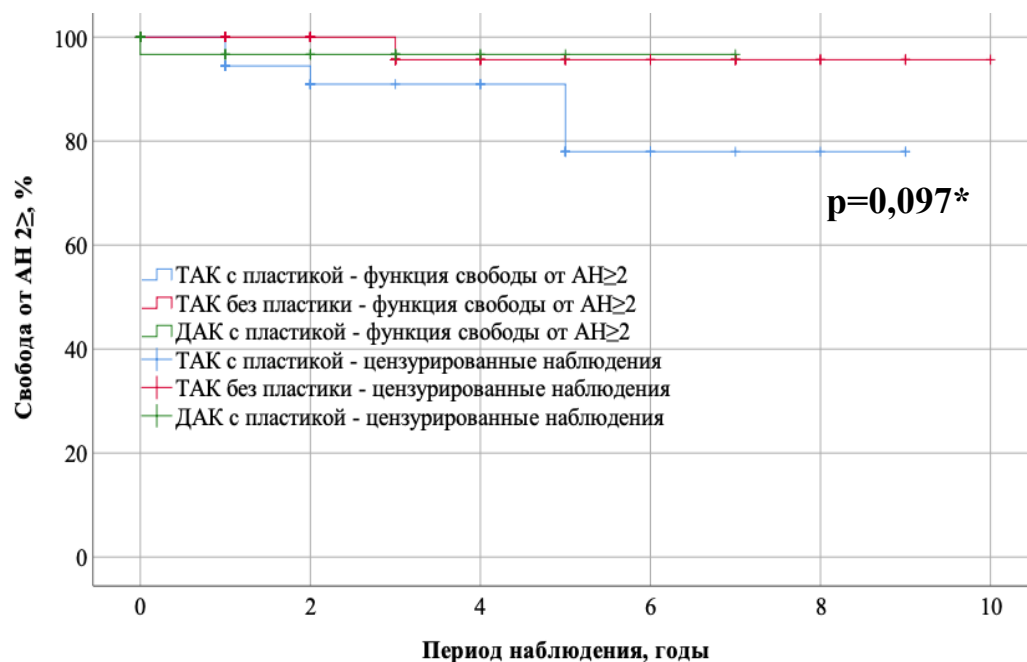
Свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени.



Число пациентов, находящихся под наблюдением	0	1	2	3	4	5	6	8	10
Общая свобода от АН ≥ 2 , %	99,4	96,8	94,3	89,7	89,7	89,7			

Рисунок 4.8. Общая свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени

1-,5-,10-летняя общая свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени составила 99,4%, 89,7%, 89,7% соответственно.



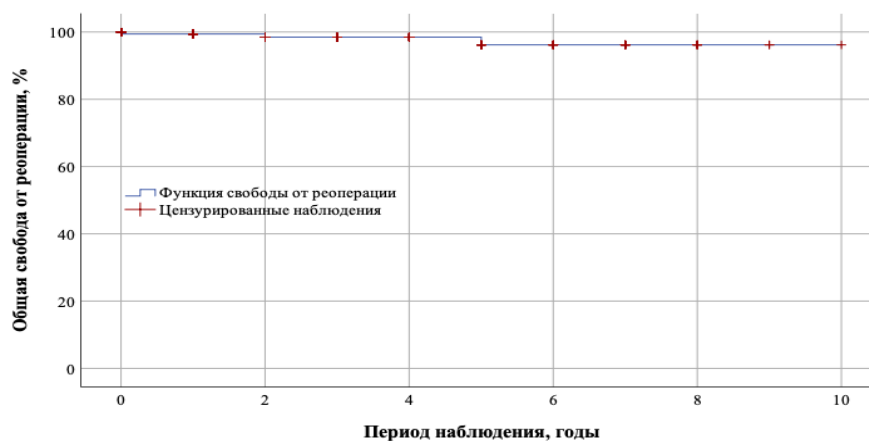
Число пациентов, находящихся под наблюдением	Период наблюдения, годы					
	0	1	2	3	5	7
ТАК с пластикой	45	26	16	6	2	
ТАК без пластики	76	59	31	17	6	1
ДАК с пластикой	29	13	3	1		

Рисунок 4.9. Свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени по группам

** - расчёт лог-ранк критерия Мантеля-Кокса*

При сравнении по показателю свободы от аортальной недостаточности ≥ 2 степени, статистически значимые различия между группами отсутствовали ($p=0,097$).

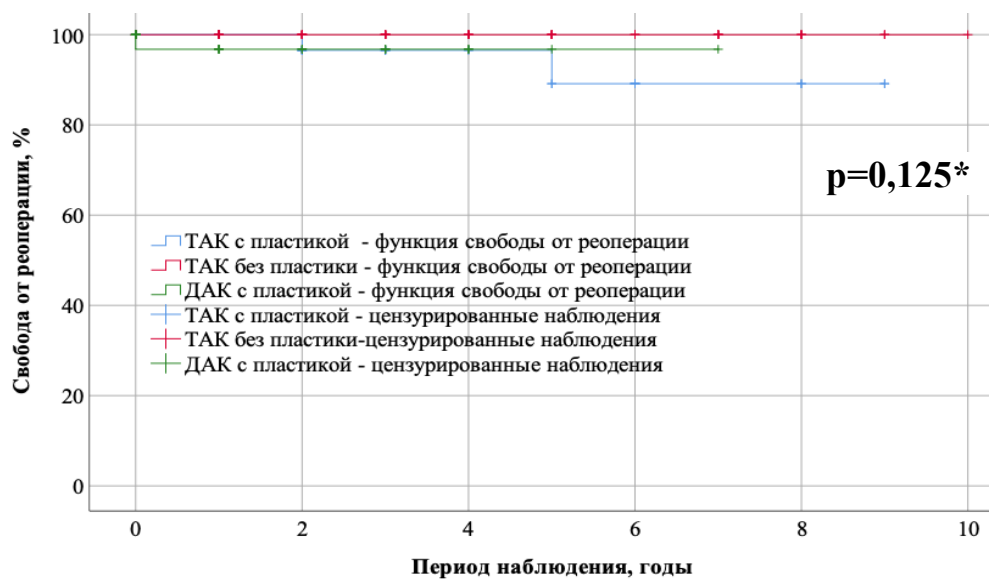
1-,5-,7-летняя свобода от аортальной недостаточности в группе ТАК с пластикой составила 94,4%, 78,0%, 78,0% соответственно. В группе ТАК без пластики 1-,5-,7-летняя свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени составила 100%, 95,7%, 95,7% соответственно. В группе ДАК с пластикой 1-,5-,7-летняя свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени составила пока 96,7%.



Число пациентов, находящихся под наблюдением	176	109	60	31	10	2
Общая свобода от реоперации, %	99,4	98,5	96,2	96,2	96,2	96,2

Рисунок 4.10. Общая свобода от реоперации

1-,5-,10-летняя общая свобода от реоперации составила 99,4%, 96,2%, 96,2% соответственно.



Число пациентов, находящихся под наблюдением	ТАК с пластикой	45	28	14	9	3	
	ТАК без пластики	77	58	33	18	7	1
	ДАК с пластикой	30	13	4	1		

Рисунок 4.11. Свобода от реоперации по группам

* - расчёт лог-ранк критерия Мантеля-Кокса

При исследовании свободы от реоперации по группам, в группе ТАК с пластикой 1-, 5-, 9-летняя свобода от реоперации составила 100%, 89,1%, 89,1%. В группе ТАК без пластики 1-,5-,9-летняя свобода от реоперации составила везде 100%. В группе ДАК с пластикой 1-,5-, 7-летняя свобода от реоперации составила везде 96,8%. При сравнении групп, статистически значимые различия отсутствовали ($p=0,125$).

Динамика эхокардиографических показателей в отдалённом периоде

В отдалённом периоде нами обследовано 91(52,9%) пациентов, которым выполнена трансторакальная эхокардиография в условиях нашего центра у одного специалиста.

Таблица 4.4. Эхокардиографические параметры в послеоперационном периоде

Показатель	ТАК с пластикой	ТАК без пластики	ДАК с пластикой	P-value
Количество пациентов	26(15,1%)	49(28,5%)	16(9,3%)	
ФК АК, мм	23,0(22,5-24,5)	24,0(22,0-25,0)	22,0(21,5-23,0)	0,245*
Глубина коаптации, мм	8,0(6,0-10,0)	7,0(5,0-9,0)	2,0(-5,0-6,0)	$p<0,001^*$ $p_{1-2}=0,388^*$ $p_{2-3}<0,001^*$ $p_{1-3}<0,001^*$
Длина коаптации, мм	7,0(6,0-8,5)	6,0(5,0-8,0)	8,5(6,0-10,0)	0,075*
Длина ПКС, мм	18,0(16,0-19,5)	17,0(16,0-19,0)	16,5(16,0-17,0)	0,850*
Длина НКС, мм	18,0(16,5-21,0)	19,0(16,0-19,5)	16,0(14,3-18,2)	0,601*
КДО ЛЖ, мл	150,0(125,0-160,0)	150,0(120,0-170,0)	150,0(130,0-180,0)	0,695*

КСО ЛЖ, мл	57,0(45,0-62,5)	60,0(45,0-70,0)	60,0(50,0-70,0)	0,517*
КДР ЛЖ, мм	54,0(49,0-57,0)	54,0(50,0-57,0)	54,0(52,0-58,0)	0,667*
КСР ЛЖ, мм	35,0(30,0-40,0)	38,0(35,0-41,0)	37,0(36,0-38,0)	0,499*
Масса миокарда, г	225,0(190,0-300,0)	230,0(200,0-280,0)	282,0(235,0-370,0)	0,064*
Пиковый градиент, мм рт.ст.	8,1(6,4-8,3)	8,2(7,1-8,3)	8,3(7,9-11,9)	0,345*
Средний градиент, мм рт.ст.	6,1(3,7-6,1)	5,9(4,1-6,1)	6,1(5,6-6,6)	0,455*

Данные представлены количественно и в процентном соотношении (%), медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3); - расчёт U-критерия Манна-Уитни*

Согласно полученным данным, диаметр фиброзного кольца в группах ТАК с пластикой, ТАК без пластики и ДАК с пластикой составил: 23,0(22,5-24,5) мм; 24,0(22,0-25,0) мм и 22,0(21,5-23,0). При этом разница между группами статистически не значима ($p=0,245$).

Глубина коаптации в группах составила: 8,0(6,0-10,0) мм; 7,0(5,0-9,0) мм и 2,0(-5,0-6,0) соответственно ($p<0,001$). Статистически значимы изменения при попарном сравнении между группами ТАК с пластикой и ДАК с пластикой, а также ТАК без пластики и ДАК с пластикой $p_{2-3}<0,001$ и $p_{1-3}<0,001$ соответственно. При сравнении групп ТАК с пластикой и ТАК без пластики, статистически значимые различия отсутствуют ($p=0,388$).

Длина коаптации в группа ТАК с пластикой, ТАК без пластики, ДАК с пластикой составила 7,0(6,0-8,5) мм; 6,0(5,0-8,0) мм и 8,5(6,0-10,0) мм. Разница между группами статистически не значима ($p=0,075$).

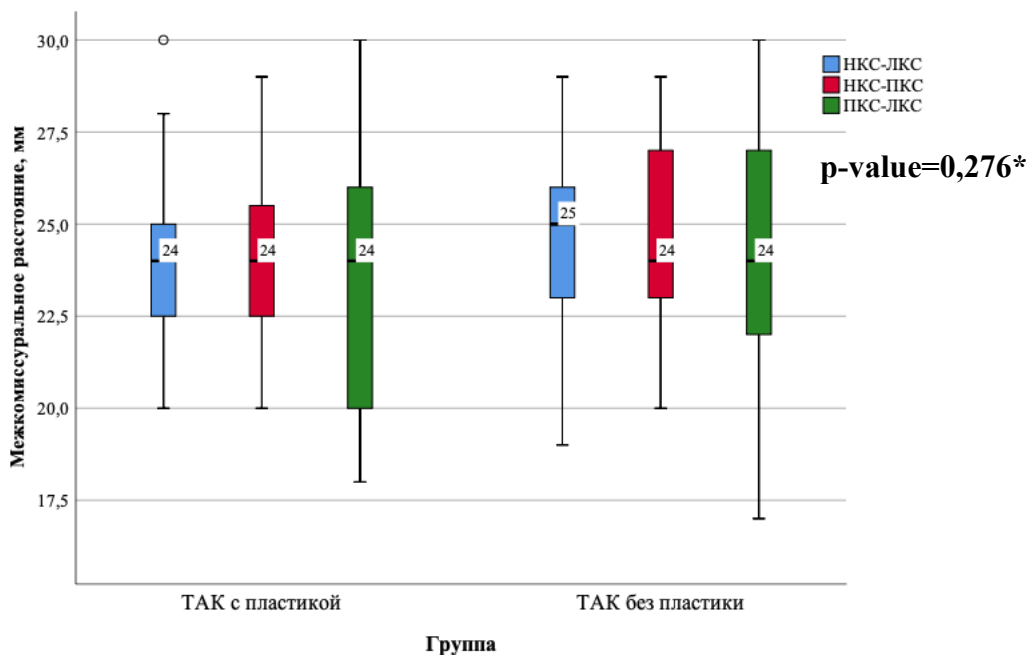
Длина правой коронарной створки в отдалённом периоде составила в группах: ТАК с пластикой, ТАК без пластики, ДАК с пластикой 18,0(16,0-19,5) мм; 17,0(16,0-19,0) мм и 16,5(16,0-17,0) мм ($p=0,850$).

Длина некоронарной створки в отдалённом периоде составила в группах: ТАК с пластикой, ТАК без пластики, ДАК с пластикой 18,0(16,5-21,0) мм; 19,0(16,0-19,5) мм и 16,0(14,3-18,2) мм ($p=0,601$).

Средняя длина общей коронарной створки составила 18,0(17,0-19,0) мм.

Стоит отметить, что в группе ДАК с пластикой сравнение длины правой коронарной створки не проводилось, ввиду отсутствия необходимого объёма выборки.

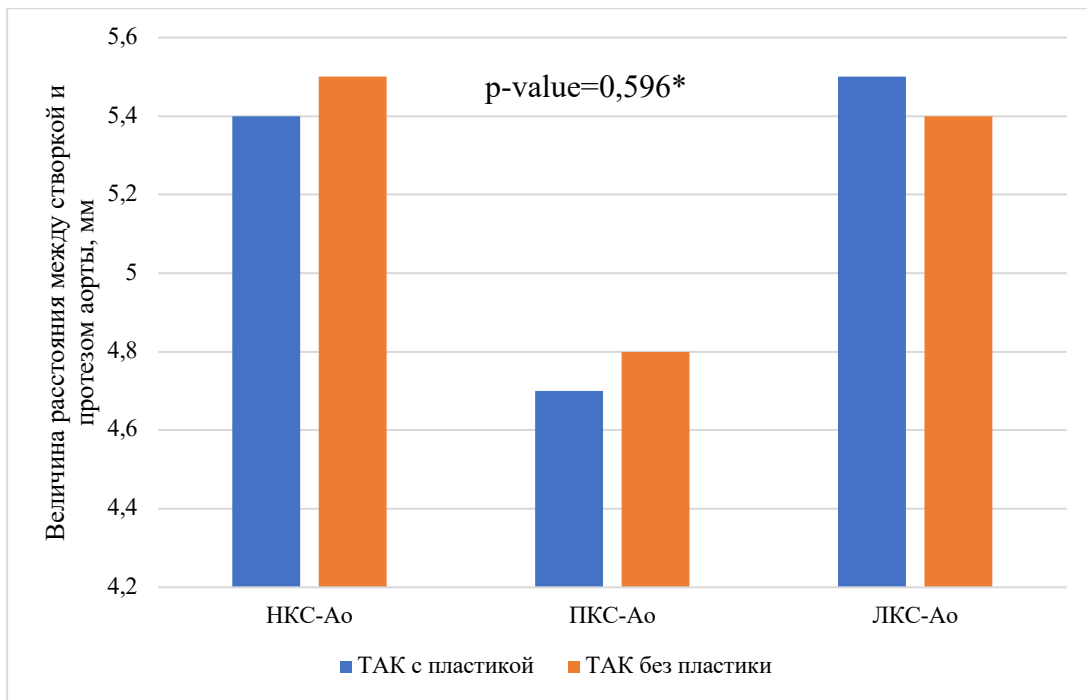
Длина некоронарной створки различалась исходно и в отдалённом периоде группы ТАК с пластикой – 16,0(15,0-18,0) мм и 18,0(16,5-21,0) мм соответственно ($p_1=0,020$), а также в группе ТАК без пластики – 15,4(14,8-17,2) мм и 19,0(16,0-19,5) мм соответственно ($p_2<0,001$). В группе ДАК с пластикой длина некоронарной створки на 2 этапах статистически значимо не различалась ($p=0,673$).



Данные представлены количественно (мм);* - расчёт U-критерия Манна-Уитни

Рисунок 4.12. Межкомиссуральное расстояние по группам

На рисунке 4.12 представлено межкомиссуральное расстояние в отдалённом периоде по группам. По данному параметру статистически значимых различий между группами не выявлено ($p=0,276$).



Данные представлены количественно (мм); - расчёт U-критерия Манна-Уитни*

Рисунок 4.13. Расстояние между створкой и протезом аорты по группам

Статистически значимых различий расстояния между створкой и протезом аорты между группами не выявлено ($p=0,596$).

Для оценки процесса обратного ремоделирования левого желудочка нами оценены следующие параметры на дооперационном этапе, а также в отдалённом послеоперационном периоде: конечно-диастолический размер левого желудочка, конечно-систолический размер левого желудочка, конечно-диастолический объём левого желудочка, конечно-систолический объём левого желудочка, а также масса миокарда левого желудочка.

Таблица 4.14. Сравнение параметров эхокардиографических параметров обратного ремоделирования левого желудочка

Показатель	ТАК с пластикой		ТАК без пластики		ДАК с пластикой		P-value
	до	отдалённо	до	отдалённо	до	отдалённо	
КДО ЛЖ, мл	182,0(138,5-241,8)	150,0(117,5-163,8)	170,0(139,5-210,0)	150,0(120,0-170,0)	172(136-267)	150,0(130,0-187,5)	p ₁ =0,012* p ₂ <0,001* p ₃ =0,016*
КСО ЛЖ, мл	78,5(53,0-124,3)	56,0(45,0-65,3)	67,0(51,0-90,0)	60,0(45,0-70,0)	85,0(59,0-115,0)	60,0(50,0-72,5)	p ₁ =0,010* p ₂ =0,004* p ₃ =0,039*
КДР ЛЖ, см³	61,5(52,8-67,5)	54,0(48,3-57,0)	58,0(53,0-64,0)	54,0(50,5-57,0)	65,0(55,5-68,0)	54,0(52,0-58,5)	p ₁ =0,001* p ₂ <0,001* p ₃ =0,015*
КСР ЛЖ, см³	42,0(34,0-42,5)	35,0(29,0-40,5)	41,0(35,0-46,5)	38,0(34,5-41,0)	40,0(26,5-44,5)	37,0(35,0-48,0)	p ₁ =0,049* p ₂ =0,341* p ₃ =0,686*
Масса миокарда	330(260-430)	225(189-301)	255(235-344)	232(200-280)	317,5(222,5-410,0)	282(234-374)	p ₁ =0,050* p ₂ =0,019* p ₃ =0,500*

Данные представлены количественно в соотношении медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3); - расчёт критерия Уилкоксона*

При оценке процесса обратного ремоделирования выявлено статистически значимое уменьшение КДО ЛЖ в отдалённом периоде в I, II и III группах $p_1=0,012$; $p_2<0,001$ и $p_3=0,016$. Динамика других параметров представлена в таблице 4.5.

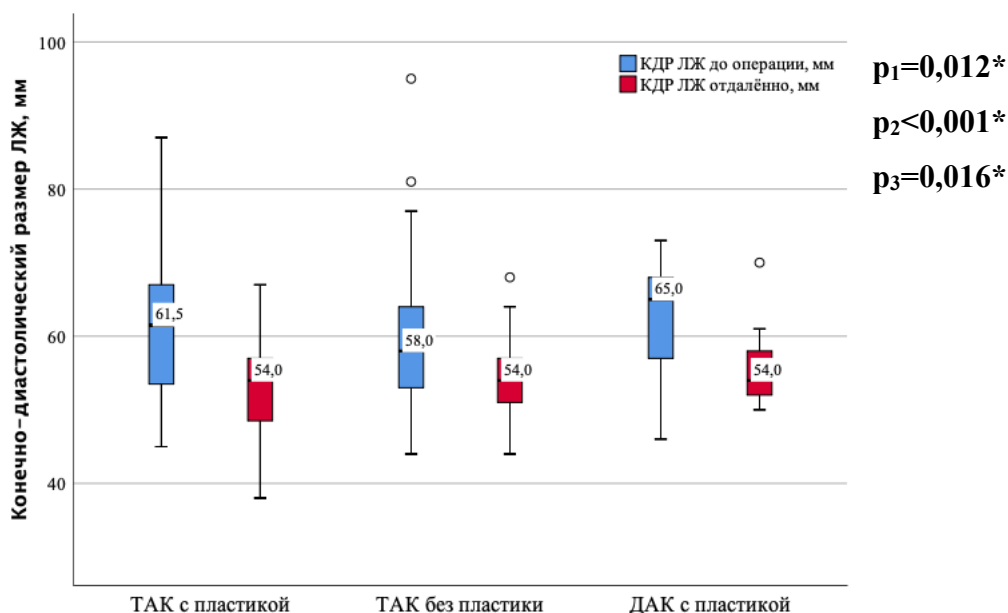


Рисунок 4.15. Оценка динамики КДР ЛЖ по группам

*Данные представлены количественно (мм); * - расчёт U-критерия Манна-Уитни*

При сравнении КДР ЛЖ до операции и в отдалённом послеоперационном периоде При сравнении КДР ЛЖ на двух этапах отмечена статистически значимая разница в каждой группе – $p_1=0,001$; $p_2<0,001$ и $p_3=0,016$ соответственно.

Для оценки динамики эхокардиографических показателей, проводилось сравнение данных на дооперационном периоде, непосредственно после операции и в отдалённом периоде (таблица 4.6).

Таблица 4.6. Сравнение эхокардиографических показателей на трёх этапах

Показатель	ТАК с пластикой			ТАК без пластики			ДАК с пластикой			P-value
	до	после	отдалённо	до	после	отдалённо	до	после	отдалённо	
ФК АК, мм	27(25-30)	22(21-24)	24(22-24)	27(25-28)	22(21-23)	24(23-26)	31(28-33)	22(21-23)	25(22-23)	p ₁ <0,001* p ₂ <0,001* p ₃ <0,001*
Глубина коаптации, мм	5,4(4,0-6,5)	8,0(7,0-9,0)	8,0(6,0-10,0)	6,3(5,8-7,0)	6,0(4,5-9,0)	6,0(4,5,-9,0)	1,8(0,5-3,6)	3,5(1,0-5,6)	1,5(7,5-6,0)	p ₁ =0,623* p ₂ =0,554* p ₃ =0,386*
Длина коаптации, мм	6,3(5,0-7,6)	7,6(6,7-8,8)	7,5(6,5-8,5)	6,0(4,6-7,0)	7,0(6,6-8,1)	7,0(5,0-7,5)	5,4(4,3-7,0)	7,0(6,0-10,0)	7,0(6,0-9,0)	p ₁ =0,353* p ₂ =0,060* p ₃ =0,453*

Данные представлены количественно в соотношении медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3); - расчёт двухфакторного дисперсионного анализа Фридмана*

При сравнении диаметров фиброзного кольца аортального клапана непосредственно после операции и в отдалённом послеоперационном периоде, внутри каждой группы выявлено его увеличение от 2 до 3 мм, при этом данное изменение не привело к ухудшению функции аортального клапана. Однако для ответа на данный вопрос требуется дальнейшее регулярное динамическое наблюдение.

Самая оптимальная глубина коаптации в отдалённом периоде остаётся в I группе – 8,0 мм. При сравнении данного параметра до операции, после операции и в отдалённом периоде, статистически значимые различия не выявлены ($p=0,623$). Отмечается уменьшение глубины коаптации в III группе в отдалённом периоде по сравнению со значением непосредственно после операции, однако данные различия также статистически незначимы ($p_3=0,386$).

Длина коаптации статистически значимо не различалась после операции и в отдалённом периоде по группам $p_1=0,353$; $p_2=0,060$ и $p_3=453$.

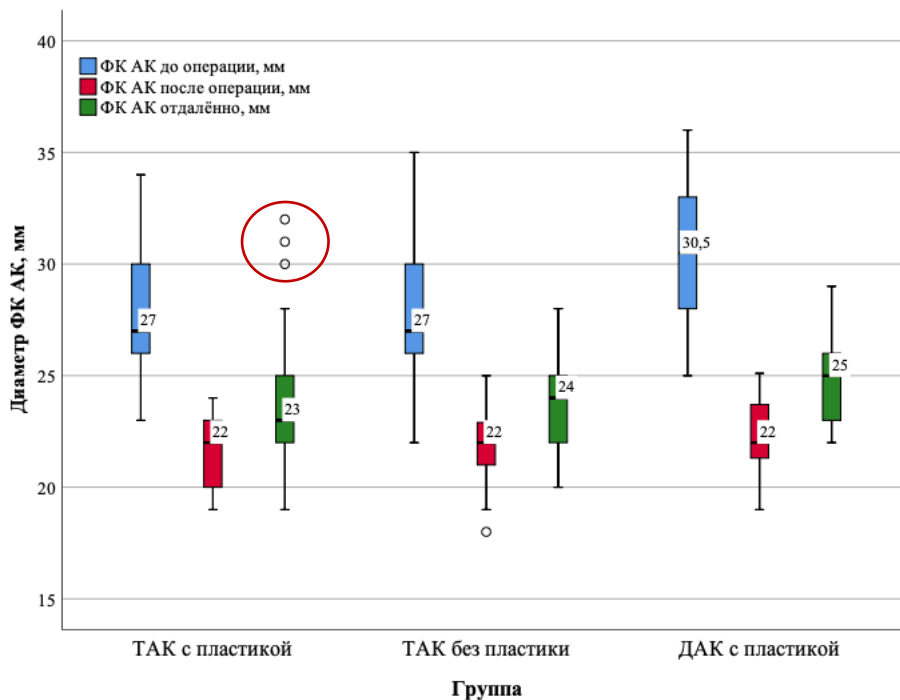


Рисунок 4.16. Оценка динамики диаметра фиброзного кольца аортального клапана по группам

Данные представлены количественно (мм)

Примечание к рисунку 4.16. Выбросы на данной ящичной диаграмме (красный круг) в группе ТАК с пластикой в отдалённом послеоперационном периоде в 2 случаях наблюдались у пациентов с наличием синдрома Марфана.

4.3. Реоперации

За весь период наблюдений нами реоперировано 3 пациента после операции David:

1. Пациент Т., 27 лет. Диагноз: Синдром Марфана. Аортальная недостаточность 3 степени. Анамнез: с 1995г. Наблюдался у кардиолога по поводу расширения корня аорты до 4,4см на уровне синусов Вальсальвы с АН 1 ст. По данным ЭХО от декабря 2016г.: увеличение левых отделов сердца КДР/КСР - 6,5/3,2см, диаметр аорты на уровне синусов Вальсальвы - 5,8 см, синотубулярное соединение - 5,6 см, ВоА - 5 см, аортальная недостаточность 3 ст. ФВ 57%, СВ – 5,3 см.

12.04.2017 пациенту в РНЦХ выполнена операция протезирование восходящего отдела аорты с реимплантацией собственного аортального клапана в сосудистый протез аорты B-Braun Uni-Graft Sinus 28 мм по методике David, пластика правой и левой коронарных створок из J-образной министернотомии. Гладкое течение послеоперационного периода. При выписке гемодинамические параметры и функция протеза восходящего отдела аорты, и функция аортального клапана после пластики удовлетворительная. Аортальная недостаточность 1 степени. В дальнейшем пациент чувствовал себя удовлетворительно, динамически наблюдался.

По данным ЭХО-КГ от 04.21 г. – ЛЖ КДО 168 мл, КСО 73 мл, ФИ- 57%, глобальная систолическая функция не нарушена, аортальная недостаточность 2 степени. Консультирован: учитывая данные 2021 года за наличие аортальной недостаточности 2 степени с некоторым увеличением объемов левого желудочка до 5,9 см, рекомендовано выполнение повторного ЭХО-КГ. При динамическом ЭХО-КГ в августе 2022 года отмечена отрицательная динамика в виде нарастания степени аортальной недостаточности до 3-й степени с дилатацией левого желудочка с увеличением КДР до 6,8 см. Поступил для хирургического лечения.

Таблица 4.7. Данные интраоперационной чреспищеводной эхокардиографии в динамике

КДР, см	КСР, см	КДО, мл	КСО, мл	ФВ, %	Протез СВ, мм	Протез ВоА, мм	АН, степень	Ср. гр на АК, мм рт.ст.
6,7	4,1	256	150	43	30	28	3	5,2

Данные представлены количественно и процентном соотношении (%)

Таблица 4.8. Параметры корня аорты в динамике

Показатель	До операции David	После операции David	Перед протезированием АК
ФК АК	33	22	32
Глубина коаптации, мм	6	4	-5
Длина коаптации, мм	6,2	7,2	4,6
НКС-ПКС, мм	33	22	27
ПКС-ЛКС, мм	33,5	23	25
ЛКС-НКС, мм	32	22	25
Ао-НКС, мм	12	6,3	5,4
Ао-ПКС, мм	11,7	5	6
Ао-ЛКС, мм	11,3	4	6,2
Высота ПКС, мм	16	15,5	13
Высота НКС, мм	16,1	15	12

Данные представлены количественно

Пациенту выполнена повторная операция: протезирование аортального клапана механическим протезом SJM Regent Mechanical Heart Valve 23 mm в условиях

искусственного кровообращения и умеренной гипотермии 32 °С из J-образной минирестернотомии по 3-му межреберью. В процессе ревизии аортального клапана отмечено удовлетворительное состояние самих створок, отсутствие надрывов в области мест пликаций, а также в области комиссур, вследствие чего, можно сделать вывод о том, что дилатация фиброзного кольца аортального клапана в послеоперационном периоде явилась причиной возникновения повторной аортальной недостаточности.

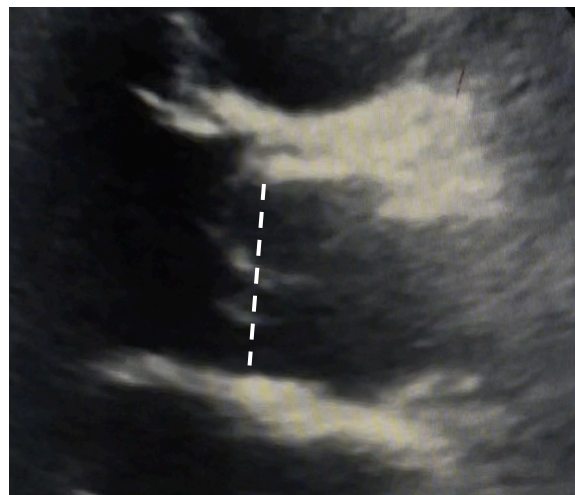
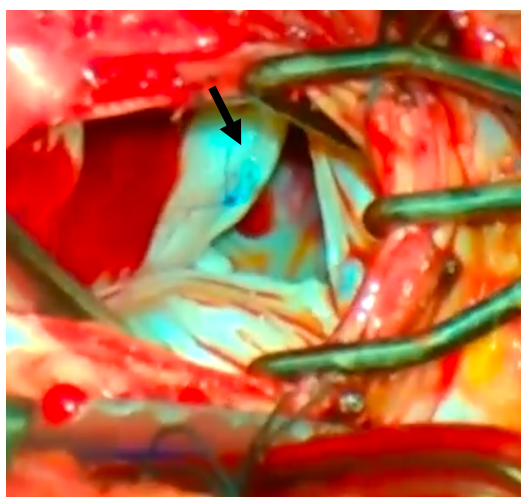


Рисунок 4.17. Плицированная левая коронарная створка в области узелка Аранци и пролапс створок аортального клапана

Примечание к рисунку 4.17. Пунктирной линией обозначен уровень фиброзного кольца аортального клапана.

По данным гистологического анализа: эндокард заслонок аортального клапана местами утолщен. Эластическая базальная мембрана встречается в виде тонких фрагментов. Субэндокардиальная ткань гиалинизирована. Ткань заслонок разволокнена. Имеются очаги и поля скопления соединительнотканного матрикса, в некоторых из которых нет коллагеновых волокон, крайне мало эластических волокон, в других мелко фрагментированные коллагеновые волокна и хаотично расположенные эластические волокна. Клеточной инфильтрации нет.

Рассуждая о причинах возникновения повторной аортальной недостаточности у данного пациента, можно предположить, что недостаточно глубокое расположение протеза корня аорты, вследствие недостаточно глубокого его выделения, а также

наличия у данного пациента синдрома Марфана, явились возможными предикторами дилатации фиброзного кольца аортального клапана и, как следствие, возникновения повторной аортальной недостаточности.

2. Пациентка Я., 64 года. Диагноз: Основное заболевание: Аортальная недостаточность 3 степени. Митральная недостаточность 2-3 степени. Состояние после протезирования восходящего отдела и реимплантации аортального клапана в протез аорты по методике David протезом "Vascutek Gelweave" 26 мм, центральной пликацией правой коронарной створки, обшивания правой половины свободного края некоронарной створки, аннулопластики митрального клапана опорным кольцом МедИнж АМ-16 32 мм. Хроническая сердечная недостаточность 2А стадии, 2 ФК по NYHA. Фоновое заболевание: Гипертоническая болезнь 3 стадии. Послеоперационный период протекал без осложнений. По данным контрольного ЭХОКГ от 18.12.20 - аортальная недостаточность 1 степени, PGr 16,7 / 9,1 мм Hg - гемодинамические параметры на аортальном клапане удовлетворительные. В дальнейшем сохранялись жалобы на одышку и загрудинную боль вне зависимости от физической нагрузки, регулярно проходила медицинские осмотры. По данным ЭХОКГ в динамике через два года выявлена отрицательная динамика - аортальная недостаточность 3 степени PGr 19/10 мм/Hg, митральная недостаточность 2-3 степени, КДО 117 мл, КСО 47 мл, ФВ 60%, ПЖ 2,8 см, ЛП 65 мл, ПП 41 мл, по поводу чего пациентке 20.03.2023г. выполнена повторная операция: протезирование аортального клапана механическим протезом SJM Masters 19 мм, протезирование митрального клапана механическим протезом SJM Masters 29 мм в условиях искусственного кровообращения. По данным ЧПЭХОКГ отмечается рестрикция левой коронарной створки, пролапс некоронарной створки.

Таблица 4.9. Данные интраоперационной эхокардиографии

КДР, см	КСР, см	КДО, мл	КСО, мл	ФВ, %	СВ, мм	ВоА, мм	АН, степень	Ср. гр на АК, мм рт.ст.
6,0	2,5	200	75	60	31	25	3	4,5

Данные представлены количественно и процентном соотношении (%)

Таблица 4.10. Геометрические параметры корня аорты

ФК АК, мм	Глубина коаптации, мм	Длина коаптации, мм	Длина ПКС, мм	Длина НКС, мм
21	5	6	18	18

Данные представлены количественно

Стоит отметить, что после операции David глубина и длина коаптации створок составляли 8 мм и 9 мм соответственно, диаметр фиброзного кольца аортального клапана составил 20 мм.

При ревизии створок аортального клапана визуализируются: плицированная правая коронарная створка, зона пликации состоятельна, без надрывов свободного края; состоятельная левая коронарная створка. В области некоронарной створки, вдоль свободного края в направлении комиссуры между некоронарной и правой коронарной створками визуализируется надорванная ткань – область расположения двойного непрерывного шва, в результате избыточной длины свободного края, данная створка находится в пролапсе – рис-29. Выполнено иссечение створок и в аортальную позицию имплантирован механический протез SJM Masters 19 мм. В митральную позицию - механическим протезом SJM Masters 29 мм. Послеоперационный период протекал гладко, пациентка выписана на 7-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии.

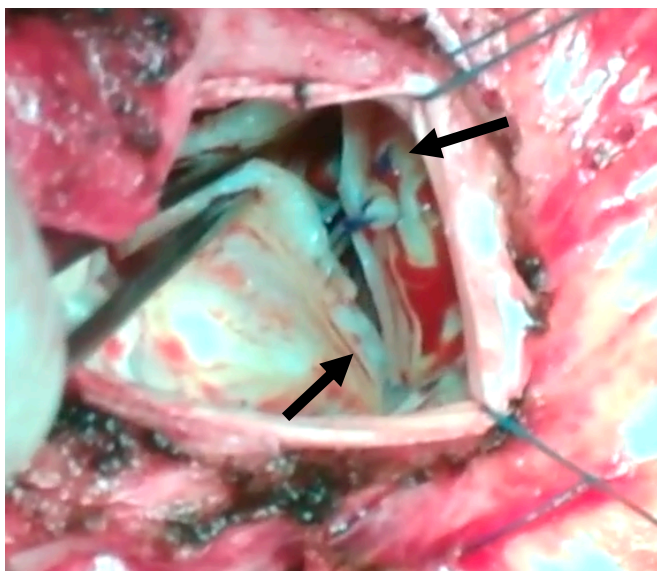


Рисунок 4.18. Интраоперационная картина состояния створок аортального клапана.

Примечание к рисунку 4.18. Стрелками указана плицированная правая коронарная створка, а также зона надрыва половины свободного края некоронарной створки в месте обшивания.

Исходя из раннего прогрессирования выраженной аортальной недостаточности, мы можем сделать вывод о том, что в случае наличия крупных фенестраций в области комиссур аортального клапана, а также надрывов свободного края створки, обшивание свободного края створки двойным непрерывным швом не даёт стабильного результата в послеоперационном периоде.

3. Пациент Е., 33 года.

Анамнез: в течение жизни жалоб не предъявлял.

15.04.2022г. выполнена операция «Протезирования корня и восходящего отдела аорты с имплантацией собственного двустворчатого аортального клапана в синтетический протез Polythese IC 30 mm по методике David I с центральной пликацией общей коронарной и некоронарной створки из J-образной министернотомии в 4-ом межреберье». Ближайший послеоперационный период протекал без осложнений. Выписан в удовлетворительном состоянии на 7-е сутки после операции.

20 мая 2022 года отметил появление болезненного образования в области послеоперационного рубца в правой паховой области, повышение температуры тела до 39,5 градусов. Выполнена операция «Вскрытие и дренирование абсцесса

послеоперационного рубца правой паховой области» от 18.05.2022. На фоне лечения - положительная динамика – регрессирование лихорадки, уменьшение выраженности воспалительных явлений крови, улучшение состояния послеоперационной раны. Пациент был выписан.

С начала июня 2022 года стал отмечать повышение температуры тела до 38,7 градусов, лечился консервативно.

После выписки проходил динамический ЭХО-КГ контроль: от 05.07.2022 – ЛЖ КДР 6,2 см, КСР 4,6 см, КДО 211 мл, КСО 97 мл, ФВ 54%, локальная сократимость не нарушена. ЛП 55 мл. АН 2-3 ст.; от 27.07.2022 – ЛЖ КДР 6,4 см, КСР 4,8 см, КДО 220 мл, КСО 98 мл, ФВ 55%, ЛП 67 мл, АН 3 ст.

05.10.2022 в холодную фазу ИЭ выполнено: протезирование аортального клапана механическим протезом SJM Regent Mechanical Heart Valve 21 mm в условиях искусственного кровообращения.

Таблица 4.11. Данные интраоперационной эхокардиографии

КДР, см	КСР, см	КДО, мл	КСО, мл	ФВ, %	СВ, мм	ВоА, мм	АН, степень	Ср. гр на АК, мм рт.ст.
6,6	4,8	234	112	52	30	30	3	6,5

Данные представлены количественно и процентном соотношении (%)

Таблица 4.12. Геометрические параметры корня аорты

ФК АК, мм	Глубина коаптации, мм	Длина коаптации, мм	Длина ОКС, мм	Длина НКС, мм
24	-7	0	15	15

Данные представлены количественно

Вегетации на аортальном клапане по данным эхокардиографии отсутствовали. Стоит отметить, что после операции глубина и длина коаптации створок составляли 8 мм и 9 мм соответственно.

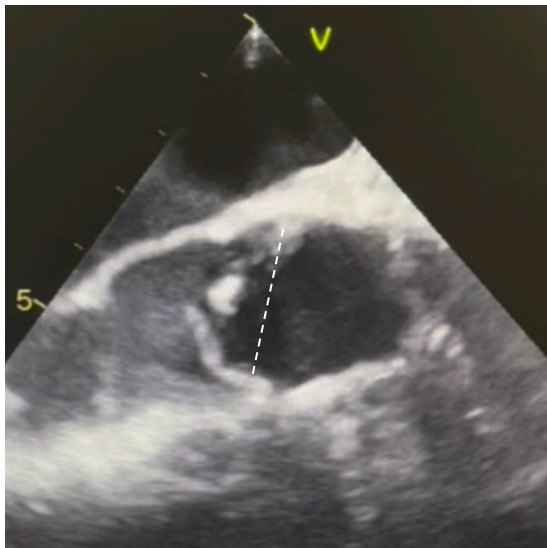


Рисунок 4.19. Проплапс створок аортального клапана после перенесённого эндокардита.

Примечание к рисунку 4.19. Пунктирной линией обозначен уровень фиброзного кольца аортального клапана.

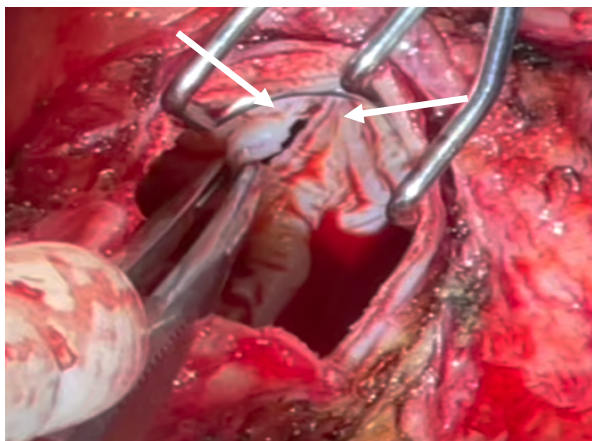


Рисунок 4.20. Надрывы общей коронарной и некоронарной створок (указаны стрелками) в области узелков Аранци

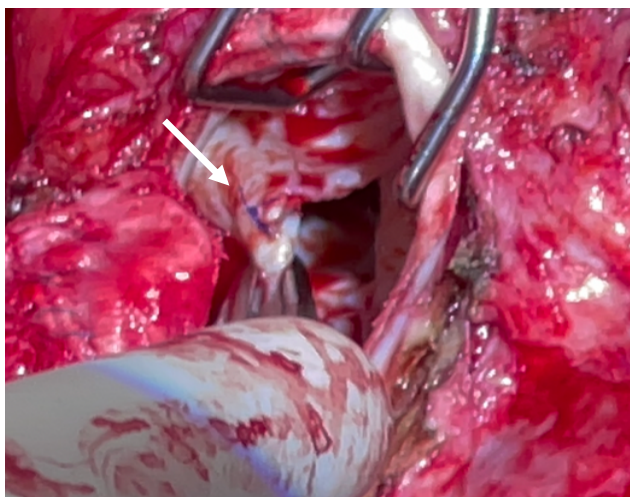


Рисунок 4.21. Плицированная общая коронарная створка

Интраоперационно обнаружены надрывы обеих створок в области мест пликаций, образовавшиеся вследствие манифестации инфекционного процесса. Ближайший послеоперационный период протекал без осложнений. Продолжена антибиотикотерапия. На 7 сутки пациент выписан под наблюдение по месту жительства в удовлетворительном состоянии.

4.4. Предикторы повторной аортальной недостаточности

В нашем исследовании проводился поиск предикторов прогрессирования повторной аортальной недостаточности. Прогрессированием мы считаем увеличение аортальной недостаточности >1 степени в отдалённом послеоперационном периоде по сравнению с исходно 0 или 1 степенью.

Нами проведён анализ данных ЭХОКГ 12(7,7%) пациентов после операции David, у которых в послеоперационном периоде было прогрессирование аортальной недостаточности. В таблице 4.13 показаны пациенты с возвратом повторной аортальной недостаточности.

Таблица 4.13. Характеристика пациентов с повторной аортальной недостаточностью

№	ДСТ	АК	Возраст	АН до	ФК АК до	Пластика	ФК АК после	АН отд.	ФК АК отд.	сD	сН	Возможная причина АН	Период наблюдения до повторной АН, лет
1	-	ТАК	60	2	34	Шейвинг+пликация ПКС	23	2	31	11	5		5
2	СМ	ТАК	27	4	33	Пликация ПКС+ЛКС	22	3	32	-5	4,6	Пролапс	5
3	ДСТ	ТАК	48	4	27	-	22	2	25	6	4	Увеличение диаметра ФК	4
4	-	ТАК	71	3	27	-	24	2	27	9	7	Увеличение диаметра ФК	4
5	СМ	ТАК	26	2	33	Пликация ПКС	23	2					2
6	-	ТАК	64	4	26	Пликация ПКС+ресуспензия НКС	19	3	21	5	7	Отрыв НКС	2
7	-	ТАК	66	4	28	Пликация ПКС+НКС	22	2	24	4	10	-	2
8	-	ДАК	43	3	28	Шейвинг + пликация ОКС	24	2	25	-7	6	Пролапс	2
9	СЭД	ТАК	55	4	25	Пликация НКС	22	1-2	24			Увеличение диаметра ФК	9
10	-	ТАК	59	4	26	Пликация ПКС	23	1-2	24				5
11	-	ДАК	51	3	36	Пликация обеих створок, паракомиссуральная пликация	25	1-2	28	1	7		0,5
12	-	ДАК	46	2	33	Пликация ЛКС и ПКС	20	2	24	-10	9	Пролапс	0,5

Примечание к таблице 4.13. АК – аортальный клапана, ДСТ – дисплазия соединительной ткани, сD - глубина коаптации, сН - длина коаптации. Данные представлены количественно

Стоит отметить, что у 1/3(33,3%) пациентов присутствует дисплазия соединительной ткани: синдром Марфана, синдром Элерса-Данло или неуточнённая форма дисплазии соединительной ткани. У 3(25%) диагностирован двустворчатый аортальный клапан.

При поиске предикторов по наличию дисплазии соединительной ткани, синдрома Марфана, синдрома Элерса-Данло, синдрома Лойеса-Дитца (таблица 4.14), нами не было получено статистически значимых различий между группами.

Таблица 4.14. Результаты регрессионного анализа Кокса для оценки этиологических факторов риска возврата повторной аортальной недостаточности

Группа	ОШ	ДИ 95%	P-value
Все пациенты	1,40	0,41; 4,28	0,570*
ТАК с пластикой	1,45	0,18; 8,69	0,693*
ТАК без пластики	1,08	0,14; 6,88	0,932*
ДАК с пластикой	13,5	0,43; 456	0,102*

Данные представлены количественно

Независимо от группы, диаметр ФК АК до операции статистически значимо ассоциирован с увеличением риска прогрессирования повторной аортальной недостаточности [95% ДИ: 1,12; 1,61] ($p = 0,002$, рисунок 4.15).

При внутригрупповом анализе выявлена тенденция между диаметром ФК АК до операции и риском возврата повторной АН среди пациентов в группе ДАК с пластикой створок ($HR = 2,0$ [95% ДИ: 0,99; 4,18], $p = 0,054$, рисунок 4.16), статистически значимой связи ФК АК до операции и риска исхода среди пациентов в группе ТАК без пластики ($HR = 1,07$ [95% ДИ: 0,57; 2,02], $p = 0,830$) и ТАК с пластикой створок ($HR = 1,18$ [95% ДИ: 0,95; 1,46], $p = 0,136$) выявлено не было.

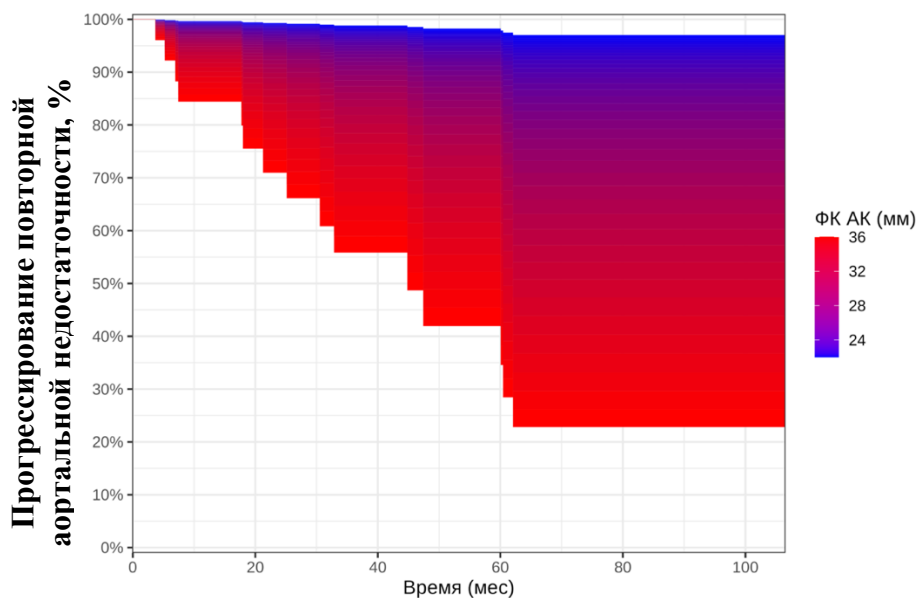


Рисунок 4.22. Прогрессирование повторной аортальной недостаточности в зависимости от диаметра ФК АК до операции

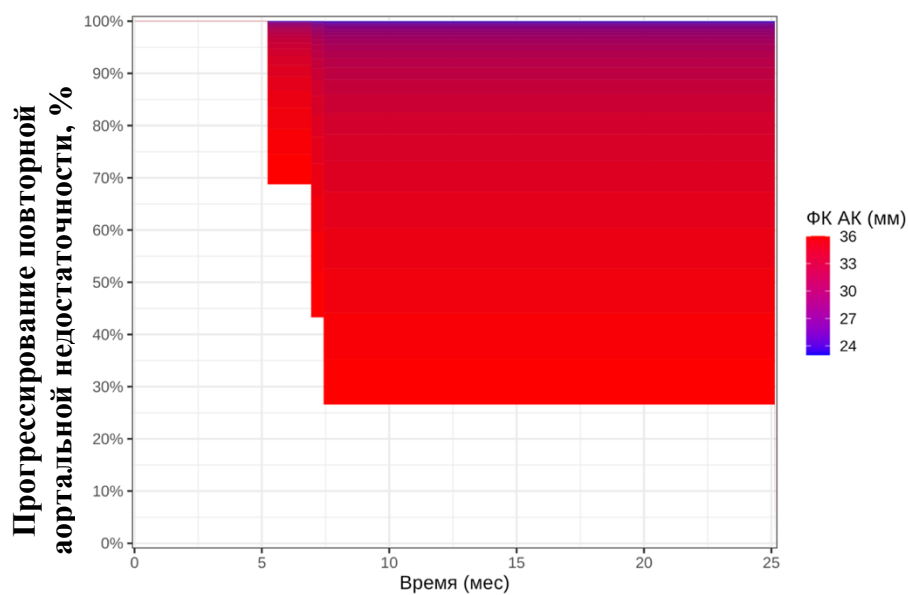


Рисунок 4.23. Прогрессирование повторной АН в зависимости от диаметра ФК АК до операции в III группе

Таблица 4.15. Результаты регрессионного анализа Кокса для оценки эхокардиографических факторов риска возврата повторной аортальной недостаточности

Предиктор	Все пациенты		ТАК с пластикой		ТАК без пластики		ДАК с пластикой	
	HR	P-value	HR	P-value	HR	P-value	HR	P-value
ФК АК до, мм	1,32 [1,13; 1,55]	0,006 *	1,16 [0,94; 1,43]	0,172 *	1,07 [0,68; 1,69]	0,756 *	2,10 [1,12; 3,94]	0,020 *
Δ ФК АК	1,14 [0,92; 1,42]	0,224 *	1,11 [0,87; 1,43]	0,394 *	1,11 [0,66; 1,85]	0,700 *	1,06 [0,67; 1,68]	0,804 *
ФК-протез аорты несоответствие	9,33[2,03;4 2,8]	0,004 *	0,049[0,003;1 1356]	0,935 *	3,77[0,43 ;33,2]	0,232 *	14,0[0,87; 223,8]	0,062 *
Глубина коаптации до, мм	0,87 [0,72; 1,06]	0,171 *	1,03 [0,64; 1,66]	0,907 *	2,19 [0,96; 5,03]	0,064 *	0,83 [0,94; 1,31]	0,096 *
Δ Глубины коаптации	0,84 [0,74; 0,95]	0,006 2*	0,94 [0,72; 1,22]	0,628 *	0,81[0,17 ; 3,89]	0,794 *	1,11 [0,77; 1,07]	0,237 *
Низкая глубина коаптации от -1 до 2 мм	4,30 [1,14; 16,2]	0,031 *	0,046 [0,0035; 199956]	0,785 *	4,55 [0,41; 50,6]	0,218 *	5,80 [0,479; 68,3]	0,163 *
Средняя глубина коаптации от 2 до 4 мм	1,86 [0,40; 8,52]	0,427 *	0,44 [0,002; 588]	0,744 *	4,05 [0,73; 22,55]	0,11*	0,41 [0,002; 1941]	0,683 *
Высокая глубина коаптации ≥5 мм	1,40 [0,49; 4,36]	0,562 *	3,86 [0,35; 42,6]	0,271 *	0,75 [0,14; 4,09]	0,743 *	1,65 [0,15; 18,2]	0,682 *

*Данные представлены количественно; * - расчёт регрессионного анализа Кокса*

Нами не было выявлено статистически значимой связи между изменением диаметра ФК АК в отдаленном периоде по сравнению со значением сразу после операции независимо от группы (HR = 1,14 [95% ДИ: 0,92; 1,42], p = 0,224), при внутригрупповом анализе также не было установлено статистически значимой ассоциации среди пациентов в группе ДАК с пластикой створок (1,11 [95% ДИ: 0,66; 1,85], p = 0,700), ТАК без пластики (HR = 1,11 [95% ДИ: 0,87; 1,43], p = 0,3942) и ТАК с пластикой створок (HR = 1,06 [95% ДИ: 0,67; 1,68], p = 0,8044).

При анализе влияния несоответствия диаметра фиброзного кольца и диаметра протеза на прогрессирование аортальной недостаточности среди всех пациентов, выявлена статистическая значимость (HR = 9,3 [95% ДИ: 2,03; 42,8], $p = 0,004$).

Статистически значимой ассоциации между глубиной коаптации до операции и риска прогрессирования АН выявлено не было (HR = 0,87 [95% ДИ: 0,72; 1,06], $p = 0,1708$). При внутригрупповом анализе была выявлена тенденция к наличию ассоциации между глубиной коаптации до операции с риском прогрессирования АН в группах пациентов в группе ТАК без пластики (HR = 2,19 [95% ДИ: 0,96; 5,03], $p = 0,0636$) и ДАК с пластикой створок (HR = 0,83 [95% ДИ: 0,67; 1,03], $p = 0,0956$), среди пациентов в группе ТАК с пластикой створок статистически значимой связи выявлено не было (HR = 1,03 [95% ДИ: 0,64; 1,66], $p = 0,9074$).

Изменение глубины коаптации в отдаленном периоде по сравнению со значениями после операции на каждый миллиметр было статистически значимо ассоциировано с повышением риска прогрессирования АН (HR = 1,17 [95% ДИ: 1,03; 1,32], $p = 0,013$) (рисунок 4.18). При внутригрупповом анализе не было выявлено статистически значимой ассоциации изменения глубины коаптации и риска прогрессирования АН среди пациентов в группе ДАК с пластикой створок (HR = 1,11 [95% ДИ: 0,94; 1,31], $p = 0,237$), ТАК без пластики (HR = 0,81 [95% ДИ: 0,17; 3,89], $p = 0,794$) и ТАК с пластикой створок (HR = 1,09 [95% ДИ: 0,83; 1,41], $p = 0,528$).

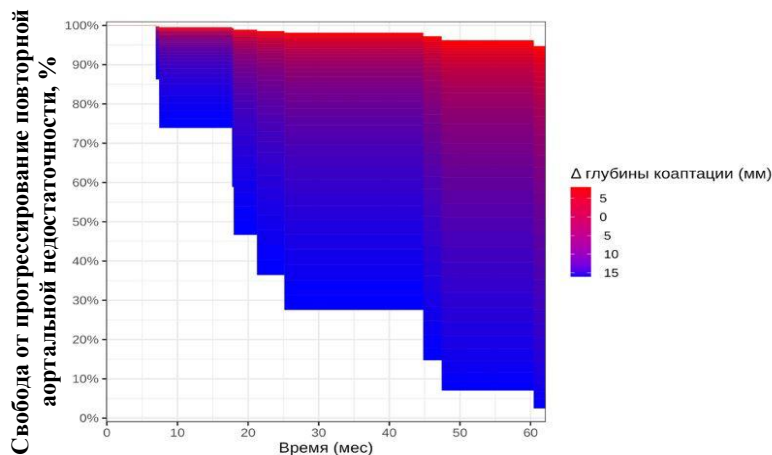


Рисунок 4.24. Прогрессирование повторной АН в зависимости от изменения глубины коаптации в отдаленном периоде по сравнению со значениями после операции

При разделении глубины коаптации после операции на низкую – от -1 до 2 мм, среднюю – 2-4 мм и высокую ≥ 5 мм, нами выявлено, что низкая глубина коаптации от -1 до 2 мм является предиктором возврата аортальной недостаточности в отдалённом периоде среди всех пациентов (HR = 4,30 [95% ДИ: 1,14; 16,2], $p=0,031$). При внутригрупповом анализе статистически значимые различия между тремя группами отсутствуют, $p=0,785$, $p=0,218$ и $p=0,163$ соответственно. Средняя глубина – 2 - 4 мм и высокая глубина коаптации ≥ 5 мм не являются предикторами возврата послеоперационной аортальной недостаточности среди всех пациентов $p= 0,427$ и $p=0,562$ соответственно.

Таблица 4.16. Результаты регрессионного анализа Кокса для оценки хирургических факторов риска возврата повторной аортальной недостаточности

Предиктор	Все пациенты		ТАК с пластикой		ТАК без пластики		ДАК с пластикой	
	HR	P-value	HR	P-value	HR	P-value	HR	P-value
Одна створка	0,46[0,12; 1,76]	0,258	0,38 [0,68; 1,68]	0,184*	-	-	0,91[0,08; 10,35]	0,940*
Две створки	3,85 [0,98; 15,1]	0,054	8,58 [1,69; 43,54]	0,010*	-	-	1,10 [0,97; 12,48]	0,940*
Три створки	-	-	0,39 [0,000; 797]	0,522*	-	-	-	-

*Данные представлены количественно; * - расчёт регрессионного анализа Кокса*

По нашим данным, пластика одной створки не ассоциирована с возвратом повторной аортальной недостаточности в I и III группах (HR = 0,46 [95% ДИ: 0,12; 1,76], $p = 0,258$), а также в I и III группах отдельно $p=0,184$ и $p=0,940$ соответственно.

Наблюдается тенденция к повышению риска повторной аортальной недостаточности в I и III группах при выполнении пластики двух створок - $p=0,054$. При внутригрупповом анализе, пластика двух створок в I группе является фактором

повторной аортальной недостаточности (HR = 8,58 [95% ДИ: 1,69; 43,54], p = 0,010). Однако пластика двух створок в группе ДАК с пластикой статистически значимо не приводит к прогрессированию аортальной недостаточности (HR = 1,1 [95% ДИ: 1,05; 26,05], p = 0,940).

Нами выявлено, что пластика трёх створок в I группе не ассоциирована с повышением риска повторной аортальной недостаточности (p = 0,522).

При исследовании влияния исходного диаметра фиброзного кольца аортального клапана, а также размера протеза на частоту выполнения центральной пликационной, нами не было получено статистически значимых различий между группами.

Наблюдалась тенденция наличия влияния несоответствия диаметра ФК и диаметра протеза на выполнение центральной пликационной в III группе - p=0,084. Что говорит о необходимости частого выполнения пликационной пластики при наличии несоответствия диаметров.

Также выявлена тенденция наличия влияния размера протеза аорты на выполнение центральной пликационной в I группе - p=0,088.

Таблица 4.17. Результаты регрессионного анализа Кокса для оценки влияния факторов на выполнение центральной пликационной

Предиктор	I и III группы		ТАК с пластикой		ДАК с пластикой	
	HR	P-value	HR	P-value	HR	P-value
ФК АК до, мм	1,05[0,98: 1,12]	0,189*	1,02 [0,93; 1,11]	0,754*	1,08 [0,95; 1,23]	0,261*
ФК-протез аорты несоответствие	1,51[0,47: 4,85]	0,488*	0,83[0,11;6,10]	0,852*	4,00 [0,83; 19,24]	0,084*
Размер протеза аорты, мм	0,93[0,82: 1,06]	0,260*	0,87 [0,74; 1,02]	0,088*	1,06 [0,81; 1,39]	0,664*

*Данные представлены количественно; * - расчёт регрессионного анализа Кокса*

Проводился сравнительный анализ влияния размера протеза на выполнение центральной пликационной в I и III группах. При этом выделены 3 часто используемых размера протеза аорты: 28, 30 и 32 мм (таблица 4.18).

Таблица 4.18. Результаты регрессионного анализа Кокса для оценки влияния размера протеза аорты на выполнение центральной пликацией

Размер протеза, мм	ТАК с пластикой	ДАК с пластикой	P-value
28	11(27,5%)	6(20,7%)	0,581*
30	16(47,1%)	16(57,1%)	0,456*
32	7(20,6%)	6(21,4%)	1,000*

*Данные представлены количественно; * - расчёт регрессионного анализа Кокса*

При выполнении регрессионного анализа нами не были получены статистически значимое влияние выбора размера протеза на выполнение центральной пликацией ни по одному из выбранных размеров протеза аорты в обеих группах.

Заключение

С момента появления и по настоящее время интерес к выполнению клапансберегающих операций неуклонно растёт и в наши дни хирургия аортального клапана в руках опытного кардиохирурга носит клапансохраняющий характер [41]. Это связано с тем, что данные вмешательства имеют стабильный результат в отдалённом послеоперационном периоде, а также явные преимущества над клапануносящими методиками и, в конечном итоге, повышают качество жизни пациента [27; 36; 41; 48; 88].

Со временем показания к выполнению вмешательства расширились и на сегодняшний день операция David выполняется при сочетании аневризмы корня аорты и аортальной недостаточности, расслоении аорты, двустворчатом аортальном клапане, при наличии синдрома Марфана, а также после операции Ross, в случае дилатации лёгочного аутографта [15; 17; 18; 50; 75; 80; 106].

Тем не менее, несмотря вышеперечисленные плюсы, данные вмешательства технически представляет собой сложную задачу, особенно при необходимости выполнения пластики створок аортального клапана [28]. При незначительных дегенеративных изменениях створки – наличии фиброза свободного края, мелкого кальцината в области комиссуры, а также пролапса створки, дополнительные вмешательства на створке обеспечивают восстановление оптимальной геометрии

створки – адекватной величины глубины и длины коаптации створки, что в свою очередь способствует снижению степени послеоперационной аортальной недостаточности и восстановлению функции клапана.

Одной из ключевых задач нашего исследования явилось определение предикторов неблагоприятного исхода – появления повторной аортальной недостаточности у пациентов после операции David. При этом, существует несколько исследований, посвященных данной тематике. В исследовании Matsushima S. и соавторов, при исследовании геометрических показателей корня аорты, авторы отражают значимость показателя – эффективная высота коаптации (effective height) [84].

В нашем исследовании мы подчёркиваем важность такого параметра, как глубина коаптации, показывающего на сколько миллиметров зона коаптации створок располагается над фиброзным кольцом аортального клапана. Показатель эффективная высота коаптации – есть сумма глубины коаптации и высоты или длины коаптации створок. При этом мы можем наблюдать две разные картины после операции, когда по данным ЧПЭХОКГ эффективная высота в обоих случаях составляет 9 мм. В первом случае глубина коаптации может составлять 4 мм, а длина коаптации - 5 мм. Во втором случае – глубина коаптации может составлять 1 мм и 8 мм – длина коаптации. Уровень коаптации створок располагается во втором случае фактически на уровне фиброзного кольца аортального клапана, что может рассматриваться в качестве предиктора к развитию повторной аортальной недостаточности в послеоперационном периоде [99].

Дооперационный диаметр фиброзного кольца аортального клапана в нашем исследовании явился значимым предиктором повторной аортальной недостаточности в послеоперационном периоде среди всех пациентов, что отражает схожие результаты с другими авторами. В исследовании Matsushima S. и соавторов диаметр фиброзного кольца явился значимым предиктором повторной аортальной недостаточности, при этом данный предиктор является независимым от техники операции – ремоделирование или реимплантация аортального клапана. Авторы считают, что в большинстве случаев увеличенный размер фиброзного

кольца ассоциирован с увеличенным размером корня аорты. Возможно, одним из объяснений данного факта является то, что хирургическая коррекция диаметра фиброзного кольца аортального клапана приводила к частому возникновению пролапса створок и как следствие к более частому выполнению пластики створок [84].

В исследовании Hanke T и соавторов, синдром Марфана, вмешательства на створках, предоперационный размер фиброзного кольца аортального клапана ассоциированы с послеоперационной аортальной недостаточностью при исследовании 191 пациента [60].

Однако сам автор методики считает, что тщательный отбор пациентов для операции (ремоделирование или реимплантация аортального клапана), успешное восстановление оптимальной геометрии створок возможно способно исключить предоперационный размер фиброзного кольца аортального клапана в качестве предиктора послеоперационной аортальной недостаточности [54].

В другом исследовании, предоперационный диаметр фиброзного кольца аортального клапана более 25 мм, необходимость пластики створок, мужской пол явились предикторами реоперации [38].

В исследовании Tamer S. и соавторов, результаты которого схожи с полученными нами, при поиске предикторов повторной аортальной недостаточности >2 степени, авторы указывают на наличие предоперационной аортальной недостаточности >2 степени (HR: 3.7; P= 0.026, высокий класс ХСН по NYHA (HR: 2.1; P= 0.026), а также предоперационный конечно-диастолический размер левого желудочка (HR: 1.057;P= 0.013). При этом предикторами аортальной недостаточности >1 степени явились сочетание аневризмы корня аорты, аортальной недостаточности и расслоения аорты (HR 1.6;P= 0.012); высокий класс ХСН по NYHA (HR: 1.6; P= 0.023), ранее перенесённая операция на сердце (HR: 2.3; P=0.011), предоперационный конечно-диастолический размер левого желудочка (HR:1.04;P= 0.033), количество вмешательств на створках (HR: 1.45; P=0.005) и предоперационная аортальная недостаточность >2 степени [115].

На наш взгляд выраженная аннулоаортальная эктазия, а также «mismatch» - разница между фиброзным кольцом и протезом аорты ≥ 4 мм, являются предрасполагающими факторами к прогрессированию послеоперационной аортальной недостаточности, так как после хирургической коррекции длина свободного края створки будет находиться в большом избытке, что потребует пликации, скорее всего, нескольких створок, то есть к множественной пликации створок, что в свою очередь может привести к раннему возникновению неблагоприятного исхода.

В исследовании Martens A. и соавторы выявили остаточный пролапс, mismatch, пластику створок в качестве предикторов отдалённой летальности у пациентов с синдромом Марфана после операции David [83].

В нашем опыте наличие синдрома дисплазии соединительной ткани – синдрома Марфана, Лойеса-Дитца, Элерса-Данло, а также наличие недифференцированной формы дисплазии соединительной ткани среди всех пациентов не явилось предиктором развития повторной аортальной недостаточности ≥ 2 степени – ОШ = 1,40 [95% ДИ: 0,41; 4,28], $p = 0,5698$, однако, у некоторых пациентов, послужило возможной причиной дилатации фиброзного кольца в послеоперационном периоде. При этом автор методики не считает, что наличие синдрома Марфана является предиктором развития повторной аортальной недостаточности [53].

При этом, по мнению Preventza O. и Coselli J. пациентам с наличием ДСТ, тяжёлой аортальной недостаточностью, выраженной аневризмой корня аорты и удлинёнными створками предпочтительнее отказаться от выполнения клапансберегающего вмешательства в пользу протезирования аортального клапана. Несмотря на стабильную функцию аортального клапана в ближайшем послеоперационном периоде, данные факторы, по мнению авторов, могут привести к аортальной недостаточности в отдалённом послеоперационном периоде [102].

В крупном исследовании Beckmann E. и соавторов выполнено более 700 операций в период с 1993 по 2019 гг., 25-летняя свобода от реоперации составила 85% среди всех пациентов. Значимыми факторами аортальной недостаточности ≥ 2 степени

явились возраст ($p=0.016$), гиперлипидемия ($p=0.010$), предоперационная фракция выброса левого желудочка ($p=0.041$), послеоперационная аортальная недостаточность ($p\leq 0.001$). При этом, предоперационный уровень фракции выброса, а также послеоперационная степень аортальной недостаточности явились независимыми факторами риска повторной аортальной недостаточности [30].

De Kerchove и соавторы также получили схожие результаты в своём исследовании, подчёркивая важность стабильной функции аортального клапана непосредственно после операции [68].

Среди факторов риска повторной аортальной недостаточности в отдалённом послеоперационном периоде Polain de Waroux и соавторы выявили 2 важных критерия: пролапс створок, а также длину коаптации створок >4 мм. Кроме того, предоперационная аортальная недостаточность ≥ 2 степени, эксцентрический поток аортальной регургитации, зона коаптации створок ниже уровня фиброзного кольца, также являются факторами риска выраженной аортальной недостаточности в отдалённом послеоперационном периоде [101].

В нашем опыте значимых предикторов развития повторной аортальной недостаточности в группе ДАК с пластикой нами не выявлено. Данный факт, возможно, связан с малым объёмом выборки. Стоит отметить, что необходимо дальнейшее исследование с привлечением большего количества пациентов. При этом, данная группа отражает лучшие результаты по показателю свободы от реоперации, выживаемости, свободы от повторной аортальной недостаточности, чем первая и вторая группы.

Подводя итог исследования, мы можем утверждать, что пластика корня и восходящего отдела аорты имеет стабильный результат в ближайшем, среднеотдалённом и отдалённом послеоперационном периоде. Значимое прогрессирование повторной аортальной недостаточности степени выявлено у 7,7% пациентов. На наш взгляд, стоит обратить особое внимание на пациентов с наличием дисплазии соединительной ткани, исходно выраженной аортальной недостаточностью, аннулоаортальной эктазией, выраженной дилатацией корня аорты. Пластика створок у данных пациентов не гарантирует стабильной функции

клапана в отдалённом послеоперационном периоде, даже несмотря на устойчивую функцию клапана непосредственно после операции. У других пациентов пластика створок позволяет восстановить оптимальный уровень коаптации створок, при наличии остаточного пролапса створок после имплантации синтетического протеза и избежать протезирования клапана, выполнив операцию David.

Выводы

1. Операция David с пластикой и без пластики створок имеет стабильный результат в ближайшем, среднеотдалённом и отдалённом послеоперационных периодах. 10-летняя свобода от аортальной недостаточности ≥ 2 степени и реоперации составила 89,7% и 96,2% соответственно.
2. Центральная пликация створки и паракомиссуральная пликация в области комиссуры являются надёжными методиками вмешательств на створках, позволяющими укоротить избыточный свободный край створки и оптимизировать уровень глубины и длины коаптации створок.
3. Несмотря на увеличение диаметра фиброзного кольца аортального клапана в отдалённом периоде среди всех пациентов, во всех группах ($p < 0,001$), данная динамика не вызывает ухудшения функции клапана. Отмечается тенденция уменьшения глубины коаптации в группе ДАК с пластикой в отдалённом периоде, без статистической значимости ($p_3 = 0,386$). Длина коаптации увеличилась среди всех пациентов после операции, при сравнении со значением до операции ($p = 0,010$). По группам данный показатель статистически значимо не изменялся ($p_2 = 0,623$, $p_3 = 0,554$, $p_4 = 0,386$).
4. Пластика одной створки в группах ТАК и ДАК с пластикой не ассоциирована с прогрессированием повторной аортальной недостаточности ($p_1 = 0,184$ и $p_3 = 0,940$). Пластика двух створок является фактором прогрессирования повторной аортальной недостаточности в группе ТАК с пластикой ($p = 0,010$) и не является в группе ДАК с пластикой ($0,940$).
5. Глубина коаптации от -1 мм до 2 мм после операции среди всех пациентов, а также разница между диаметром ФК АК и диаметром протеза аорты ≥ 4 мм являются факторами прогрессирования аортальной недостаточности в отдалённом послеоперационном периоде ($p = 0,031$ и $p = 0,004$).

Практические рекомендации

1. В случае обнаружения крупных фенестраций в области комиссур аортального клапана, нарушении целостности свободного края створки АК, следует отказаться от клапансберегающего вмешательства.
2. Размер протеза следует подбирать по методике El Khoury в сочетании с формулой David-Feindel. При двустворчатом аортальном клапане отдавать предпочтение первой методике. Необходимо опасаться большого несоответствия диаметра фиброзного кольца и диаметра протеза аорты.
3. Особое внимание рекомендуется уделить глубине мобилизации корня аорты, оптимальный уровень которого считается уровнем прикрепления створок аортального клапана.
4. Следует избегать расположения зоны коаптации створок на уровне фиброзного кольца аортального клапана после операции, что зачастую связано с правильным выбором протеза аорты.
5. Фиброзно изменённый свободный край нескольких створок обязывает дальнейшее выполнение шейвинга, что, в свою очередь, приводит к множественной пликации створок, ассоциированной с ранним прогрессированием аортальной недостаточности.
6. При наличии расставленных створок в области комиссуры, паракомиссуральная пликация позволяет избежать возможного появления эксцентрической аортальной недостаточности после операции.
7. С целью экономии времени и оценки конечной картины высоты и длины коаптации при двустворчатом АК, целесообразно выполнение пластики створок и коррекции пролапса до имплантации протеза.

Список литературы

1. Барбухатти К.О. Реконструкция корня аорты у больных с аневризмой и расслоением восходящей аорты и сопутствующей недостаточностью аортального клапана / Барбухатти К.О., Болдырев С.Ю., Белаш С.А. [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2012. – С. 52-55.
2. Болдырев С. Ю. Реимплантация двустворчатого клапана аорты / С. Ю. Болдырев, Д. Р. Маньков, О. А. Россоха [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2013. – Т. 6. – № 6. – С. 105-107.
3. Болдырев С. Ю. Реимплантация двустворчатого аортального клапана с одномоментной коррекцией дивертикула артериального протока / С. Ю. Болдырев, В. Н. Сулова, В. А. Пехтерев [и др.] // Наблюдения из практики / Observations from Practice. – 2020. – Т. 179. – № 4. – С. 72-75.
4. Гордеев М.Л. Непосредственные и отдаленные результаты клапаносберегающего протезирования аорты при расслоении типа а / Гордеев М.Л., Успенский В.Е., Ким Г.И. [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2018. – С. 23-27 DOI: 10.25881/BPNMSC.2018.67.91.004.
5. Дземешкевич С. Л. Болезни аортального клапана: функция, диагностика, лечение. / С. Л. Дземешкевич, Л. У. Стивенсон, Алекси-Месхишвили В.В. – 2004.
6. Козлов Б.Н. Пятилетние результаты применения методики «замороженный хобот слона» при расслоении грудной аорты / Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Ходашинский И.А. // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2019. – С. 65-71 DOI:10.33529/ANGIO2019205.
7. Кокоев М. Б. Операция Дэвида при остром расслоении аорты I типа у пациентки с синдромом Марфана / М. Б. Кокоев, В. А. Мироненко, С. В. Рычин [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2021. – Т. 22. – С. 39.
8. Линдберг М. Р. Гистология для патологоанатомов / М. Р. Линдберг, Л. В. Лэмпе, Е. А. Под ред. Коган [и др.] // Практическая медицина. – 2018.

9. Малашенков А. И. Варианты клапансохраняющих операций при аневризме корня и восходящего отдела аорты / А. И. Малашенков, Н. И. Русанов, С. В. Рычин [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. – 2004. – Т. 5. – № 11. – С. 55.
10. Сазоненков М. А. Опыт протезирования корня и восходящей аорты по методике David T.E. Сохранение собственного трехстворчатого и двустворчатого аортального клапанов и частота пластики их створок / М. А. Сазоненков, Х. Х. Исмаев, А. М. Татаринцев [и др.] // Актуальные проблемы медицины. – 2022. – Т. 45. – № 4. – С. 374-387.
11. Скопин И. И. Реимплантация двустворчатого аортального клапана по методике David I / И. И. Скопин, Х. В. Паронян, М. С. Латышев [и др.] // Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. дечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2020. – № 3).
12. Стефанов С. А. Опыт операции Дэвида с реконструкцией кальцинированного двустворчатого аортального клапана / С. А. Стефанов, М. П. Матюгин, Ж. Б. Дандарова // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2016. – Т. 9. – № 4. – С. 91-94.
13. Успенский В. Е. Подходы к сохранению клапана аорты по методу David при аневризмах корня аорты, сочетающихся с аортальной недостаточностью / В. Е. Успенский, И. В. Сухова, М. Л. Гордеев // Артериальная гипертензия. – 2009. – Т. 15. – № 2. – С. 142-145.
14. Хван Д. С. Отдалённые результаты клапансохраняющих операций у пациентов с синдромом Марфана / Д. С. Хван, А. М. Чернявский, Д. А. Сирота [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2016. – Т. 139. – № 11. – С. 12-15.
15. Чарчян Э. Р. Выбор метода пластики аортального клапана в хирургии корня и восходящей аорты / Э. Р. Чарчян, Ю. В. Белов, А. А. Скворцов [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2016. – С. 26-34 DOI: 10.21688/1681-3472-

2016-2-26-34.

16. Чарчян Э. Р. Клапансберегающие операции при расслоении аорты А типа с аортальной недостаточностью / Э. Р. Чарчян, Ю. В. Белов, А. Б. Степаненко [и др.] // Кардиология. – 2014. – Т. 54. – № 6. – С. 91-96.
17. Чарчян Э. Р. Пластика аортального клапана при операции по методике David у пациентов с двустворчатым аортальным клапаном / Э. Р. Чарчян, Б. В. Тивелёв, Д. Г. Брешенков [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 16. – № 1. – С. 62-67.
18. Чарчян Э. Р. Повторная операция по методике David после операции Ross / Э. Р. Чарчян, Б. В. Тивелёв, Д. Г. Брешенков [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2022. – Т. 15. – № 3. – С. 310-313.
19. Чернявский А. М. Результаты применения протеза с искусственными синусами Вальсальвы у пациентов с аневризмой восходящего отдела аорты и недостаточностью аортального клапана / А. М. Чернявский, С. А. Альсов, Д. А. Сирота [и др.] // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2012. – № 3. – С. 9-14.
20. Чернявский А.М. Операция реимплантации аортального клапана с использованием протеза с искусственными синусами Вальсальвы / Чернявский А.М, Альсов С.А., Сирота Д.А. // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2012. – Т. 56. – № 1. – С. 56-60.
21. Шкет А.П. Непосредственные результаты хирургического лечения аневризм грудной аорты с реимплантацией аортального клапана по Дэвиду / Шкет А.П., Глыбовская Т.В., Крутов В.Г. [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2016. – Т. 20. – № 2. – С. 12-16.
22. Aicher D. Valve configuration determines long-term results after repair of the bicuspid aortic valve / D. Aicher, T. Kuniyama, O. Abou Issa [et al.] // Circulation. – 2011. – Vol. 123. – № 2. – P. 178-185.
23. Anderson R. H. Clinical anatomy of the aortic root / R. H. Anderson // Heart (British Cardiac Society). – 2000. – Vol. 84. – № 6. – P. 670-673.

24. Anderson R. H. The surgical anatomy of the aortic root. / R. H. Anderson // Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery: MMCTS. – 2007. – Vol. 2007. – № 102. – P. mmcts.2006.002527-mmcts.2006.002527.
25. Angelini A. The morphology of the normal aortic valve as compared with the aortic valve having two leaflets / A. Angelini, S. Y. Ho, R. H. Anderson [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 1989. – Vol. 98. – № 3. – P. 362-367.
26. Bartolomeo R. Di. Valsalva prosthesis in aortic valve-sparing operations / R. Di Bartolomeo, D. Pacini, S. Martin-Suarez [et al.] // Interactive cardiovascular and thoracic surgery. – 2006. – Vol. 5. – № 3. – P. 294-298.
27. Bata A. K. B. Valve-sparing aortic root replacement—midterm outcomes and quality of life / A. K. B. Bata, N. D'Ostrevy, B. Pereira [et al.] // Cardiovascular Diagnosis and Therapy. – 2017. – Vol. 7. – № 6. – P. 572-DOI: 10.21037/cdt.2017.08.02.
28. Bavaria J. E. Valve-sparing root reimplantation and leaflet repair in a bicuspid aortic valve: Comparison with the 3-cusp David procedure / J. E. Bavaria, N. Desai, W. Y. Szeto [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2015. – Vol. 149. – № 2. – P. S22-S28.
29. Beckmann E. Aortic Valve-Sparing Root Replacement (David I Procedure) in Adolescents: Long-Term Outcome / E. Beckmann, A. Martens, H. Krueger [et al.] // The Thoracic and Cardiovascular Surgeon. – 2019. – Vol. 69. – № 4. – P. 308-313.
30. Beckmann E. Aortic valve-sparing root replacement with Tirone E. David's reimplantation technique: single-centre 25-year experience / E. Beckmann, A. Martens, H. Krüger [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2021. – Vol. 60. – P. 642-648.
31. Beckmann E. Valve-sparing David I procedure in acute aortic type A dissection: A 20-year experience with more than 100 patients / E. Beckmann, A. Martens, J. Pertz [et al.] // European Journal of Cardio-thoracic Surgery. – 2017. – Vol. 52. – № 2. – P. 319-324 DOI:10.1093/ejcts/ezx170.
32. Bellhouse B. J. Mechanism of Closure of the Aortic Valve / B. J. Bellhouse, F. H.

Bellhouse // Nature 1968 217:5123. – 1968. – Vol. 217. – № 5123. – P. 86-87.

33. Bentall H. A technique for complete replacement of the ascending aorta / H. Bentall, A. De Bono // Thorax. – 1968. – Vol. 23. – № 4. – P. 338-339.
34. Berrebi A. Systematic echocardiographic assessment of aortic regurgitation-what should the surgeon know for aortic valve repair? / A. Berrebi, J. L. Monin, E. Lansac // Annals of Cardiothoracic Surgery. – 2019. – Vol. 8. – № 3. – P. 331-341.
35. Bierbach B. O. Aortic root and cusp configuration determine aortic valve function / B. O. Bierbach, D. Aicher, O. A. Issa [et al.] // European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery. – 2010. – Vol. 38. – № 4. – P. 400-406.
36. Birks E. J. Early and long-term results of a valve-sparing operation for Marfan syndrome / E. J. Birks, C. Webb, A. Child [et al.] // Circulation. – 1999. – Vol. 100. – № 19 Suppl. – P. II-29-II-35.
37. Boodhwani M. Repair of regurgitant bicuspid aortic valves: A systematic approach / M. Boodhwani, L. De Kerchove, D. Glineur [et al.] // Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2010. – Vol. 140. – № 2.
38. Burkhart H. M. Valve-preserving aortic root reconstruction: a comparison of techniques. / H. M. Burkhart, K. J. Zehr, H. V. Schaff [et al.] // The Journal of Heart Valve Disease. – 2003. – Vol. 12. – № 1. – P. 62-67.
39. Charitos E. I. Anatomy of the aortic root: implications for valve-sparing surgery. / E. I. Charitos, H.-H. Sievers // Annals of Cardiothoracic Surgery. – 2013. – Vol. 2. – № 1. – P. 53-56.
40. Clayton M. Medicine: Leonardo's anatomy years / M. Clayton // Nature 2012 484:7394. – 2012. – Vol. 484. – № 7394. – P. 314-316.
41. David T. Reimplantation valve-sparing aortic root replacement is the most durable approach to facilitate aortic valve repair / T. David // JTCVS Techniques. – 2021. – Vol. 7. – P. 72-78 DOI:10.1016/j.xjtc.2020.12.042.

42. David T. E. Aortic valve repair and aortic valve - Sparing operations / T. E. David // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2015. – Vol. 149. – № 1. – P. 9-11.
43. David T. E. Aortic valve repair in patients with Marfan syndrome and ascending aorta aneurysms due to degenerative disease / T. E. David // *Journal of cardiac surgery*. – 1994. – Vol. 9. – № 2 Suppl. – P. 182-187.
44. David T. E. Aortic Valve Sparing in Different Aortic Valve and Aortic Root Conditions / T. E. David. – 2016.
45. David T. E. Current readings: Aortic valve-sparing operations / T. E. David // *Seminars in thoracic and cardiovascular surgery*. – 2014. – Vol. 26. – № 3. – P. 231-238.
46. David T. E. Remodeling the Aortic Root and Preservation of the Native Aortic Valve / T. E. David // *Operative Techniques in Cardiac & Thoracic Surgery*. – 1996. – Vol. 1. – № 1. – P. 44-56.
47. David T. E. Aortic cusp repair with Gore-Tex sutures during aortic valve-sparing operations / T. E. David, S. Armstrong // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2010. – Vol. 139. – № 5. – P. 1340-1342.
48. David T. E. Long-term results of aortic valve-sparing operations in patients with Marfan syndrome / T. E. David, S. Armstrong, M. Maganti [et al.] // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2009. – Vol. 138. – № 4. – P. 859-864.
49. David T. E. Reimplantation of the aortic valve at 20 years / T. E. David, C. M. David, C. M. Feindel [et al.] // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2017. – Vol. 153. – № 2. – P. 232-238 DOI: 10.1016/j.jtcvs.2016.10.081.
50. David T. E. Outcomes of Aortic Valve-Sparing Operations in Marfan Syndrome / T. E. David, C. M. David, C. Manlhiot [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2015. – Vol. 66. – № 13. – P. 1445-1453.
51. David T. E. A progress report on reimplantation of the aortic valve / T. E. David, C. M. David, M. Ouzounian [et al.]. – 2021. – Vol. 161. – № 3. – P. 890-899.e1.
52. David T. E. An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence

and aneurysm of the ascending aorta / T. E. David, C. M. Feindel // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 1992. – Vol. 103. – № 4. – P. 617-622.

53. David T. E. Long-term results of aortic valve-sparing operations for aortic root aneurysm / T. E. David, C. M. Feindel, G. D. Webb [et al.] // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2006. – Vol. 132. – № 2. – P. 347-354.

54. David T. E. Aortic root aneurysm: Principles of repair and long-term follow-up / T. E. David, M. Maganti, S. Armstrong // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2010. – Vol. 140. – № 6 SUPPL.

55. David TE. Aortic valve repair for management of aortic insufficiency / David TE // *Advances in cardiac surgery*. – 1999. – Vol. 11. – P. 59-129.

56. Erasmi A. W. Remodeling or Reimplantation for Valve-Sparing Aortic Root Surgery? / A. W. Erasmi, H. H. Sievers, J. F. M. Bechtel [et al.] // *Annals of Thoracic Surgery*. – 2007. – Vol. 83. – № 2.

57. Frater R. W. M. How can we logically describe the components of the arterial valves? / R. W. M. Frater, R. H. Anderson // *The Journal of heart valve disease*. – 2010. – Vol. 19. – № 4. – P. 438-440.

58. G. B. H. Surgical treatment of aortic dissection / B. H. G. // *Organ ischemia*. – 1996. – P. 249-271.

59. Grande-Allen K. J. Re-creation of sinuses is important for sparing the aortic valve: A finite element study / K. J. Grande-Allen, R. P. Cochran, P. G. Reinhall [et al.] // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2000. – Vol. 119. – № 4. – P. 753-763.

60. Hanke T. Factors associated with the development of aortic valve regurgitation over time after two different techniques of valve-sparing aortic root surgery / T. Hanke, E. I. Charitos, U. Stierle [et al.] // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2009. – Vol. 137. – № 2. – P. 314-319.

61. Inoue M. Mechanical and elastic properties of the normal and aneurysmal

ascending aorta by intraoperative epiaortic echocardiography / M. Inoue, Z. Popovic, K. Doi [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2003. – Vol. 41. – № 6. – P. 513.

62. Isselbacher E. M. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines / E. M. Isselbacher, O. Preventza, J. Hamilton Black [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2022. – Vol. 80. – № 24. – P. e223-e393.

63. Jelenc M. Aortic valve leaflet and root dimensions in normal tricuspid aortic valves: A computed tomography study / M. Jelenc, B. Jelenc, G. Poglajen [et al.] // *Journal of Cardiac Surgery*. – 2022. – Vol. 37. – № 8. – P. 2350-2357.

64. Kachroo P. Impact of aortic valve effective height following valve-sparing root replacement on postoperative insufficiency and reoperation / P. Kachroo, M. O. Kelly, N. H. Bakir [et al.] // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2022. – Vol. 164. – № 6.

65. Kari F. A. Tirone David procedure for bicuspid aortic valve disease: Impact of root geometry and valve type on mid-term outcomes / F. A. Kari, J. P. E. Kvitting, E. H. Stephens [et al.] // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. – 2014. – Vol. 19. – № 3. – P. 375-381.

66. Kerchove L. De. A new simple and objective method for graft sizing in valve-sparing root replacement using the reimplantation technique / L. De Kerchove, M. Boodhwani, D. Glineur [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2011. – Vol. 92. – № 2. – P. 749-751.

67. Kerchove L. de. Cusp prolapse repair in trileaflet aortic valves: free margin plication and free margin resuspension techniques / L. de Kerchove, M. Boodhwani, D. Glineur [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2009. – Vol. 88. – № 2. – P. 455-461.

68. Kerchove L. De. Effects of preoperative aortic insufficiency on outcome after aortic valve-sparing surgery / L. De Kerchove, M. Boodhwani, D. Glineur [et al.] //

Circulation. – 2009. – Vol. 120. – № SUPPL. 1. – P. S120-S126.

69. Kerchove L. De. Valve sparing-root replacement with the reimplantation technique to increase the durability of bicuspid aortic valve repair / L. De Kerchove, M. Boodhwani, D. Glineur [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2011. – Vol. 142. – № 6. – P. 1430-1438.

70. Khoury G. El. Functional classification of aortic root/valve abnormalities and their correlation with etiologies and surgical procedures / G. El Khoury, D. Glineur, J. Rubay [et al.] // Curr Opin Cardiol. – 2005. – Vol. 20. – P. 115-121.

71. Kuniyama T. Anatomy of the aortic root: implications for aortic root reconstruction / T. Kuniyama // General thoracic and cardiovascular surgery. – 2017. – Vol. 65. – № 9. – P. 488-499.

72. Kuniyama T. Preoperative aortic root geometry and postoperative cusp configuration primarily determine long-term outcome after valve-preserving aortic root repair / T. Kuniyama, D. Aicher, S. Rodioncheva [et al.] // The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2012. – Vol. 143. – № 6. – P. 1389-1395.e1.

73. Labrousse L. Right coronary sinus fixation through a right ventriculotomy for David's procedure / L. Labrousse, M. Montaudon, S. Black [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2008. – Vol. 85. – № 6. – P. 2150-2152.

74. Lansac E. Long-term results of external aortic ring annuloplasty for aortic valve repair / E. Lansac, I. Di Centa, G. Sleilaty [et al.] // European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery. – 2016. – Vol. 50. – № 2. – P. 350-360.

75. Lansac E. Remodeling root repair with an external aortic ring annuloplasty / E. Lansac, I. Di Centa, G. Sleilaty [et al.] // The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2017. – Vol. 153. – № 5. – P. 1033-1042.

76. Lavall D. Aneurysmen der Aorta ascendens / D. Lavall, H. J. Schäfers, M. Böhm [et al.] // Deutsches Arzteblatt International. – 2012. – Vol. 109. – № 13. – P. 227-233.

77. Leontyev S. David operation for type A aortic dissection: Risks and rewards / S. Leontyev, M. A. Borger // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. – 2017. – Vol. 52. – № 2. – P. 325-326 DOI: 10.1093/EJCTS/EZX175.
78. Leontyev S. Early and Late Results After David vs Bentall Procedure: A Propensity Matched Analysis / S. Leontyev, L. Schamberger, P. M. Davierwala [et al.] // *Annals of Thoracic Surgery*. – 2020. – Vol. 110. – № 1. – P. 120-126.
79. Leyh R. G. Opening and Closing Characteristics of the Aortic Valve After Different Types of Valve-Preserving Surgery / R. G. Leyh, C. Schmidtke, H.-H. Sievers [et al.]. – 1999.
80. Liebrich M. The David procedure for salvage of a failing autograft after the ross operation / M. Liebrich, T. Weimar, I. Tzanavaros [et al.] // *Annals of Thoracic Surgery*. – 2014. – Vol. 98. – № 6. – P. 2046-2052.
81. Loukas M. The anatomy of the aortic root / M. Loukas, E. Bilinsky, S. Bilinsky [et al.] // *Clinical Anatomy*. – 2014. – Vol. 27. – № 5. – P. 748-756.
82. Makkinejad A. Valve-Sparing Aortic Root Replacement Technique: Valsalva Graft versus Two Straight Tubular Grafts / A. Makkinejad, B. Brown, R. A. Ahmad [et al.] // *Cardiology research and practice*. – 2023. – Vol. 2023.
83. Martens A. Valve-sparing aortic root replacement (David I procedure) in Marfan disease: single-centre 20-year experience in more than 100 patients † / A. Martens, E. Beckmann, T. Kaufeld [et al.] // *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. – 2016. – Vol. 55. – № 3. – P. 476-483.
84. Matsushima S. Geometry of cusp and root determines aortic valve function / S. Matsushima, I. Karliova, S. Gauer [et al.]. – 2055.
85. Michelena H. I. International consensus statement on nomenclature and classification of the congenital bicuspid aortic valve and its aortopathy, for clinical, surgical, interventional and research purposes / H. I. Michelena, A. Della Corte, A. Evangelista [et al.] // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. – 2021. – Vol. 60. – № 3. – P. 448-476.

86. Minakata K. Is repair of aortic valve regurgitation a safe alternative to valve replacement? / K. Minakata, H. V. Schaff, K. J. Zehr [et al.] // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2004. – Vol. 127. – № 3. – P. 645-653.
87. Oka T. Aortic regurgitation after valve-sparing aortic root replacement: Modes of failure / T. Oka, Y. Okita, M. Matsumori [et al.] // *Annals of Thoracic Surgery*. – 2011. – Vol. 92. – № 5. – P. 1639-1644.
88. Oliveira N. C. De. Results of surgery for aortic root aneurysm in patients with Marfan syndrome / N. C. De Oliveira, T. E. David, J. Ivanov [et al.] // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2003. – Vol. 125. – № 4. – P. 789-796.
89. OLSON L. J. Surgical pathology of pure aortic insufficiency: a study of 225 cases / L. J. OLSON, R. SUBRAMANIAN, W. D. EDWARDS // *Mayo Clinic proceedings*. – 1984. – Vol. 59. – № 12. – P. 835-841.
90. Pacini D. Early results of valve-sparing reimplantation procedure using the Valsalva conduit: a multicenter study / D. Pacini, F. Settepani, R. De Paulis [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2006. – Vol. 82. – № 3. – P. 865-872.
91. Parikh N. Changes in operative strategy for patients enrolled in the International Registry of Acute Aortic Dissection interventional cohort program / N. Parikh, S. Trimarchi, T. G. Gleason [et al.] // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2017. – Vol. 153. – № 4. – P. S74-S79 DOI:10.1016/j.jtcvs.2016.12.029.
92. Patel N. D. Valve-sparing aortic root replacement: early experience with the De Paulis Valsalva graft in 51 patients / N. D. Patel, J. A. Williams, C. J. Barreiro [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2006. – Vol. 82. – № 2. – P. 548-553.
93. Paulis R. De. Long-term results of the valve reimplantation technique using a graft with sinuses / R. De Paulis, I. Chirichilli, R. Scaffa [et al.] // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2016. – Vol. 151. – № 1. – P. 112-119.
94. Paulis R. De. A new aortic Dacron conduit for surgical treatment of aortic root pathology / R. De Paulis, G. De Matteis, P. Nardi [et al.] // *Italian Heart Journal*. – 2000. – Vol. 1. – P. 457-463.

95. Paulis R. De. Opening and closing characteristics of the aortic valve after valve-sparing procedures using a new aortic root conduit / R. De Paulis, G. M. De Matteis, P. Nardi [et al.] // *The Annals of Thoracic Surgery*. – 2001. – Vol. 72. – № 2. – P. 487-494.
96. Paulis R. De. Surgical anatomy of the aortic valve and root-implications for valve repair Keynote Lecture Series General considerations / R. De Paulis, A. Salica // *Ann Cardiothorac Surg*. – 2019. – Vol. 8. – № 3. – P. 313-321.
97. Paulis R. De. Use of the Valsalva graft and long-term follow-up / R. De Paulis, R. Scaffa, S. Nardella [et al.] // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2010. – Vol. 140. – № 6 Suppl.
98. Paulsen M. J. Modeling conduit choice for valve-sparing aortic root replacement on biomechanics with a 3-dimensional-printed heart simulator / M. J. Paulsen, P. Kasinpila, A. M. Imbrie-Moore [et al.] // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2019. – Vol. 158. – № 2. – P. 392-403.
99. Pethig K. Aortic Valve Reimplantation in Ascending Aortic Aneurysm: Risk Factors for Early Valve Failure / K. Pethig, A. Milz, C. Hagl [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2002. – Vol. 73. – № 1. – P. 29-33.
100. Piazza N. Anatomy of the Aortic Valvar Complex and Its Implications for Transcatheter Implantation of the Aortic Valve / N. Piazza, P. de Jaegere, C. Schultz [et al.] // *Circulation: Cardiovascular Interventions*. – 2008. – Vol. 1. – № 1. – P. 74-81.
101. Polain de Waroux J. B. le. Mechanisms of recurrent aortic regurgitation after aortic valve repair: predictive value of intraoperative transesophageal echocardiography / J. B. le Polain de Waroux, A. C. Pouleur, A. Robert [et al.] // *JACC. Cardiovascular imaging*. – 2009. – Vol. 2. – № 8. – P. 931-939.
102. Preventza O. Commentary: Aortic regurgitation and aortic cusp repair: The devil is in the details / O. Preventza, J. S. Coselli // *JTCVS Techniques*. – 2021. – Vol. 7. – P. 119-120.
103. Roberts W. C. The congenitally bicuspid aortic valve. A study of 85 autopsy cases / W. C. Roberts // *The American journal of cardiology*. – 1970. – Vol. 26. – № 1. – P. 72-

83.

104. Sabet H. Y. Congenitally bicuspid aortic valves: a surgical pathology study of 542 cases (1991 through 1996) and a literature review of 2,715 additional cases / H. Y. Sabet, W. D. Edwards, H. D. Tazelaar [et al.] // *Mayo Clinic proceedings*. – 1999. – Vol. 74. – № 1. – P. 14-26.

105. Sarsam M A. Remodeling of the aortic valve anulus / Sarsam M A, Yacoub M // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1993.

106. Schäfers H. J. Reexamining remodeling / H. J. Schäfers, A. Raddatz, W. Schmied [et al.] // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2015. – Vol. 149. – № 2 Suppl. – P. S30-S36.

107. Schmidtke C. First clinical results with the new sinus prosthesis used for valve-sparing aortic root replacement / C. Schmidtke, H. H. Sievers, A. Frydrychowicz [et al.] // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. – 2013. – Vol. 43. – № 3. – P. 585-590.

108. Settepani F. Reimplantation valve-sparing aortic root replacement with the Valsalva graft: what have we learnt after 100 cases? / F. Settepani, M. Bergonzini, A. Barbone [et al.] // *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*. – 2009. – Vol. 9. – № 1. – P. 113-116.

109. Settepani F. Impact of Cusp Repair on Reoperation Risk After the David Procedure / F. Settepani, A. Cappai, A. Basciu [et al.] // *Annals of Thoracic Surgery*. – 2016. – Vol. 102. – № 5. – P. 1503-1511.

110. Settepani F. Cusp repair during aortic valve-sparing operation: Technical aspects and impact on results / F. Settepani, A. Cappai, G. M. Raffa [et al.] // *Journal of Cardiovascular Medicine*. – 2015. – Vol. 16. – № 4. – P. 310-317.

111. Settepani F. Reimplantation valve-sparing aortic root replacement in Marfan syndrome using the Valsalva conduit: an intercontinental multicenter study / F. Settepani, W. Y. Szeto, D. Pacini [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2007. – Vol. 83. – № 2.

112. Sievers H. H. The everyday used nomenclature of the aortic root components: the

tower of Babel? / H. H. Sievers, W. Hemmer, F. Beyersdorf [et al.] // *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. – 2012. – Vol. 41. – № 3. – P. 478-482.

113. Sievers H. H. A classification system for the bicuspid aortic valve from 304 surgical specimens / H. H. Sievers, C. Schmidtke // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2007. – Vol. 133. – № 5. – P. 1226-1233.

114. Subramanian S. Valve-sparing root reconstruction does not compromise survival in acute type a aortic dissection / S. Subramanian, S. Leontyev, M. A. Borger [et al.] // *Annals of Thoracic Surgery*. – 2012. – Vol. 94. – № 4. – P. 1230-1234 DOI:0.1016/j.athoracsur.2012.04.094.

115. Tamer S. Two decades of valve-sparing root reimplantation in tricuspid aortic valve: Impact of aortic regurgitation and cusp repair / S. Tamer, S. Mastrobuoni, G. Lemaire [et al.] // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. – 2021. – Vol. 59. – № 5. – P. 1069-1076.

116. Thubrikar M.J. *The Aortic Valve* / Thubrikar M.J. – 2011.

117. Tilea I. *Anatomy and Function of Normal Aortic Valvular Complex* / I. Tilea, H. Suci, B. Tilea [et al.] // *Calcific Aortic Valve Disease*. – 2013.

118. Vallabhajosyula P. Root stabilization of the repaired bicuspid aortic valve: Subcommissural annuloplasty versus root reimplantation / P. Vallabhajosyula, C. Komlo, W. Y. Szeto [et al.] // *Annals of Thoracic Surgery*. – 2014. – Vol. 97. – № 4. – P. 1227-1234.

119. Wheat M. W. SUCCESSFUL REPLACEMENT OF THE ENTIRE ASCENDING AORTA AND AORTIC VALVE / M. W. Wheat, J. R. Wilson, T. D. Bartley // *JAMA*. – 1964. – Vol. 188. – № 8. – P. 717-719.

120. Xu L. Early and Midterm Outcomes of the VSSR procedure with De Paulis valsalva graft: A Chinese single-Center Experience in 38 patients / L. Xu, F. Gao, P. Li [et al.] // *Journal of cardiothoracic surgery*. – 2015. – Vol. 10. – № 1.

121. Yang L. T. Contemporary Etiologies, Mechanisms, and Surgical Approaches in Pure Native Aortic Regurgitation / L. T. Yang, H. I. Michelena, J. J. Maleszewski [et al.] // Mayo Clinic Proceedings. – 2019. – Vol. 94. – № 7. – P. 1158-1170.
122. Yokawa K. Mid-term outcomes of valve-sparing root reimplantation with leaflet repair / K. Yokawa, S. Henmi, H. Nakai [et al.] // European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery. – 2020. – Vol. 58. – № 1. – P. 138-144.