

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
И.М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

*На правах рукописи*



Ленковец Марина

**Результаты реконструкции корня аорты по методике David при различных  
анатомических вариантах недостаточности аортального клапана**

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

**Научный руководитель:**  
доктор медицинских наук, профессор  
Комаров Роман Николаевич

Москва – 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	15
1.1. Актуальность проблемы патологии корня аорты и аортальной недостаточности.....	15
1.2. Проблема дисплазий соединительной ткани в хирургии корня аорты.....	16
1.3. Выбор оперативного доступа при операциях на корне аорты.....	22
1.4. Подходы к хирургическому лечению пациентов с различными анатомическими вариантами недостаточности аортального клапана.....	23
1.4.1. Особенности хирургической анатомии двустворчатого аортального клапана.....	24
1.5. Хирургия корня аорты при иммуновоспалительных заболеваниях.....	34
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	39
2.1. Характеристика групп наблюдения и дизайн исследования.....	39
2.2. Оценка сопоставимости предоперационных данных пациентов между группами сравнения.....	40
2.3. Описание оперативных приемов, применяемых в группах сравнения.....	49
2.3.1. Особенности реконструкции симметричного бicuspidального аортального клапана.....	52
2.3.2. Особенности реконструкции двустворчатого клапана I типа по Н.Н. Sievers, – клапана с тремя комиссурами, ориентированными попарно под углом, отличным от 180°, двумя сросшимися створками.....	54
2.4. Методы обследования пациентов.....	58
2.5. Статистическая обработка данных.....	60
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	61
3.1. Первичные точки контроля.....	61
3.1.1. Операционная летальность.....	61

3.1.2. Кумулятивная выживаемость в срок $46\pm 23$ месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода).....	62
3.1.3. Свобода от тяжелой аортальной регургитации (более 1,5 ст.) к 1-му году и в срок $46\pm 23$ месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода).....	65
3.1.4. Кумулятивная свобода от неблагоприятных кардиоваскулярных осложнений в срок $46\pm 23$ месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода).....	67
3.2. Вторичные точки контроля.....	70
3.2.1. Основные показатели, влияющие на исход и течение раннего послеоперационного периода.....	70
3.2.2. Динамика изменений эхокардиографических показателей к 10-м суткам послеоперационного периода и в срок $46\pm 23$ месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода).....	73
3.3. Анализ реконструктивных аортальных вмешательств согласно первичным и вторичным точкам исследования.....	79
3.3.1. Анализ результатов реконструктивных вмешательств при симметричной анатомии бicuspidального аортального клапана.....	79
3.3.2. Анализ результатов реконструктивных вмешательств при асимметричной анатомии бicuspidального аортального клапана.....	81
3.4. Сравнительный анализ.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
ВЫВОДЫ.....	96
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	97
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	98
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	99

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Аневризма корня аорты – распространенное полиэтиологическое заболевание [12, 13, 48], встречающееся со средней частотой 1:20 у людей старше 60 лет. Естественное течение аневризмы аорты сводится к постепенному или же внезапному увеличению диаметра и связано с тяжелыми осложнениями, такими как: разрыв, тромбоэмболические осложнения и компрессия прилежащих тканей [2, 5, 8, 14, 15, 39, 115]. Разрыв аневризмы в большинстве случаев заканчивается летальным исходом [81, 129].

Развитие аневризмы корня аорты намного чаще встречается у пациентов с двустворчатым аортальным клапаном (далее – ДАК). Часто вследствие прогрессирующей дилатации корня аорты развивается недостаточность аортального клапана. Основным методом лечения патологии корня аорты, сочетающейся с тяжелой аортальной недостаточностью, является процедура Бенталла – Де Боно [2, 5, 12, 13, 22, 23, 46]. Преимуществом этого вмешательства является отработанность методики [46], однако есть нежелательные побочные эффекты для пациентов, связанные с приемом варфарина, нарушением качества жизни, а также повышенным риском кровотечений или тромбозов [73, 84].

Наиболее часто применяемой клапаносохраняющей процедурой является классическая операция Дэвида (David) [87, 89]. Методика применима к пациентам с незначительным поражением створок аортального клапана и 2–3-й степенью аортальной регургитации. Данный метод оперативного лечения имеет ряд преимуществ: сохранность собственных клапанных структур, что исключает пожизненную антикоагулянтную терапию, долговечность результата, снижение вероятности инфекционных, тромбоэмболических осложнений и осложнений, связанных с заменой клапана [2, 5, 8, 14, 18, 36, 51].

История клапаносохраняющих вмешательств на корне аорты насчитывает

около века [19, 21, 23, 46], однако не существует четко описанных показаний и противопоказаний к реконструктивным оперативным вмешательствам на аортальном клапане [2, 5, 21, 23, 36].

Возможно применение процедуры David в комбинации с пластикой аортального клапана [7, 15, 21, 23, 115]. На базе нашей клиники выполняема процедура David в сочетании с одним или несколькими видами пластик аортального клапана: сбривание кальция, укорочение свободного края, резекция межкомиссурального шва со сшиванием краев дефекта по длине, пликация Аранциевого узелка, пластика аутоперикардальной заплатой. [21, 22].

Объем оперативного лечения определяется интраоперационно после сопоставления данных чреспищеводной эхокардиографии и визуальной оценки состояния аортального клапана [2]. При выборе вида и объема оперативного лечения необходимо тщательно взвешивать все преимущества реконструктивного подхода у конкретного пациента и риски операции, в том числе связанные с пролонгированным оперативным вмешательством и дисфункцией клапана в раннем послеоперационном периоде [2, 21, 23, 46].

Клапаносохраняющее вмешательство может быть показано детям и молодым, так как используется широкий синтетический протез, не мешающий гемодинамике растущего организма, операция выполняема также беременным женщинам с аневризмой корня аорты.

Многие авторы справедливо считают, что вмешательство на створках аортального клапана – деликатная процедура, и важно соблюсти баланс между недостаточной коррекцией, приводящей к остаточному пролапсу, и избыточной коррекцией, заканчивающейся рестрикцией [5, 8, 21, 40]. Применимо несколько техник реконструкции аортального клапана при дисфункции, однако ни одна не стала «золотым стандартом» из-за непредсказуемости результатов [2, 5, 40]. Технику реконструкции аортального клапана оперирующий хирург выбирает интраоперационно в соответствии с принципом «для каждого поражения своя техника», основываясь на тщательном анализе корня аорты и створок аортального клапана для подтверждения повреждений, выявленных ранее с помощью

эхокардиографии. Выполняться такие процедуры должны в крупных центрах с большим опытом реконструктивной клапанной хирургии [2]. Осложнения после клапаносохраняющих процедур могут включать рецидив регургитации, что соответственно связано с высоким риском реопераций [46]. Трудности выполнения реконструктивных вмешательств могут объясняться анатомо-физиологическими особенностями аортального клапана: небольшим количеством ткани створок и обусловленной этим небольшой поверхностью зоны коаптации [5, 40, 73, 99, 143].

Хотя существует ряд исследований, посвященных результатам клапаносохраняющих процедур для различных анатомических вариантов аортального клапана [40, 41, 102, 103, 105, 109, 113], они все же показывают неоднозначные результаты в связи с недостаточным объемом выборок по отдельным видам пластик, что и затрудняет формирование адекватных выводов. Необходимо провести дополнительные исследования с большим объемом данных для более точной оценки эффективности и долгосрочных результатов клапаносохраняющих процедур.

### **Степень разработанности темы исследования**

Универсальным методом лечения патологии корня и восходящей аорты является процедура Бенталла – Де Боно, которая применима при различных анатомических вариантах аортального клапана и разной степени аортальной регургитации [2, 21, 22, 23], однако по отчетам общемировых метаанализов после процедуры Бенталла – Де Боно отмечен высокий процент поздней летальности, геморрагических и тромбоэмболических осложнений [7, 12, 13, 36, 87, 88, 89, 126, 143]. Основным преимуществом клапаносохраняющей процедуры David является возможность исключения осложнений, связанных с приемом варфарина и улучшением качества жизни пациентов [12, 13, 29], что подтверждается результатами многочисленных метаанализов [2, 21, 23, 22].

Первые итоги операции David при двустворчатом аортальном клапане описаны в трудах G. El Khoury [95], M. Boodhwani [55, 95], L. de Kerchove и E. Navarra [7, 95, 128]. В частности, доказана возможность выполнения реимплантации и пластики двустворчатого аортального клапана с отличными ближайшими и среднеотдаленными результатами [2, 21, 23]. Однако изучение и анализ среднеотдаленных и отдаленных результатов процедуры David при ассиметричном бicuspidальном аортальном клапане является очень актуальным вопросом в связи с недостаточным количеством проведенных исследований, малым объемом выборки в имеющихся исследованиях и неоднозначных результатах исследований [21].

### **Цель и задачи исследования**

Цель: улучшить результаты и эффективность клапаносохраняющих процедур при различных анатомических вариантах аортального клапана.

Задачи:

1. Сопоставить госпитальную летальность между группами сравнения.
2. Оценить эффективность устранения аортальной регургитации между группами сравнения к первому году наблюдения и в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода).
3. Оценить выживаемость и свободу от реопераций по Каплану – Мейеру между группами в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода).
4. Произвести оценку безопасности и эффективности клапаносохраняющих процедур при анатомических вариантах симметричного бicuspidального клапана ( $180\text{--}180^\circ$ ) lat Type 0 и AP Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers) в сочетании с аневризмой корня и восходящей аорты.
5. Произвести оценку безопасности и эффективности клапаносохраняющих процедур при анатомических вариантах ассиметричного

бicuspidального клапана (сращение створок) Type 1a (1 raphe по Н.Н. Sivers), Type 1b (1 raphe по Н.Н. Sivers), Type 1c (1 raphe по Н.Н. Sivers) в сочетании с аневризмой корня и восходящей аорты.

### **Научная новизна**

Одним из первых в России на достаточном клиническом материале выполнен анализ и изучение среднеотдаленных и отдаленных результатов процедуры David при различных анатомических вариантах аортального клапана. Произведена оценка эффективности и безопасности клапаносохраняющих процедур при различных анатомических вариантах аортального клапана.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Предоперационные, интраоперационные отчеты и отчеты по ранним и отдаленным послеоперационным исходам у пациентов с разными анатомическими вариантами аортального клапана в сочетании с аневризмой корня или восходящей аорты собраны и детально проанализированы. Также анализу подвергнута вариативная анатомия аортального клапана: распространенность различных анатомических вариантов аортального клапана в исследуемой популяции, преимущества/недостатки выбора того или иного вида оперативного лечения, его эффективность и безопасность в зависимости от варианта анатомии и степени поражения аортального клапана. В работе также детально изложены технические аспекты выполнения реконструктивных вмешательств при различных анатомических вариантах аортального клапана. Результаты, полученные в исследовании, позволяют повысить доступность реконструктивной хирургии для пациентов с нестандартной анатомией аортального клапана, улучшить отдаленные результаты реконструктивных методик, позволяя снизить частоту рецидива аортальной регургитации,

соответственно и частоту реопераций, а также улучшить качество жизни пациентов, освобождая от дискомфорта, связанного с шумом работы механического клапана, необходимостью пожизненного приема варфарина и связанных с ним побочных эффектов.

### **Методология и методы исследования**

Выполнен ретроспективный и проспективный анализ течения до-, интра- и послеоперационного периода в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) со следующими нозологиями по МКБ-10: I71.2 – аневризма грудной аорты без упоминания о разрыве, I35.1 – неревматическая аортальная недостаточность, I35.8 – другие поражения аортального клапана. Сбор и анализ данных проводился с 2014 по 2023 год на базе кафедры факультетской хирургии № 1 ИКМ имени Склифосовского Университетской клинической больницы № 1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), в 2023 году часть данной кафедры перешла в ведомство кафедры сердечно-сосудистой хирургии ИПО. Группы сравнения: 1-я (Valve repair + David) – пациенты, перенесшие реконструктивные вмешательства на аортальном клапане и операцию David, 2-я группа – операцию David, 3-я – операцию Bentall.

Критерии включения в исследование: первично оперированные пациенты с нестандартной анатомией аортального клапана, аортальной регургитацией 2–3-й степени, наличием умеренного фиброза створок, единичных перфораций, включений кальция в сочетании с аневризмой корня аорты или восходящей аорты, – включены в первую группу сравнения; первично оперированные пациенты со 2–3-й степенью аортальной регургитации, нормальной анатомией аортального клапана и сохранным состоянием створок в сочетании с аневризмой корня или восходящей аорты – вошли во вторую группу исследования; в третью группу сравнения включены пациенты с различными вариантами анатомии

аортального клапана, аортальной регургитацией 2–3-й степени и разной тяжестью поражения створок в сочетании с аневризмой корня или восходящей аорты.

Критерии исключения из исследования: онкопациенты с сопутствующей кардиоваскулярной патологией, требующей сочетанного оперативного лечения; тяжелая коморбидная патология в стадии декомпенсации; экстренные кардиохирургические вмешательства, связанные с жизнеугрожающими состояниями – разрыв, острое расслоение аорты; для пациентов с двустворчатым аортальным клапаном противопоказанием к реконструктивным операциям являлись: предоперационная ориентация комиссур менее  $160^\circ$ , диаметр аортального кольца более 28 мм, эффективная высота коаптации менее 9 мм.

Выполнен сбор первичных данных: структурирование материала, математическая и статистическая обработка данных анамнеза пациентов, антропометрических показателей, результатов мультиспиральной компьютерной томографии аорты и коронарного русла, коронаро-ангиографии с внутривенным контрастированием, данных трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии, интраоперационных данных вариативной анатомии и выполненного объема вмешательства, анестезиологических показателей, анализа длительности пребывания в стационаре, анализа ранних и поздних послеоперационных осложнений (в том числе неблагоприятные сердечно-сосудистые события, повторная госпитализация в кардиохирургический стационар, частота реопераций, летальный исход, выживаемость), их анализ и интерпретация. Составлена электронная база данных с использованием программы Microsoft Office Excel. Статистический анализ выполнен с использованием программы Statistica 8.0.

### **Личный вклад автора**

Автором диссертационной работы определены цели, задачи, методы исследования, разработан дизайн исследования,

обследованы пациенты лечебной группы, проведен анализ мировой и отечественной литературы по теме диссертации.

В период подготовки диссертации автор лично проводила дооперационное обследование пациентов с диагнозом аневризма и расслоение аорты, вела пациентов в до- и послеоперационном периоде, участвовала в выполненных по теме диссертации операциях в качестве 2-го ассистента.

Анализ 139 амбулаторных медицинских карт, сбор первичных данных: структурирование материала, математическая и статистическая обработка данных анамнеза пациентов, антропометрических показателей, результатов мультиспиральной компьютерной томографии аорты и коронарного русла, коронаро-ангиографии с внутривенным контрастированием, данных трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии, интраоперационных данных вариативной анатомии и выполненного объема вмешательства, анестезиологических показателей, анализа длительности пребывания в стационаре, анализа ранних и поздних послеоперационных осложнений (в том числе неблагоприятные сердечно-сосудистые события, повторная госпитализация в кардиохирургический стационар, частота реопераций, летальный исход, выживаемость) их анализ и интерпретация выполнены лично автором.

Автором также сформулированы выводы и практические рекомендации на основании результатов проведенного исследования, подготовлены публикации научных статей, тезисов, устных докладов, которые были представлены на отечественных и международных конференциях.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. При аневризме корня и/или восходящей аорты в сочетании с тяжелой аортальной регургитацией и измененными створками аортального клапана показана процедура Bentall.
2. При аневризме корня и/или восходящей аорты с интактными створками

аортального клапана и аортальной недостаточностью до 2-й степени показана процедура David.

3. Клапаносохраняющие операции при асимметричной анатомии аортального клапана показывают неудовлетворительные результаты.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия. Результаты проведенного исследования соответствуют области исследования специальности, пунктам 1, 7, 8.

Направления исследований: пункт 1. Этиология заболеваний сердца, артериальной, венозной и лимфатической систем; пункт 7. Хирургическое, включая эндоваскулярное лечение заболеваний сердца, артериальной, венозной и лимфатической систем; пункт 8. Профилактика, диагностика и лечение осложнений хирургических, включая эндоваскулярные, методов лечения заболеваний сердца, артериальной венозной и лимфатической систем.

### **Внедрение результатов работы в практику**

Основные научные положения, выводы и рекомендации исследования внедрены в учебный процесс кафедры сердечно-сосудистой хирургии ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), (акт № 362 от 05.02.2024), а также, результаты исследования внедрены в лечебный процесс отделения кардиохирургии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (акт № 364 от 05.02.2024)

## **Степень достоверности и апробация результатов**

Обоснованность и достоверность научных положений определяется достаточным объемом выборки и использованием современных методов анализа и статистической обработки данных.

Полнота и объем материала в достаточной мере обосновывают выводы и предложения, вытекающие из полученных автором результатов и отвечающие на поставленные в диссертации задачи. Научные положения, выводы и рекомендации четко обоснованы и логично вытекают из данных, полученных автором.

Основные положения диссертационного исследования были доложены и обсуждены на XXV Ежегодной Сессии Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых (май 2022 г., Москва).

Апробация диссертационной работы состоялась 25.12.2024 на совместном заседании кафедр сердечно-сосудистой хирургии ИПО и кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики ИКМ ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

## **Публикации по теме диссертации**

По результатам исследования автором опубликовано 11 работ, в том числе 2 оригинальных научных статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Университета/ВАК при Минобрнауки России; 1 научная статья в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus; 6 - иные публикации, 2 публикации в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций.

## **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа изложена на 114 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, трех глав собственных исследований, заключения, выводов и практических рекомендаций.

Список литературы представлен 52 работами российских и 91 – зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 32 рисунками и 18 таблицами.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Актуальность проблемы патологии корня аорты и аортальной недостаточности

Кадиоаортальная хирургия – один из сложных и дискуссионных разделов кардиохирургии.

Несмотря на длительную историю, насчитывающую более 100 лет, до настоящего времени проблема хирургического лечения и протезирования корня аорты (далее – КА) и аортального клапана (далее – АК) еще крайне далека от своего решения [5, 13, 15, 21, 23, 35, 87, 89, 116, 129, 141].

Мы считаем, что «корень аорты является анатомически совершенной и пространственно сложной структурой; каждый компонент корня хоть и прост анатомически, в комплексе представляет собой удивительную инженерную конструкцию. Это обеспечивает пульсовой однонаправленный характер тока крови с сохранением ламинарного потока, минимальное сопротивление и наименьшее возможное напряжение и повреждение тканей при различных гемодинамических условиях. Ни один аналог нативного клапана не может так же надежно выполнять свою функцию. Несмотря на значительное число способов восстановления аортального клапана, каждый метод имеет плюсы и минусы. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что идеального способа замены клапана аорты еще не придумано и перед нами открыты огромные горизонты в разработке новых или усовершенствовании старых методов реконструктивной хирургии» [14].

В последние годы наблюдается существенный рост распространенности заболеваний аорты по всему миру, особенно в развитых странах [9, 10, 61, 108]. В 2010 году средний показатель смертности от заболеваний аорты в мире составил 2,78 случая на 100 000 человек [94]. Среди заболеваний аорты особое значение имеет аневризма аорты – второе по частоте (после атеросклероза) заболевание аорты и одна из ведущих причин смертности взрослого населения [74]. Под

аневризмой аорты понимают увеличение ее диаметра на 50 % и более [107] от предполагаемой нормы для данного возраста [140]. Частота встречаемости аневризмы грудной аорты 5–10 чел. на 100 000 населения и характеризуется прогрессирующим ростом заболеваемости [8, 9, 74]. Распространенность аневризмы корня аорты в Российской Федерации составляет около 1 % населения [4], то есть примерно 146 тыс. человек.

Основным этиологическим фактором развития аневризмы грудной аорты является атеросклеротическое поражение ее стенок, что обуславливает значительное увеличение частоты данного заболевания с возрастом [54, 60, 98]. Однако при атеросклеротическом поражении аневризмы чаще всего локализуются в нисходящем отделе аорты [94, 98] и дебютирует в старшем возрасте [61, 74]. Основные причины развития аневризмы корня и восходящей аорты у молодого контингента пациентов – генетически детерминированные состояния, такие как дисплазия соединительной ткани и врожденный порок сердца – бicuspidальный аортальный клапан [3, 90, 107, 135, 137]. Высокая медико-социальная значимость данной проблемы обусловлена высокой частотой встречаемости заболеваний этой группы (особенно синдрома Марфана), молодым возрастом пациентов, трудностями выбора алгоритма лечения [61, 136].

Иммуновоспалительные заболевания, такие как ревматизм, ревматоидный артрит, системная красная волчанка, анкилозирующий спондилит связаны с повышенным кардиоваскулярным риском, включая риск развития аневризм аорты [59, 60, 118, 121, 123]. Особенности патогенеза иммуновоспалительных заболеваний имеют решающее значение в выборе объема и метода хирургического вмешательства [35, 43, 121].

## **1.2. Проблема дисплазий соединительной ткани в хирургии корня аорты**

Дисплазии соединительной ткани – это генетически детерминированные состояния, характеризующиеся дефектами волокнистых структур и основного

вещества соединительной ткани, приводящие к нарушению формообразования органов и систем, имеющие прогрессивное течение [20, 34].

Наследственные нарушения соединительной ткани – гетерогенная группа моногенных заболеваний, обусловленных генетическими дефектами [20] (дифференцированные дисплазии соединительной ткани: синдром Марфана, синдром Элерса – Данло, несовершенный остеогенез и т.д.) [20, 30, 34, 82, 61].

Распространенность синдрома Марфана в популяции 1:100000 и обусловлена мутацией гена *FBN1*, который локализован в локусе 15q21 и кодирует синтез белка экстрацеллюлярного матрикса фибриллина 1. Этот белок является важнейшим компонентом микрофибрилл, которые придают структурную целостность тканям организма. Фибриллин 1 регулирует биодоступность трансформирующего ростового фактора-бета (TGF- $\beta$ ) – важнейшего регулятора синтеза и ремоделирования экстрацеллюлярного матрикса. Нарушение передачи сигналов по пути TGF- $\beta$  при синдроме Марфана приводит к апоптозу гладкомышечных клеток [3, 6, 82, 85, 109].

Кардиоваскулярные осложнения при синдроме Марфана могут развиваться в разном возрасте (от неонатального периода до позднего возраста). В целом частота развития аневризмы корня аорты при синдроме Марфана составляет 60–80 % [61, 84].

Метаанализ Sama С. и соавт. (2024) [92], посвященный частоте встречаемости аномалий клапанов сердца у пациентов с синдромом Марфана, проанализировав 35 исследований, выявил: пролапс митрального клапана в 65 % случаев (95 % ДИ: 57–73 %); регургитацию митрального клапана – 40 % (95 % ДИ: 29–51 %); регургитацию аортального клапана – 40 % (95 % ДИ: 28–53 %); пролапс трехстворчатого клапана – 35 % (95 % ДИ: 15–55 %); регургитацию трехстворчатого клапана – 43 % (95 % ДИ: 8–78 %). Только в одном исследовании сообщалось о поражении клапана легочной артерии (пролапс клапана легочной артерии оценивался в 5,3 % (95 % ДИ: 1,9–11,1 %) в когорте из 114 пациентов с MFS) [92].

Риск развития расслоения аорты и других фатальных осложнений при

синдроме Марфана составляет 13 % в год при диаметре корня аорты 50 мм и около 23 % в год при диаметре 55–60 мм [4]. Расслоение корня аорты при синдроме Марфана в большинстве случаев происходит во взрослом возрасте (средний возраст начала – 34 года) [3, 4, 6, 12, 13, 112]. Пациенты с синдромом Марфана составляют до половины пациентов с диссекцией грудного отдела в возрасте до 40 лет [6, 30, 79, 106, 110].

Современные достижения в области разработки как медикаментозных, так и хирургических методов лечения патологии аорты при синдроме Марфана позволили значительно увеличить продолжительность жизни пациентов с 45 до 70 лет [3, 4, 11, 90, 107]. Плановая операция по замене корня аорты рекомендуется пациентам с синдромом Марфана и аневризмой корня аорты диаметром более 45 или 50 мм, когда у пациента имеются значительные факторы риска [12, 13, 51, 61], такие как семейный анамнез острого аортального синдрома или быстрый рост аневризмы – более 3 мм в год [4, 6, 51, 130, 132, 135].

Другой причиной развития аневризмы корня аорты и недостаточности аортального клапана является синдром Лойеса – Дитца – редкое аутосомно-доминантное заболевание, обусловленное мутацией ряда генов, участвующих в трансдукции сигнала TGF- $\beta$  [98, 100, 111]. В настоящее время в мире описаны около 50 семей с этим заболеванием. Характерные клинические проявления – аневризма корня аорты, аномалии костей челюстно-лицевой области, патологическая извитость артерий. Для синдрома характерен риск разрыва аневризмы корня аорты при меньшем диаметре (50 мм и менее), по сравнению с синдромом Марфана, а также в более раннем возрасте (средний возраст – 26 лет) [78, 111]. Показания к профилактическому хирургическому лечению аневризмы корня аорты при синдроме Лойеса – Дитца определяются индивидуально, в большинстве случаев операция выполняется при диаметре 40–45 мм [78, 100, 111, 137].

Кроме того, расширение аорты быстро прогрессирует при синдроме Элерса – Данло IV типа, который характеризуется мутацией в гене, кодирующем коллагеновые цепи [111, 133, 139, 141].

Систематический обзор и метаанализ, посвященный сравнению результатов клапаносохраняющих и клапаноуносящих аортальных вмешательств при аневризмах и расслоении восходящей аорты у пациентов с синдромом Марфана и другими генетическими заболеваниями соединительной ткани, проведенный Soto и соавт. (2021) [134], подтверждает, что разные хирургические подходы, используемые при лечении аневризмы и/или расслоения аорты, имеют конкретные показания в зависимости от сложности и состояния, с которым пациент обращается к хирургу [3, 6, 28, 30, 134]. Распознавание типа заболевания соединительной ткани важно, поскольку у некоторых пациентов расширение быстро прогрессирует. Мультидисциплинарное вмешательство – лучшая перспектива успешного и своевременного хирургического вмешательства. Современные рекомендации предполагают вмешательство у таких пациентов при диаметре аорты менее 50 мм, но наилучший выбор хирургической техники зависит от индивидуальных кардиоваскулярных осложнений. Операция по замене аортального клапана благоприятнее переносится пациентами, у которых есть возможность прибегнуть к плановой хирургии, но операция по замене клапана продолжает обеспечивать отличные результаты у пациентов, которым требуется urgentная операция из-за несвоевременной диагностики или ненадлежащего наблюдения [2, 6, 80, 134].

В конечном итоге, хотя выбор метода и объема вмешательства во многом зависит от опыта хирурга, он также зависит от типа пациента, его/ее возраста и пола (с учетом возможной беременности), рода занятий или образа жизни, или наличия/отсутствия воспалительного процесса (путем оценки морфологии корня аорты и состояния створок) и целесообразности приема антикоагулянтов [6, 11, 27, 134, 138].

Из-за молодого возраста пациентам с синдромом Марфана часто выполняется протезирование корня аорты клапаносодержащим кондуитом – операция Bentall DeVono, что подвергает пациента риску тромбоэмболических и геморрагических осложнений. Относительно недавно были разработаны методы сохранения аортального клапана у лиц с изолированной аневризмой и

нормальными или умеренно пораженными створками аортального клапана [22, 87, 88, 89, 124]. Эти методы устраняют необходимость в антикоагулянтной терапии и позволяют избежать риска тромбоза, связанной с клапаном [11, 138]. Однако основной проблемой сохранения створок аортального клапана, которые, как известно, содержат дефектный фибриллин 1, у пациентов с синдромом Марфана является риск неудачи ранней репарации и необходимость повторной операции [27, 96]. Генетические особенности пациентов с синдромом Марфана требуют более тщательного подхода к их лечению и необходимости оценки рисков повторных вмешательств [25, 61, 136].

Schoenhoff F.S., Langhammer B. сообщили, что у пациентов с синдромом Марфана наблюдается врожденная слабость створок АК, которая обычно отсутствует у других групп пациентов с аневризмой КА. У пациентов с синдромом Марфана часто наблюдают фенестрации, разрывы в зоне комиссур и элонгацию краев створок [2].

В 2017 году проведен метаанализ сравнения результатов оперативного лечения пациентов с синдромом Марфана, перенесших клапаносохраняющие и клапанозамещающие вмешательства. Flynn и соавт. [135] просмотрели 900 ссылок и определили 23 исследования, которые они использовали для сравнения результатов 1624 пациентов с синдромом Марфана, перенесших протезирование корня аорты клапаносодержащим кондуитом, и 1352 пациентов, перенесших клапаносохраняющие процедуры. Среднее время наблюдения было более длительным для пациентов, перенесших протезирование корня аорты клапаносодержащим кондуитом (7,1 года), чем для пациентов, перенесших клапаносохраняющие процедуры (4,5 года). При сравнении с клапанозамещающими вмешательствами, клапаносохраняющие вмешательства были связаны со снижением риска возникновения тромботических осложнений (ОШ=0,32; 95 % ДИ 0,16–0,62, P=0,0008), поздних геморрагических осложнений (ОШ=0,18; 95 % ДИ 0,07–0,45; P=0,0003) и эндокардита (ОШ=0,27; 95 % ДИ 0,10–0,68; P=0,006). Важно отметить, что не было достоверной разницы в частоте повторных вмешательств между клапаносохраняющими и клапанозамещающими

вмешательствами (OR=0,89; 95 % ДИ 0,35–2,24; P=0,80) [135].

Значительная польза клапаносохраняющих процедур для профилактики тромбоэмболических осложнений ранее была продемонстрирована в метаанализе Benedetto и соавт. в 2011 году [128, 130]. Исследование, проведенное Ну и соавт. в 2014 году [130], также подтвердило преимущество клапаносохраняющих процедур в отношении частоты эндокардита. Также Benedetto и соавт. сообщили о четырехкратном повышении риска реопераций на корне аорты при проведении клапаносохраняющих вмешательств по сравнению с клапаноуносящими [128], что не подтверждено метаанализом Flynn и соавт. [135] или Ну и соавт. [130]. Это несоответствие может быть объяснено большим объемом выборки, доступным в более поздних исследованиях [128, 130, 135].

Tirone E. David [87, 88, 89] считает, что пациентам с аневризмой корня аорты, связанной с генетическими синдромами, по возможности следует проводить клапаносохраняющие операции: «На самом деле, это выполнимо у большинства пациентов [89, 109, 118], поскольку операция рекомендуется на ранних стадиях расширения синусов аорты, когда створки еще интактны или имеют незначительные структурные аномалии [109]. Я был и остаюсь очень консервативным относительно всех пациентов с аневризмой корня аорты и выполняю клапаносохраняющие операции только тогда, когда створки в норме или имеют лишь незначительные аномалии, такие как удлинение свободного края или небольшие фенестрации вдоль комиссур [118]. Этот консервативный подход может объяснить мои исключительно хорошие долгосрочные результаты, поскольку они связаны с реоперациями и развитием аортальной недостаточности» [109, 118].

Martin Misfeld [135] считает, что стабилизация кольца корня аорты является ключевым фактором у пациентов с синдромом Марфана: «Следует использовать либо метод реимплантации, либо метод ремоделирования с дополнительной кольцевой поддержкой. При выполнении этой процедуры важен опыт хирурга, особенно когда требуется восстановление створок аортального клапана. Требуется регулярное наблюдение в квалифицированных центрах для контроля

состояния остаточной аорты и лечения сопутствующих заболеваний (например, скелета и глаз) [135, 143].

Stefano Mastrobuoni [104, 113] and Gebrine El Khoury [104] считают: «Композитный трансплантат с тканевым протезом подвергает пациента высокому риску реопераций в среднесрочной перспективе и снижает выживаемость, следовательно, не дает преимуществ по сравнению с клапаносохраняющими процедурами [104, 113]. Аналогичным образом, учитывая основное заболевание соединительной ткани и сложность процедуры, операция Ross также не является привлекательным вариантом. Таким образом, выбор находится между клапаносохраняющим вмешательством и протезированием корня аорты клапаносодержащим кондуитом. Исследования показывают, что пациенты с синдромом Марфана, обратившиеся за хирургическим вмешательством на ранних стадиях заболевания, редко имеют фенестрации или другие заболевания створок, которые препятствуют эффективному восстановлению, поэтому клапаносохраняющие вмешательства им могут быть безопасно выполнены с отличными результатами» [104, 113, 135, 143].

### **1.3. Выбор оперативного доступа при операциях на корне аорты**

Большинство кардиохирургических вмешательств выполняется из классической полной срединной стернотомии. Данный доступ обладает отличной визуализацией и возможностью хирургических манипуляций, но является довольно травматичным и требует длительной реабилитации и ограничений, связанных в первую очередь с заживлением грудины. Инфекционные осложнения составляют 0,5–5,0 %. Летальность при их развитии – от 7 до 80 %. Также существуют группы больных с повышенным риском несостоятельности грудины, остеомиелита и инфекционных осложнений вплоть до медиастинита. К ним относятся пациенты с сахарным диабетом, высоким индексом массы тела, мультифокальным атеросклерозом, хронической сердечной и почечной недостаточностью, необходимостью проведения повторных вмешательств [45].

В связи с увеличением количества первичных операций на сердце число пациентов, нуждающихся в проведении повторного хирургического лечения во всем мире, постоянно увеличивается. Рестернотомия остается необходимым, наиболее часто используемым доступом в хирургической практике при повторных операциях на сердце, несмотря на известный высокий риск травмы функционирующих шунтов и структур сердца [16, 39, 45, 57, 93].

По мнению профессора Р.Н. Комарова, «мини-инвазивная хирургия позволяет снизить травматичность операции, длительность пребывания в стационаре, выраженность болевого синдрома, а также обеспечить более быструю реабилитацию и лучший косметический эффект по сравнению со стандартным кардиохирургическим доступом – полной стернотомией. В хирургию аортального клапана минимально инвазивные технологии внедрены наиболее широко. Минимально инвазивные доступы в хирургии аортального клапана включают как торакотомии и частичные стернотомии, так и методики эндоскопической хирургии. Отбор пациентов для минимально инвазивных аортальных вмешательств должен учитывать как анатомические особенности средостения и корня аорты, так и коморбидность пациента и сопутствующую кардиальную патологию» [45].

#### **1.4. Подходы к хирургическому лечению пациентов с различными анатомическими вариантами недостаточности аортального клапана**

Патология аортального клапана включает как врожденные аномалии, так и приобретенные пороки. Врожденные аномалии вызваны нарушенной морфологией створок и/или фиброзного кольца аортального клапана (далее – ФК АК), что приводит к стенозу и/или недостаточности. Анатомия «нездорового» клапана аорты может быть двустворчатой (наиболее распространенные), трехстворчатой (trileaflet), одностворчатой или четырехстворчатой [1, 42, 116]. Двустворчатый клапан у большинства лиц считается доброкачественным и не приводит к значительным функциональным проблемам [57, 81, 127]. В ряде

случаев бicuspidальная анатомия вызывает критический стеноз аорты, что требует многочисленных вмешательств [9, 42, 62, 71, 99]. Кроме того, патология аортального клапана также может быть вторичной по отношению к другим врожденным порокам сердца, как, например, пролапс створок при дефекте межжелудочковой перегородки (далее – МЖП) [1, 4, 10, 71, 120, 131].

Приобретенные пороки включают ревматическую болезнь сердца и острый/подострый бактериальный эндокардит, обычно вызывающие утолщение створок, спаяние по комиссурам, вегетации и деструкцию [27, 35, 118, 120, 131].

#### **1.4.1. Особенности хирургической анатомии двустворчатого аортального клапана**

Наиболее подходящими точками для определения особенностей анатомии бicuspidального аортального клапана (далее – BAV) являются: 1) количество комиссур; 2) пространственное положение створок и комиссур; 3) функциональное состояние клапана [126]. Некоторые авторы разделяют данную анатомию на разные морфологические фенотипы с отличными гемодинамическими показателями [41, 106, 127].

«Истинный» бicuspidальный клапан состоит из двух створок, как морфологически, так и функционально. Однако наиболее распространенная форма бicuspidального аортального клапана состоит из трех аногенов развития створок и комиссур [64, 81, 126,]. В настоящее время доказано, что бicuspidальный аортальный клапан у молодых пациентов коррелирует с высоким риском дилатации восходящей аорты [126], разрывом и расслоением аневризм [1, 42, 64, 127]. Систематическая классификация фенотипов бicuspidального клапана необходима для более точного описания анатомии, оптимизации хирургического вмешательства, лучшего понимания связи с патологией восходящей аорты.

В работе Н.Н. Sievers и соавт. BAV разделен на три основных типа [126]:

– тип «1» – клапан с одной гипоплазированной комиссурой;

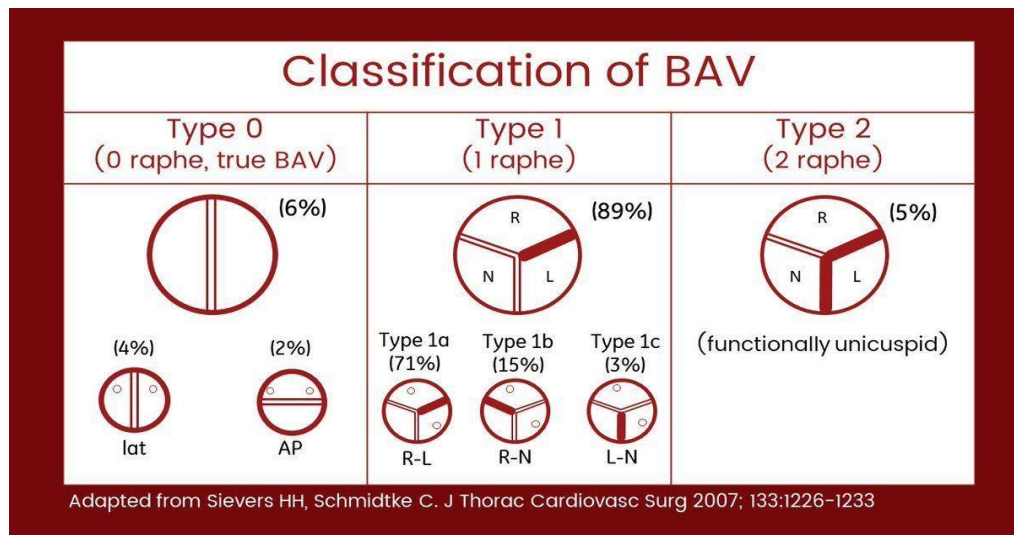
- тип «2» – клапан с двумя гипоплазированными комиссурами;
- тип «0» – «истинный» двустворчатый клапан без швов и комиссур.

При этом первая подкатегория для данных типов определяется пространственным расположением свободных краев створок. Так, для типа «0» – это переднезадняя или латеральная ориентация, а для типов «1» или «2» – ориентация гипоплазированных комиссур по отношению к синусам; например, BAV, тип 1, подкатегория L/R (гипоплазированная спаянная комиссура между левым и правым коронарными синусами) [31, 71, 88, 87].

Вторая подкатегория определяется функциональным состоянием клапана: преобладающая недостаточность (I), преобладающий стеноз (S), сбалансированная недостаточность и стеноз (B) или отсутствие недостаточности и стеноза (Нет) [29, 31]. Отсутствующая или неклассифицируемая подкатегория представлена знаком «X» [31, 81, 126]. Подробное описание, иллюстрации классификации Н.Н. Sievers представлены на Рисунке 1.1 и Рисунке 1.2.

главная категория	ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ	0		1		2	
		1		2		3	
1. субкатегория		0	1	2	3	4	5
2 субкатегория	Пре. Нед.	6 (2)	1 (0.3)	79 (26)	22 (7)	3 (1)	6 (2)
	Пре. Стен.	7 (2)	5 (2)	119 (39)	15 (5)	3 (1)	6 (2)
	Нед.+ Стен.		1 (0.3)	15 (5)	7 (2)	2 (1)	2 (1)
	Норм. функ.			3 (1)	1 (0.3)		

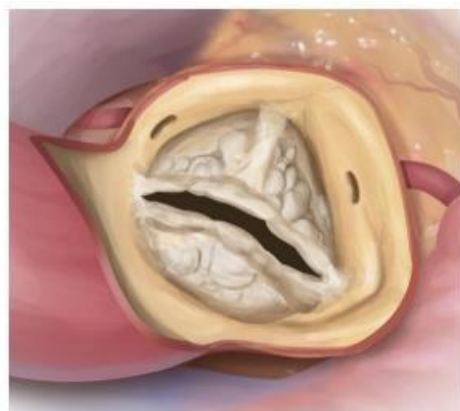
Рисунок 1.1 – Классификация бикуспидального аортального клапана по Н.Н. Sievers. (Пре. Нед. (I) – преимущественно недостаточность; Пре. Стен. (S) – преимущественно стеноз; Нед + Стен (B) – недостаточность + стеноз; Норм. функ (X) – нормальная функция клапана) [126]



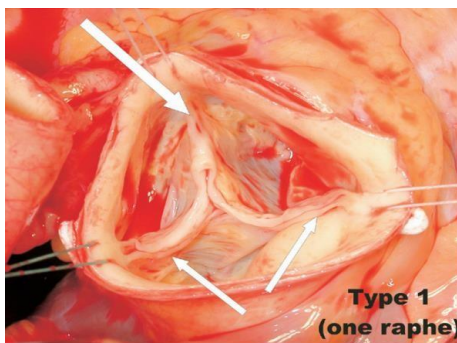
A



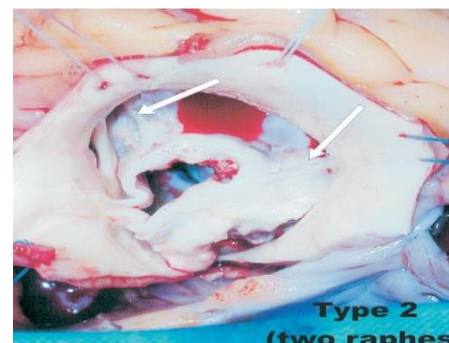
Б



В




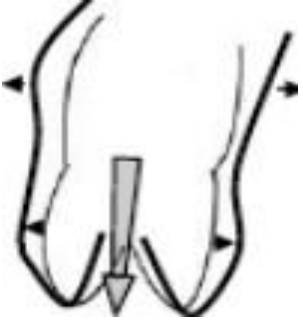
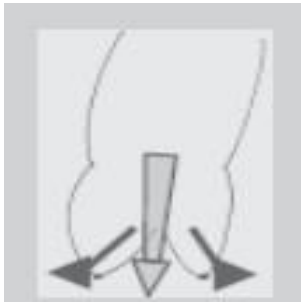

Г




Д

Рисунок 1.2 – А – классификация бicuspidального аортального клапана по Sievers [126]; Б – анатомический вариант симметричного бicuspidального клапана (180–180°) AP Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sievers) [72]; В – анатомический вариант асимметричного бicuspidального клапана R-L Type 1b (1 raphe по Н.Н. Sievers) [72]; Г – интраоперационный снимок асимметричного бicuspidального клапана R-L Type 1b (1 raphe по Sievers). Некоронарная створка с комиссурами указана маленькими стрелками, а большая стрелка указывает на шов, расположенный между деформированными левой и правой коронарными створками [126]; Д – интраоперационный снимок асимметричного бicuspidального клапана R-L Type 2 (2 raphe по Н.Н. Sievers). Стрелками указаны две створки, но клапан функционально уникусpidальный [126]

Таблица 1.1 – Репаративно-ориентированная функциональная классификация аортальной недостаточности (модификация El Khoury [95]) с описанием механизмов заболевания и используемых методов восстановления [1, 5, 10, 23, 40, 42, 55]

Вариант аортальной регургитации	Механизм возникновения аортальной регургитации	Техника восстановления анатомии корня аорты
	<p>Тип Ia Поражение ФК, вследствие дилатации ВоА иСТС</p>	<p>Ремоделирование корня аорты: синтетический протез восходящей аорты</p>
	<p>Тип Ib Поражение ФК, вследствие дилатации вентрикуло-аортального соединения и СТС</p>	<p>Клапаносохраняющая замена корня аорты или Ремоделирование + субкомиссуральная аннулопластика</p>
	<p>Тип Ic Поражение ФК, вследствие дилатации вентрикуло-аортального соединения</p>	<p>Субкомиссуральная анулопластика или экзопротезирование аорты</p>
	<p>Тип Id Перфорация створки без повреждения фиброзного кольца (инфекционный эндокардит)</p>	<p>Пластика аутоперикардиальной либо ксеноперикардиальной заплатой</p>

Продолжение Таблицы 1.1

	<p>Тип II: пролапс створки возникает из-за пролапса створок, вторичного по отношению к перерастяжению свободного края створки или разрыву комиссуры</p>	<p>Триангулярная резекция Пликация Аранциевого узелка или ресуспензия Пластика заплатой</p>
	<p>Тип III: рестрикция створки – обусловлена ограничением подвижности створок вследствие кальцификации, утолщения или фиброза створок, что может наблюдаться при двустворчатом, дегенеративном или ревматическом пороке клапана</p>	<p>Шейвинг Декальцинация Пластика аутоперикардиальной заплатой Пластика заплатой</p>
<p>Примечание: Незаштрихованные столбцы находятся в центре внимания этого обзора. фиброзное кольцо коня аорты (далее – ФК АК); синотубулярное соединение (далее – СТС); восходящая аорта (далее – ВоА)</p>		

Репаративно-ориентированная функциональная классификация аортальной недостаточности (модификация El Khoury [95]) с описанием механизмов заболевания и используемых методов восстановления представлена подробно в Таблице 1.1. Процедура Бенталла – Де Боно с имплантацией композитного графта, содержащего механический протез аортального клапана, является «золотым стандартом» лечения патологий корня аорты и используется во всем мире. К альтернативным вариантам хирургии корня аорты относят операцию Росса и модификацию процедуры Бенталла – Де Боно с применением створок из аутологичного перикарда. Процедура БиоБенталл демонстрирует удовлетворительные ранние и отдаленные результаты, сопоставимые как с классической операцией Бенталла – Де Боно, так и с клапаносохраняющими

методиками. Кроме того, стремление нивелировать риски, связанные с механическим протезированием, и улучшить качество жизни пациентов сподвигло хирургов к разработке альтернативных методик протезирования корня аорты [36].

Перспективным методом лечения патологии корня аорты представляется модифицированная процедура Росса, включающая в себя помещение легочного аутографта в синтетический протез, который позволяет предотвратить аннулодилатацию и расширение аутографта в отдаленные сроки после операции. Данная процедура демонстрирует превосходные клинические и гемодинамические исходы в отдаленные сроки наблюдения. Тем не менее требуется оценка большей когорты пациентов [29].

Мы считаем целесообразным сохранить нативный клапан при достаточной уверенности в его состоятельности после реконструкции аорты [2, 8, 115, 125]. На Рисунке 1.3 представлено сравнение хирургических методов коррекции патологии корня аорты.

Параметр	Сравнение преимуществ/недостатков				
	процедура David	процедура Yacoub	процедура Yacoub + аннулопластика	процедура Ross + наружное укрепление протезом	процедура «Русский конduit»
Стабилизация кольца	+	—	+	+	+
Физиологичность, динамичность корня аорты	—	+	+	+	—
Продолжительность искусственного кровообращения, ишемии миокарда	—	+	+—	—	+
Риск послеоперационного кровотечения	+—	+—	+—	+—	+
Молодой пациент	++	—	+	++	+
Пожилой пациент	+	+	+	+	+
Отдаленные результаты	++	+—	+	++	—
Обучаемость и воспроизводимость	+—	+	+	—	+
Диссекция аорты типа А	+	+	+	—	+
Пациент с генетическими или хромосомными мутациями	+	—	+	+	+
Экономичность	+	+	+—	—	+
Бикуспидальный аортальный клапан	+	—	+	+	+

*Примечание.* (+) преимущество, (—) недостаток, (+—) незначительное преимущество, (++) значительное преимущество.

Рисунок 1.3 – Сравнение хирургических методов коррекции патологии корня аорты [2]

Стабилизация фиброзного кольца. Процедура David возможна при любом диаметре фиброзного кольца аортального клапана [7] с хорошими

послеоперационными результатами [87, 88, 89, 102, 104]. Есть работы, демонстрирующие незначительное послеоперационное увеличение диаметра аортального фиброзного кольца [5, 134, 142], однако это не является клинически значимой аннулоэктазией [2, 83]. Аналогичное уменьшение и/или стабилизация фиброзного кольца аортального клапана при операции Bentall – De Bono [2, 5, 7, 8, 42].

Физиологичность и динамика корня аорты. Авторы из Италии, изучившие биомеханику корня аорты после операции David, пришли к выводу, что площадь открытия и высота коаптации створок после процедуры David незначительно меньше, чем у аортального клапана в нативном корне аорты [83, 125]. Однако эффективная высота створок после процедуры David больше, чем у аортального клапана в нативном корне аорты [38, 87, 88, 89, 102, 142]. Процедура Bentall – De Bono является наименее физиологичной по сравнению с другими рассматриваемыми методиками [2, 14, 15, 35, 38].

Продолжительность искусственного кровообращения (далее – ИК) и ишемии миокарда (далее – ИМ). Ишемия миокарда может составлять до 60 мин при операции Bentall – De Bono. При операции David время ишемии миокарда может увеличиваться от 90 до 120 мин [2, 12, 13, 46, 88, 89].

Риск послеоперационного кровотечения. T. David [86] и авторы из Бельгии не отрицают, что риск кровотечения после процедуры David может быть выше в связи с коагулопатией после длительного ИК. Процедура Bentall – De Bono обладает более высоким риском кровотечения [2, 12, 13, 46, 87, 88].

Молодой пациент. К этой группе больных мы относим женщин фертильного возраста, мужчин до 50 лет, ведущих активный и подвижный образ жизни, профессиональных спортсменов. Операцией выбора для пациентов этой группы, по нашему мнению, является процедура David, которая демонстрирует отличные отдаленные результаты и надежно стабилизирует фиброзное кольцо аортальноклапана [2, 22, 23, 39, 46].

Пожилой пациент. У пациентов старшей возрастной группы (старше 65–70 лет) аневризма корня и восходящей аорты редко ассоциируется с аннулоэктазией

аортального клапана. При выраженном дегенеративном изменении аортального клапана операцией выбора является процедура Bentall – De Bono [2, 12, 13, 44].

Отдаленные результаты. Операция David демонстрирует отличные долгосрочные результаты в отношении свободы от повторных операций до 98 % за 10 лет, выживаемость до 99 % и 94 % через 5 и 10 лет соответственно. Свобода от рецидива аортальной регургитации 2–3 ст. достигает  $87,1 \pm 4,7$  % через 13 лет. S. Tamer и соавт. изучили 303 пациентов, которым была выполнена операция David; 31 пациент ранее перенес операцию Ross. Общая 10-летняя выживаемость составила  $75 \pm 5$  %, клапан-ассоциированная 10-летняя выживаемость –  $96,6 \pm 1,4$  %. Десятилетняя выживаемость у пациентов, оперированных по поводу аневризмы аорты без аортальной регургитации, составила  $84,3 \pm 5,6$  %; 10-летняя выживаемость у пациентов, оперированных по поводу аневризмы аорты и тяжелой аортальной регургитации, составила  $70 \pm 6,4$  %. D. Bobylev и соавт. продемонстрировали отличные 10-летние результаты операции David у взрослых пациентов после коррекции врожденных пороков сердца в детском возрасте [2].

Обучаемость и воспроизводимость. Нередко решение о методе хирургической коррекции патологии корня аорты принимается хирургом интраоперационно [8, 19, 48]. Наблюдается тенденция, что центры с большим опытом чаще рекомендуют клапаносохраняющие операции, а центры с меньшим опытом – имплантацию клапаносодержащих кондуитов [49, 83, 125]. Большой хирургический опыт и более длительная кривая обучения являются недостатком клапаносохраняющих операций на корне аорты [50, 83, 125]. Есть мнение, что операция David имеет более длительную кривую обучения. Часто выбор метода реконструкции зависит от предпочтений хирурга [2, 15, 16, 39, 42].

Двустворчатый аортальный клапан. Сохранение бicuspidального клапана, по нашему мнению, имеет смысл при межкомиссуральном угле ближе к  $180^\circ$  и отсутствии или минимальном изменении клапана, которое требует наиболее простых техник пластики. При решении сохранить бicuspidальный клапан операции David с аннулопластикой аортального клапана демонстрируют хорошие долгосрочные результаты [2, 21, 22, 23, 86, 88, 102]. На наш взгляд, имеется

преимущество операции David по причине полного замещения ткани корня аорты и наиболее надежной кольцевой стабилизации фиброзного кольца аортального клапана, а также большего количества удовлетворительных отдаленных результатов [2, 38, 41, 42].

Оригинальная процедура David предложена для восстановления аортального клапана у лиц с трехстворчатой анатомией клапана и отсутствием компретации створок. Вместе с тем целесообразность и долговечность реимплантации аортального клапана, дополненной пластикой створок, остается предметом дискуссий [46].

Выполнение процедуры реимплантации, дополненной пластикой створок («нестандартный David»), представляется сомнительным хирургическим подходом по причине низкой свободы от реопераций на фоне частого развития значимой недостаточности на аортальном клапане [46].

Первые итоги операции David при бicuspidальном аортальном клапане описаны в трудах G. El Khoury [95], M. Woodhwani [55], E. Navarra [128] и L. de Kerchove [21, 23, 38, 55, 95].

В частности, доказана возможность выполнения реимплантации и пластики при бicuspidальной анатомии с отличными ближайшими и среднеотдаленными результатами. Стандартизованная тактика относительно коррекции уникуспидальной анатомии на сегодня отсутствует. Согласно имеющимся публикациям, наиболее предпочтительна бicusпидализация с формированием неокмиссуры напротив естественной, а успешная пластика возможна при менее чем 50 % поражении тела створки фиброзом или кальцинозом [23].

Для реконструкции нативных створок аортального клапана применяют комиссуротомию, аннулопластику, треугольную резекцию со сшиванием краев дефекта по длине, ресуспензию створки, укорочение свободного края створки, пликацию Аранциевого узелка и другие методы. Клапаносохраняющие реконструктивные операции не всегда целесообразны, особенно у пожилых людей с кальцинированной аортой. Простое рассечение створок или декальцинация не показывают удовлетворительных результатов. Замещение

ткани створки аортального клапана предпринималось с конца 1960-х годов. Широкая фасция, бычий перикард и твердая мозговая оболочка использовались у небольшого числа пациентов. Доказано, что аутологичный перикард, обработанный глутаральдегидом, безопасен и применим для восстановления аортального клапана с низким уровнем тромбоэмболических осложнений и смертности [115].

Harris W.M. и соавт. (2024) [131] в метаанализе, посвященном хирургическим результатам и оптимальному подходу к лечению эндокардита аортального клапана с абсцессом корня аорты, выборочный график распределения показал сильную линейную зависимость ( $r$  0,998), предполагая, что в больницах с большей частотой операций по замене корня аорты наблюдается значительно меньшая частота повторных операций у пациентов с абсцессом корня аорты и бактериальным эндокардитом [41, 57, 131].

Важным вопросом в клапаносохраняющей хирургии корня аорты является выбор сосудистого протеза нужного диаметра. T. David, как пионер техники реимплантации, приравнивал размер протеза к среднему значению высоты трех створок, умноженному на два, или длине свободного края створки аортального клапана минус 10 % полученного значения [7, 38, 87, 88, 89].

Требуемый диаметр протеза также можно определить как высоту треугольника Henle между некоронарной и левой коронарной створками [7]. Аналогичный прием используют авторы – Boodhwani [55], El Khoury [95], Э.Р. Чарчан [7, 41, 55, 94].

У пациентов, страдающих синдромом Марфана и имеющих расширенное фиброзное кольцо аортального клапана [28], имплантируемый сосудистый протез обычно на 2 мм шире, чем у пациентов без синдрома Марфана [7].

Второй важный момент – позиционирование створок на необходимом уровне. Klaus с соавт. и Kallenbach [142] считают, что оптимальной является локализация точки коаптации створок на уровне или немного выше плоскости аортального фиброзного кольца [7, 38, 41, 142].

Стабилизация вентрикуло-аортального соединения является одним из

главных аспектов эффективности пластики бicuspidального клапана, так как препятствует аннулодилатации, а последняя выступает первоочередной причиной рецидива аортальной регургитации в отдаленном периоде; реимплантация корня ремоделирует аортальный клапан, снижая напряжение на створках, и формирует более равномерную редукцию клапанного кольца, симметрично распределяя гемодинамическую нагрузку на клапан. Операция David при бicuspidальной анатомии обладает определенной спецификой. Регургитация при аневризме корня аорты с трикуспидальной анатомией чаще всего обусловлена нарушением коаптации в результате дилатации (Ib тип по El Khoury). Регургитация при бicuspidальной анатомии, помимо дилатации, обусловлена первичной патологией створок (сочетание I, II и III типа по El Khoury), что требует обязательной вальвулопластики. Иногда при ДАК устья коронарных артерий располагаются очень близко к комиссурам, что делает сложным формирование «кнопок» и сохранение достаточного размера бортика аортального синуса для реимплантации в сосудистый протез [23].

При решении вопроса ориентации комиссуры при реимплантации J. Bavaria предлагает следующий алгоритм: если одиночная створка занимает более  $170^\circ$  клапанного кольца, то комиссуры следует ориентировать на  $180^\circ$ ; если объединенная створка занимает большую часть окружности кольца ( $7/12$ ), то комиссуры следует ориентировать по схеме  $150\text{--}210^\circ$  [23].

### **1.5. Хирургия корня аорты при иммуновоспалительных заболеваниях**

Иммуновоспалительные заболевания относятся к числу наиболее тяжелых хронических болезней человека, их распространенность в популяции приближается к 10 % [24, 32, 33, 56]. Заболеваемость и летальность при иммуновоспалительных ревматических заболеваниях наиболее часто обусловлена ранним развитием и ускоренным прогрессированием атеросклеротического поражения коронарных сосудов [11, 37, 121, 117], а также

неишемической сердечной недостаточностью, микроваскулярной дисфункцией, автономной невропатией сердца, нарушениями ритма сердца или нарушениями проводимости и поражением аортального клапана сердца, характерными для спондилоартритов [17, 24, 37, 121]. Имеются существенные доказательства того, что аневризма аорты может быть проявлением нескольких системных ревматических заболеваний [11, 17, 24, 33, 37].

Хронические ревматические болезни сердца – заболевания, характеризующиеся поражением сердечных клапанов в виде поствоспалительного краевого фиброза клапанных створок или порока сердца (недостаточность и/или стеноз), сформировавшихся после перенесенной острой ревматической лихорадки [17, 37, 117, 121]. В настоящее время ревматическая болезнь клапана остается одной из основных причин хирургического вмешательства на аортальном клапане [2, 21, 22, 23, 33].

Системная красная волчанка – хроническое мультисистемное аутоиммунное заболевание неизвестной этиологии с широким спектром клинических проявлений и непредсказуемым течением [32, 33, 37, 52]. Поражение сердца встречается более чем у 50 % пациентов с системной красной волчанкой, оно является одной из основных причин летальности [52, 76, 117]. По данным эпидемиологического исследования (США, 1999–2016 гг., n=45 млн чел.), у пациентов с системной красной волчанкой (n=95 тыс., 0,21 %) поражение сердца регистрировалось гораздо чаще, чем в контрольной группе: нарушения ритма и проводимости – у 22 % и 6 %, ишемическая болезнь сердца (далее – ИБС) – у 13 % и 4 %, значимое поражение клапанов – у 11 % и 2 %, инфаркт миокарда – у 6 % и 2 %, легочная гипертензия – у 2,2 % и 0,2 %, сердечная недостаточность – у 1,0 % и 0,2 % больных соответственно [11, 17, 33, 37, 52].

Исследования Johnson T.M. и соавт. (2023) [65] показывают, что ревматоидный артрит также связан с повышенным риском комбинированного аортального стеноза (скорректированное отношение рисков [АНР] 1,48; 95 % ДИ 1,41–1,55), вмешательства на аортальном клапане (АНР 1,34; 95 % ДИ 1,22–1,48) и смерти, связанной с аортальным стенозом (АНР 1,26; 95 % ДИ 1,04–1,54) [65,

76, 117].

Shovman O. и соавт. (2016) провели исследование «случай – контроль», посвященное оценке частоты аневризмы аорты у пациентов старше 20 лет, с диагнозом ревматоидный артрит («случаи»), в сравнении с выборкой пациентов без ревматоидного артрита («контрольная группа») [58], сопоставимой по возрасту и полу, в отношении распространенности аневризмы аорты. Для одномерного анализа использовались критерии Хи-квадрат и  $t$ , а для многомерного анализа – модель логистической регрессии. В исследование были включены 11 782 пациента с ревматоидным артритом и 57 973 человека контрольной группы, сопоставимой по возрасту и полу. Доля аневризмы аорты была достоверно выше у пациентов с ревматоидным артритом (0,72 %) по сравнению с контрольной группой 0,49 % (отношение шансов (OR) 1,48, 95 %; доверительный интервал (ДИ) 1,15–1,88;  $p=0,002$ ). Многомерный анализ, в котором оценивались ковариаты, связанные с аневризмой аорты, выявил независимую связь аневризмы аорты и ревматоидного артрита после корректировки на различные факторы, включая возраст, пол и статус курения (ОШ 1,406, 95 %; ДИ 1,094–1,789;  $p=0,006$ ). Данное исследование продемонстрировало, что аневризма аорты чаще встречается у пациентов с ревматоидным артритом по сравнению с общей популяцией [58, 75].

Протезирование аортального клапана является традиционной операцией при ревматической болезни клапана. Хорошо известны отдаленные результаты, положительные и отрицательные стороны как механических, так и биологических протезов. Пациенты с механическими протезами нуждаются в пожизненном приеме антикоагулянтов, в частности варфарина. Основным недостатком биопротезов является структурная деградация клапана, связанная с повреждением и кальцификацией биоткани (ксеноперикарда), риск которых возрастает у лиц молодого возраста [26].

При ревматическом поражении аортального клапана возможно применение клапаносохраняющих процедур, однако в исследованиях Jean-Michel Grinda [59],

Afksendiyos Kalangos [66], Sachin Talwar [67], C.M.G. Durba [103], Nilgün Bozbuga [105], José M. Bernal [118], and Patrick O. Myers сообщили о возможном риске реопераций в течение пяти лет. Основными предикторами реопераций определены: первичная неудача пластики аорты, бактериальный эндокардит, ухудшение качества вальвулопластики, митральная дисфункция и дисфункция трехстворчатого клапана [59, 66, 67, 73, 105, 118].

Систематический обзор и метаанализ Zhao M. и соавт. (2022) [68], посвященный реконструктивной хирургии корня аорты при ревматической болезни, включил семь статей (418 пациентов), опубликованных между 1988 и 2010 годом. Совокупные показатели госпитальной смертности, 5-летней выживаемости и 5-летней повторной операции составили 3,2 %, 94,5 % и 9,9 % соответственно. Неоднородность средневзвешенных различий значений степени аортальной недостаточности и клапанного градиента между дооперационными и послеоперационными периодами была чрезвычайно высокой ( $I^2=81,5$  %,  $p<0,001$  в AIG,  $I^2=97,6$  %,  $p=0,003$  в среднем). Анализ подгрупп показал, что степень аортальной недостаточности и клапанный градиент улучшились на 3,03 балла ( $I^2=0$  %,  $p<0,001$ ) и 3,16 мм рт. ст. ( $I^2=0$  %,  $p<0,001$ ) в европейской группе соответственно. В азиатской группе показатели степени аортальной недостаточности и клапанного градиента были улучшены на 2,57 балла ( $I^2=0$  %,  $p<0,001$ ) и 34,39 мм рт. ст. ( $I^2=0$  %,  $p<0,001$ ) соответственно. По сравнению со значениями при выписке, клапанный градиент был увеличен на 0,15 балла ( $I^2=0$  %,  $p=0,031$ ), а среднее значение артериального давления по-прежнему снижалось на 2,07 мм рт. ст. ( $I^2=0$  %,  $p=0,031$ ) на момент наблюдения. Из этого следует, что вальвулопластика безопасна и эффективна для лечения ревматической аортальной недостаточности и стеноза, и продолжительность поддерживающей операции, необходимой для устранения стеноза, была больше, чем при недостаточности [68].

При болезни Бехтерева (анкилозирующем спондилоартрозе) в основном поражаются крестцово-подвздошные суставы, позвоночник, однако хорошо известна его связь с внесуставными тканями, такими как кожа, глаза, сердце и

слизистые оболочки [56, 77, 85]. Поражение сердца обычно проявляется в виде аортальной недостаточности, аортита или нарушений сердечной проводимости [26, 28, 63, 62]. Клеточное воспаление вызывает пролиферативный эндартериит, который приводит к утолщению фиброзной ткани и расширению корня аорты. Затем процесс достигает фиброзного кольца аортального клапана и вызывает базальное утолщение створок аортального клапана, что в итоге приводит к аортальной регургитации [69, 70, 97]. Длительность аортального стеноза связана с возникновением аортальной регургитации: через 10 лет прогрессирования заболевания она появляется у 2 %, а через 30 лет – у 12 % пациентов [56, 69, 70]. Исследователи сообщают, что воспаление, связанное с HLA-B27, присутствует у 15–20 % пациентов с аортальной регургитацией, тогда как не было обнаружено значимой связи между HLA-B27 и аортальной регургитацией без ревматизма [56, 62, 63, 97].

Говоря о методе реконструкции аортального клапана, делают выбор между биологическим клапаном, процедурой Росса и неокуспидизацией, поскольку часто основным пожеланием пациента является отсутствие необходимости в антикоагулянтной терапии [29].

Малая длительность процедуры Росса при болезни Бехтерева может быть обусловлена патогенезом заболевания, поскольку аутоиммунный ответ при ревматических заболеваниях нацелен на коллаген IV типа, который содержится в створках клапана [83, 120]. Опыт применения биологических клапанов при ревматических заболеваниях также неудовлетворителен, с ранней дегенерацией и повышенным риском повторной операции [28, 58, 73, 77, 86, 101]. Гистологические различия в составе тканей перикарда и клапана могут снизить риск будущей дегенерации аутоперикардальных створок аорты [28, 66, 77, 99, 126]. Использование гомотрансплантатов и реконструктивные операции с использованием аутологичных материалов позволяют не только избежать пожизненного приема антикоагулянтов, но и сохранить гемодинамический профиль [79], сопоставимый с профилем нативных клапанов [56, 66, 79, 101].

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Характеристика групп наблюдения и дизайн исследования

Произведен ретроспективный и проспективный анализ течения периоперационного периода 139 пациентов, с кодами диагнозов по МКБ-10 [22]:

I71.2 – аневризма грудной аорты без упоминания о разрыве,

I35.1 – ревматическая аортальная недостаточность,

I35.8 – другие поражения аортального клапана.

Сбор и анализ данных проводился с 2014 по 2023 год на базе кафедры факультетской хирургии №1 ИКМ имени Склифосовского Университетской клинической больницы №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) [22], в 2023 году часть данной кафедры перешла в ведомство кафедры сердечно-сосудистой хирургии ИПО.

Протезирование корня аорты клапаносодержащим кондуитом выполнено в 41,7% случаев (n=58), клапаносохраняющие операции выполнены в 58,3 % случаев (n=81) [22].

Имеются три исследуемые группы сравнения [22]:

**Группа I** – Valve repair + David – 34 пациента, перенесшие процедуру David в сочетании с реконструктивными вмешательствами на аортальном клапане.

**Группа II** – David – 47 пациентов, перенесших процедуру David при интактных створках аортального клапана.

**Группа III** – Benall – 58 пациентов, перенесших процедуру Bentall.

Ниже на Рисунке 2.1 детально представлен дизайн и методология нашего исследования.

**Критерии включения в исследование [22]:**

– группа I: первично оперированные пациенты с нестандартной анатомией аортального клапана, аортальной регургитацией 2–3-й степени, наличием умеренного фиброза створок, единичных перфораций, включений кальция в

сочетании с аневризмой корня или восходящей аорты;

– группа II: первично оперированные пациенты с 2–3-й степенью аортальной регургитации, нормальной анатомией аортального клапана и сохранным состоянием створок в сочетании с аневризмой корня или восходящей аорты;

– группа III: пациенты с различными вариантами анатомии аортального клапана, аортальной регургитацией 2–3-й степени и разной тяжестью поражения створок в сочетании с аневризмой корня или восходящей аорты.

**Критерии исключения из исследования [22]:**

– онкопациенты с сопутствующей кардиоваскулярной патологией, требующей сочетанного оперативного лечения;

– тяжелая коморбидная патология в стадии декомпенсации;

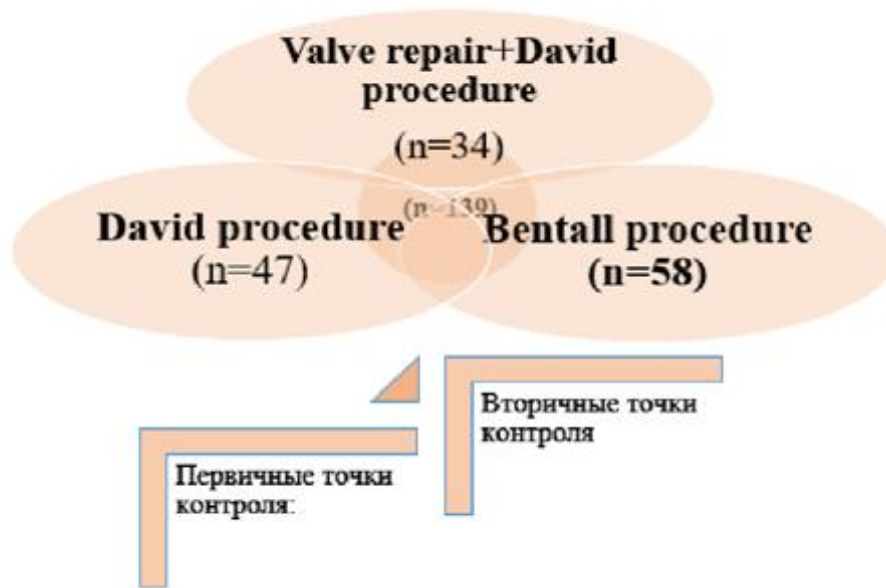
– экстренные кардиохирургические вмешательства, связанные с жизнеугрожающими состояниями – разрыв, острое расслоение аорты;

– для пациентов с двустворчатым аортальным клапаном противопоказанием к реконструктивным операциям являлись: предоперационная ориентация комиссур менее  $160^\circ$ , диаметр аортального кольца более 28 мм, эффективная высота коаптации менее 9 мм [21].

На Рисунке 2.1 представлены дизайн и методология проведенного исследования.

**2.2. Оценка сопоставимости предоперационных данных пациентов между группами сравнения**

В Таблице 2.1 указаны антропометрические данные в группах сравнения – их сопоставимость, из которой следует: средний возраст пациентов на момент оперативного лечения 52,4 года – статистически значимых различий между группами не существует.



1) операционная летальность,

1) основные показатели, влияющие на исход и течение раннего послеоперационного периода: длительность операции, длительность ИК, длительность пережатия аорты, длительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии и профильном отделении, объем кровопотери,

2) кумулятивная выживаемость в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода),

3) свобода от тяжелой аортальной регургитации (более 2-й ст.) к 1-му году и в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода),

2) динамика изменений эхокардиографических показателей к 10-м суткам послеоперационного периода и в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода).

4) кумулятивная свобода от неблагоприятных кардиоваскулярных осложнений в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода);

Рисунок 2.1 – Дизайн и методология ретроспективного и проспективного анализа течения периоперационного периода 139 пациентов, оперированных по поводу аневризмы КА в комбинации с тяжелой аортальной регургитацией [22]

Таблица 2.1 – Антропометрические данные в группах сравнения, их сопоставимость

Показатели	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	Средн ее	Стд. откл.	Средн ее	Стд. откл.	Средн ее	Стд. откл.	
Возраст на момент операции	51,18	14,87	52,74	13,59	52,72	13,67	0,913
Follow-up	36,56	20,48	37,91	20,39	44,76	27,52	0,162
Рост, см	174,65	8,04	178,98	11,19	176,21	7,89	0,23
Вес, кг	85,85	14,41	86,85	15,00	83,24	18,72	0,149
S пов-ти тела, м <sup>2</sup>	3,62	6,65	4,43	7,04	8,86	11,14	0,135
<b>Индекс массы тела, кг/м<sup>2</sup></b>	<b>26,60</b>	<b>7,91</b>	<b>24,87</b>	<b>9,57</b>	<b>20,02</b>	<b>12,54</b>	<b>p=0,009*, p1-2=0,596, p1-3=0,006*, p2-3=0,017*</b>

Примечание: Жирным шрифтом выделены достоверные различия

По гендерному распределению и антропометрическим данным пациенты равномерно распределены между группами. Однако индекс массы тела статистически достоверно ниже в группе Bentall ( $p < 0,05$ ). Аневризма корня аорты и аннулодилатация наблюдалась у 100 % пациентов. Синдром Марфана, подтвержденный генетическим тестом (мутация гена FBN1), составил 6,5 % от всей популяции ( $n=139$ ). Пациенты с системными иммуновоспалительными ревматическими заболеваниями (далее – ИВРЗ) в анамнезе составили 5,7 % от всей популяции ( $n=139$ ).

Таблица 2.2 показывает сопоставимость групп по наличию кардиоваскулярной патологии. В отношении исходного функционального класса хронической сердечной (далее – ХСН ФК) недостаточности по классификации Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (далее – NYHA) различий между группами не отмечено – группы сопоставимы ( $p > 0,05$ ). Пациенты с нозологией мультифокальный атеросклероз со стеноокклюзирующим поражением коронарного, церебрального бассейна и брюшной аорты с бассейном артерий нижних конечностей (атеросклеротическая бляшка  $< 70$  % (далее – АСБ), асимптомное течение) равномерно распределены между группами ( $p > 0,05$ ).

Таблица 2.2 – Оценка сопоставимости групп по наличию кардиоваскулярной патологии

Показатели		Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
		n	%	n	%	n	%	
Пол	Ж	5	14,7	8	17,0	5	8,6	0,417
	М	29	85,3	39	83,0	53	91,4	
Аневризма корня и восходящей аорты		34	100,0	47	100,0	58	100,0	-
Аннулодилатация АК		34	100,0	47	100,0	58	100,0	-
Синдром Марфана		2	5,9	4	8,5	3	5,2	0,777
ИВРЗ		3	8,8	1	2,1	4	6,9	0,411
Атеросклероз		15	44,1	20	42,6	21	36,2	0,701
ХСН ФК по NYHA I		2	5,9	1	2,1	6	10,3	0,232
ХСН ФК по NYHA II		20	58,8	19	40,4	29	50,0	0,257
Аневризма брюшной аорты (диаметр до 50 мм)		1	2,9	1	2,1	1	1,7	0,927
Стенозирующий атеросклероз брахиоцефальных артерий, АСБ до 70 %, асимптомный		2	5,9	6	12,8	4	6,9	0,457
Стенозирующий атеросклероз артерий нижних конечностей, АСБ до 70 %, асимптомный		3	8,8	1	2,1	3	5,2	0,396
ИБС (стеноз коронарных артерий по коронароангиографии менее 70 %)		9	26,5	10	21,3	17	29,3	0,644
Стентирование коронарных артерий в анамнезе		3	8,8	1	2,1	2	3,4	0,313
Фибрилляция предсердий		7	20,6	6	12,8	11	19,0	0,593
Желудочковые экстрасистолии		3	8,8	4	8,5	7	12,1	0,802
Системное давление легочной артерии менее 50 мм рт. ст.		14	41,2	18	38,3	29	50,0	0,424
Бактериальный эндокардит в анамнезе		1	2,9	1	2,1	1	1,7	0,709
Аортальная регургитация 2–3-й ст.		30	88,2	44	93,6	52	89,7	0,674
Митральная регургитация до 2-й ст.		20	58,8	27	57,4	42	72,4	0,217
Регургитация на трикуспидальном клапане		5	14,7	3	6,4	6	10,3	0,468

Пациенты с нозологией нарушения ритма сердца: фибрилляция предсердий, желудочковые экстрасистолии равномерно распределены между группами ( $p > 0,05$ ).

Умеренная легочная гипертензия, связанная с патологией левых камер сердца, в группе Bentall составила 50 %, в группе David – 38,3 %, в группе Valve

repair + David – 41,2 % ( $p>0,05$ ) [22].

Пациенты с тяжелой аортальной регургитацией превалировали в группе David – 93,6 %, однако статистической значимости по распределению пациентов между группами не выявлено.

Анализ сопутствующей экстракардиальной патологии, приведенный в Таблице 2.3, достоверных различий между группами не показывает, все сопутствующие заболевания в фазе ремиссии, достигнуты целевые уровни показателей лабораторных и инструментальных исследований ( $p>0,05$ ).

Сравнение исходных данных трансторакальной эхокардиографии представлено на Рисунке 2.2 и в Таблице 2.4. Различия в показателях, таких как фракция выброса (далее – ФВ) (%), конечно-диастолический объем (далее – КДО) левого желудочка (далее – ЛЖ) (см), конечно-диастолический размер (см), диаметр аорты на уровне синусов Valsalva (мм), диаметр фиброзного кольца (мм) – между группами значимо на уровне достоверности более 0,05.

Таблица 2.3 – Оценка сопоставимости групп по сопутствующей коморбидной патологии

Показатели	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	n	%	n	%	n	%	
Курение	10	29,4	13	27,7	14	24,1	0,842
Хроническая обструктивная болезнь легких	6	17,6	5	10,6	8	13,8	0,663
Бронхиальная астма	3	8,8	2	4,3	1	1,7	0,27
Сахарный диабет	2	5,9	4	8,5	4	6,9	0,897
Гипертоническая болезнь	23	67,6	36	76,6	50	86,2	0,105
Хроническая почечная недостаточность	2	5,9	3	6,4	4	6,9	0,981
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе (<1 г/давности)	1	2,9	2	4,3	2	3,4	0,949

Сравнение исходного значения среднего трансклапанного градиента на аортальном клапане (мм рт. ст.) между группами: статистически достоверно выше этот показатель в группе Bentall – 26,2 мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ).

Таблица 2.4 – Оценка сопоставимости групп по исходным эхокардиографическим данным

Показатели	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	Среднее	Стд. откл.	Среднее	Стд. откл.	Среднее	Стд. откл.	
<b>Диаметр восходящей аорты (мм)</b>	<b>54,39</b>	<b>12,55</b>	<b>52,60</b>	<b>17,11</b>	<b>56,79</b>	<b>15,29</b>	<b>p=0,01*, p1-2=0,002*, p1-3=0,052, p2-3=0,179</b>
Диаметр аорты на уровне sinus aortae (мм)	40,31	14,75	38,20	14,73	40,23	13,58	0,514
Фракция выброса (%)	55,15	6,31	54,64	5,96	54,28	7,79	0,967
ФК АК (мм)	26,85	3,37	26,64	2,37	26,07	3,06	0,197
КДО ЛЖ (мл)	152,71	44,29	174,51	54,85	182,16	70,29	0,163
Конечно-диастол. размер ЛЖ (см)	5,61	1,42	5,81	0,94	6,02	1,42	0,312
МЖП (см)	1,28	0,25	1,18	0,18	1,29	0,35	0,187
<b>Средний градиент (мм рт. ст.)</b>	<b>17,20</b>	<b>18,03</b>	<b>7,20</b>	<b>4,17</b>	<b>26,17</b>	<b>25,57</b>	<b>p=0,001*, p1-2=0,041*, p1-3=0,088, p2-3=0,001*</b>

Примечание: Жирным шрифтом выделены достоверные различия.

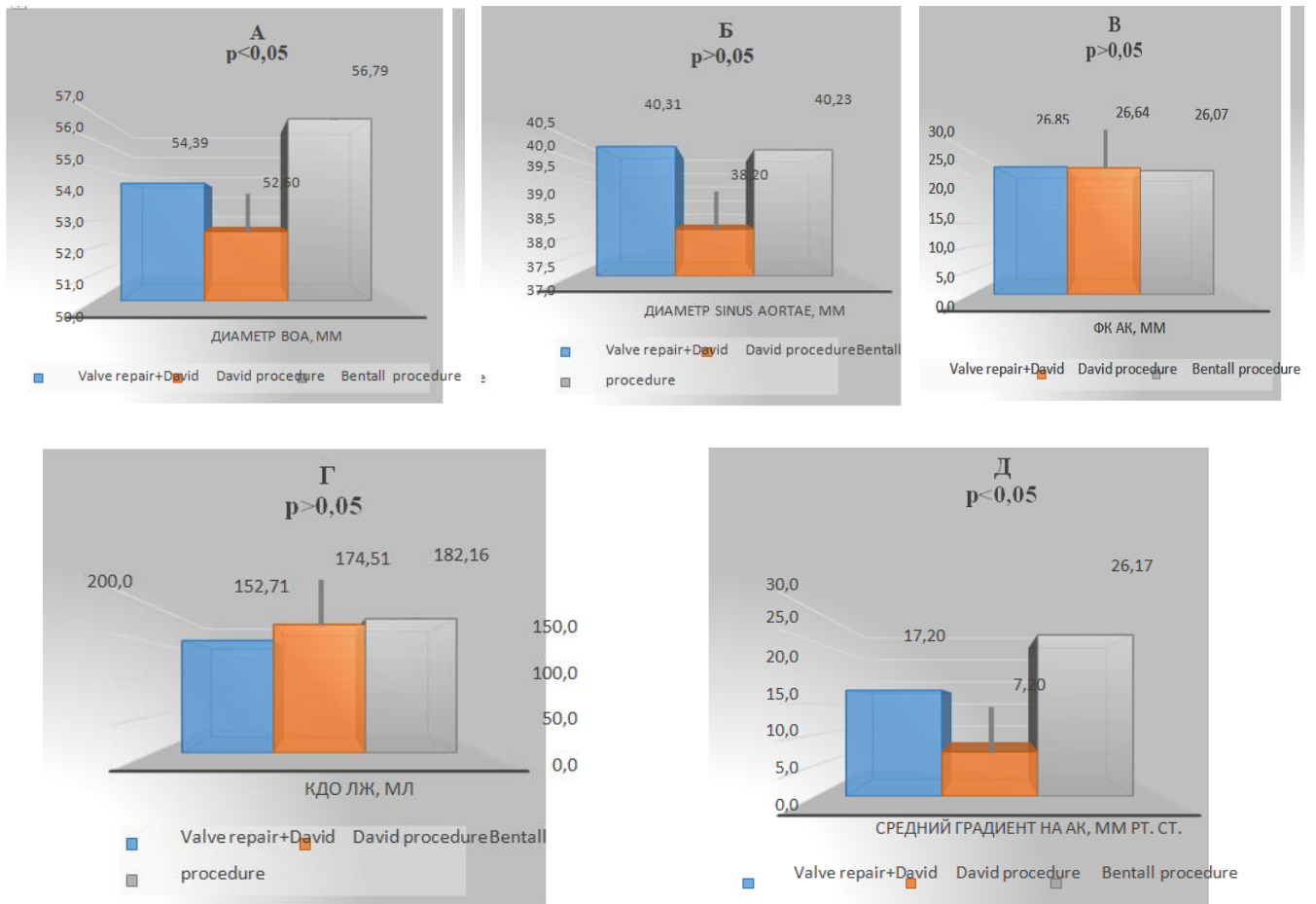


Рисунок 2.2 – Оценка сопоставимости групп по исходным эхокардиографическим показателям: А – диаметру восходящей аорты (мм); Б – диаметру sinus aortae между группами (мм); В – диаметру фиброзного кольца (мм); Г – конечно-диастолическому объему левого желудочка (мл); Д – среднему градиенту (мм рт. ст.) [21, 22, 46]

Оценка сопоставимости групп по интраоперационным данным представлена в Таблице 2.5 и на Рисунке 2.3. Фиброзирование, кальциноз створок аортального клапана превалировал в группе Bentall – 56,9 % ( $p < 0,05$ ), бicuspidальный аортальный клапан чаще встречался в группе Valve repair + David – 79,4 %. Анатомические варианты симметричного бicuspidального клапана ( $180-180^\circ$ ) lat Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers) – 20,6 % в группе Valve repair + David, в группе Bentall – 1,7 % и AP Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers) – 11,8 % в группе Valve repair + David, в группе Bentall – 1,7 % ( $p < 0,05$ ) [21, 22].

Таблица 2.5 – Оценка сопоставимости групп по интраоперационным данным: анатомии аортального клапана согласно классификации Н.Н. Sivers, объему оперативного вмешательства

Показатели	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	n	%	n	%	n	%	
Фибрирование / кальциноз створок	12	35,3	6	12,8	33	56,9	0,001
Бикуспидальная анатомия аортального клапана	27	79,4	0	0,0	14	24,1	0,001
Трикуспидальный аортальный клапан	1	2,9	44	93,6	40	69,0	0,001
lat Type 0 (0 raphe, true BAV по Sivers)	7	20,6	0	0,0	1	1,7	0,001
AP Type0 (0 raphe, true BAV по Sivers)	4	11,8	0	0,0	1	1,7	0,012
Type 1a (1 raphe по Sivers)	9	26,5	0	0,0	2	3,4	0,001
Type 1b (1 raphe по Sivers)	6	17,6	0	0,0	4	6,9	0,01
Type 1c (1 raphe по Sivers)	8	23,5	0	0,0	6	10,3	0,009
Сбривание кальция	12	35,3	0	0,0	0	0,0	0,001
Триангулярная резекция	9	26,5	0	0,0	0	0,0	0,001
Укорочение свободного края/ресуспензия	3	8,8	0	0,0	0	0,0	0,001
Резекция межкомиссурального шва со сшиванием краев дефекта по длине	11	32,4	0	0,0	0	0,0	0,001
Пликация Аранциевого узелка	8	23,5	0	0,0	0	0,0	0,001
Пластика аутоперикардальной заплатой	11	32,4	0	0,0	0	0,0	0,001

Анатомические варианты асимметричного бикуспидального клапана (сращение створок) Type 1a (1 raphe по Н.Н. Sivers) – 25,6 % в группе Valve repair + David, в группе Bentall – 3,4 %; Type 1b (1 raphe по Н.Н. Sivers) – 17,6 % в группе Valve repair + David, в группе Bentall – 6,9 %; Type 1c (1 raphe по Н.Н. Sivers) – 23,5% в группе Valve repair + David, в группе Bentall – 10,3 % (p<0,05) [21, 22].

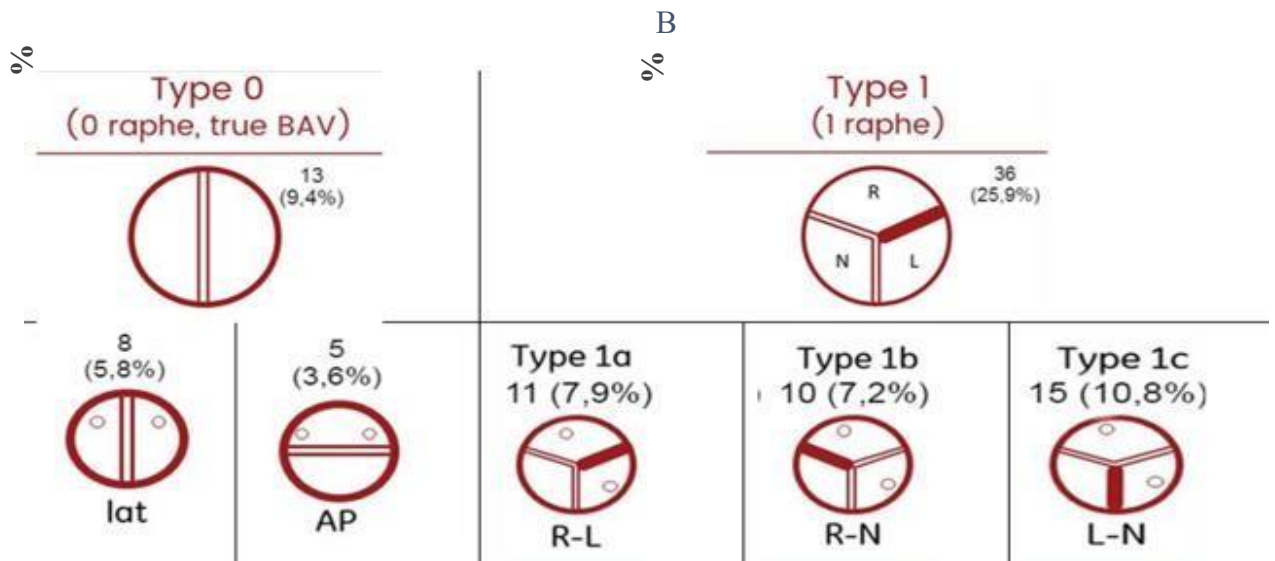
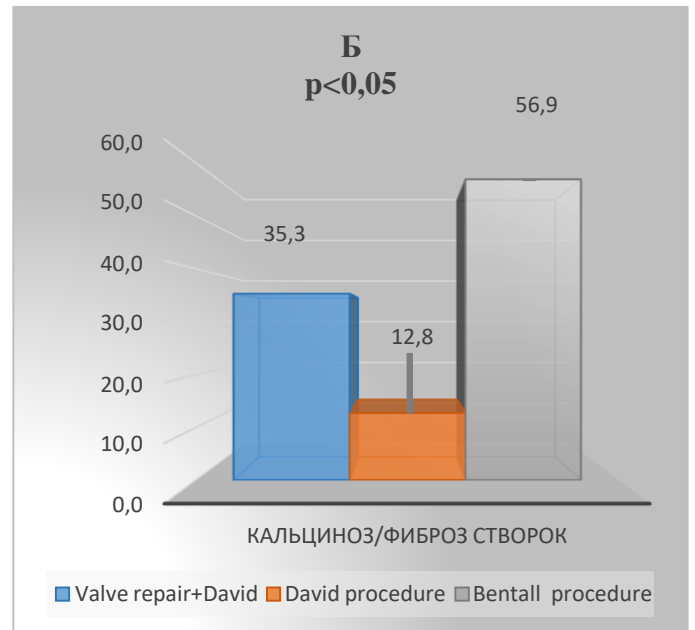
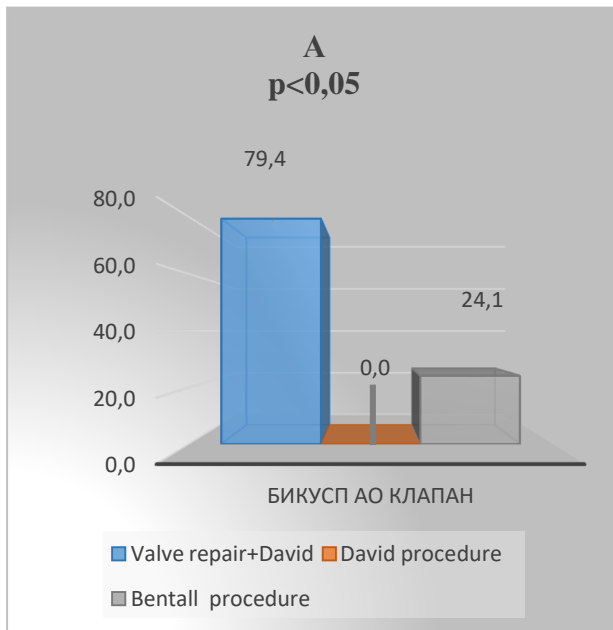
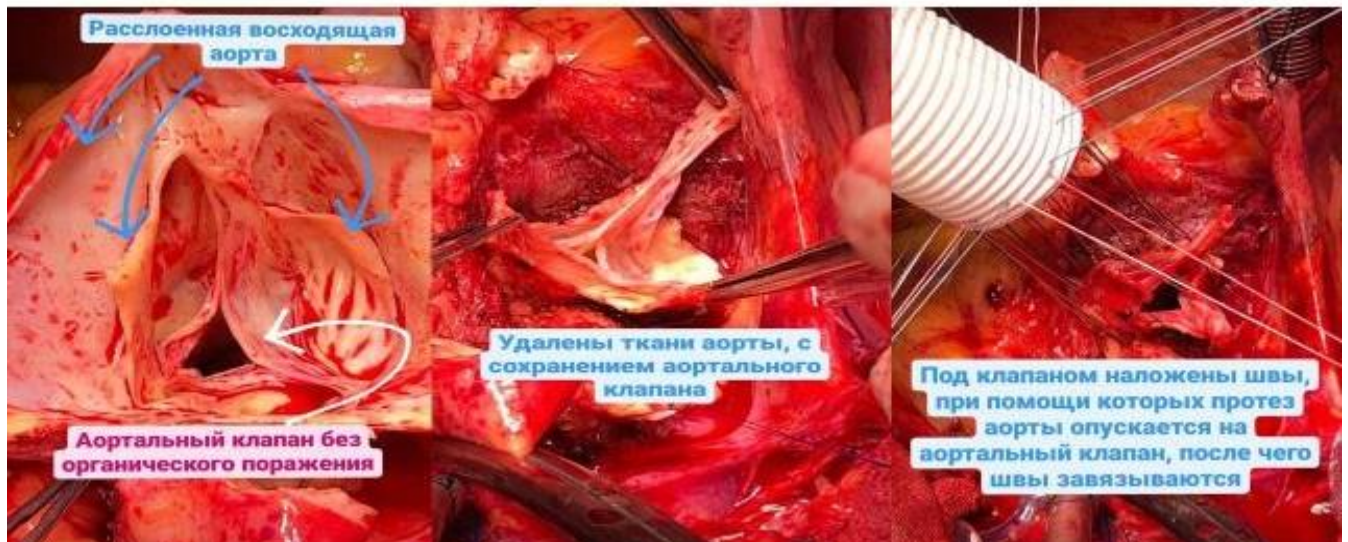


Рисунок 2.3 – Оценка сопоставимости групп по интраоперационным данным. А – сравнение распространенности бикуспидальной анатомии между группами сравнения; Б – сравнение распространенности кальциноза/фиброза створок между группами сравнения; В – интраоперационная оценка распространенности в популяции (n=139) бикуспидального аортального клапана по классификации Н.Н. Sivers [22]

### 2.3. Описание оперативных приемов, применяемых в группах сравнения



А



Б

Рисунок 2.4 – Оперативные вмешательства, применяемые в группах сравнения.

А, Б – последовательное описание клапаносохраняющей процедуры David, применяемой во II группе сравнения. I группа сравнения: комбинация процедуры David + пластика створок

Хирургическая техника при классической операции David, а также процедуре Bentall – De Vono подробно описана во многих научных работах. На Рисунке 2.4 и Рисунке 2.5 иллюстрированы оперативные вмешательства в группах сравнения.

Классическая процедура David подразумевает иссечение стенки аневризматически расширенной аорты, синусов Вальсальвы, с последующей ресуспензией створок клапана на комиссурах внутрь протеза и реимплантацией устьев коронарных артерий внутрь протеза [5, 21, 22, 23, 88, 89]. Метод применяется для стабилизации фиброзного кольца аортального клапана [7], что достигается фиксацией протеза к выводному тракту левого желудочка [5, 7, 22, 23, 87, 88, 89].



Рисунок 2.5 – Оперативные вмешательства, применяемые в группах сравнения: этап клапаноуносящей процедуры Bentall, применяемой в контрольной III группе сравнения

Реконструктивные вмешательства на аортальном клапане, выполняемые проф. Р.Н. Комаровым на базе кафедры сердечно-сосудистой хирургии УКБ № 1 Сеченовского Университета [21, 22] в период с 2014 по 2022 г.: сбривание кальция – 35,3 %, укорочение свободного края – 8,8 %, резекция межкомиссурального шва со сшиванием краев дефекта по длине – 32,4 %, пликация Аранциевого узелка – 23,5 %, пластика аутоперикардиальной заплатой –

32,4 % [21].

Ниже по тексту приведено описание особенностей реконструктивной клапанной хирургии, применяемых в нашей практике.

В предоперационном периоде пациенты отбирались с учетом предикторов риска репараций реконструкций двустворчатого аортального клапана согласно исследованию D. Aicher:

- возраст пациентов менее 40 лет;
- предоперационная ориентация комиссур менее 160°;
- диаметр аортального кольца более 28 мм;
- эффективная высота коаптации менее 9 мм;
- высокая предоперационная степень аортальной регургитации;
- использование перикардальной заплаты [5, 21, 39, 47].

Последовательность хирургической техники при двустворчатом аортальном клапане:

1. рассечение шва створок по направлению к аортальному кольцу, для улучшения подвижности сращенной створки;
2. уравнивание свободных краев створок для оптимизации зоны коаптации: выполняется тракция за середины сращенной и противоположной створок с наложением единичных швов полипропиленовой нитью 7.0 на соответствующем расстоянии от края через середину сращенной и противоположной ей свободной створки;
3. редукция длины свободного края створки между двумя наложенными швами путем пликации либо триангулярной резекции [5, 39, 40, 42];
4. бережное иссечение синусов Valsalva и кнопок с устьями венечных артерий;
5. стабилизация и редукция аортального кольца: наложение шести субаннулярных П-образных швов, которыми впоследствии фиксируется протез;
6. выведение комиссур на необходимую высоту;
7. фиксация аортального бортика непрерывным обвивным швом внутри протеза и выполнение реимплантации коронарных артерий [5, 39, 40, 42].

### 2.3.1. Особенности реконструкции симметричного бicuspidального аортального клапана

Большинство авторов считают, что при реконструкции створок аортального клапана необходимо стремиться к ориентации комиссур под углом  $180^\circ$  или близким к нему [42]. Асимметричные клапаны хуже поддаются реконструкции и могут приводить к градиенту давления в послеоперационном периоде [8].

Пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией восходящей аорты и интактными симметричными створками бicuspidального клапана была выполнена процедура David в пяти случаях (3,6 % из общей популяции  $n=139$ ) при Type 0 по Н.Н. Sivers (0 raph, true BAV). Получены удовлетворительные отдаленные и среднеотдаленные результаты. Цель такого клапаносохраняющего вмешательства – восстановление нормального соотношения между окружностью синотубулярного соединения и окружностью фиброзного кольца аортального клапана [42].

**Центральная пликация створки аортального клапана:** на створку накладывается один или несколько плицирующих швов. Условия применения: отсутствие кальциноза, фиброза, утолщения пролабирующей створки [5, 39, 40]. Пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией ВоА и наличием избытка длины свободного края пролабирующей створки симметричного бicuspidального клапана была выполнена процедура David с центральной пликацией створки в трех случаях (2,2 % из общей популяции  $n=139$ ) при Type 0 по Н.Н. Sivers (0 raph, true BAV, lat), что показало 100 % свободу от реопераций и аортальной регургитации в отдаленном послеоперационном периоде.

Техническое выполнение основного этапа оперативного вмешательства объемом: реимплантация аортального клапана в синтетический протез по методике Т. David, пластика аортального клапана пликацией створки, протезирование корня и восходящей аорты [7, 23]. Допустимые варианты анатомии аортального клапана: анатомический вариант симметричного

бicuspidального клапана (180–180°) lat Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers), AP Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers), допустимо незначительное уплотнение створок, при выведении комиссур нарушение коаптации за счет пролапса одной из створок. Основной этап: глубокая мобилизация корня аорты. Иссечение синусов Вальсальвы, устья венечных артерий высекаются на сосудистых площадках. П-образные швы нитью Prolene 5-0 на вершины комиссуральных столбиков. Субаннулярно накладывают 11 П-образных швов на тефлоновых прокладках нитью Тикрон 2-0, швы проводятся через проксимальную часть синтетического протеза, протез низводится на аортальный клапан, швы завязываются. Выполняется ресуспензия двух комиссур аортального клапана непрерывным обвивным швом Prolene 4-0. Последовательная реимплантация устьев левой и правой коронарных артерий в протез непрерывным обвивным швом нитью Prolene 5-0. Выполняется пликация пролабирующей створки аортального клапана двумя швами нитью Prolene 6-0. Наложение дистального анастомоза протеза и восходящей аорты. Проводится контрольная чрезпищеводная эхокардиография, по результатам которой регургитация на аортальном клапане не должна превышать 0–I степень.

**Укорочение свободного края створки, ресуспензия:** укрепление края створки с помощью двурядного непрерывного шва по свободному краю створки от комиссуры к комиссуре, нитью 6.0 или 7.0 ПТФЭ. Условия применения: умеренный пролапс створки аортального клапана [5, 40]. Пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией ВоА и наличием избытка длины свободного края пролабирующей створки симметричного бicuspidального клапана была выполнена процедура David с ресуспензией створки в трех случаях (2,2 % из общей популяции n=139) при Type 0 по Sivers (0 raphe, true BAV, AP), что показало 100 % свободу от реопераций и аортальной регургитации в отдаленном послеоперационном периоде [46]. Преимущества процедуры: удается достигнуть воссоздания коаптационной зоны, распределения напряжения на структурах аортального клапана [40], точного восстановления геометрии клапана [40, 47].

### **2.3.2. Особенности реконструкции двустворчатого клапана I типа по Н.Н. Sievers – клапана с тремя комиссурами, ориентированными попарно под углом, отличным от 180°, двумя сросшимися створками**

С целью улучшения геометрии и подвижности створок может быть выполнена трикуспидизация клапана: рассекается сращение и выполняется ресуспензия воссозданной створки [21].

При клапаносохраняющем протезировании корня аорты комиссуры ориентируют под углами 150°–105°–105°. Подобная конфигурация створок АК обеспечивает оптимальный средний и пиковый градиент в отдаленном послеоперационном периоде [5, 21, 39].

**Триангулярная резекция с последующим восстановлением целостности створки:** чаще используется для коррекции пролапса, возникшего вследствие растяжения свободного края створки. Условия применения: сохранность комиссур и их нормальное функционирование [21].

Особенности применения триангулярной резекции при трикуспидальной анатомии аортального клапана изображены на Рисунке 2.6: объем триангулярной резекции рассчитывается путем измерения длины свободного края соответствующих половин нормальных соседних створок; добавив по 2 мм с каждой стороны треугольника для наложения швов, резекцию выполняют с учетом кривизны створки, для восстановления ее выпуклой формы [5, 40].

Общие рекомендации: триангулярная резекция не должна быть слишком обширной (не более 10 % пролабирующей строки), так как это может ограничить подвижность реконструированной створки. Целостность створки восстанавливают узловыми швами монофиламентной нитью 6.0, завязывая узлы на аортальной поверхности створки.

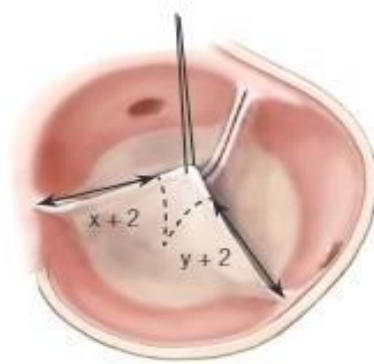
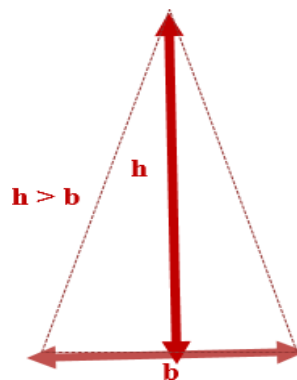


Рисунок 2.6 – Схема триангулярной резекции при трикуспидальном АК [21, 40]

Особенности применения триангулярной резекции при двустворчатом варианте анатомии аортального клапана подробно представлены на Рисунке 2.7: высота треугольника ( $h$ ) должна быть больше основания треугольника ( $b$ ), швом нитью 5.0 отмечают вершину треугольника, резекцию выполняют изогнутыми ножницами с целью создания выпуклой поверхности с двух сторон треугольника, что обеспечивает оптимальную кривизну восстановленной створки [5, 39, 40].



А



Б



В

Рисунок 2.7 – Триангулярная резекция при бicuspidальной анатомии АК.

А – при бicuspidальной анатомии, интраоперационно (type 0, AP) по Н.Н. Sivers; Б, В – схема триангулярной резекции при бicuspidальной анатомии АК: целостность створки восстанавливают узловыми швами монофиламентной нитью 6.0, завязывая узлы на аортальной поверхности створки [40]

Техническое выполнение основного этапа оперативного вмешательства объемом: резекция аневризмы корня аорты, реимплантация корня аорты в

синтетический протез по методике David, пластика аортального клапана. Допустимые варианты анатомии аортального клапана: анатомический вариант симметричного бicuspidального клапана ( $180-180^\circ$ ) lat Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers), AP Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers), допустимо центральное нарушение коаптации, умеренный кальциноз одной из створок.

Основной этап. Выполняется пластика одной из створок аортального клапана путем треугольной резекции с иссечением кальцината. Дефект ушивается непрерывным швом, нитью Prolene 6-0. Важным моментом является достижение оптимальной коаптации створок. На Рисунке 2.8 представлен анатомический вариант симметричного бicuspidального клапана ( $180-180^\circ$ ) AP Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers), пластика правой створки аортального клапана путем треугольной резекции с иссечением кальцината. Дефект ушит непрерывным швом, нитью Prolene 6-0.

Глубокая мобилизация корня аорты. Иссекаются sinus aortae, устья венечных артерий на сосудистых площадках. П-образные швы нитью Prolene 5-0 на вершины двух комиссуральных столбиков. Субаннулярно накладывают 11 П-образных швов на тефлоновых прокладках нитью Ti-ston 2-0, швы проводятся через проксимальную часть синтетический протеза, протез низводится на аортальный клапан, швы завязываются. Выполняется ресуспензия клапана непрерывным обвивным швом Prolene 5-0. Выжигателем формируются в протезе отверстия в проекции устьев венечных артерий. Последовательная реимплантация устьев левой и правой коронарных артерий в протез непрерывным обвивным швом нитью Prolene 5-0. Формируется дистальный анастомоз протеза с восходящей аортой непрерывным обвивным швом, нитью Prolen 5-0 [5, 38, 40]. Проводится контрольная чрезпищеводная эхокардиография, по результатам которого регургитация на аортальном клапане не должна превышать 0–I степень.

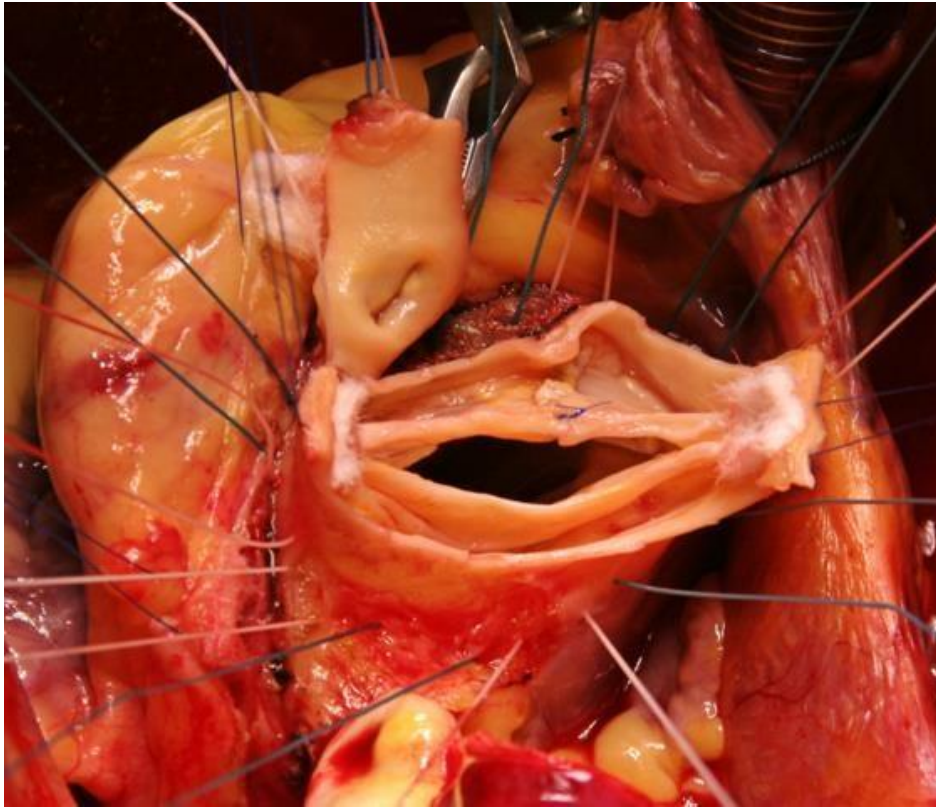


Рисунок 2.8 – Анатомический вариант симметричного бикуспидального клапана (180–180°) AP Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers). Выполнена пластика правой створки аортального клапана путем треугольной резекции с иссечением кальцината. Дефект ушит непрерывным швом, нитью Prolene 6-0

### **Техника пластики створки заплатой из аутоперикарда**

Условия применения: перфорация створки, приведшая к пролапсу створки либо к выраженной аортальной регургитации. Допустимо использование техники при хроническом инфекционном клапанном эндокардите, когда перфорация створок возникает в области «брюшка створки» [21].

Особенности применения техники пластики створок заплатой из аутоперикарда изображены на Рисунке 2.9: после подготовки листа аутоперикарда и 10-минутного отмачивании в 0,6 % растворе глутарового альдегида с последующим 10-минутным отмачиванием в физиологическом растворе. Заплату выкраивают соответственно форме и размеру дефекта, добавляя по краям 2 мм для наложения швов. Заплату фиксируют по краям отверстия узловыми швами монофиламентной нитью 5.0, завязывая узлы на аортальной поверхности створки. При наличии большого дефекта накладывают непрерывный обвивной шов без натяжения, чтобы избежать сосбаривания ткани [115].



А



Б

Рисунок 2.9 – Пластика створки заплатой из аутоперикарда. А – пластика бicuspidального аортального клапана аутоперикардом, готовый вид [13]; Б – схема устранения дефекта створки АК, из аутоперикарда вследствие эндокардита аортального клапана [40]

Особенности реконструкции двустворчатого клапана I типа по Н.Н Sievers: первым этапом производится трикуспидизация клапана, вторым этапом – воссоздание комиссуры либо треугольника Henle с помощью заплаты из ауто- или ксеноперикарда на месте сращения створок [21].

#### 2.4. Методы обследования пациентов

Предоперационный план обследования [18, 19, 53, 91]

Лабораторные исследования: ОАК, ОАМ, развернутый биохимический анализ крови, коагулограмма, гормоны щитовидной железы и т.д.

Консультации смежных специалистов и инструментальные методы дообследования других органов и систем:

- УЗДС ОБП почек, гастроскопия;
- консультация эндокринолога при НТГ, сахарном диабете и/или заболеваниях щитовидной железы;

- консультация невролога, МРТ головного мозга при наличии показаний;
- ФВД, РГ-ОГК выполнялась на аппарате General Electric OEC 9900 Elite (США), при необходимости МСКТ-ОГК с последующей консультацией пульмонолога при хронических заболеваниях легких.

Инструментальные исследования сердечно-сосудистой системы [21, 22, 46]:

1) на аппарате GE Vivid S70 (GE Healthcare, США) выполнялась экспертная трансторакальная эхокардиография;

2) электрокардиографическое исследование на аппарате SICARD 440 (Siemens, Германия) выполнялось каждому пациенту при госпитализации и в послеоперационном периоде по показаниям. Холтеровское мониторирование было показано пациентам с выявленными нарушениями ритма и проводимости по ЭКГ, выполнялось на аппарате ХОЛТЕР-ДМС-МЭКГ-НС-03 российского производства;

3) ультразвуковое дуплексное ангиосканирование артерий и вен нижних конечностей и брахиоцефальных сосудов;

4) мультиспиральная компьютерная томография брахиоцефальных артерий, аорты и нижних конечностей выполнялась в случае выявления гемодинамических значимых стенозов при проведении УЗДС – на сканере Aquilion One (Toshiba Medical Systems, Япония);

5) мультиспиральная компьютерная томография коронарных артерий показана пациентам младше 45 лет, без ИБС в анамнезе;

6) коронарная ангиография показана пациентам с клинической картиной ИБС либо всем пациентам старше 45 лет, – проводилась на аппаратах AngioscopD (Siemens, Германия) и Integris-3000 (Phillips, Голландия).

Интраоперационное обследование: экспертная чреспищеводная эхокардиография с режимом Live 3D и оснащенная специализированным датчиком Philips Ultrasound X8-2t проводилась до этапа искусственного кровообращения (далее –ИК) и после наложения зажима [21, 22, 46].

В раннем послеоперационном периоде пациентам проводились: контроль лабораторных исследований, перевязки, контроль отделяемого по дренажам,

контроль оксиметрии, контроль диуреза, АД, ЧСС, ритма, проведение РГ ОГК, УЗИ плевральных синусов, трансторакальной эхокардиографии, ЭКГ [21, 22].

В контрольные сроки (в 1, 6, 12 месяцев послеоперационного периода) пациенты приглашались лично на осмотр с результатами лабораторных исследований; ЭКГ и эхокардиографическое исследование проводилось врачами функциональной диагностики УКБ 1 [21, 22].

## **2.5. Статистическая обработка данных**

Компьютерная программа Microsoft Office Excel 2016 использована для сбора, накопления, систематизации информации, полученной в ходе исследования. В этой же программе выполнен расчет процентных межгрупповых соотношений и расчет p-value. Анализ прочих статистических данных выполнен в программе Statistica 8.0. По методу Каплана – Мейера проанализированы такие параметры, как свобода от неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и для оценки выживаемости с построением графиков. Критерий Стьюдента и непараметрический U-критерий Манна – Уитни применены для сравнения количественных показателей в группах и определения различий между ними. Критерий Пирсона применен для выявления различий между группами по частоте встречаемости признака. Данные статистически достоверны при  $p < 0,05$ .

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1. Первичные точки контроля

#### 3.1.1. Операционная летальность

Госпитальная летальность составила 5 % (7 больных из общей популяции  $n=139$ ). Госпитальная летальность между группами представлена на Рисунке 3.1. В группе Valve repair + David умерли 5,9 % больных, в группе Bentall – 5,2 %, а в группе David – 4,3 % больных. Операция David – наиболее безопасный метод лечения [22].

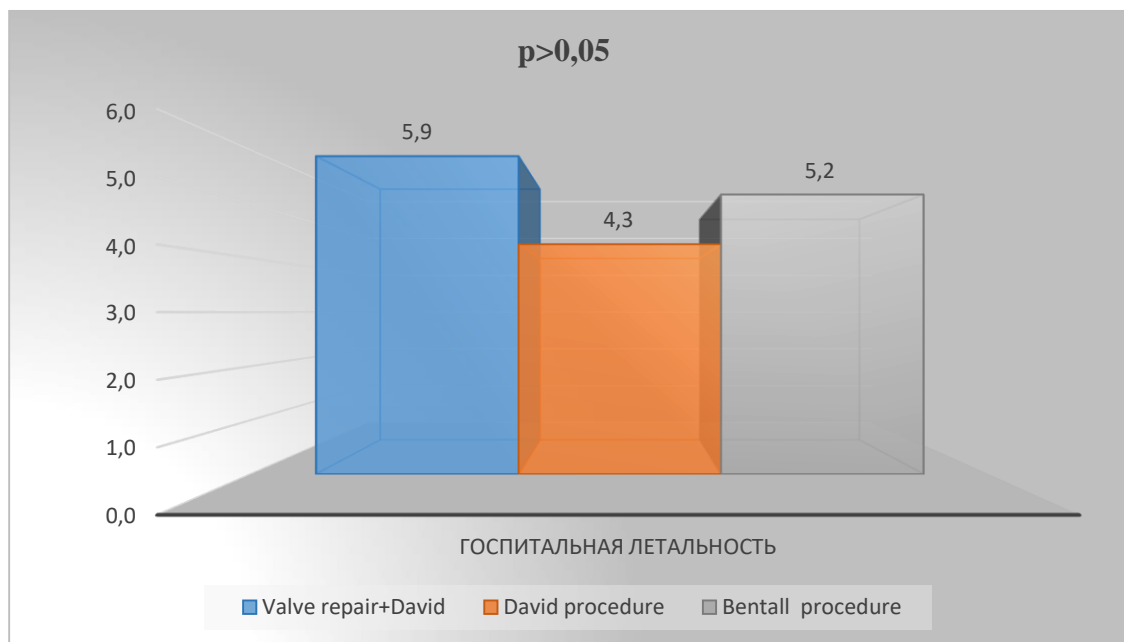


Рисунок 3.1 – Госпитальная летальность между группами сравнения

Детально анализ госпитальной летальности представлен в Таблице 3.1.

В группе Valve Repair + David на третьи сутки послеоперационного периода летальный исход у одного пациента обусловлен острой сердечно-сосудистой недостаточностью, еще у одного, на пятые сутки, – острым повреждением

головного мозга [22].

В группе David в первые часы послеоперационного периода летальный исход возник у одного пациента по причине периоперационного повреждения миокарда, еще у одного – по причине острого почечного повреждения [22].

В первые часы послеоперационного периода летальность в группе Bentall была обусловлена острой сердечно-сосудистой недостаточностью, на третьи сутки – острым повреждением головного мозга, на седьмые сутки – летальными осложнениями COVID-19 [22].

Таблица 3.1 – Анализ госпитальной летальности

Показатель	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	n	%	n	%	n	%	
Госпитальная летальность	2	5,9	2	4,3	3	5,2	p>0,05
Периоперационное повреждение миокарда и инфаркт миокарда	0	0,0	1	2,1	0	0,0	p>0,05
Острое повреждение головного мозга	1	2,9	0	0,0	1	1,7	p>0,05
Острая сердечно-сосудистая недостаточность	1	2,9	0	0	1	1,7	p>0,05
Острое почечное повреждение	0	0,0	1	2,1	0	0,0	p>0,05
Летальные осложнения COVID 19	0	0,0	0	0,0	1	1,7	p>0,05

### 3.1.2. Кумулятивная выживаемость в срок 46±23 месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода)

Оценка по Каплану–Мейеру (непараметрический метод) с построением графика вероятности выживания как функция времени, без учета госпитальной

летальности отображены в Таблице 3.2 и Таблице 3.3, а также на Рисунке 3.2.

Таблица 3.2 – Оценка выживаемости и свободы от реопераций по Каплану – Мейеру

Средние значения и медианы для времени выживания								
Группа	Среднее значение				Медиана			
	Оценка	Станд. ошибка	95 % доверительный интервал		Оценка	Станд. ошибка	95 % доверительный интервал	
			Нижняя граница	Верхняя граница			Нижняя граница	Верхняя граница
1	72,44	2,41	67,72	77,17				
2	75,74	4,07	67,77	83,72				
3	89,81	3,00	83,93	95,69	90,00			
Все	88,10	2,68	82,84	93,35	90,00	14,20	62,16	117,84

Примечание: Если выполняется цензурирование, оценка ограничена наибольшим временем выживания.

Таблица 3.3 – Оценка выживаемости и свободы от реопераций по Каплану – Мейеру. Продолжение расчетов

Полные сравнения			
	Хи-квадрат	Ст. св.	Значимость
Log Rank (Mantel-Cox)	1,648	2	0,439

Примечание: Проверка равенства распределений выживания для разных уровней Групп.

Общая летальность в отдаленном периоде составила 4,3 % (6 человек) из общей популяции n=139. Подробный отчет по нозологии причин летальности в период 46±23 месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) представлен в Таблице 3.4 [22].

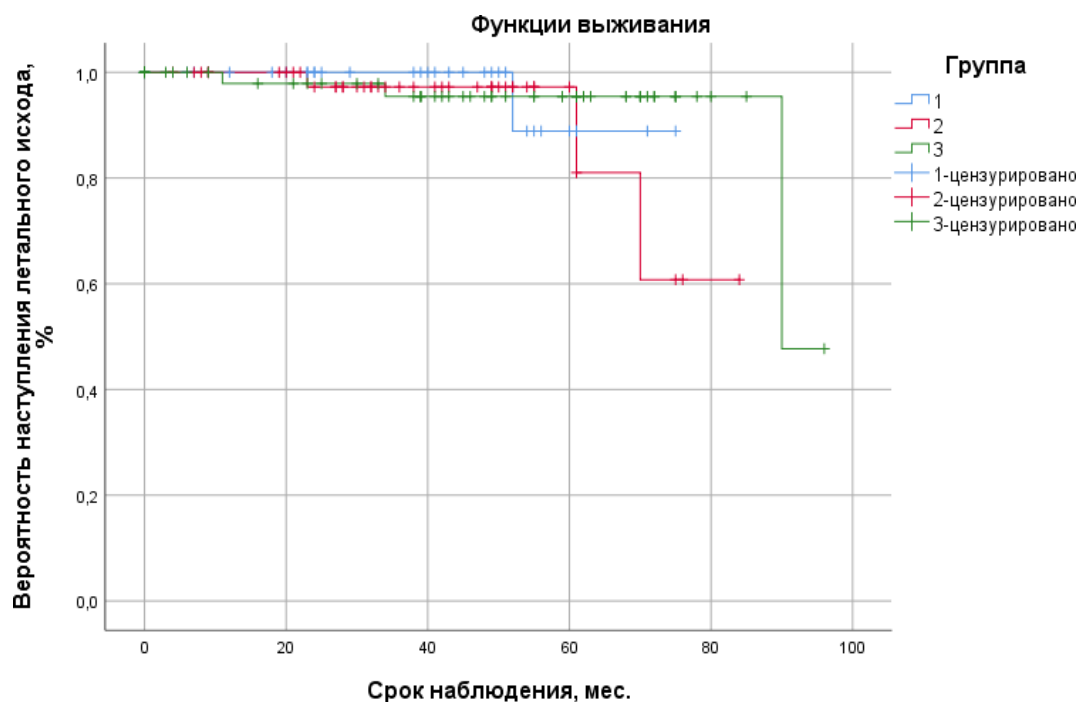


Рисунок 3.2 – Построение графика вероятности выживания как функция времени (метод Каплана – Мейера) [22]

Выживаемость в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) по Каплану – Мейеру в группе Valve Repair + David составила 97,1 %. Один пациент в этой группе умер на 36-м месяце послеоперационного периода по неизвестной причине. Свобода от реопераций в этой группе в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) составила 97,8 %.

В группе David выживаемость в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) по Каплану – Мейеру составила 95,7 %. Летальность на 38-м месяце у первого пациента возникла по причине острого трансмурального инфаркта миокарда, на 26-м месяце еще у одного пациента летальный исход возник по причине острой сердечно-сосудистой недостаточности. Свобода от реопераций в этой группе в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) составила 97,8 %.

В группе Bentall выживаемость в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) по Каплану – Мейеру составила 94,8 %. Тромбоэмболия легочной артерии – причина летальности одного из пациентов на 34-м месяце послеоперационного периода, еще у одного на 37-м месяце – острая левожелудочковая недостаточность. Острый рецидивирующий трансмуральный

инфаркт миокарда – причина летальности третьего пациента на 45-м месяце послеоперационного периода. В группе Bentall в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) реопераций не отмечено.

Таблица 3.4 – Нозологии причин летальности в период в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) [22]

Показатели	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	n	%	n	%	n	%	
Летальный исход в позднем п/о периоде	1	2,9	2	4,3	3	5,2	$p > 0,05$
ТЭЛА	0	0,0	0	0,0	1	1,7	$p > 0,05$
Острый, рецидивирующий или повторный трансмуральный ИМ	0	0,0	1	2,1	1	1,7	$p > 0,05$
Острая сердечная (левожелудочковая) недостаточность	0	0,0	1	2,1	1	3,4	$p > 0,05$

### **3.1.3. Свобода от тяжелой аортальной регургитации (более 1,5 ст.) к 1-му году и в срок $46 \pm 23$ месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода)**

Различие в свободе от тяжелой аортальной регургитации, более 1,5 степени (%) между группами значимо на уровне достоверности 0,05, что детально представлено на Рисунке 3.3 и Рисунке 3.4: худшая свобода от аортальной регургитации к 12-му месяцу послеоперационного периода в группе Valve repair + David – 82,4 %, в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) – 55,9 %, лучшая к 12-му месяцу послеоперационного периода в группе Bentall – 98,3 % и в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) – 96,6%. В группе David к 12-му месяцу послеоперационного периода – 97,9 %, в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) – 95,7 %. Исходя из этого операцию David в сочетании с реконструктивными вмешательствами на аортальном клапане необходимо выполнять по строгим показаниям. Операция

Bentall выполнима при различных анатомических вариантах аортального клапана, не зависит от степени поражения створок и показывает наилучшую свободу от рецидива аортальной регургитации.

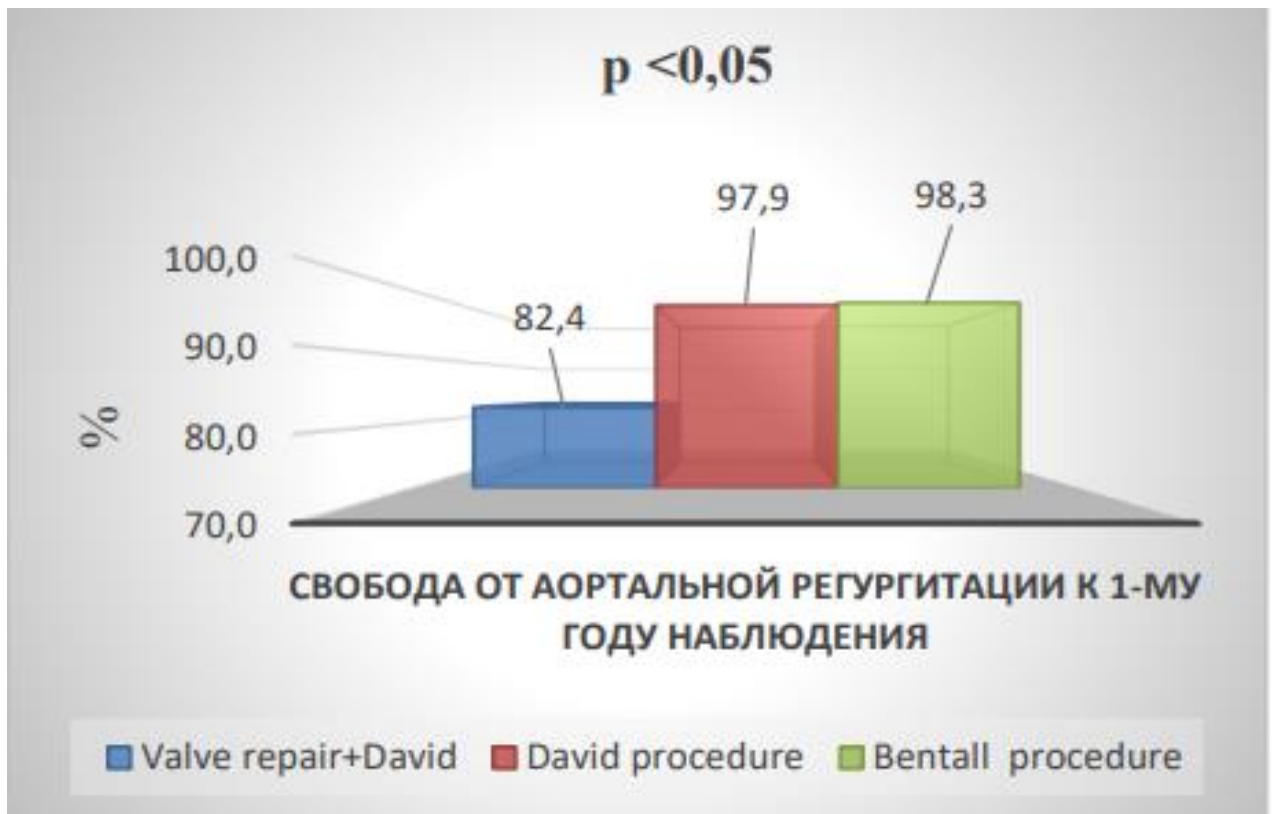


Рисунок 3.3 – Сравнение свободы от аортальной регургитации между группами к первому году наблюдения [22]

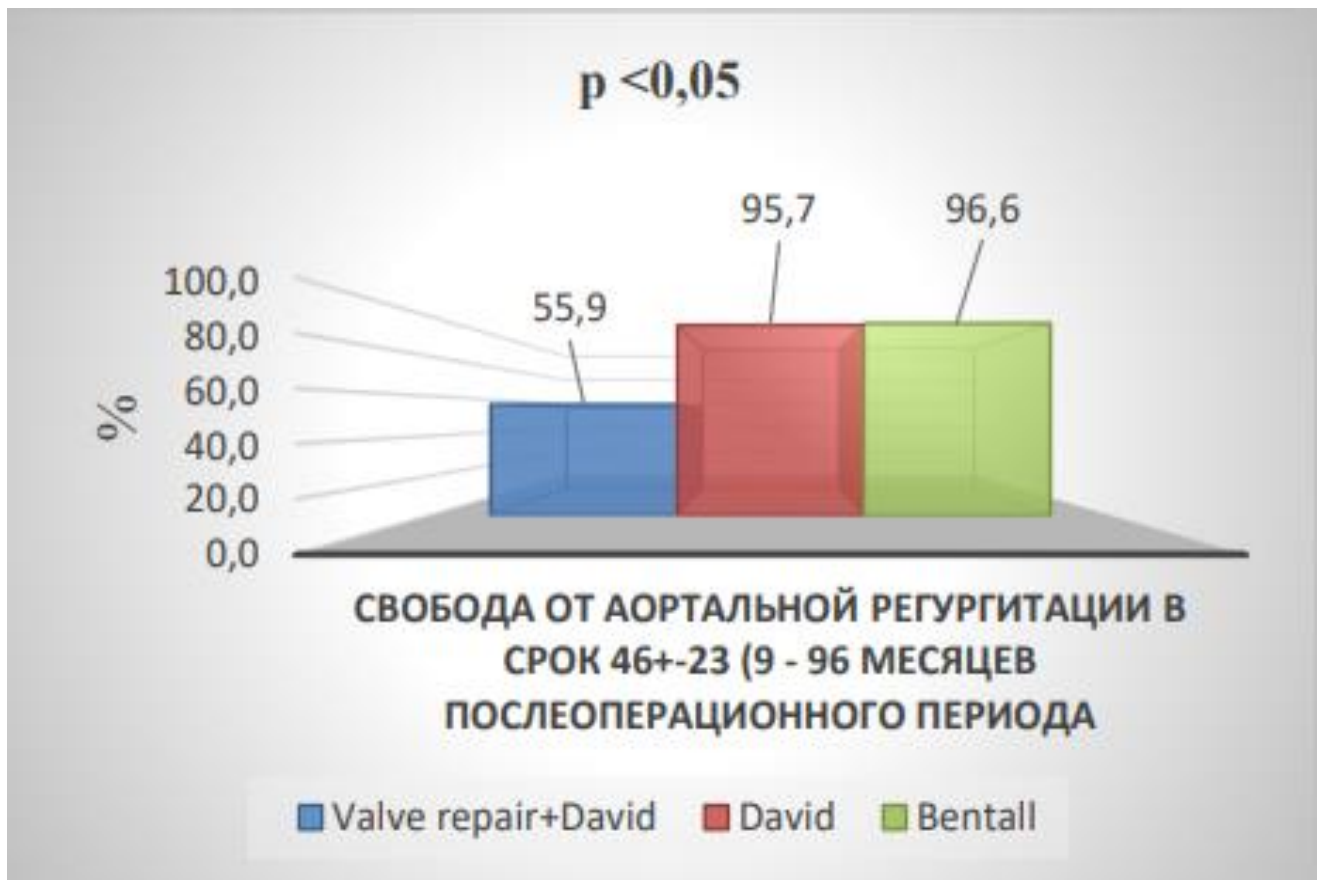


Рисунок 3.4 – Сравнение свободы от аортальной регургитации между группами в срок  $46\pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) [22]

### 3.1.4. Кумулятивная свобода от неблагоприятных кардиоваскулярных осложнений в срок $46\pm 23$ месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода)

Оценка по Каплану – Мейеру для свободы от основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (follow-up повторной операции/смерти, инфаркта миокарда, острого нарушения мозгового кровообращения) в группах David и Valve Repair + David к пятому году наблюдения составила 88,8 %, в группе Bentall – 76,4 % [22].

В группе Valve Repair + David отмечены следующие неблагоприятные кардиоваскулярные события в отдаленном послеоперационном периоде: жизнеугрожающие нарушения ритма сердца, потребовавшие установки электрокардиостимулятора на 12-м месяце послеоперационного периода у одного

пациента, еще троим пациентам в сроки 15, 24, 36 месяцев потребовалась повторная госпитализация в стационар по жизненным показаниям [22].

В отдаленном послеоперационном периоде в группе David зарегистрировано: на 18-м месяце послеоперационного периода одному пациенту потребовалась установка электрокардиостимулятора в связи с жизнеугрожающими нарушениями ритма, острое нарушение мозгового кровообращения возникло у другого пациента на 23-м месяце послеоперационного периода, еще троим потребовалась повторная госпитализация в кардиологический стационар по жизненным показаниям на 10-м, 20-м и 23-м месяце послеоперационного периода соответственно, прогрессирование хронической сердечной недостаточности в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) отмечено еще у одного пациента [22].

В группе Ventall в отдаленном послеоперационном периоде инфаркт миокарда возник у четырех пациентов на 10-м, 14-м, 16-м и 20-м месяце послеоперационного периода, один пациент перенес бактериальный эндокардит на 22-м месяце послеоперационного периода, у других семи пациентов отмечено прогрессирование хронической сердечной недостаточности в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода), а также острое нарушение мозгового кровообращения у пациента на 17-м месяце послеоперационного периода [22].

Подробный отчет о частоте неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в Таблице 3.5. Оценка по Каплану – Мейеру (непараметрический метод) с построением графика вероятности реопераций и неблагоприятных сердечно-сосудистых событий как функция времени представлена в Таблице 3.6, Таблице 3.7 и на Рисунке 3.5 [22].

Таблица 3.5 – Неблагоприятные сердечно-сосудистые события в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) [22]

Показатели	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	n	%	n	%	n	%	
Эндокардит в срок до $46 \pm 23$ мес.	0	0,0	0	0,0	1	1,7	0,465
<b>Инфаркт миокарда в срок до <math>46 \pm 23</math> мес.</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>4</b>	<b>6,9</b>	<b>0,007</b>
<b>Хроническая сердечная недостаточность (NYHA III-IV) в срок до <math>46 \pm 23</math> мес.</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>2,1</b>	<b>7</b>	<b>12,1</b>	<b>0,014</b>
Установка кардиостимулятора в срок до $46 \pm 23$ мес.	1	2,9	1	2,1	0	0,0	0,5
Острое нарушение мозгового кровообращения в срок до $46 \pm 23$ мес.	0	0,0	1	2,1	1	1,7	0,142
Повторная госпитализация в кардиологический стационар в срок до $46 \pm 23$ мес.	3	8,8	3	6,4	4	6,9	0,927

Примечание: Жирным шрифтом выделены достоверные различия

Различие в частоте возникновения неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, таких как инфаркт миокарда и прогрессирование хронической сердечной недостаточности (%), в отдаленном послеоперационном периоде между группами значимо на уровне достоверности 0,05 и максимально в группе Bentall [22].

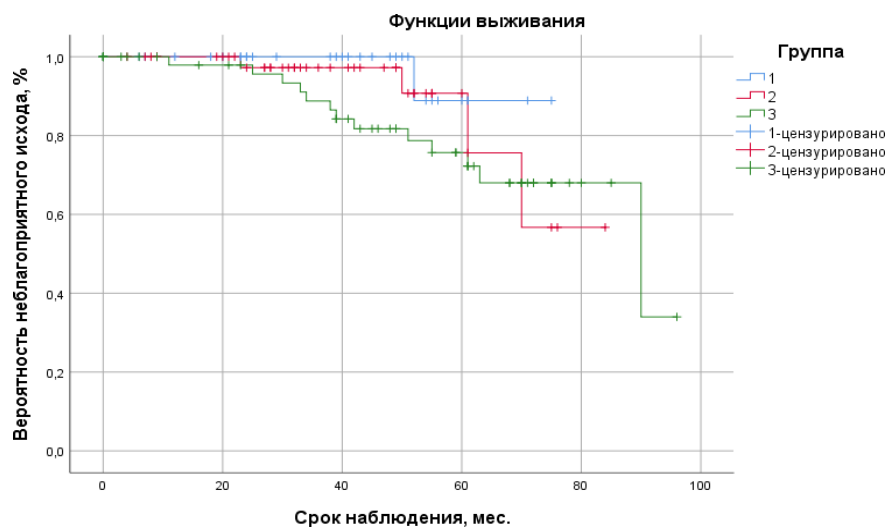


Рисунок 3.5 – График вероятности реопераций и неблагоприятных сердечно-сосудистых событий как функция времени (метод Каплана – Мейера) [22]

Таблица 3.6 – Оценка по Каплану – Мейеру (непараметрический метод) с построением графика вероятности реопераций и неблагоприятных сердечно-сосудистых событий как функция времени

Средние значения и медианы для времени выживания								
Группа	Среднее				Медиана			
	Оценка	Станд. ошибка	95 % доверительный интервал		Оценка	Станд. ошибка	95 % доверительный интервал	
			Нижняя граница	Верхняя граница			Нижняя граница	Верхняя граница
1	72,44	2,41	67,72	77,17				
2	73,98	4,18	65,78	82,17				
3	77,02	4,20	68,79	85,26	90,00	19,36	52,06	127,94
Все	80,50	3,07	74,49	86,52	90,00	14,28	62,02	117,98

Примечание: Если выполняется цензурирование, то оценка ограничена наибольшим временем выживания.

Таблица 3.7 – Оценка по Каплану – Мейеру (непараметрический метод) с построением графика вероятности реопераций и неблагоприятных сердечно-сосудистых событий как функция времени. Продолжение расчетов

Полные сравнения			
	Хи-квадрат	Ст. св.	Значимость
Log Rank (Mantel-Cox)	2,624	2	0,269

Примечание: Проверка равенства распределений выживания для разных уровней Групп.

## 3.2. Вторичные точки контроля

### 3.2.1. Основные показатели, влияющие на исход и течение раннего послеоперационного периода

Такие показатели, как продолжительность операции (339,81 мин), продолжительность искусственного кровообращения (150,35 мин), ишемия (113,91 мин), длительность пребывания в отделении реанимации (3,32 дня), в профильном отделении (20,7 койко-дня) максимальны в группе Valve repair + David [21, 22]. Минимальны эти же показатели в группе Bentall, за счет

отработанной годами методики проведения оперативного вмешательства. Однако различие в объеме кровопотери (мл) между группами значимо на уровне достоверности 0,05: максимально в группе Bentall – 918 мл, минимально в группе David – 635 мл. Также различие между длительностью ИК (мин) в группах значимо на уровне достоверности 0,05: максимально в группе David – 113 мин, минимально в группе Bentall – 98,36 минут.

Подробно отчет с построением графиков, отображающих основные показатели, влияющие на исход и течение раннего послеоперационного периода отображен в Таблице 3.8 и на Рисунке 3.6, Рисунке 3.7 и Рисунке 3.8.

Таблица 3.8 – Основные показатели, влияющие на исход и течение раннего послеоперационного периода

Показатели	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	Ср.	Стд. откл.	Ср.	Стд. откл.	Ср.	Стд. откл.	
Длительность операции, мин	339,81	155,06	306,18	85,18	307,12	108,29	0,411
Длительность ИК, мин	150,35	51,02	147,85	50,04	146,29	64,54	0,497
<b>Длительность пережатия аорты, мин</b>	<b>113,91</b>	<b>33,18</b>	<b>110,13</b>	<b>34,93</b>	<b>98,34</b>	<b>30,86</b>	<b>p=0,042*, p1-2=0,427, p1-3=0,017*, p2-3=0,086</b>
Длительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии, сутки	3,32	10,26	1,81	1,44	1,57	1,44	0,336
Длительность пребывания в профильном отделении, сутки	20,47	13,94	16,49	6,93	17,31	6,56	0,314
<b>Объем кровопотери, мл</b>	<b>743,94</b>	<b>1006,60</b>	<b>635,53</b>	<b>601,13</b>	<b>918,42</b>	<b>1337,93</b>	<b>p=0,001*, p1-2=0,784, p1-3=0,001*, p2-3=0,001*</b>

Примечание: Жирным шрифтом выделены достоверные различия.

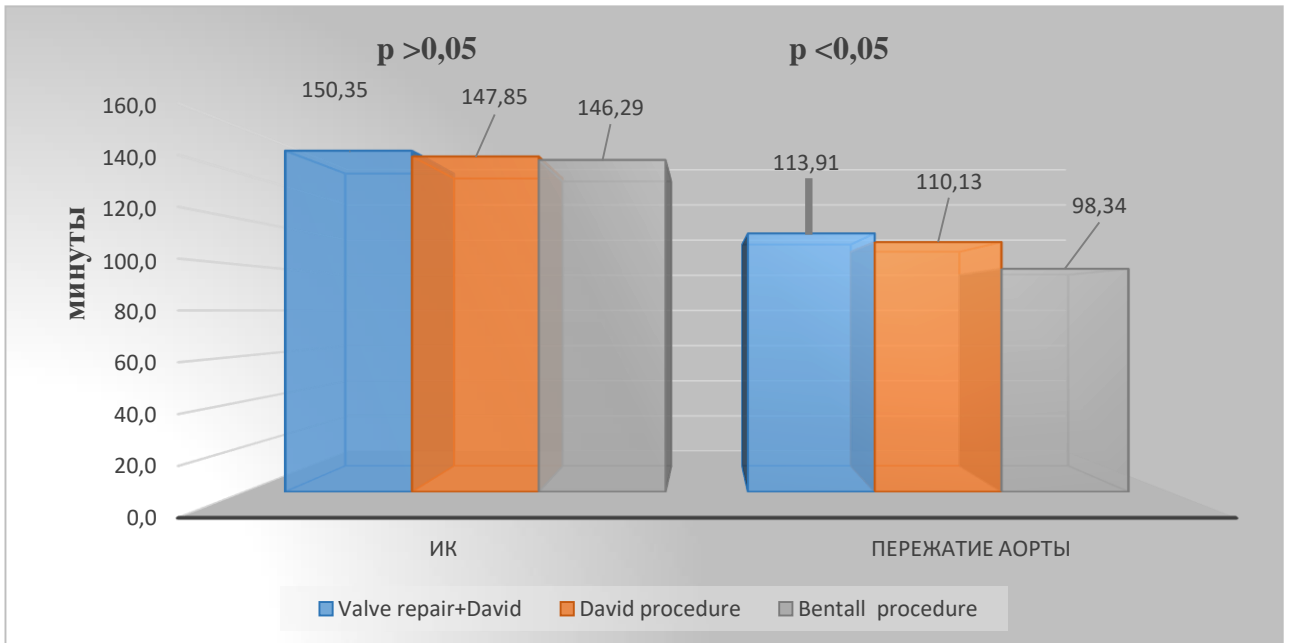


Рисунок 3.6 – Сравнение интраоперационных показателей между группами: продолжительности искусственного кровообращения и ишемии миокарда

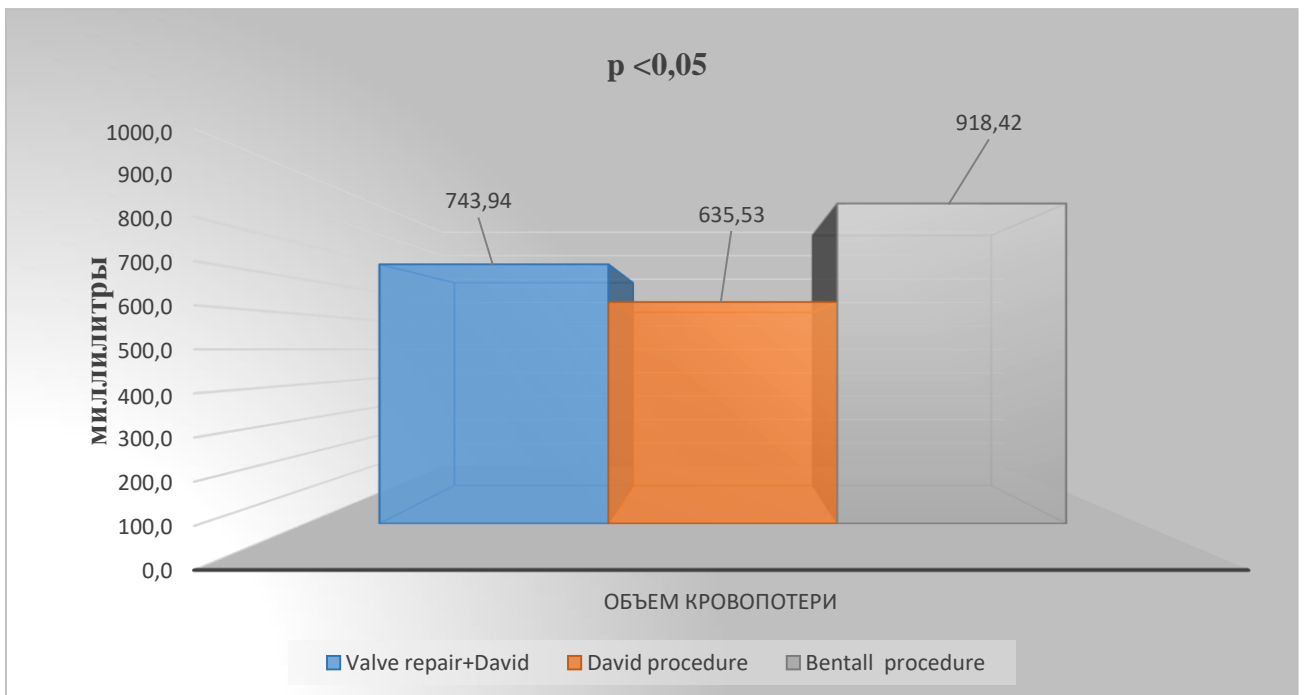


Рисунок 3.7 – Объем циркулирующей крови, утраченный в интраоперационном и раннем послеоперационном периодах в группах сравнения

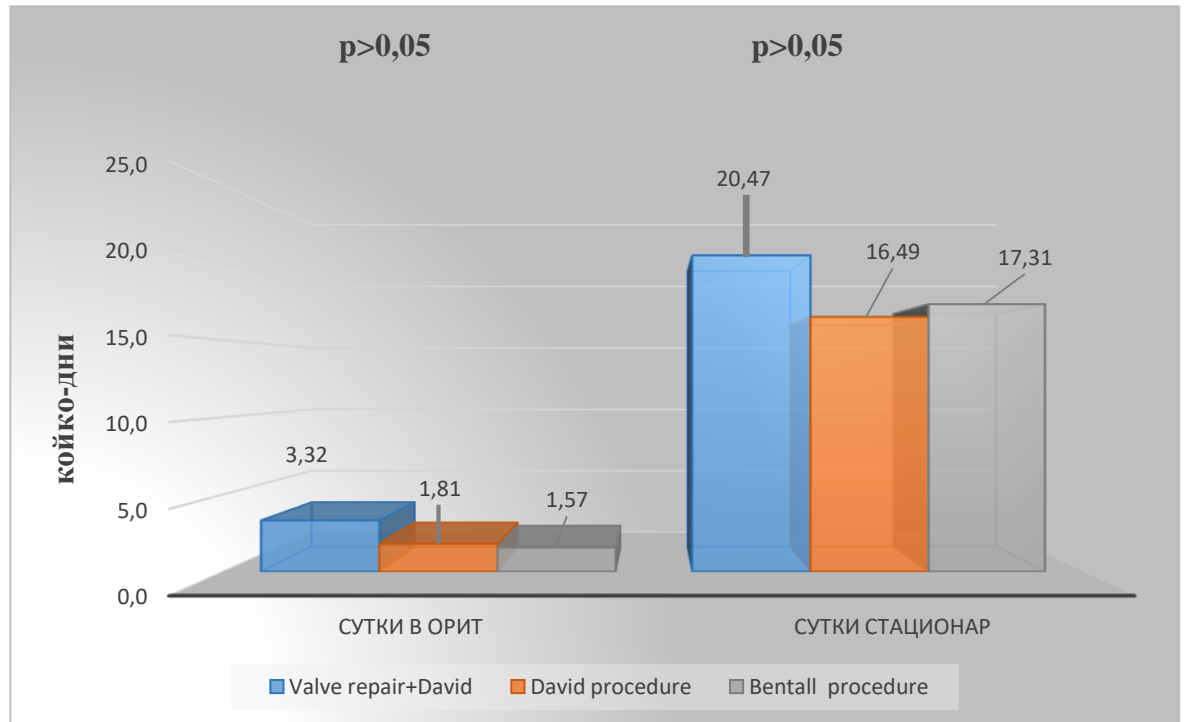


Рисунок 3.8 – Сравнение длительности пребывания пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) длительности пребывания в профильном отделении между группами

### 3.2.2. Динамика изменений эхокардиографических показателей к 10-м суткам послеоперационного периода и в срок $46 \pm 23$ месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода)

Основные эхокардиографические показатели гемодинамики и функции миокарда к 10-м суткам послеоперационного периода и в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода) представлены в Таблице 3.9 и на Рисунке 3.9, Рисунке 3.10, Рисунке 3.11, Рисунке 3.12, Рисунке 3.13.

Во всех группах отмечается некоторое улучшение сократительной способности левого желудочка в срок  $46 \pm 23$  месяцев наблюдения, что характеризуется ростом фракции выброса левого желудочка.

Таблица 3.9 – Динамика изменений эхокардиографических показателей к 10-м суткам послеоперационного периода и в срок 46±23 месяцев.

Показатели	Valve repair + David		David procedure		Bentall procedure		p
	Ср.	Стд. откл.	Ср.	Стд. откл.	Ср.	Стд. откл.	
Фракция выброса к 10-м суткам п/о периода (%)	55,45	5,80	54,87	7,26	53,37	6,66	0,241
Конечно-диастолический объем (КДО) к 10-м суткам п/о периода (мл)	125,5	40,09	130,37	40,16	145,37	61,94	0,338
Конечно- диастолический размер (КДР) к 10-м суткам п/о периода (см)	4,97	1,46	5,29	0,61	5,49	0,77	0,567
<b>Средний градиент на аортальном клапане к 10-м суткам п/о периода (мм рт. ст.)</b>	<b>7,38</b>	<b>2,91</b>	<b>5,45</b>	<b>1,23</b>	<b>12,62</b>	<b>7,17</b>	<b>p=0,001*, p1-2=0,007*, p1-3=0,001*, p2-3=0,001*</b>
<b>Площадь аортального клапана к 10-м суткам п/о периода (см<sup>2</sup>)</b>	<b>3,09</b>	<b>0,55</b>	<b>3,08</b>	<b>0,56</b>	<b>2,74</b>	<b>0,29</b>	<b>p=0,001*, p1-2=0,902, p1-3=0,002*, p2-3=0,001*</b>
Фиброзное кольцо аортального клапана к 10-м суткам п/о периода (мм)	23,42	2,11	23,44	1,85	23,66	1,59	0,265
<b>Фракция выброса в срок 46±23 месяцев (%)</b>	<b>57,68</b>	<b>5,20</b>	<b>57,88</b>	<b>4,69</b>	<b>55,66</b>	<b>3,10</b>	<b>p=0,013*, p1-2=0,909, p1-3=0,015*, p2-3=0,011*</b>
Фиброзное кольцо аортального клапана в срок 46±23 месяцев (мм)	23,45	1,98	23,45	1,61	23,70	1,56	0,33
<b>КДО в срок 46±23 месяцев (мл)</b>	<b>112,32</b>	<b>23,19</b>	<b>111,00</b>	<b>20,75</b>	<b>136,20</b>	<b>41,30</b>	<b>p=0,001*, p1-2=0,822, p1-3=0,005*, p2-3=0,001*</b>
<b>Средний градиент на аортальном клапане в срок 46±23 месяцев (мм рт. ст.)</b>	<b>6,78</b>	<b>1,76</b>	<b>5,65</b>	<b>1,15</b>	<b>10,81</b>	<b>2,46</b>	<b>p=0,001*, p1-2=0,044*, p1-3=0,001*, p2-3=0,001*</b>
<b>Площадь аортального клапана в срок 46±23 месяцев (см<sup>2</sup>)</b>	<b>3,05</b>	<b>0,49</b>	<b>3,03</b>	<b>0,61</b>	<b>2,71</b>	<b>0,38</b>	<b>p=0,007*, p1-2=0,839, p1-3=0,008*, p2-3=0,007*</b>
Диаметр восходящей аорты в срок 46±23 месяцев (мм)	31,26	1,34	31,07	1,45	30,79	1,46	0,341
Диаметр КА срок 46±23 месяцев (мм)	32,29	1,51	31,79	1,80	31,47	1,65	0,088
Примечание: Жирным шрифтом выделены достоверные различия							

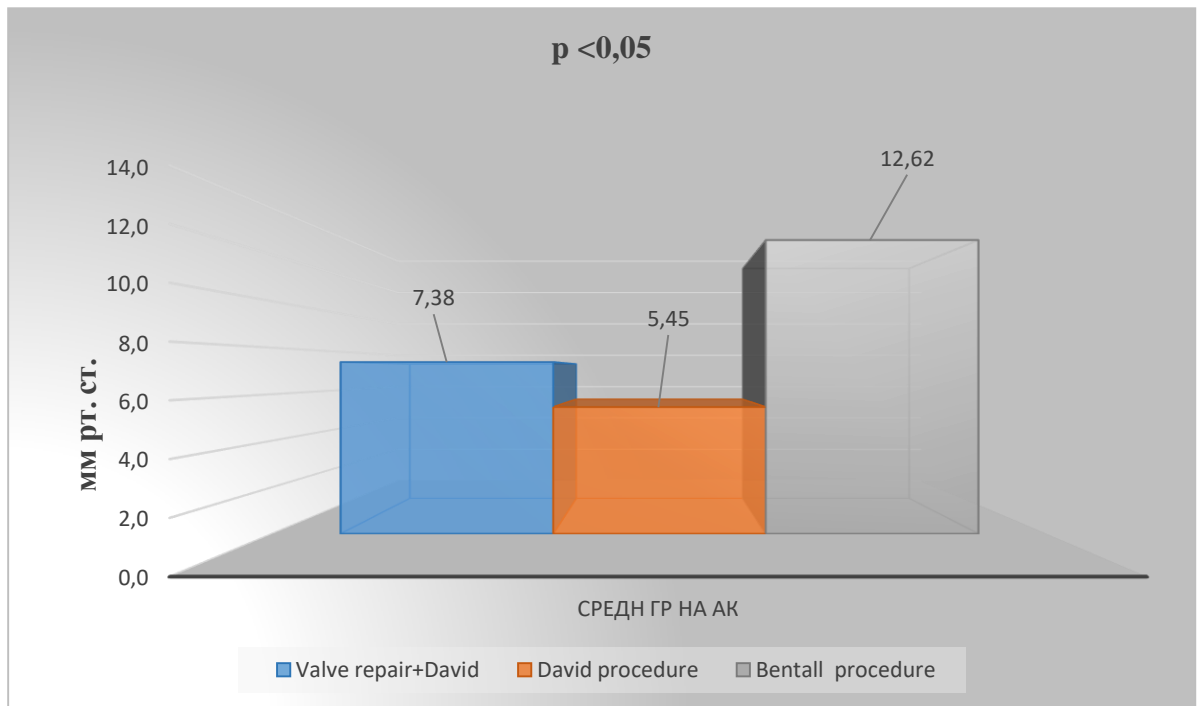


Рисунок 3.9 – Средний градиент на аортальном клапане к 10-м суткам послеоперационного периода (мм рт. ст.)

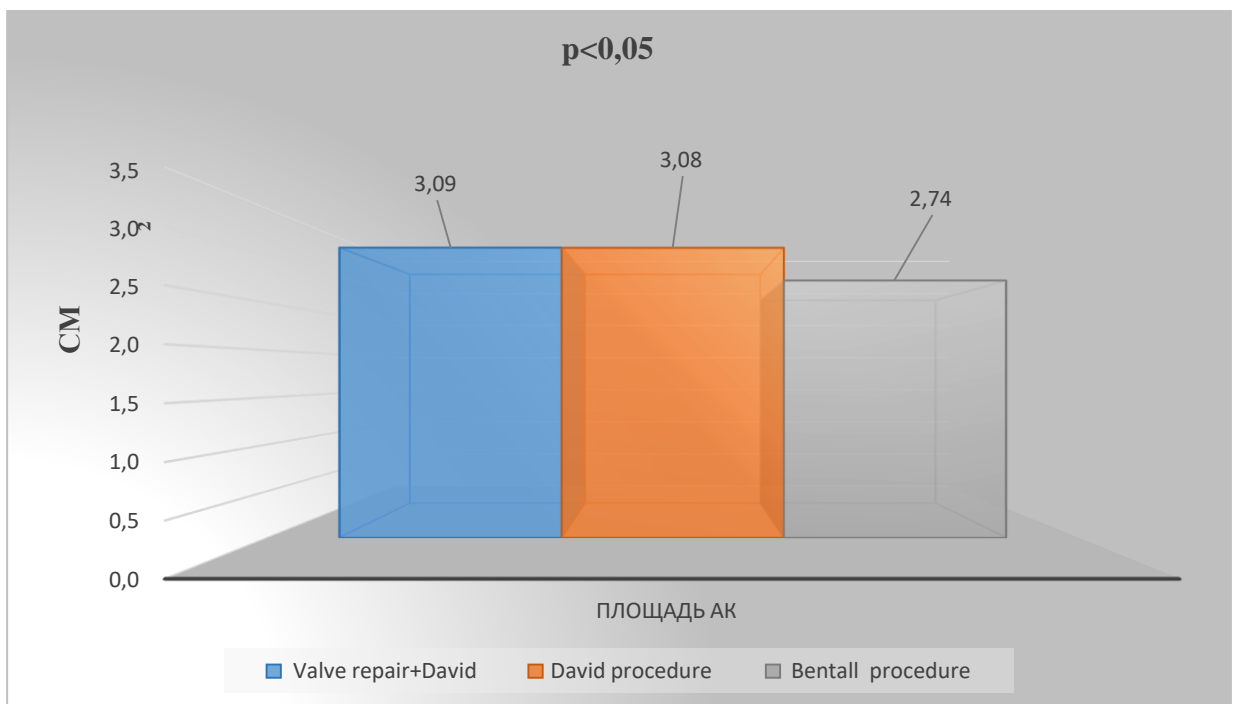


Рисунок 3.10 – Сравнение площади аортального клапана в группах к 10-м суткам послеоперационного периода

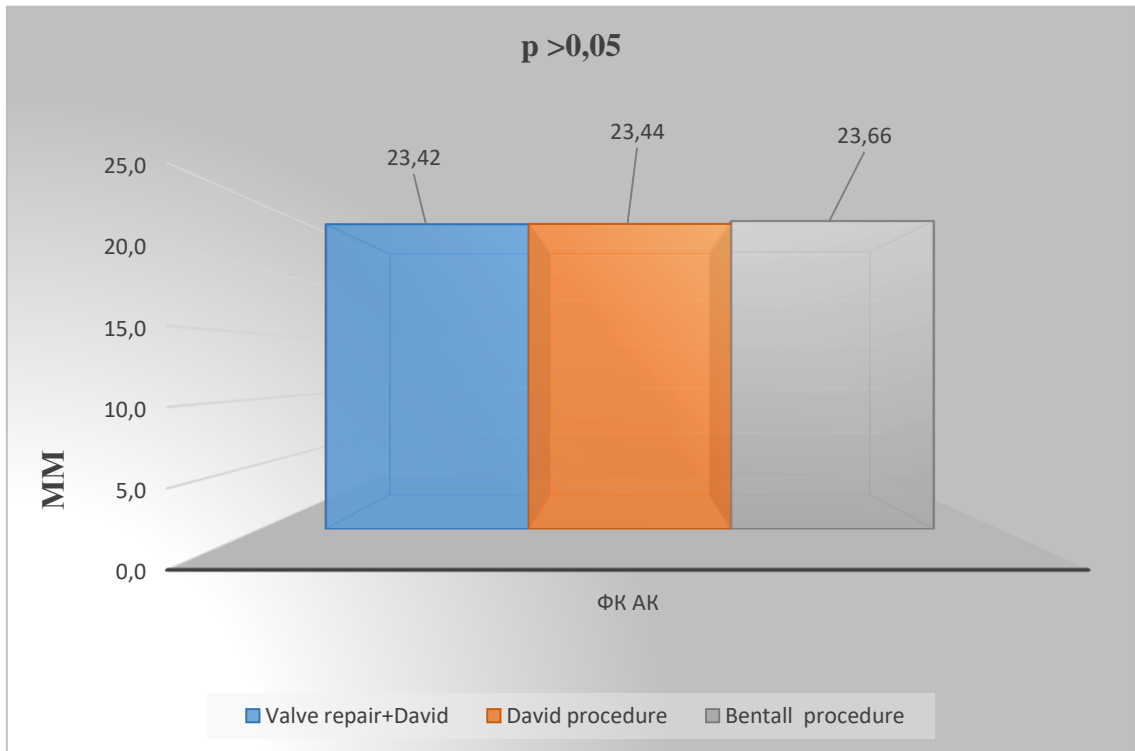


Рисунок 3.11 – Сравнение диаметра фиброзного кольца в группах к 10-м суткам послеоперационного периода

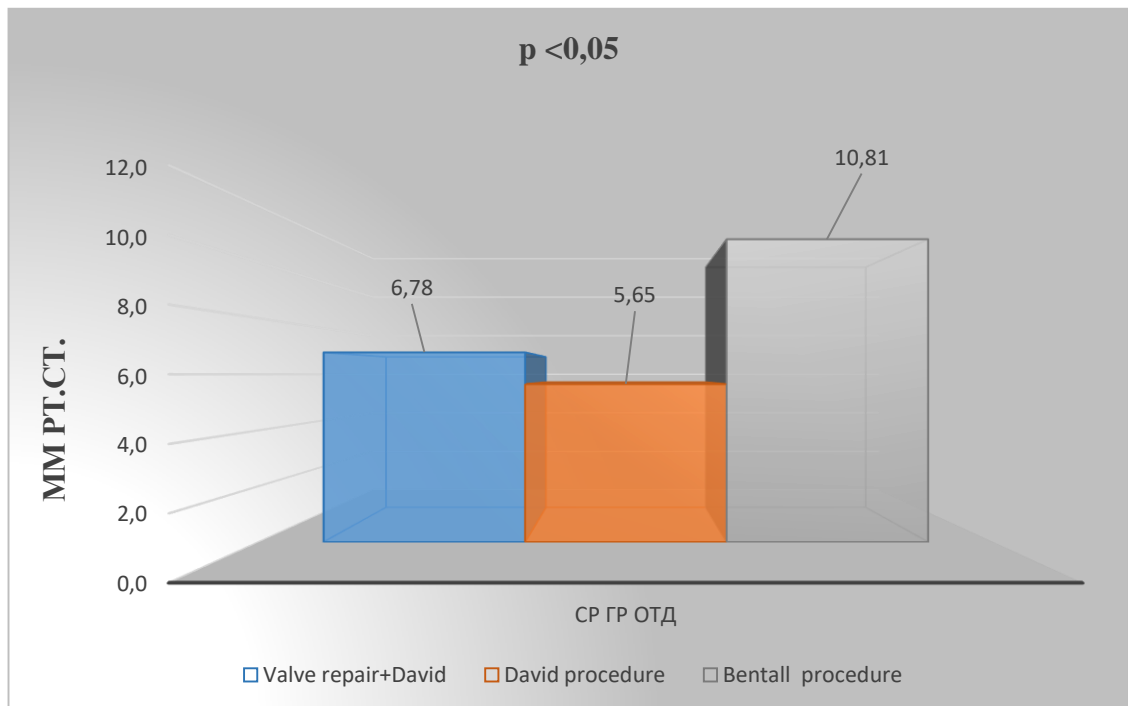


Рисунок 3.12 – Средний градиент в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода)

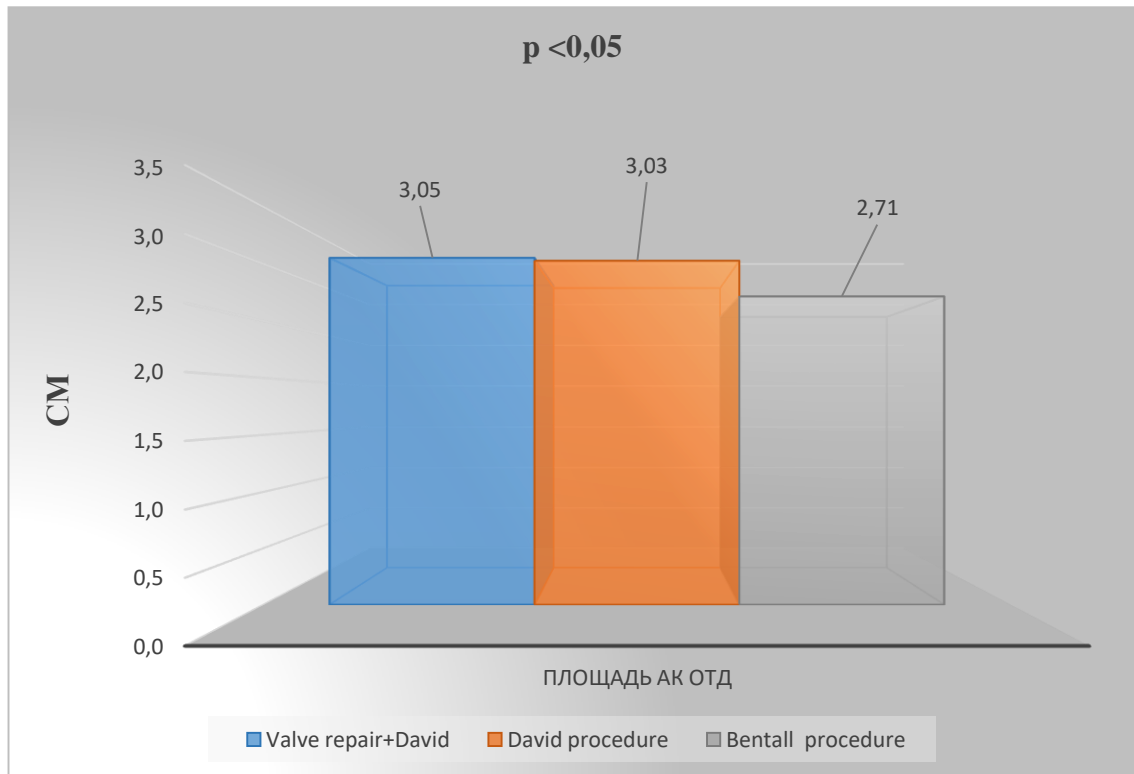


Рисунок 3.13 – Площадь аортального клапана в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода)

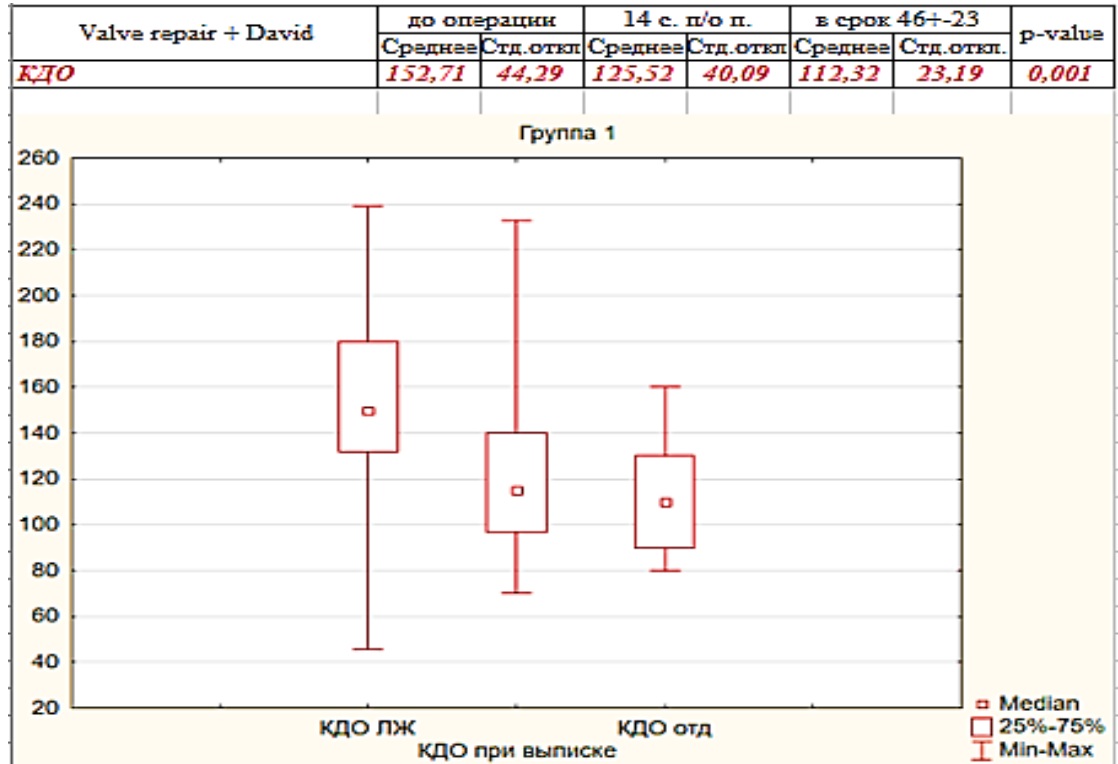


Рисунок 3.14 – Динамика КДО (мл) в группе Valve repair + David

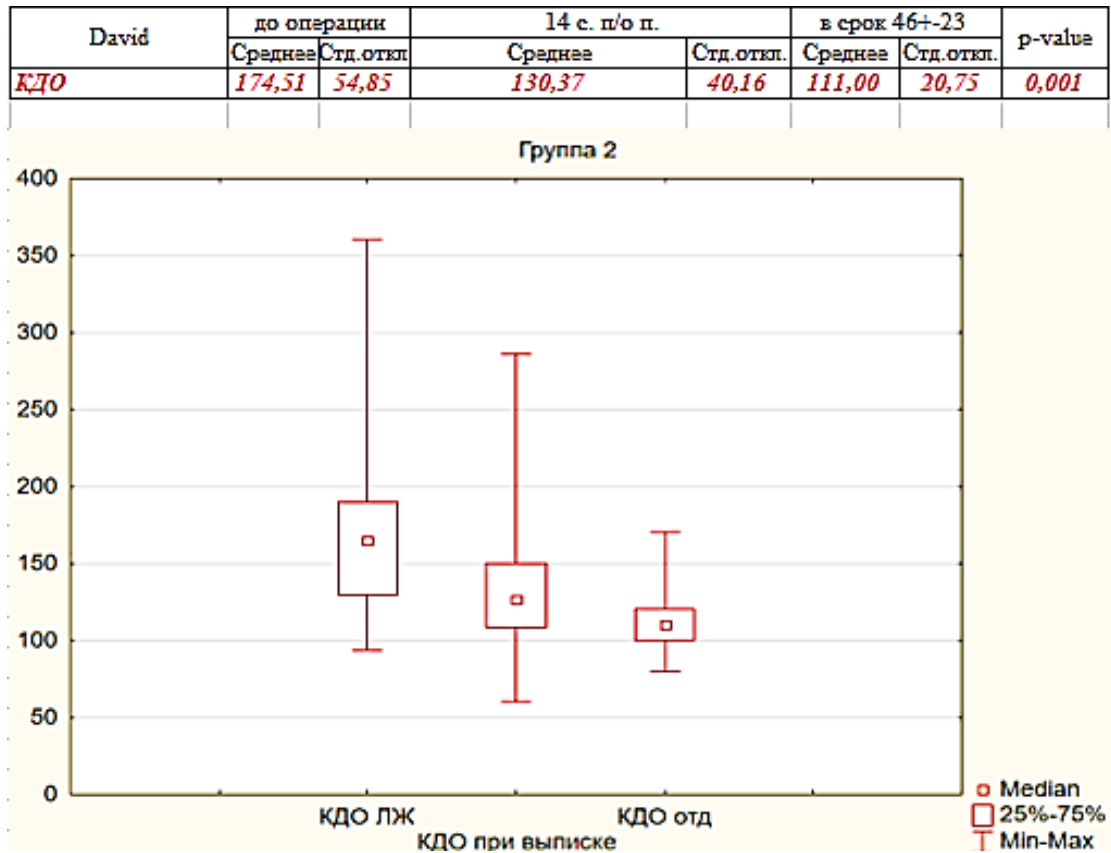


Рисунок 3.15 – Динамика КДО (мл) в группе David

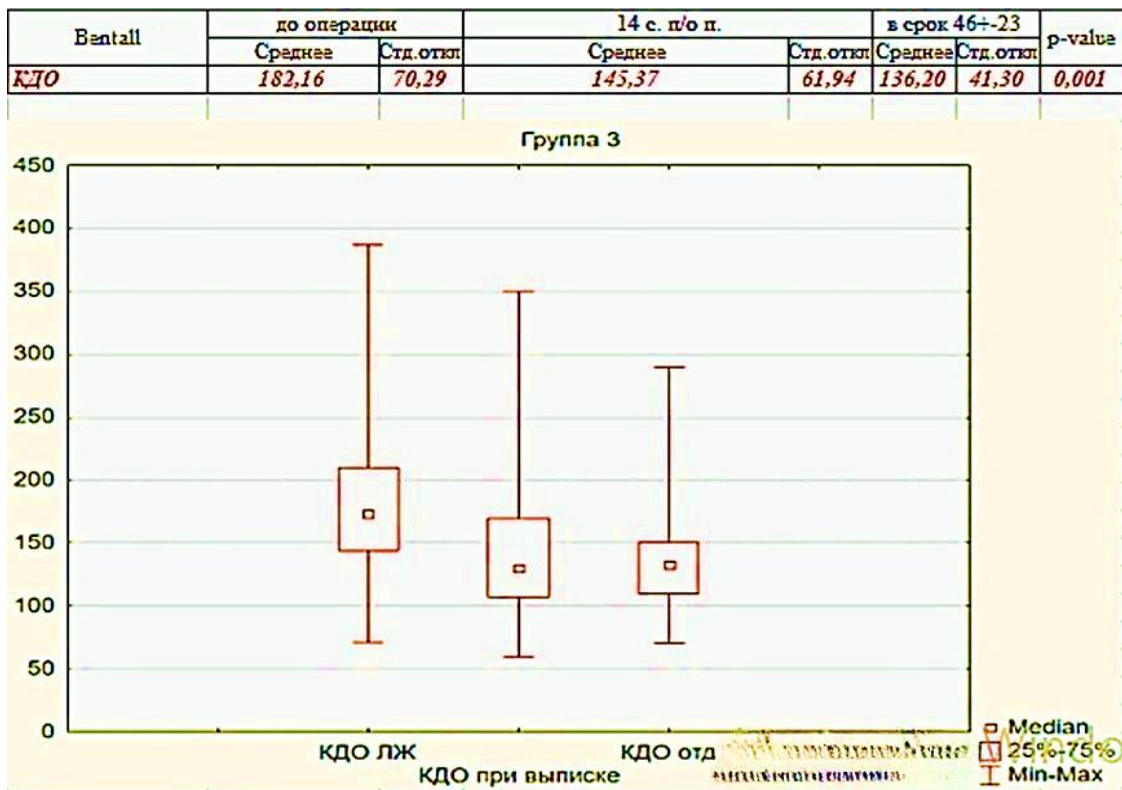


Рисунок 3.16 – Динамика КДО (мл) в группе Ventall

У пациентов всех групп сравнения в дооперационном периоде достоверно повышен уровень КДО, что означает выраженную перегрузку объемом в раннем послеоперационном периоде. После хирургического лечения аневризмы корня и коррекции аортальной регургитации КДО ЛЖ в I группе Valve repair + David уменьшился в среднем к сроку  $46 \pm 23$  месяцев со 152 до 112 мл ( $p < 0,05$ ), что представлено на Рисунке 3.14. Во II группе David КДО ЛЖ уменьшился в среднем к сроку  $46 \pm 23$  месяцев со 174 до 111 мл ( $p < 0,05$ ), - Рисунок 3.15. В III группе Bentall КДО ЛЖ уменьшился в среднем к сроку  $46 \pm 23$  месяцев со 182 до 136 мл ( $p < 0,05$ ) – Рисунок 3.16.

### **3.3. Анализ реконструктивных аортальных вмешательств согласно первичным и вторичным точкам исследования**

#### **3.3.1. Анализ результатов реконструктивных вмешательств при симметричной анатомии бicuspidального аортального клапана**

В Таблице 3.10 представлен подробный отчет по результатам оперативного лечения аневризмы корня и/или восходящей аорты в сочетании с симметричной анатомией аортального клапана, аортальной регургитации до 2–3-й ст., при условии сохранного состояния створок аортального клапана.

В этой части диссертационной работы приводится анализ результатов реконструктивных оперативных вмешательств при анатомическом варианте симметричного бicuspidального клапана ( $180-180^\circ$ ) lat Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers) и AP Type 0 (0 raphe, true BAV по Н.Н. Sivers). Всего проанализировано 11 случаев реконструктивных вмешательств на симметричном аортальном клапане. Операция David выполнена пяти пациентам, что составило 45,4 % ( $n=11$ ), срок наблюдения составил  $37,9 \pm 20,4$  месяца. Операция David в комбинации с пликацией Аранциевого узелка выполнена трем пациентам, что составило 27,3 % ( $n=11$ ), срок наблюдения составил  $36,6 \pm 20,4$  месяца. Операция David в комбинации с укорочением свободного края, ресуспензией выполнена

трем пациентам, что составило 27,3 % (n=11), срок наблюдения составил 36,6±20,4 месяца. Статистически достоверной разницы между сравниваемыми группами по эхокардиографическим показателям в срок 37±20,4 месяца наблюдения не выявлено.

Таблица 3.10 – Анализ реконструкций симметричного бicuspidального клапана

Анатомия аортального клапана (классификация Sivers)	Симметрия, true BAV			p
	David procedure	David + пликация Аранциевого узелка	David + укорочение свободного края/ресуспензия	
Объем оперативного лечения				
n (%)	5 (45,4 %)	3 (27,3 %)	3 (27,3 %)	
Срок наблюдения (мес.) M±SD	37,9±20,4	36,6±20,4	36,6±20,4	p>0,05
<b>Эхокардиографические показатели в срок 37±20,4 месяца наблюдения</b>				
ФВ ЛЖ (%) M±SD	54,66±6,0	57,86±6,3	51,86±6,35	p>0,05
КДО ЛЖ (мл) M±SD	175±54,9	160±44,29	187,6±44,31	p>0,05
ФК АК (мм)	26,7±2,37	26±2,41	27,3±2,40	p>0,05
Средий диаметр на уровне sinus aortae (мм) M±SD	51,2±6,92	51,6±6,93	54,0±7,61	p>0,05
Средий диаметр на уровне ВоА (мм) M±SD	49,6±6,51	52,6±6,43	51,0±5,91	p>0,05
<b>Первичные точки контроля</b>				
Свобода от реопераций (%)	5 (100 %)	3 (100 %)	3 (100 %)	-
Ранняя послеоперационная летальность (%)	0	0	0	-
Выживаемость (%)	5 (100 %)	3 (100 %)	3 (100 %)	-
Свобода от неблагоприятных кардиоваскулярных событий (%)	5 (100 %)	3 (100 %)	3 (100 %)	-
<b>Вторичные точки контроля</b>				
ИК, ИМ (мин) M±SD	129,2±51,0 102,8±34,3	136,4±51,1 100±30,3	128,3±51,1 102,2±32,5	p>0,05
Время пребывания в ОАР, стационаре (к/дни)	1,5 (1; 4) 19,3 (11; 28)	1,8 (1; 4) 19,3 (17; 28)	1,57 (1; 4) 19,3 (17; 28)	p>0,05
Сумарный объем кровопотери (мл.), min-max	391 (200; 500)	430 (300; 500)	378,5 (250; 500)	p>0,05

Отмечена 100 % свобода от реопераций в группах сравнения, отсутствие госпитальной летальности, 100 % выживаемость и 100 % свобода от неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Статистически достоверной разницы по времени ИК, ИМ, времени пребывания в стационаре между группами не выявлено.

Из этого следует, что пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией восходящего отдела аорты и наличием умеренного пролапса створки симметричного бicuspidального клапана оптимально выполнение процедуры David с ресуспензией пролабирующей створки, что обеспечивает воссоздание коаптационной зоны, распределение напряжения на структурах аортального клапана и точное восстановление геометрии клапана, а пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией восходящего отдела аорты и наличием избытка длины свободного края пролабирующей створки симметричного бicuspidального клапана оптимально выполнение процедуры David с центральной пликацией створки, что подтверждается 100 % свободой от тяжелой аортальной регургитации и реопераций в среднеотдаленном послеоперационном периоде.

### **3.3.2. Анализ результатов реконструктивных вмешательств при асимметричной анатомии бicuspidального аортального клапана**

В Таблице 3.11 представлен подробный отчет по результатам оперативного лечения аневризмы корня и/или восходящей аорты в сочетании с асимметричной анатомией аортального клапана, аортальной регургитации до 3-й ст., при условии сохранного состояния створок аортального клапана [21].

Таблица 3.11 – Анализ реконструкций асимметричного бicuspidального клапана [21]

Анатомия аортального клапана (классификация Sivers)	Асимметрия, BAV type 1			p
Объем оперативного лечения	David + резекция межкомиссураль ного шва с последующим сшиванием дефекта	David + шейвинг + резекция межкомиссурально го шва с пластикой аутоперикардаль- ной заплатой	David + пластика аутопери- кардиаль- ной заплатой	
n (%)	9 (37,5 %)	12 (50 %)	3 (12,5 %)	
Срок наблюдения (мес.), M±SD	35,2±20,4	36,6±20,4	36,6±20,4	p>0,05
<b>Эхокардиографические показатели в срок 36,1±20,4 месяца наблюдения</b>				
ФВ ЛЖ (%), M±SD	55,6±6,18	55,36±6,3	53,26±6,4	p>0,05
КДО ЛЖ (мл), M±SD	145±44,81	158,5±45,7	150,5±45,5	p>0,05
ФК АК (мм)	27,3±2,45	26,8±2,51	25±2,5	p>0,05
Средий диаметр на уровне sinus aortae (мм), M±SD	47,3±6,55	50,6±6,43	50,0±6,33	p>0,05
Средий диаметр на уровне ВоА (мм), M±SD	50,2±5,9	54,4±6,14	53,1±5,83	p>0,05
<b>Первичные точки контроля</b>				
Свобода от реопераций (%)	6 (67 %)	8 (66 %)	2 (67 %)	-
Ранняя послеоперацион ная летальность (%)	2 (22,2 %)	1 (8 %)	0	p<0,05
Выживаемость (%)	7 (78 %)	10 (83 %)	3 (100 %)	p<0,05
Свобода от небл. сердечно-сосудистых событий (%)	5 (56 %)	9 (75 %)	1 (34 %)	p<0,05
<b>Вторичные точки контроля</b>				
ИК, ИМ (мин)M±SD	167,1±51,1 120±30,1	157,2±51,1 114±33,2	170±51,1 117±30,2	p<0,05
Время пребывания в ОАР, стационаре(к/дни)	1,9 (1; 5) 16,7 (2; 43)	3,1 (1; 61) 19,5 (2; 85)	2,1 (1; 6) 16,5 (2; 39)	p>0,05
Сумарный объем кровопотери (мл), min- max	1258 (200; 5000)	767 (200; 4000)	700 (200; 3000)	p<0,05

Приводится анализ результатов реконструктивных оперативных вмешательств при анатомическом варианте асимметричного бicuspidального клапана (со сращением створок) Type 1a (1 raphe по Н.Н. Sivers), Type 1b (1 raphe по Н.Н. Sivers), Type 1c (1 raphe по Н.Н. Sivers). Операция David с резекцией межкомиссурального шва и последующим сшиванием дефекта выполнена девяти пациентам, что составило 37,5 % (n=24), срок наблюдения составил  $35,2 \pm 20,4$  месяца. Операция David с шейвингом, резекцией межкомиссурального шва и последующей пластикой дефекта аутоперикардальной заплатой выполнена 12 пациентам, что составило 50 % (n=24), срок наблюдения составил  $36,6 \pm 20,4$  месяца. Операция David в комбинации с укорочением свободного края, ресуспензией выполнена трем пациентам, что составило 12,5 % (n=24), срок наблюдения составил  $36,6 \pm 20,4$  месяца. Статистически достоверной разницы между сравниваемыми группами по эхокардиографическим показателям в срок  $36,1 \pm 20,4$  месяца наблюдения не выявлено. Свобода от реопераций после выполнения процедуры David с резекцией межкомиссурального шва и последующим сшиванием дефекта составляет 67 %, свобода от реопераций после процедуры David с шейвингом, резекцией межкомиссурального шва и последующей пластикой дефекта аутоперикардальной заплатой составила 66 %, после процедуры David в комбинации с укорочением свободного края составила 67 %, из чего следует, что реконструктивные вмешательства на асимметричном аортальном клапане необходимо выполнять по строгим показаниям [21]. Анализ выживаемости, времени пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии и профильном отделении, суммарный объем кровопотери в данном случае не зависит от выбора метода реконструктивного вмешательства на аортальном клапане. Увеличение объема кровопотери может быть связано с наличием коагулопатий у пациента. Свобода от неблагоприятных сердечно-сосудистых событий после выполнения процедуры David с резекцией межкомиссурального шва и последующим сшиванием дефекта составляет 56 %, после процедуры David с шейвингом, резекцией межкомиссурального шва и последующей пластикой дефекта аутоперикардальной заплатой составила 75 %,

после процедуры David в комбинации с укорочением свободного края составила 34 % [21]. Время ИК и ИМ увеличивается за счет трудоемкости и объема оперативного вмешательства. И составляет при выполнении процедуры David с резекцией межкомиссурального шва и последующим сшиванием дефекта ИК  $167,1 \pm 51,1$ , ИМ  $120 \pm 30,1$  мин; при процедуре David с шейвингом, резекцией межкомиссурального шва и последующей пластикой дефекта аутоперикардиальной заплатой составляет ИК  $157,2 \pm 51,1$ , ИМ  $114 \pm 33,2$ ; при процедуре David в комбинации с укорочением свободного края составляет ИК  $170 \pm 51,1$ , ИМ  $117 \pm 30,2$ .

Операция David в сочетании с такими видами пластик, как шейвинг с пластикой аутоперикардиальной заплатой либо резекция межкомиссурального шва с последующим сшиванием дефекта, применяемые в когорте пациентов с наличием частичной деструкции, кальцинации створок Type1, 1raphe по классификации по Sievers Н.Н., сочетающимся с аневризмой корня аорты, связаны с неудовлетворительными гемодинамическими показателями в среднеотдаленном, отдаленном послеоперационных периодах, а соответственно, с высоким процентом реопераций, и не рекомендуются к применению [21].

### **3.4. Сравнительный анализ**

Выполнен поиск предикторов неблагоприятного исхода, связанных с неподходящим выбором метода оперативного лечения и повлекших прогрессирование аортальной регургитации до 2-й и более степени в срок  $46 \pm 23$  месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода), проанализированы следующие показатели: пол, возраст, индекс массы тела пациентов, площадь поверхности тела, атеросклероз или ишемическая болезнь сердца в анамнезе, некоторые исходные эхокардиографические показатели и интраоперационные параметры.

Корреляционной зависимости между полом и возрастом пациента на момент операции, индексом массы тела, площадью поверхности тела, следующими

эхокардиографическими показателями (диаметр ВоА, диаметр sinus aortae, ФВ, ФК АК, КДО ЛЖ, средний градиент, аортальная регургитация более 2-й степени, анатомией аортального клапана, выбором метода вмешательства и влиянием на исход оперативного лечения не выявлено ( $p>0,05$ ), что детально представлено в Таблице 3.12.

Также наличие митральной регургитации до 2-й степени статистически достоверно не влияло на исход оперативного лечения в раннем среднеотдаленном и отдаленном послеоперационном периоде, а также неблагоприятный исход не зависил от выбора метода оперативного лечения ( $p<0,05$ ), что детально представлено на Рисунке 3.17 и в Таблице 3.12.

Наличие трикуспидальной регургитации до 2-й степени статистически достоверно не влияло на исход оперативного лечения в раннем, среднеотдаленном и отдаленном послеоперационном периоде, а также неблагоприятный исход не зависил от выбора метода оперативного лечения ( $p<0,05$ ), что детально представлено на Рисунке 3.18.

Выбор процедуры Bentall статистически достоверно не влиял на исход оперативного лечения в раннем, среднеотдаленном и отдаленном послеоперационных периодах, а имеющиеся неблагоприятные исходы связаны с варфарин-индуцируемыми эффектами ( $p<0,05$ ), что соответствует Рисунку 3.19.

Выбор метода реконструкции аортального клапана в объеме процедуры David с пликацией Аранциевого узелка статистически достоверно не влиял на исход оперативного лечения в раннем, среднеотдаленном и отдаленном послеоперационном периоде, а также неблагоприятный исход не зависел от выбора метода оперативного лечения ( $p<0,05$ ), Рисунок 3.20.

Таблица 3.12 – Поиск предикторов неблагоприятного исхода, связанного с неподходящим выбором метода оперативного лечения и повлекшего прогрессирование аортальной регургитации 2-й и более степени в срок 46±23 месяцев (9–96 месяцев послеоперационного периода)

Показатели		Исход 0 – благоприятный, не повлекший смерть пациента либо повторную госпитализацию и не связанный с выбором метода оперативного лечения		Исход 1 – неблагоприятный, связанный с неподходящим выбором метода оперативного лечения и повлекший прогрессирование аортальной регургитации 2-й и более степени		p
		n	%	n	%	
Пол	Ж	5	13,9	13	12,6	0,845
	М	31	86,1	90	87,4	
Атеросклероз в анамнезе	0	24	66,7	57	55,3	0,235
	1	12	33,3	46	44,7	
Кардиооперации в анамнезе	0	33	91,7	93	90,3	0,807
	1	3	8,3	10	9,7	
ИБС	0	23	63,9	69	67,0	0,735
	1	13	36,1	34	33,0	
Аортальная регургитаци более 2	0	2	5,6	11	10,7	0,363
	1	34	94,4	92	89,3	
Митральный порок	нет	7	19,4	43	41,7	0,016
	да	29	80,6	60	58,3	
Трикуспидальная регургитация более 2 степени	нет	27	75,0	90	87,4	0,05
	да	9	25,0	13	12,6	
Кальциноз/фиброз створок-интраоперационно	0	21	58,3	67	65,0	0,472
	1	15	41,7	36	35,0	
Бикуспидальная анатомия АК	0	25	69,4	73	70,9	0,871
	1	11	30,6	30	29,1	
Трикуспидальная анатомия АК	0	15	41,7	39	37,9	0,687
	1	21	58,3	64	62,1	
Объем оперативного лечения: Bentall	нет	15	41,7	66	64,1	0,019
	да	21	58,3	37	35,9	
lat Type 0 (0 raphe, true BAV)-анатомия	0	35	97,2	96	93,2	0,373
	1	1	2,8	7	6,8	
AP Type 0 (0 raphe, true BAV-анатомия)	0	35	97,2	99	96,1	0,759
	1	1	2,8	4	3,9	

Продолжение Таблицы 3.12

Type 1a (1 raphe) BAV-анатомия	0	32	88,9	96	93,2	0,409
	1	4	11,1	7	6,8	
Type 1b (1 raphe) BAV-анатомия	0	34	94,4	95	92,2	0,658
	1	2	5,6	8	7,8	
Объем оперативного лечения Uncommon David	0	30	83,3	75	72,8	0,206
	1	6	16,7	28	27,2	
Объем оперативного лечения David	0	27	75,0	65	63,1	0,194
	1	9	25,0	38	36,9	
Сбривание кальция	0	33	91,7	88	85,4	0,338
	1	3	8,3	15	14,6	
Триангулярная резекция	0	35	97,2	95	92,2	0,295
	1	1	2,8	8	7,8	
Укорочение свободного края/ресуспензия	0	34	94,4	96	93,2	0,795
	1	2	5,6	7	6,8	
Резекция межкомиссурального шва с последующим ушиванием дефекта	0	33	91,7	94	91,3	0,941
	1	3	8,3	9	8,7	
<b>Пликация Аранциевого узелка</b>	<b>нет</b>	<b>35</b>	<b>97,2</b>	<b>90</b>	<b>87,4</b>	<b>0,05</b>
	<b>да</b>	<b>1</b>	<b>2,8</b>	<b>13</b>	<b>12,6</b>	
Резекция межкомиссурального шва с пластикой аутоперикардальной заплатой	0	35	97,2	93	90,3	0,185
	1	1	2,8	10	9,7	
<b>Показатели</b>	<b>Группа 0</b>		<b>Группа 1</b>			
	<b>Среднее</b>	<b>Стд. откл.</b>	<b>Среднее</b>	<b>Стд. откл.</b>		
Возраст на момент операции	50,81	12,82	52,89	14,22	0,348	
Площадь поверхности тела (ППТ)	4,85	7,13	6,44	9,72	0,748	
Индекс массы тела	24,72	11,31	22,80	10,70	0,556	
Диаметр ВоА	7,12	7,46	12,43	17,05	0,823	
Диаметр sinus aortae	6,42	7,54	11,46	15,69	0,084	
ФВ ЛЖ	53,19	7,69	55,11	6,46	0,303	
ФК АК	25,75	3,15	26,70	2,82	0,143	
КДО ЛЖ	187,75	70,75	166,99	55,74	0,180	
Средний град.	19,80	21,82	16,78	20,10	0,793	
Примечание: Жирным шрифтом выделены достоверные различия.						

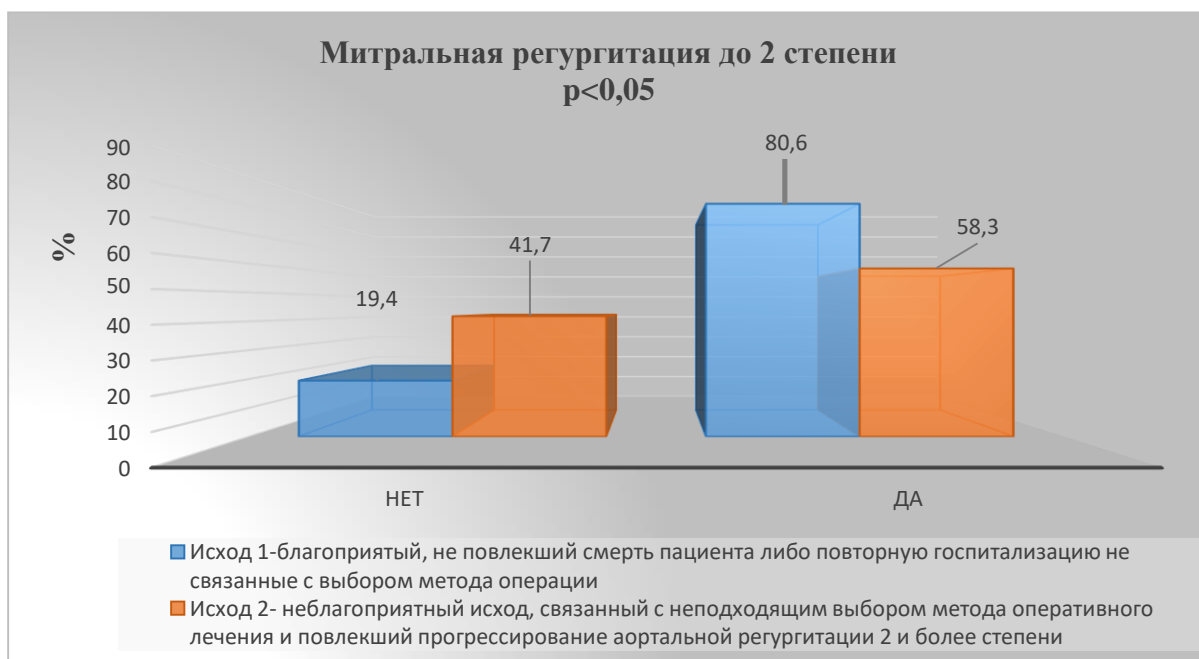


Рисунок 3.17 – Оценка влияния митральной регургитации умеренной степени на послеоперационный исход

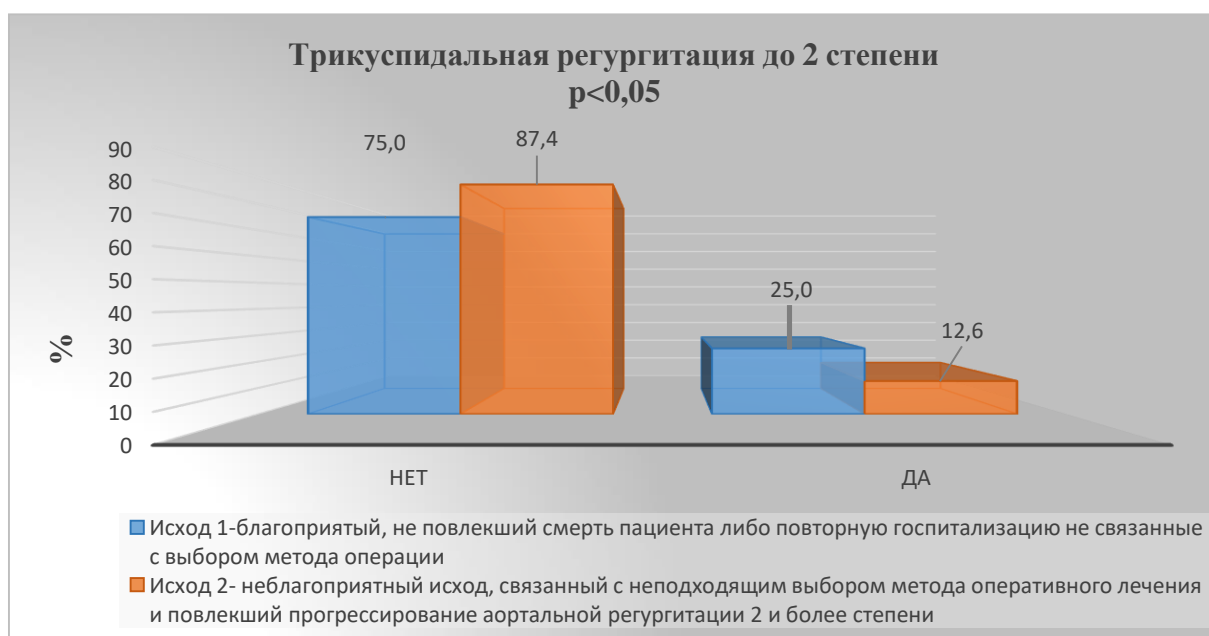


Рисунок 3.18 – Оценка влияния трикуспидальной регургитации умеренной степени на послеоперационный исход

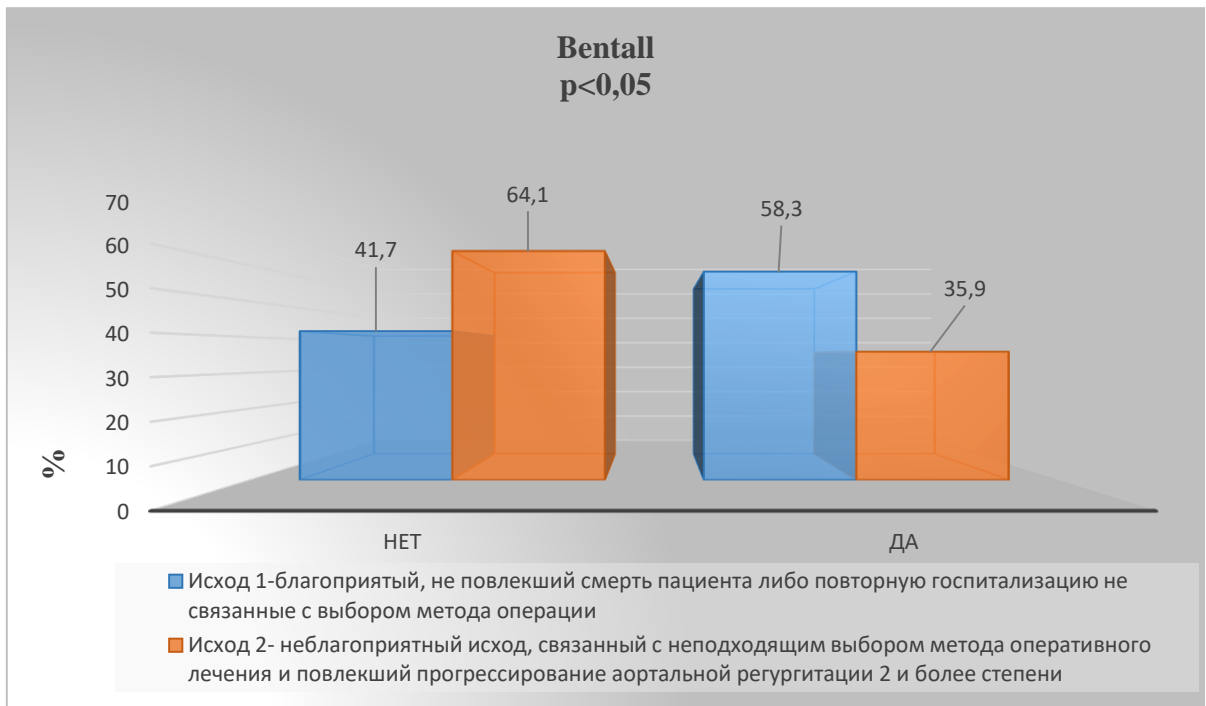


Рисунок 3.19 – Оценка влияния процедуры Bentall на послеоперационный исход

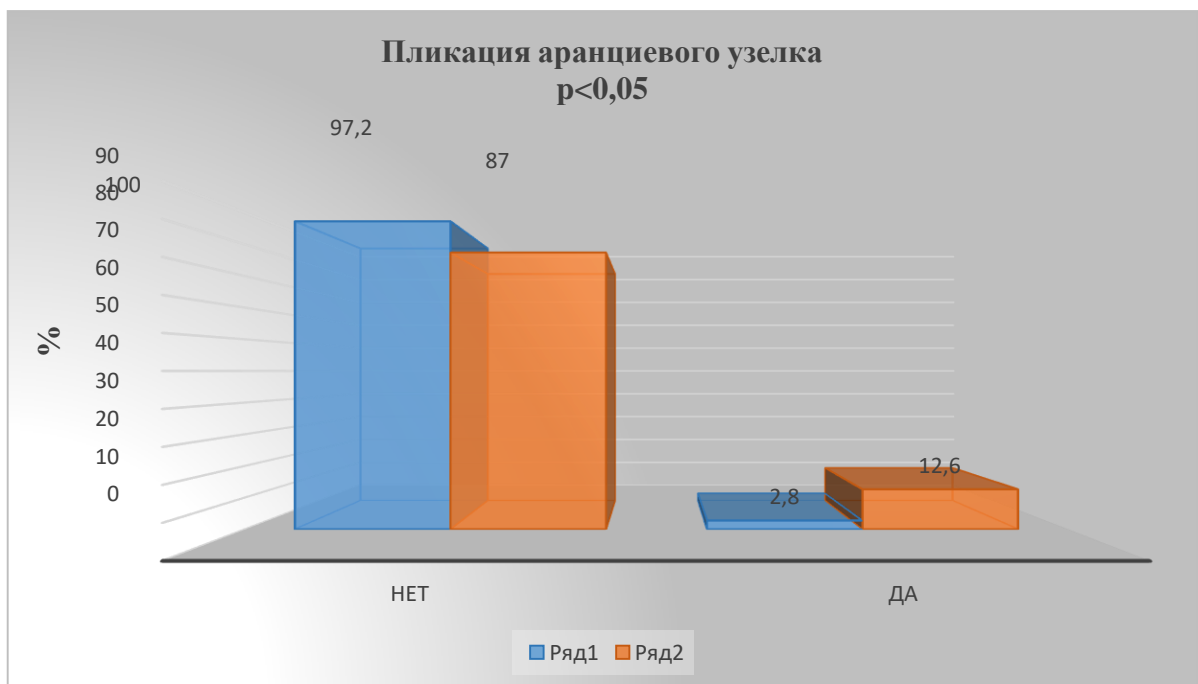


Рисунок 3.20 – Выбор метода реконструкции аортального клапана в объеме процедуры David с пликацией Аранциевого узелка статистически достоверно не влиял на исход оперативного лечения в раннем, среднеотдаленном и отдаленном послеоперационном периоде, а также неблагоприятный исход не зависел от выбора метода оперативного лечения (p<0,05)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди заболеваний аорты особое значение имеет аневризма аорты – второе по частоте (после атеросклероза) заболевание аорты и одна из ведущих причин смертности взрослого населения [64, 74, 90].

Патогенетические механизмы, лежащие в основе развития аневризмы корня и восходящей аорты, до сих пор остаются недостаточно изученными [103, 140, 141].

Естественное течение патологии корня аорты включает в себя прогрессирующую дилатацию, расслоение, разрыв аневризмы и внезапную сердечную смерть [107, 108].

Основной причиной развития аневризм корня аорты и ее восходящего отдела у лиц молодого возраста являются наследственные заболевания (дисплазии) соединительной ткани, а также двустворчатый аортальный клапан [60, 61, 71, 81, 92, 93, 106].

Развитие аневризмы корня аорты крайне характерно для бicuspidального аортального клапана – самого частого врожденного порока сердца, распространенность которого составляет 0,5–2 % в общей популяции [9, 10, 71, 73, 90, 126]. Часто вследствие прогрессирующей дилатации корня аорты развивается недостаточность аортального клапана. Рост аневризмы корня аорты при синдроме Марфана составляет около 4 мм в год и увеличивается по мере увеличения размера аневризмы [103, 107, 108].

Механизм регургитации при бicuspidальном аортальном клапане обычно заключается в пролапсе створок, дилатации фиброзного кольца аортального клапана и/или синотубулярного соединения [14, 41, 55]. Струя регургитации направлена в противоположную от сросшихся створок аортального клапана сторону, также может наблюдаться пролапс свободной створки.

Механизм регургитации на трехстворчатом аортальном клапане может включать дилатацию корня аорты (расширение синотубулярного соединения

более 30–35 мм, фиброзного кольца аортального клапана более 27 мм) и/или патологию створок (пролапс, рестрикция, перфорация, разрушение комиссур) [55, 113, 114].

Со II квартала 2022 года в нашей клинике внедрена практика мультидисциплинарных внутрибольничных консилиумов для пациентов с коморбидной патологией, призванных снизить процент ранних и поздних послеоперационных осложнений. В состав консилиума входят оперирующие хирурги, кардиоанестезиологи, кардиологи, терапевты, трансфузиологи и смежные специалисты, формирующие решение об объеме оперативного лечения, обоснованности выбранного метода и особенностях ведения пред- и послеоперационного периодов.

Однако технику реконструкции аортального клапана оперирующий хирург выбирает интраоперационно в соответствии с принципом «Для каждого поражения – своя техника», основываясь на тщательном анализе корня аорты и створок аортального клапана для подтверждения повреждений, выявленных ранее с помощью эхокардиографии. По этим причинам чаще реконструктивные либо клапаносохраняющие вмешательства становятся операциями выбора у молодых пациентов. Как показывает опыт, пациенты до 60 лет чаще предпочитают клапаносохраняющие вмешательства либо альтернативные оперативные методы: операцию Росса, Русский конduit и др. Наиболее нежелательными явлениями операции Bentall пациенты считают прием и титрование доз варфарина, развитие нежелательных побочных эффектов, ограничение профессиональной пригодности, слышимость работы клапана, высокие риски беременности и вынашивания плода на фоне приема варфарина, нарушение качества жизни.

Операция Бенталла – Де Боно (протезирование корня и восходящей части аорты клапаносодержащим кондуитом с последующей имплантацией устьев венечных артерий [13] в бок кондуита [12]) – общемировой стандарт оперативного лечения аневризмы корня и восходящей аорты [36]. Согласно общемировым метаанализам после процедуры Бенталла – Де Боно отмечается высокий процент поздней летальности, тромбоэмболических и геморрагических

осложнений [7, 12, 13, 36, 87, 88, 89, 115, 126, 143].

По результатам нашего исследования в группе Bentall выживаемость к 5-му году составила по Каплану – Мейеру 94,8 %, реопераций не отмечено [22].

Мы считаем, что операция Бенталла – Де Боно показана более возрастным пациентам с аневризмой корня и/или восходящей аорты, грубым поражением створок аортального клапана, а также с коморбидной патологией [22].

Основным преимуществом клапаносохраняющей процедуры David является возможность исключения осложнений, связанных с приемом варфарина и улучшением качества жизни пациентов [7, 29, 116], что подтверждается результатами многочисленных метаанализов. В нашем исследовании выживаемость к 5-му году наблюдения составила по Каплану – Мейеру в группе David 95,7 %. Свобода от реопераций по Каплану – Мейеру к 5-му году послеоперационного периода составила в группе David 97,8 % [22].

В последние десятилетия все большее предпочтение отдается клапаносохраняющим вмешательствам, таким как «классический David»: замещение корня аорты и восходящей аорты дакроновым протезом с сохранением собственных створок клапана, которые «подвешиваются» к сосудистому протезу [87, 88, 89]. Таким образом, исключается необходимость в пожизненном приеме антикоагулянтов. Но эту операцию можно выполнять только при интактных створках аортального клапана [2, 21, 22, 23, 46].

Но в последние годы стали применять операцию David не только при сохранных створках аортального клапана [21, 23], но при их фиброзе, кальцинозе и двустворчатом аортальном клапане, то есть сочетают процедуру David с разными вариантами пластики створок [2, 142, 143].

Асимметричные клапаны хуже поддаются реконструкции и могут приводить к градиенту давления в послеоперационном периоде, поэтому возникает необходимость создавать ориентацию комиссур с углом 180° [5, 21, 39, 41, 42].

Реконструктивные операции на аортальном клапане не представляются возможными при наличии выраженного фиброза и кальциноза створок [21].

При выборе вида и объема оперативного лечения необходимо тщательно

взвешивать все преимущества реконструктивного подхода у конкретного больного и риски операции, в том числе связанные с пролонгированным оперативным вмешательством и дисфункцией клапана в раннем послеоперационном периоде [21].

Пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией восходящей аорты и интактными симметричными створками бicuspidального клапана нами выполнялась процедура David при Type 0 по Sivers (0 gap, true BAV). Получены удовлетворительные отдаленные и среднеотдаленные результаты (100 % свобода от рецидива аортальной регургитации и реопераций). Цель такого клапаносохраняющего вмешательства – восстановление нормального соотношения между окружностью синотубулярного соединения и окружностью фиброзного кольца аортального клапана.

Пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией восходящей аорты и наличием умеренного пролапса створки симметричного бicuspidального клапана оптимально выполнение процедуры David с ресуспензией пролабирующей створки, что обеспечивает воссоздание коаптационной зоны, распределение напряжения на структурах аортального клапана и точное восстановление геометрии клапана. Получены удовлетворительные отдаленные и среднеотдаленные результаты (100 % свобода от рецидива аортальной регургитации и реопераций).

Пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией восходящей аорты и наличием избытка длины свободного края пролабирующей створки симметричного бicuspidального клапана оптимально выполнение процедуры David с центральной пликацией створки, что подтверждается 100 % свободой от аортальной регургитации более 2-й степени и реопераций в среднеотдаленном послеоперационном периоде.

Результаты реконструкции аортального клапана менее удовлетворительные, чем митрального или трикуспидального клапана, что объясняется некоторыми анатомо-физиологическими особенностями аортального клапана: небольшим количеством ткани створок аортального клапана и обусловленной этим небольшой

поверхностью зоны коаптации [2, 5, 39, 40, 41].

F. Setepanni [86] и соавт. справедливо считают, что вмешательство на створках аортального клапана – деликатная процедура, и важно соблюсти баланс между недостаточной коррекцией, приводящей к остаточному пролапсу, и избыточной коррекцией, заканчивающейся рестрикцией [2, 5, 39, 40].

Для профилактики возникновения рецидивов тяжелой аортальной регургитации в послеоперационном периоде, соответственно и реопераций, предлагается тщательный отбор пациентов на реконструктивные вмешательства аортального клапана: пациенты преимущественно среднего возраста, без тяжелой кардиальной и экстракардиальной патологии с диаметром аортального кольца менее 28 мм, эффективной высотой коаптации более 9 мм, анатомически симметричным бicuspidальным аортальным клапаном с сохранными створками [2, 5, 21, 23, 39, 40, 42].

В период с 2014 по 2022 г. в нашей клинике 34 больным с двустворчатым аортальным клапаном выполнены реконструктивные операции на аортальном клапане в комбинации с процедурой David, с применением техник, описанных в главе 2 данного исследования. Из них 94 % имели поражение аортального клапана в сочетании с аннулодилатацией и аневризмой восходящей аорты. Госпитальная летальность в группе Valve Repair + David составила 5,9 % – два пациента. Ранняя послеоперационная летальность: летальный исход на третьи сутки у одного пациента обусловлен острой сердечно-сосудистой недостаточностью, у другого – острым повреждением головного мозга на пятые сутки послеоперационного периода [21, 22].

Свобода от реопераций: 100 % свобода от реопераций наблюдалась в среднеотдаленном периоде у пациентов с симметричным бicuspidальным клапаном, перенесших изолированную процедуру David или в комбинации с пликацией Аранциевого узелка либо ресуспензией свободного края пораженной створки [22, 46].

Свобода от рецидива тяжелой аортальной регургитации, потребовавшей реопераций в I группе больных, после процедуры Valve repair + David при

асимметричном аортальном клапане BAV, type 1 по Sivers с грубым поражением створок – 91,2 %,  $p > 0,05$  [22]. Худшую статистически значимую свободу от реопераций показывает сочетание процедуры David с резекцией межкомиссурального шва и последующим сшиванием дефекта – 78 %, либо пластика аутоперикардиальной заплатой – 67 %,  $p < 0,05$  [21].

Остаточную умеренную аортальную регургитацию имели 50 % пациентов, им рекомендовано проведение ежегодного эхокардиографического исследования, наблюдение кардиолога [21].

Данные нашего исследования коррелируют с данными Carpanier [40]: 95 пациентам с периодом наблюдения в 11 лет выполнены разные виды пластик аортального клапана. По результатам: госпитальная летальность составила 3,3 %, реоперации по поводу рецидива тяжелой аортальной регургитации – 13 %, имели остаточную аортальную регургитацию 15 % [21, 40].

Исследование Cohen O. [129], как и результаты нашего исследования, показывает, что аутоперикардиальная заплата подвержена кальцинозу и фиброзу. Также результаты нашего исследования, как и другие метаанализы, доказывают, что использование техники сшивания створки, как и использование аутоперикардиальной заплаты, являются неблагоприятными техническими аспектами, поскольку ухудшают отдаленные результаты операций [99, 115, 104, 105].

## ВЫВОДЫ

1. Госпитальная летальность при операции Valve repair + David составила 5,9 %, при операции Bentall – 5,2 %, а при операции David – 4,3 %. Операция David – наиболее безопасный метод лечения.

2. Операция «классический» David и Bentall эффективно устраняют аортальную регургитацию. «Классический» David и Bentall показывают 97 % и 98 % свободу от аортальной регургитации к 1-му году наблюдения и 95–96 % к 5-му году наблюдения.

3. Выживаемость к 5-му году наблюдения – 97,1 % и 95,7 % в группах Valve Repair + David и «классический» David соответственно, что существенно лучше, чем в группе Bentall.

4. 100 % свобода от реопераций отмечена в группе Bentall, худшую свободу от реопераций показала операция Uncommon David при ассиметричном варианте анатомии аортального клапана (type 1 по Sivers).

5. Операция Uncommon David как самостоятельная процедура, либо в сочетании с такими видами пластик, как пликация аранциевого узелка или укорочение свободного края створок (ресуспензия), применима в когорте пациентов с интактными створками Type 0, true BAV по классификации по Н.Н. Sievers, сочетающимся с аневризмой корня аорты, и связана с удовлетворительными гемодинамическими показателями в раннем и среднеотдаленном послеоперационных периодах.

6. Операция «классический» David – наиболее эффективный и безопасный метод лечения. Операция Uncommon David применима по строгим показаниям.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При синдроме Марфана, нетипичной анатомии, дисфункции аортального клапана II, III типа и пораженных створках клапана наиболее предпочтительным вариантом является выполнение процедуры Бенталла из-за высокого риска повреждений створок при низкой прочности тканей створок.

2. Операция David в сочетании с такими видами пластик, как шейвинг с резекцией межкомиссурального шва и аутоперикардальной пластикой либо резекция межкомиссурального шва с восстановлением дефекта сшиванием, применяемые в когорте пациентов с наличием частичной деструкции, кальцинации створок Type 1, 1 grade по классификации по Н.Н. Sievers, сочетающимся с аневризмой корня аорты, и связаны с неудовлетворительными гемодинамическими показателями в среднеотдаленном, отдаленном послеоперационных периодах, соответственно, с высоким процентом реопераций и не рекомендуются к применению.

3. Пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией восходящего отдела аорты и наличием умеренного пролапса створки симметричного бicuspidального клапана оптимально выполнение процедуры David с ресуспензией пролабирующей створки, что обеспечивает воссоздание коаптационной зоны, распределение напряжения на структурах аортального клапана и точное восстановление геометрии клапана.

4. Пациентам с изолированной дилатацией синотубулярного соединения и/или дилатацией восходящего отдела аорты и наличием избытка длины свободного края пролабирующей створки симметричного бicuspidального клапана оптимально выполнение процедуры David с центральной пликацией створки, что подтверждается 100 % свободой от тяжелой аортальной регургитации и реопераций в среднеотдаленном послеоперационном периоде.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АК – аортальный клапан

АСБ – атеросклеротическая бляшка

ВоА – восходящая аорта

ДАК – двустворчатый аортальный клапан

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИВРЗ – иммуновоспалительные ревматические заболевания

ИК – искусственное кровообращение

ИМ – ишемия миокарда

КА – корень аорты

КДО – конечный диастолический объем

ЛЖ – левый желудочек

МЖП – межжелудочковая перегородка

СТС – синотубулярное соединение

ФВ – фракция выброса левого желудочка

ФК АК – фиброзное кольцо аортального клапана

ХСН ФК – функциональный класс хронической сердечной недостаточности

BAV – бicuspidальный аортальный клапан

NYHA – Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абдурахманов, З.М. Отдаленные результаты и предикторы исхода реконструктивной хирургии у детей с врожденным пороком аортального клапана / З.М. Абдурахманов, И.Н. Емец // Российский кардиологический журнал. – 2020. – Т. 25. – № 8. – С. 131-138. – Текст : непосредственный.
2. Алгоритм выбора хирургической коррекции патологии корня аорты / Р.Н. Комаров, В.К. Ногинов, С.В. Чернявский, А.Н. Дзюндзя, М. Ленковец // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 16. – № 1. – С. 73-81. – Текст : непосредственный.
3. Аневризма аорты у пациента с синдромом Марфана / Н.Ф. Прийма, В.В. Попов, А.П. Афанасьев [и др.] // Педиатрия. – 2013. – Т. 4. – № 1. – С. 100-107. – Текст : непосредственный.
4. Бадмаев, Ц.В. Отдаленные результаты и предикторы исхода реконструктивной хирургии у детей с врожденным пороком аортального клапана / Ц.В. Бадмаев, В.А. Мироненко // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2021. – Т. 63. – № 6. – С. 477-484. – Текст : непосредственный.
5. Белов, Ю.В. Хирургия аорты / Ю.В. Белов, Р.Н. Комаров. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2018. – 304 с. – ISBN 978-5-9986-0349-5. – Текст : непосредственный.
6. Вариант хирургического лечения больной синдромом Марфана и расслоением аорты I типа с распространением на брахицефальные ветви / Э.Р. Чарчан, Ю.В. Белов, И.А. Алексеев [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2013. – Т. 6. – № 4. – С. 70-74. – Текст : непосредственный.
7. Выбор метода пластики аортального клапана в хирургии корня и восходящей аорты / Э.Р. Чарчан, Ю.В. Белов, А.А. Скворцов [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2016. – Т. 20. – № 2. – С. 26-34. – Текст : непосредственный.
8. Двустворчатый аортальный клапан – нерешенная проблема

кардиохирургии / Ю.В. Белов, Р.Н. Комаров, Е.В. Россейкин [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2012. – Т. 5. – № 2. – С. 40-44. – Текст : непосредственный.

9. Двустворчатый аортальный клапан и расширение восходящего отдела аорты. Часть I: Анатомические особенности и этиопатогенез / Н.Д. Гаврилюк, В.Е. Успенский, О.Б. Иртюга [и др.] // ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова. – 2013. – № 4. – С. 5-11. – Текст : непосредственный.

10. Двустворчатый аортальный клапан и расширение восходящего отдела аорты. Часть II: Диагностика и лечение / Н.Д. Гаврилюк, В.Е. Успенский, О.Б. Иртюга [и др.] // ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова. – 2013. – № 4. – С. 12-18. – Текст : непосредственный.

11. Достижения и проблемы практической кардиологии в России на современном этапе / С.А. Бойцов, А.Е. Демкина, Е.В. Ощепкова [и др.] // Кардиология. – 2019. – Т. 59. – № 3 – С. 53-59. – Текст : непосредственный.

12. Исмаилбаев, А.М. Хирургия корня аорты с использованием аутологичных материалов и клапансохраняющих методик : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 3.1.15 / Исмаилбаев Алишер Маккамджанович ; Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет). – Москва, 2022. – 47 с.

13. Исмаилбаев, А.М. Хирургия корня аорты с использованием аутологичных материалов и клапансохраняющих методик : дис. ... д-ра мед. наук : 3.1.15 / Исмаилбаев Алишер Маккамджанович ; науч. рук. Р.Н. Комаров ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения РФ (Сеченовский университет). – Москва, 2022. – 209 с.

14. Исторические аспекты протезирования аортального клапана аутоперикардом: всё ли мы знаем? / Р.Н. Комаров, М.И. Ткачёв, В.А. Савина, С.В. Чернявский, О.В. Дракина, А.М. Исмаилбаев, М. Ленковец, В.К. Ногинов // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2023. – Т. 12. – № 1.

– С. 107-116. – Текст : непосредственный.

15. История реконструктивной хирургии аорты и аортального клапана / Р.Н. Комаров, П.А. Каравайкин, В.В. Мурылев [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2017. – Т. 21. – № 3s. – С. 45-60. – Текст : непосредственный.

16. Казарян, А.В. Современное состояние проблемы рестернотомии при повторных операциях на сердце / А.В. Казарян, И.Ю. Сигаев // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2020. – Т. 62. – № 4. – С. 273-281. – Текст : непосредственный.

17. Классификация и номенклатура ревматической лихорадки / В.Л. Насонова, Н.Н. Кузьмина, Б.С. Белов [и др.] // Педиатрия. – 2004. – № 3. – С. 4-9. – Текст : непосредственный.

18. Клинические рекомендации по диагностике и лечению заболеваний аорты Ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России, Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов, Российского научного общества рентгенэндоваскулярных хирургов и интервенционных радиологов, Всероссийского научного общества кардиологов / С.А. Абугов, Т.Б. Аверина, Б.А. Аксельрот [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2018. – Т. 11. – № 1. – С. 7–67. – Текст : непосредственный.

19. Клинические рекомендации по кардиологии и коморбидным болезням. Серия «Библиотека врача-специалиста» / А.Н. Сумин, Е.В. Корок, Ф.И. Белялов ; под ред. Ф. И. Белялова. – 11-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 307 с. – ISBN 978-5-9704-6040-5. – Текст : непосредственный.

20. Клинические рекомендации Российского научного медицинского общества терапевтов по диагностике, лечению и реабилитации пациентов с дисплазиями соединительной ткани (первый пересмотр) / А.И. Мартынов, Г.И. Нечаева, Е.В. Акатова [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2018. – Т. 13. – № 1-2. – С. 1–181. – Текст : непосредственный.

21. Комаров, Р.Н. Результаты реконструкции корня аорты по методике David при ассиметричной анатомии бicuspidального аортального клапана / Р.Н. Комаров, М. Ленковец // Журнал «Современная наука: Актуальные проблемы

теории и практики». Серия «Естественные и Технические Науки». – 2024. – № 10(2). – С. 144-149. – Текст : непосредственный.

22. Комаров, Р.Н. Результаты реконструкции корня аорты по методике David при различных анатомических вариантах недостаточности аортального клапана / Р.Н. Комаров, М. Ленковец // Журнал «Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики». Серия «Естественные и Технические Науки». – 2024. – № 10(2). – С. 136-143. – Текст : непосредственный.

23. Ленковец, М. Результаты реконструкции корня аорты по методике David при различных анатомических вариантах недостаточности аортального клапана: обзорная статья / М. Ленковец // Журнал «Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики». Серия «Естественные и Технические Науки». – 2022. – № 11(2). – С. 199-206. – Текст : непосредственный.

24. Мазуров, В. И. Острая ревматическая лихорадка (ревматизм) / В.И. Мазуров, В.А. Яковлев, В.В. Яковлев. – Санкт-Петербург : ИД СПб. МАПО, 2005. – 123 с. – ISBN 978-5-9803-7054-1. – Текст : непосредственный.

25. Мелконян, К.У. Тактика хирургического лечения у пациентов с синдромом Марфана и расслоением аорты I тип по DeBakey / К.У. Мелконян // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «XXV Ежегодная Сессия НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых». – 2022. – Т. 23. – № 3 (приложение). – С. 30. – Текст : непосредственный.

26. Миниинвазивная аутоперикардальная некуспидизация аортального клапана – первый опыт / Р.Н. Комаров, А.М. Исмаилбаев, О.О. Огнев, А.Н. Дзюндзя, А.О. Даначев, М.Б. Салиба, М. Ленковец // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2022. – Т. 11. – № 4S. – С. 208-214. – Текст : непосредственный.

27. Миниинвазивная аутоперикардальная некуспидизация с торакоскопическим забором перикарда / Р.Н. Комаров, О.О. Огнев, А.М. Исмаилбаев [и др.] // Кардиологический вестник. – 2023. – Т. 18. – № 2. – С. 43-49. – Текст : непосредственный.

28. Мироненко, М.Ю. Четырехмерная, трехмерная эхокардиография и

визуализация в кардиохирургии / М.Ю. Мироненко, Л.А. Бокерия // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2021. – Т. 22. – № 1. – С. 21-39. – Текст : непосредственный.

29. Модифицированная процедура Росса в хирургии аневризм корня аорты / А.М. Исмаилбаев, Р.Н. Комаров, С.В. Чернявский, А.Н. Дзюндзя, О.О. Огнев, М. Ленковец // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «XXV Ежегодная Сессия НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых». – 2022. – Т. 23. – № 3(приложение). – С. 30. – Текст : непосредственный.

30. Морфологическое состояние аортальной стенки при аневризме восходящей аорты / Б.Н. Козлов, Д.С. Панфилов, С.С. Гутор [и др.] // Клиническая и экспериментальная хирургия (Журнал имени академика Б.В. Петровского). – 2018. – № 4. – С. 43-47. – Текст : непосредственный.

31. Муратов, Р.М. Двустворчатый аортальный клапан: перспективы хирургического лечения / Р.М. Муратов, С.И. Бабенко // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 65. – № 3. – С. 254-268. – Текст : непосредственный.

32. Насонов, Е.Л. Достижения ревматологии в XXI в. / Е.Л. Насонов // Научно-практическая ревматология. – 2014. – Т. 52. – № 2. – С. 133-140. – Текст : непосредственный.

33. Насонов, Е.Л. Российские клинические рекомендации. Ревматология / Е.Л. Насонов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 464 с. – ISBN 978-5-9704-4261-6. – URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970442616.html> (дата обращения: 28.07.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

34. Нечаева, Г.И. Дисплазия соединительной ткани: сердечно-сосудистые изменения, современные подходы к диагностике и лечению / Г.И. Нечаева, А.И. Мартынова. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2017. – 400 с. – ISBN978-5-8948-1996-9. – Текст : непосредственный.

35. Покровский, А.В. Заболевания аорты и ее ветвей / А.В. Покровский ; – Москва : Медицина, 1979. – 326 с.: ил. – Текст : непосредственный.

36. Процедура БиоБенталл и аутологичные материалы в хирургии корня

аорты / Р.Н. Комаров, А.М. Исмаилбаев, С.В. Чернявский, А.Н. Дзюндзя, А.О. Даначев, О.О. Огнев, М.В. Ленковец // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2022. – Т. 26. – № 3. – С. 9-20. – Текст : непосредственный.

37. Ревматическая лихорадка / Д.В. Черкашин, А.Н. Кучмин, С.Н. Шуленин [и др.] // Клиническая медицина. – 2013. – № 7. – С. 4-11. – Текст : непосредственный.

38. Реимплантация двустворчатого аортального клапана по методике David I / И.И. Скопин, Х.В. Паронян, М.С. Латышев [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2020. – Т. 21. – № 3 – С. 297-301. – Текст : непосредственный.

39. Реконструктивная хирургия аортального клапана: показания, технические аспекты и результаты / Р.Н. Комаров, А.М. Исмаилбаев, П.П. Фролов [и др.] // Новости хирургии. – 2021. – № 3. – С. 347-359. – Текст : непосредственный.

40. Реконструктивная хирургия клапанов сердца по Карпантье: от анализа клапана к его реконструкции / А. Карпантье, Д.Г. Адамс, Ф. Филсуфи ; пер. с англ. ; под редакцией И.И. Скопина, С.П. Глянцева. – Москва : Логосфера, 2019. – 416 с. : ил. – ISBN 978-5-98657-066-2. – Текст : непосредственный.

41. Реконструктивные операции при бicuspidальной анатомии аортального клапана: промежуточные результаты и предикторы аортальной недостаточности / А.В. Караджа, А.В. Богачев-Прокофьев, Р.М. Шарифулин [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2021. – Т. 14. – № 4. – С. 300-307. – Текст : непосредственный.

42. Реконструкция корня аорты при двустворчатом аортальном клапане / Р.М. Шарифулин, И.И. Демин, Д.А. Астапов [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2020. – Т. 13. – № 3. – С. 213-223. – Текст : непосредственный.

43. Сердечно-сосудистые заболевания при ревматических заболеваниях / Е.Л. Насонов, Т.В. Попкова, Д.С. Новикова // Терапевтический архив. – 2016. – Т. 88. – № 5 – С. 1-9. – Текст : непосредственный.

44. Синдром Марфана, вызванный нонсенс-мутацией в гене фибриллина:

клиническое применение ДНК-диагностики в хирургии аорты / В.А. Румянцева, Э.Р. Чарчян, Е. В. Заглязьминская [и др.] // Клиническая и экспериментальная хирургия (Журнал имени академика Б.В. Петровского). – 2015. – № 2. – С. 97-103. – Текст : непосредственный.

45. Современные подходы к минимально инвазивной хирургии аортального клапана / Р.Н. Комаров, О.О. Огнев, А.М. Исмаилбаев, С.В. Чернявский, А.Н. Дзюндзя, М.В. Ленковец // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2022. – Т. 26. – № 3. – С. 31-40. – Текст : непосредственный.

46. Среднесрочные результаты процедуры «Нетипичный David» – реимплантация аортального клапана, дополненная пластикой створок / А.М. Исмаилбаев, Р.Н. Комаров, И.И. Чернов, С.Т. Энгиноев, С.В. Чернявский, А.Н. Дзюндзя, О.О. Огнев, М.В. Ленковец // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «XXV Ежегодная Сессия НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых». – 2022. – Т. 23. – № 3(приложение). – С. 27. – Текст : непосредственный.

47. Титов, Д.А. Повторные операции на аортальном клапане и восходящем отделе аорты: причины, хирургическое лечение / Д.А. Титов // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 65. – № 6. – С. 646-660. – Текст : непосредственный.

48. Тлисов, Б.М. Симметричная аутоперикардальная неокуспидизация аортального клапана : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 3.1.15 / Тлисов Борис Магометович ; Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава РФ (Сеченовский университет). – Москва, 2022. – 24 с.

49. Трисветова, Е.Л. Двустворчатый аортальный клапан: морфология, клиника, диагностика, осложнения / Е.Л. Трисветова // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2021. – Т. 17. – № 1. – С. 111-118. – Текст : непосредственный.

50. Тяжелое поражение сердечно-сосудистой системы у больного с синдромом Марфана / О.С. Грознова, Е.П. Калачанова, И.В. Леонтьева [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2015. – № 2. – С. 95-99. – Текст

: непосредственный.

51. Хирургия корня аорты и аортального клапана: история и современность / Р.Н. Комаров, А.И. Катков, Д.В. Пузенко [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2019. – Т. 23. – № 4. – С. 9-25. – Текст : непосредственный.

52. Частота и структура поражения сердца при системной красной волчанке / Т.А. Панафидина, Т.В. Попова, Л.В. Кондратьева [и др.] // Доктор.Ру. – 2022. – Т. 21. – № 2 – С. 72-79. – Текст : непосредственный.

53. ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology, American Heart Association Task Force on Practice Guidelines / L.A. Fleisher, K.E. Fleischmann, A.D. Auerbach, [et al.] // Circulation. – 2014. – Vol. 130. – № 4. – С. 278-333.

54. Acute aortic syndromes and thoracic aortic aneurysm / V.S. Ramanath, J.K. Oh, T.M. Sundt, [et al.] // Mayo Clin Proc. – 2009. – Vol. 85. – № 5. – P. 465–481.

55. Al-Atassi, T. Aortic valve insufficiency in aortic root aneurysms: consider every valve for repair / T. Al-Atassi, M. Boodhwani // J Vis Surg. – 2018. – Vol. 23. – № 4. – P. 60.

56. American College of Rheumatology, Spondylitis Association of America – Spondyloarthritis research and treatment network 2015 recommendations for the treatment of ankylosing spondylitis and nonradiographic axial spondyloarthritis: ACR/SAA/Spartan treatment recommendations in AS / M.M. Ward, A. He, M. Wang, [et al.] // J Cardiothorac Surg. – 2016. – Vol. 68. – № 2. – P. 151–166.

57. Analysis of sternal healing after median sternotomy in low risk patients at midterm follow-up: retrospective cohort study from two centres / B. Wang, D. He, M. Wang, [et al.] // J Cardiothorac Surg. – 2019. – Vol. 14. – P. 193.

58. Aortic aneurysm associated with rheumatoid arthritis: a population-based cross-sectional study / O. Shovman, S. Tiosano, D. Comaneshter, [et al.] // Clin Rheumatol. – 2016. – Vol. 35. – № 11. – P. 2657–2661.

59. Aortic cusp extension valvuloplasty for rheumatic aortic valve disease: Midterm results / J.M. Grinda, C. Latremouille, A.J. Berrebi, [et al.] // Ann Thorac Surg.

– 2002. – Vol. 74. – № 2. – P. 438–443.

60. Aortic dilatation in patients with bicuspid aortic valve / J. Wang, W. Deng, Q. Lv, [et al.] // *Adv Exp Med Biol.* – 2021. – Vol. 12. – P. 615175.

61. Aortic disease in the young: genetic aneurysm syndromes, connective tissue disorders, and familial aortic aneurysms and dissections / M. Cury, F. Zeidan, A.C. Lobato, [et al.] // *Int J Vasc Med.* – 2013. – Vol. 2013. – P. 267215.

62. Aortic regurgitation is common in ankylosing spondylitis: time for routine echocardiography evaluation? / E. Klingberg, B.G. Svealv, M.S. Tang, [et al.] // *Am J Med.* – 2015. – Vol. 128. – № 11. – P. 1244-1250.

63. Aortic root diameter is associated with HLA-B27: identifying the patient with ankylosing spondylitis at risk for aortic valve regurgitation / M. Baniaamam, S.C. Heslinga, T.C. Konings, [et al.] // *Rheumatol Int.* – 2022. – Vol. 42. – № 4. – P. 683-688.

64. Aortic root dilatation in young men with normally functioning bicuspid aortic valves / S. Nistri, M. Sorbo, M. Marin, [et al.] // *Heart.* – 1999. – Vol. 82. – № 1. – P. 19-22.

65. Aortic stenosis risk in rheumatoid arthritis / T.M. Johnson, C.A. Mahabir, Y. Yang, [etal.] // *JAMA Intern Med.* – 2023. – Vol. 113. – № 9. – P. 973-981.

66. Aortic valve repair by cusp extension with the use of fresh autologous pericardium in children with rheumatic aortic insufficiency / A. Kalangos, M. Beghetti. A. Baldovinos, [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1999. – Vol. 118. – № 2. – P. 225–236.

67. Aortic valve repair for rheumatic aortic valve disease / S. Talwar, C. Saikrishna, A. Saxena, [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2005. – Vol. 79. – № 6. – P. 1921–1925.

68. Aortic valve repair for the treatment of rheumatic aortic valve disease: a systematic review and meta-analysis / M. Zhao, Y. Tang, L. Li, [et al.] // *Sci Rep.* – 2022. – Vol. 12. – P. 674.

69. Aortitis and periaortitis in ankylosing spondylitis / C. Palazzi, C. Salvarani, S. D'Angel, [et al.] // *Joint Bone Spine.* – 2011. – Vol. 78. – № 5. – P. 451-455.

70. Bergfeldt, L. HLA-B27-associated cardiac disease / L. Bergfeldt // *Ann Intern Med.* –1997. – Vol. 127. – № 8 Pt 1. – P. 621-629.

71. Bicuspid aortic valve is heritable / L. Cripe, G. Andelfinger, L.J. Martin // *J Am CollCardiol.* – 2004. – Vol. 44. – № 1. – P. 138-143.

72. Bicuspid morphology and rapid deployment valve replacement: is this still a contraindication? / J. Von Der Linden, E. Florian, M. Herrmann, [et al.] // *Journal of Clinical Medicine.* – 2023. –Vol. 12. – P. 7390.

73. Bioprosthetic vs. mechanical mitral valve replacement for rheumatic heart disease in patients aged 50–70 years / P. Zacek, T. Holubec, M. Vobornik, [et al.] // *Front Cardiovasc Med.* – 2022. –Vol. 9. – P. 904958.

74. Bossone, E. Epidemiology and management of aortic disease: aortic aneurysms and acute aortic syndromes / E. Bossone, K.A. Eagle // *Nat Rev Cardiol.* – 2021. – Vol. 18. – № 5. – P. 331–348.

75. Cardiorheumatology: cardiac involvement in systemic rheumatic diseases / M. Prasad, J. Hermann, S.E. Gabriel, [et al.] // *Nat Rev Cardiol.* – 2015. – № 12. – P. 168–176.

76. Cardiovascular comorbidity in rheumatic disease / M.T. Nurmohamed, M. Heslinga, G.D. Kitis, [et al.] // *Nat Rev Rheumatol.* – 2015. – Vol. 11. – P. 693–704.

77. Cardiovascular risk in ankylosing spondylitis and the effect of anti-TNF drugs: a narrative review / F. Atzeni, V. Nucera, J. Galloway, [et al.] // *Expert Opin Bio Ther.* – 2020. – Vol. 20. – № 5. – P. 517–524.

78. Cardiovascular surgery in Loeys–Dietz syndrome types 1–4 / K. Krohg-Sørensen, P.S. Lingaas, R. Lundblad, [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2017. – Vol. 52. – № 6. – P. 1125–1131.

79. Case report: Autopericardial aortic valve replacement and mitral homograft implantation in a patient with ankylosing spondylitis / R.N. Komarov, M.I. Tkachev, A.M. Ismailbaev, [et al.] // *Int J Surg Case Rep.* – 2023. – Vol. 104. – P. 107911.

80. Characterizing the young patient with aortic dissection: results from the International Registry of Aortic Dissection (IRAD) / J.L. Januzzi, E.M. Isselbacher, R. Fattori, [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2004. – Vol. 43. – № 4. – P. 665–669.

81. Clinical and pathophysiological aspects of bicuspid aortic valve disease / M.W. Pedersen, K.A. Groth, K.H. Mortensen, [et al.] // *Cardiol Young*. – 2019. – Vol. 29. – № 1. – P. 1–10.

82. Coelho, S.G. Marfan syndrome revisited: From genetics to the clinic / S.G. Coelho, A.G. Almeida // *Rev Port Cardiol (Engl Ed)*. – 2020. – Vol. 39. – № 4. – P. 215–226.

83. Collagen structures in pericardium and aortic heart valves and their significance for tissue engineering, in 2013 / E. Filova, Z. Burdikova, L. Stankova, [et al.] // *J Am Coll Cardiol E-Health and Bioengineering Conference (EHB), IEEE*. – 2013. – Vol. 2013. – P. 6707382.

84. Comparison of cardiovascular and skeletal features of primary mitral valve prolapse and Marfan syndrome / M.J. Roman, R.B. Devereux, R. Kramer-Fox, [et al.] // *Am J Cardiol*. – 1989. – Vol. 63. – № 5. – P. 317–321.

85. Connective Tissue Disorders and Cardiovascular Complications: The Indomitable Role of Transforming Growth Factor- $\beta$  Signaling / J.B. Wheeler, J.S. Ikonomidis, J.A. Jones // *Adv Exp Med Biol*. – 2021. – Vol. 1348. – P. 161–184.

86. Cusp repair during aortic valve-sparing operation: technical aspects and impact on results / F. Settepani, A. Cappai, G.M. Raffa, [et al.] // *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. – 2015. – Vol. 16. – № 4. – P. 310–317.

87. David, T.E. Aortic valve sparing in different aortic valve and aortic root conditions / T.E. David // *J Am Coll Cardiol*. – 2016. – Vol. 68. – № 6. – P. 654-664.

88. David, T.E. Aortic valve sparing in different aortic valve and aortic root conditions / T.E. David, C.M. Feindel // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1992. – Vol. 103. – P. 617-621 (discussion 62).

89. David, T.E. Aortic valve sparing operations / T.E. David // *Ann Thorac Surg*. – 2002. – Vol. 73. – № 4. – P. 1029-1030.

90. Disorders of the Aorta and Aortic Valve in Connective Tissue Diseases / B. Grygiel-Górniak, M.T. Oduah, A. Olagunju, [et al.] // *Curr Cardiol Rep*. – 2020. – Vol. 28. – № 8. – P. 70.

91. ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients

undergoing noncardiac surgery: Developed by the task force for cardiovascular assessment and management of 103 patients undergoing non-cardiac surgery of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care (ESAIC) / L.A. Fleisher, K.E. Fleischmann, A.D. Auerbach, [et al.] // *European Heart Journal*. – 2022. – Vol. 43. – № 39. – C. 3826-3924.

92. Frequency of cardiac valvulopathies in patients with Marfan syndrome: a systematic review and meta-analysis / C. Sama, N.T. Fongwen, M.D. Chobufo, [et al.] // *Cureus*. – 2024. – Vol. 16. – № 2. – P. e54141.

93. Frequency of reoperations in patients with Marfan syndrome / S. Geisbuesch, D. Schray, M.S. Bischoff, [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 2012. – Vol. 93. – № 5. – P. 1496–1501.

94. Global and regional burden of aortic dissection and aneurysms: mortality trends in 21 world regions, 1990 to 2010 / U.K. Sampson, P.E. Norman, F.G. Fowkes, [et al.] // *GlobHeart*. – 2014. – Vol. 9. – № 1. – P. 171–180.

95. Graft sizing for aortic valve sparing surgery / M. Boodhwani, G. El Khoury, L.Kerchove, [et al.] // *Ann Cardiothorac Surg*. – 2013. – Vol. 2. – № 1. – P. 140–141.

96. Immunohistochemical abnormalities of fibrillin in cardiovascular tissues in Marfan's syndrome / K.G. Fleischer, H.C. Nousari, G.J. Nousari, [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 1997. – Vol. 63. – № 4. – P. 1012–1017.

97. Increased risk of valvular heart disease in patients with ankylosing spondylitis: a nationwide population-based longitudinal cohort study / W.Z. Siao, C.H. Liu, Y.H. Wang, [et al.] // *J Thorac Dis*. – 2021. – Vol. 13. – P. 1–10.

98. Klein, D.G. Thoracic aortic aneurysms / D.G. Klein // *J Cardiovasc Nurs*. – 2005. – Vol. 20. – № 4. – P. 225–236.

99. Komiya, T. Aortic valve repair update / T. Komiya // *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. – 2015. – Vol. 63. – № 6. – P. 309-319.

100. Loeys-Dietz syndrome / J.D. Velchev, L. Van Laer, I. Luyckx, [et al.] // *Adv Exp Med Biol*. – 2021. – Vol. 1348. – P. 251–264.

101. Long-term complications after surgical correction of Laubry-Pezzi

syndrome / M. Sbizzera, M. Pozzi, B. Cosset, [et al.] // J Thorac Dis. – 2016. – Vol. 8. – № 3. – P. 232–234.

102. Long-term results after aortic valve-sparing operation (David I) / M. Shrestha, H. Baraki, I. Maeding, [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2012. – Vol. 41. – № 1. – P. 56–62.

103. Long-term results of conservative repair of rheumatic aortic valve insufficiency / C. Durán, J. Alonso, L. Gaite, [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 1988. – Vol. 2. – № 4. – P. 217–223.

104. Mastrobuoni, S. Expanding the results of the Ross operation / S. Mastrobuoni, G. El Khoury // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2019. – Vol. 155. – № 6. – P. 2398-2399.

105. Midterm results of aortic valve repair with the pericardial cusp extension technique in rheumatic valve disease / N. Bozbuga, V. Erentug, K. Kirali, [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2004. – Vol. 77. – № 4. – P. 1272–1276.

106. Morphology of bicuspid aortic valve in children and adolescents / S.M. Fernandes, S.P. Sanders, P. Khairy [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 2004. – Vol. 44. – № 8. – P. 1648–1651.

107. Natural history of aortic root aneurysms in Marfan syndrome / A. Saeyeldin, M.A. Zafar, C.A. Velasquez, [et al.] // Ann Cardiothorac Surg. – 2017. – Vol. 6. – № 6. – P. 625–632.

108. Natural history of thoracic aortic aneurysms / G.A. Kuzmik, A.X. Sang, J.A. Elefteriades, [et al.] // Am J Med. – 2012. – Vol. 56. – № 2. – P. 565–571.

109. Outcomes of aortic valve-sparing operations in Marfan syndrome / T.E. David, C.M. David, C. Manliot [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 2015. – Vol. 66. – № 13. – P. 1445–1453.

110. Pathophysiology and pathogenesis of Marfan syndrome / S.M. Zeigler, B. Sloan, J.A. Jones, [et al.] // Adv Exp Med Biol. – 2021. – Vol. 1348. – P. 185–206.

111. Patients with Ehlers-Danlos syndrome type IV lack type III collagen / F.M. Pope, G.R. Martin, J.R. Lichtenstein, [et al.] // Proc Natl Acad Sci USA. – 1975. – Vol. 72. – № 4. – P. 1314–1316.

112. Possible extracardiac predictors of aortic dissection in Marfan syndrome / B. Ágg, K. Benke, B. Szilveszter, [et al.] // *BMC Cardiovasc Disord.* – 2014. – Vol. 14. – P. 47.

113. Quadricuspid aortic valve repair / S. Mastrobuoni, G. Aphram, S. Tamer, [et al.] // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2019. – Vol. 8. – № 3. – P. 433–435.

114. Quality of life after aortic valve repair is similar to Ross patients and superior to mechanical valve replacement: a cross-sectional study / P. Zacek, T. Holubec, M. Vobornik, [et al.] // *BMC Cardiovasc Disord.* – 2016. – Vol. 16. – P. 63.

115. Quality of Life Assessment of Aortic Valve Neocuspidization for Autologous Pericardium: A Systematic Review / R. Komarov, S. Badalyan, M. Lenkovets, [et al.] // *J Res Med Dent Sci.* – 2022. – Vol. 10. – № 7. – P. 43–49.

116. Ramlawi, B. Advanced in aortic root surgery / B. Ramlawi, L.J. Garcia-Morales // *Methodist DeBakey Cardiovasc J.* – 2011. – Vol. 7. – № 3. – P. 48-52.

117. Recent insights in the epidemiology of autoimmune diseases: improved prevalence estimates and understanding of clustering diseases / G.S Cooper, M.L. Bynum, E.C. Somers // *J Autoimmun.* – 2009. – Vol. 33. – № 3-4. – P. 197–207.

118. Reimplantation of the aortic valve at 20 years / T.E. David, C.M. David, C.M. Feindel [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2017. – Vol. 153. – № 2. – P. 232-238.

119. Repair of nonsevere rheumatic aortic valve disease during other valvular procedures: Is it safe? / J.M. Bernal, M. Fernandez-Valsnga, J.M. Rabasa, [et al.] // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 1998. – Vol. 115. – № 5. – P. 1130–1135.

120. Revisiting the pathogenesis of rheumatic fever and carditis / R. Tandon, M. Sharma, Y. Chandrashekar, [et al.] // *Nat Rev Cardiol.* – 2013. – Vol. 10. – № 3. – P. 171–177.

121. Rheumatic Heart Disease: Causes, Symptoms, and Treatments. *Cell Biochem Biophys* / M. Liu, L. Lu, R. Sun, [et al.] // *Cell Biochem Biophys.* – 2015. – Vol. 72. – №3. – P. 861–863.

122. Rheumatoid arthritis and cardiovascular disease / C.S. Crowson, K.P. Liao, J.M. Davis, [et al.] // *Am Heart J.* – 2013. – Vol. 166. – № 4. – P. 622–628.

123. Rheumatoid arthritis and cardiovascular disease / L. Cripe, G. Andelfinger, L.J. Martin [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 1988. – Vol. 2. – № 4. – P. 217–223.

124. Sarsam, M.A. Remodeling of the aortic valve anulus / M.A. Sarsam, M. Yacoub // *J Thorac Dis.* – 1993. – Vol. 105. – № 3. – P. 435–238.

125. Schill, M.R. Surgical options for aortic root aneurysm disease: which procedure, which patient / M.R. Schill, P. Kachroo // *Curr Opin Cardiol.* – 2021. – Vol. 36 – № 6. – P. 683–688.

126. Sievers, H.H. A classification system for the bicuspid aortic valve from 304 surgical specimens / H.H. Sievers, C.A. Schmidtke // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2010. – Vol. 55. – № 25. – P. 2789–2800.

127. Siu, S.C. Bicuspid aortic valve disease / S.C. Siu, C.K. Silversides // *J Thorac Dis.* – 2010. – Vol. 55. – № 25. – P. 2789–2800.

128. State-of-the art bicuspid aortic valve repair in 2020 / T. Ehrlich, L. de Kerchove, J. Vojacek, [et al.] // *Prog Cardiovasc Dis.* – 2020. – Vol. 63. – № 4. – P. 457–464.

129. Surgery for Diseases of the Aortic Root / R.G. Cohen, R.S. Elsayed, M.E. Bowdish // *Cardiol Clin.* – 2017. – Vol. 35. – № 3. – P. 321–329.

130. Surgical management of aortic root disease in Marfan syndrome: a systematic review and meta-analysis / U. Benedetto, G. Melina, J.J. Takkenberg, [et al.] // *Heart.* – 2011. – Vol. 97. – № 5. – P. 955–958.

131. Surgical outcomes and optimal approach to treatment of aortic valve endocarditis with aortic root abscess – systematic review and meta-analysis / W.M Harris, S. Sinha, M. Caputo, [et al.] // *Perfusion.* – 2024. – Vol. 39. – № 2. – P. 256–265.

132. Surgical reconstruction of aortic root in Marfan syndrome patients: a systematic review / R. Hu, Z. Wang, X. Hu, [et al.] // *J Heart Valve Dis.* – 2024. – Vol. 39. – № 2. – P. 256–265.

133. Survival is affected by mutation type and molecular mechanism in vascular Ehlers-Danlos syndrome (EDS type IV) / M.G. Pepin, U. Schwarze, K.M. Rice, [et al.] // *GenetMed.* – 2014. – Vol. 16. – № 12. – P. 881–888.

134. Systematic review and meta-analysis of aortic valve-sparing surgery versus replacement surgery in ascending aortic aneurysms and dissection in patients with Marfan syndrome and other genetic connective tissue disorders / M.E. Soto, E. Ochoa-Hein, J.E. Anaya-Ayala, [et al.] // *J Thorac Dis.* – 2021. – Vol. 13. – № 8. – P. 4830–4844.

135. Systematic review and meta-analysis of surgical outcomes in Marfan patients undergoing aortic root surgery by composite-valve graft or valve sparing root replacement / C.D. Flynn, D.H. Tian, A. Wilson-Smith, [et al.] // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2017. – Vol. 6. – № 6. – P. 570–581.

136. The functional limits of the aneurysmal aortic root. A unique pressure testing apparatus / T.L. Surman, J.M. Abrahams, D. O'Rourke, [et al.] // *J Cardiothorac Surg.* – 2020. – Vol. 15. – P. 259.

137. The Heart Muscle and Valve Involvement in Marfan Syndrome, Loeys-Dietz Syndromes, and Collagenopathies / A. Fusco, A. Mauriello, M. Lioncino, [et al.] // *Heart Fail Clin.* – 2022. – Vol. 18. – № 1. – P. 165–175.

138. The SCARE 2020 Guideline: Updating Consensus Surgical CAse REport (SCARE) Guidelines / R.A. Agha, T. Franchi, C. Sohrabi, [et al.] // *Int J Surg.* – 2020. – Vol. 84. – P. 226–230.

139. The type of variants at the COL3A1 gene associates with the phenotype and severity of vascular Ehlers-Danlos syndrome / M. Frank, J. Albuissou, B. Ranque // *Eur J Hum Genet.* – 2015. – Vol. 23. – № 12. – P. 1657–1664.

140. Thoracic aortic aneurysm: a clinical review / E.M. Senser, S. Misra, S. Henkin // *Cardiol Clin.* – 2021. – Vol. 39. – № 4. – P. 505–515.

141. Thoracic aortic aneurysms in patients with heritable connective tissue disease / X. Odofin, N. Houbby, A. Hagana, [et al.] // *J Card Surg.* – 2021. – Vol. 36. – № 3. – P. 1083–1090.

142. Valve-sparing aortic root replacement: the inclusion (David) technique / K. Kallenbach, M. Karck, A. Haverich, [et al.] // *Multimed Man Cardiothorac Surg.* – 2007. – Vol. 2007. – P. 507.

143. Which Aortic Valve Can Be Surgically Reconstructed? / K.B. Abeln, C. Giebels, T. Ehrlich, [et al.] // *Curr Cardiol Rep.* – 2021. – Vol. 23. – № 8. – P. 108.