

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерство здравоохранения Российской Федерации  
(Сеченовский Университет)

На правах рукописи

ДЗЮНДЗЯ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

**ПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОРНЯ И ВОСХОДЯЩЕГО ОТДЕЛА АОРТЫ ПО  
МЕТОДИКЕ РУССКИЙ КОНДУИТ**

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

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	4
<b>ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	12
1.1 Динамическая анатомия корня аорты .....	14
1.2 Эпидемиология аневризм грудной аорты .....	16
1.3 Операция «Русский кондукт» .....	18
1.4 Процедура БиоБенталл .....	22
1.5 Операция Росса в хирургии корня аорты .....	31
1.6 Выбор типа сосудистого протеза для протезирования корня аорты .....	34
<b>ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ .....</b>	38
2.1 Дизайн исследования .....	38
2.2 Описание исследуемой когорты пациентов и анализ сопоставимости групп .....	40
2.3 Техника выполнения операций .....	46
2.4 Методы исследования .....	68
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ .....</b>	72
3.1 Первичные точки (Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл») .....	72
3.2 Вторичные точки (Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл») .....	74
3.3 Первичные точки (Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл») .....	81
3.4 Вторичные точки (Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл») .....	84
3.5 Сравнение качества жизни .....	90
<b>ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ .....</b>	110
<b>ВЫВОДЫ .....</b>	122

<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....</b>	<b>124</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>125</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>126</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность и степень разработанности проблемы

В настоящее время реконструктивная хирургия корня аорты (КАо), несмотря на техническую сложность, все больше привлекает хирургов [94]. Проведение реконструкции и сохранение нативного аортального клапана (АК) при реимплантации и ремоделировании КАо позволяет значительно улучшить прогноз и качество жизни пациентов, по сравнению с искусственными протезами АК [23, 39, 54, 81, 88, 89, 93, 105]. «Идеальный» искусственный клапан должен обладать – минимальным градиентом давления, тромборезистентностью, устойчивостью к дегенерации [6]. Но, к сожалению, в настоящее время ни один искусственный клапан не отвечает данным критериям [27, 41, 42, 69, 71, 74, 78, 98, 114, 139]. Реконструкция КАо, при наличии вторичной аортальной недостаточности (АН) и интактных створках АК зарекомендовала себя, как операция выбора. Однако зачастую сам АК является двух-, четырех- или одностворчатым, а также, с естественным течением жизни, створки АК изменяются, формируется кальциноз, пролапс, перфорация створок. В таких случаях возникает вопрос о возможности и необходимости реконструкции КАо и его структур [6, 23, 24, 61, 77]. На сегодняшний день «золотым стандартом» коррекции при аневризмах КАо и восходящего отдела аорты (ВАо) с патологией АК является операция Бенталл-Де Бено (операция Бенталл), описанная в 1968 году и включающая в себя протезирование АК и ВАо композит-графтом, состоящим из дакронового тубулярного протеза и механического протеза АК [6, 36, 94]. В данной конструкции наиболее важным недостатком является использование механических протезов АК, которые не обеспечивают оптимальные гемодинамические характеристики, а также требующие пожизненного приема антикоагулянтов [71]. Для решения этих проблем был предложен способ реконструкции КАо по методике Бенталл-Де Бено с использованием интраоперационно созданного биологического композит-протеза (операция БиоБенталл) [8, 41]. Однако и эта конструкция обладает теми же недостатками, что и все биологические ксенопротезы, такими как ограниченный

срок службы, вследствие биологической деградации и необходимости реоперации в отдаленные сроки, а также вероятность развития несоответствия протез-пациент, заключающегося в недостаточной эффективной площади отверстия (ЭПО) протеза малого диаметра для пациента с большой площадью поверхности тела, что проявляется высоким градиентом давления на протезе [6, 27, 42, 69, 74, 117]. Кроме этого, на сегодняшний день, в России коммерческая модель биологического композит-протеза отсутствует, соответственно, интраоперационное его формирование требует дополнительного времени искусственного кровообращения (ИК), что тоже может внести свой вклад в исход результата операции. Предложены клапан-сберегающие методы, такие как реконструкция КАо по методике Дэвида у пациентов с измененными створками АК, эта операция получила название – нестандартная операция Дэвида или Uncommon David. Однако такой вид хирургической клапан-сберегающей реконструкции КАо имеет ряд ранних и поздних осложнений: к ранним относятся – недостаточная ресуспензия комиссур, резидуальная регургитация, высокий градиент на АК, перфорация створок, отрыв заплаты, ретракция створок, перфорация основания передней створки митрального клапана, кровотечение, осложнения, связанные с субкомиссуральной аннулопластикой – несостоительность шва, фистула, ложная аневризма. Поздними осложнениями являются – регургитация по причине прогрессирующего пролапса, эндокардит, прогрессирование фиброзирования и кальциноза створок АК [6, 60, 127]. В клинике сердечно – сосудистой хирургии Сеченовского Университета Р.Н. Комаровым и коллегами разработана методика протезирования всех структур КАо и ВАо путем имплантации тубулярного синтетического протеза, содержащего аутоперикардиальные створки, обработанные по технологии Озаки и рассчитанные на основании формулы измерения структур КАо [6, 20]. Эта процедура известна под авторским названием «Русский кондукт» [14, 82].

Предполагается, что данный подход позволяет стандартизировать и упростить методику протезирования всех структур КАо у больных с широким фиброзным кольцом (ФК) АК, позволяя снизить риски послеоперационных геморрагических и тромбоэмболических осложнений, ассоциированных с

механическим протезом при других видах протезирования, а также обеспечить приемлемые гемодинамические трансклапанные показатели. Таким образом, исследование, посвященное подробному анализу хирургических аспектов, ранним и среднеотдаленным послеоперационным результатам операции «Русский кондукт», сравнению с другими методиками протезирования КАо и ВАо представляется чрезвычайно актуальным.

Значимыми нерешенными проблемами хирургии КАо по методике «Русский кондукт» являются:

1. результаты протезирования КАо и ВАо по методике «Русский кондукт» представлены в единичных исследованиях,
2. отсутствуют данные, сравнивающие исходы операции «Русский кондукт» с процедурой БиоБенталл,
3. не определены показания к операции «Русский кондукт».

### **Цель исследования**

Оценить результаты операции «Русский кондукт» в хирургии корня и восходящего отдела аорты, путем анализа хирургических аспектов, ранних и среднеотдаленных послеоперационных результатов, в сравнении с биологической модификацией и классической операцией Бенталл-Де Бено.

### **Задачи исследования**

1. Сравнить интраоперационные аспекты, ранние и среднеотдаленные результаты операции «Русский кондукт» и процедуры БиоБенталл.
2. Сравнение интраоперационных аспектов, ранних и среднеотдаленных результатов операции «Русский кондукт» и классической процедуры Бенталл-Де Бено.

3. Оценить частоту возникновения инфекционного протезного эндокардита после операции «Русский кондукт» в сравнении с процедурами БиоБенталл и Бенталл-Де Бено.

4. Сравнить качество жизни пациентов в среднеотдаленном периоде после операции «Русский кондукт» и процедур БиоБенталл и Бенталл-Де Бено.

### **Научная новизна исследования**

Впервые предложен новый подход к реконструкции КАо и ВАо, у больных с поражением АК и аневризматическим расширением КАо и ВАо, заключающийся в протезировании КАо и ВАо по оригинальной методике «Русский кондукт».

Доказано, что операция «Русский кондукт» в сравнении с операциями БиоБенталл и Бенталл-Де Бено сопряжена с более короткой продолжительностью ИК и пережатия аорты, не демонстрирует повышенного риска госпитальных осложнений и значимой резидуальной АН.

Определено, что операция «Русский кондукт», по сравнению с операциями БиоБенталл и Бенталл-Де Бено демонстрирует сопоставимые параметры свободы от серьезных нежелательных кардиальных событий (MACE) и реопераций в среднеотдаленные сроки после операции.

Доказано, что более физиологичные показатели трансклапанной гемодинамики в среднеотдаленном периоде после операции демонстрирует операция «Русский кондукт» по сравнению с операциями БиоБенталл и Бенталл-Де Бено.

Представлены доказательства того, что качество жизни пациентов после операции «Русский кондукт» значительно лучше по сравнению с операциями БиоБенталл и Бенталл-Де Бено.

## Теоретическая и практическая значимость результатов

По результатам исследования доказано, что операция «Русский кондукт» включающая в себя композитный гraft и содержащий три симметричные аутоперикардиальные неостворки, является универсальным методом протезирования всех структур КАо, что позволяет ее рекомендовать к выполнению у пациентов с компрометированным АК и аневризматически расширенным КАо и ВАо. Данный подход позволяет стандартизировать и упростить методику протезирования всех структур КАо у больных с широким ФК АК, патологией створок АК, КАо и ВАо.

Технология с выворачиванием сосудистого протеза для имплантации неостворок АК рекомендуется как наиболее воспроизводимая методика интраоперационного создания композитного гraftа «Русский кондукт».

Применение наиболее безопасной в отношении отдаленных клинических и гемодинамических исходов является методика полной замены КАо («full-root» методика) путем имплантации композитного гraftа «Русский кондукт».

Расчет размера линейного сосудистого протеза для операции «Русский кондукт» необходимо производить по следующей формуле: при отсутствии расширения ВАо – размер протеза = + 5 мм к диаметру ФК АК, при расширении ВАо – диаметр протеза составляет 30 или 32 мм [14].

Расчет размера створок для неокуспидизации необходимо производить по следующей формуле: размер створки = диаметр протеза – (минус) 1 мм (при четном значении диаметра сосудистого протеза), размер створки = диаметр протеза (при нечетном значении диаметра сосудистого протеза) [14].

Учитывая биологическую составляющую при формировании композитного гraftа при операции «Русский кондукт», необходимо акцентировать особое внимание на профилактике инфекционных осложнений при послеоперационном ведении пациентов и исходную санацию хронических очагов инфекции до операции.

## **Методология и методы исследования**

Исследование выполнено с применением принципов доказательной медицины, с использованием одномерных и многомерных методов статистического анализа.

Работа представляет собой ретроспективное одноцентровое когортное исследование, включившее 103 пациента, оперированных по поводу патологии КАо и ВАо. Пациенты были включены в исследование в соответствии с критериями включения и исключения, разделены на следующие группы: группа 1 «Русский кондукт» ( $n = 28$ ), группа 2 «БиоБенталл» ( $n = 22$ ), группа 3 «Бенталл» ( $n = 53$ ). Исследуемой явились группа 1 «Русский кондукт», группы сравнения 2 и 3. Группы сравнения отобраны из общей базы данных пациентов, оперированных за аналогичный период времени. Исследование состоит из двух независимых анализов, представляющих из себя сравнение группы 1 «Русский кондукт» с группами 2 и 3. Сравнение групп 2 и 3 между собой не проводилось.

Группы оценивались в интра- и раннем послеоперационном периоде, а также в среднеотдаленные сроки после вмешательства. Первичными конечными точками для обоих анализов послужила свобода от МАСЕ и реопераций. Вторичными конечными точками явились: длительность ИК, длительность пережатия аорты, длительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и стационаре, осложнения госпитального периода, а также частота развития инфекционного эндокардита и количество пациентов, состояние которых соответствует NYHA (The New York Heart Association – Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация) III – IV функционального класса хронической сердечной недостаточности, частота АН 2-й степени и выше в среднеотдаленном периоде, средний трансклапанный градиент в раннем и среднеотдаленном периодах, индекс ЭПО АК. Из вторичных контрольных точек анализа групп 1 и 3 исключена частота АН 2-й степени и выше. Качество жизни сравнивалось между всеми группами в среднеотдаленном периоде, использовался специфический

клапанный опросник «Perchinsky». Обработка полученных данных проводилась с использованием программы «Statistica» (версии 8.0, «StatSoft Inc.», США).

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

1. Процедура «Русский кондукт» характеризуется лучшей воспроизводимостью и более физиологичными показателями послеоперационной трансклапанной гемодинамики, свободы от МАСЕ и реопераций в сравнении с операцией БиоБенталл как в раннем, так и среднеотдаленном периодах.
2. Процедура «Русский кондукт» демонстрирует лучшую свободу от МАСЕ и сопоставимую свободу от реопераций в сравнении с классической операцией Бенталл-Де Бено.
3. Процедура «Русский кондукт», как метод биологического протезирования связан с более высоким риском возникновения протезного инфекционного эндокардита, как и любое биологическое протезирование АК.
4. Пациенты, перенесшие процедуру «Русский кондукт», имеют лучшие показатели качества жизни, связанные с клапаном в сравнении с процедурой БиоБенталл и классической операцией Бенталл-Де Бено.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность результатов исследования основана на включении достаточного количества больных ( $n = 103$ ), использовании современных клинических, лабораторных, инструментальных методов исследования и методов статистического анализа. Автор был ассистентом в 85% операций, сформулировал дизайн исследования, провел анализ литературы, составил базу данных, провел обработку и анализ базы данных по включенным в исследования показателям с дальнейшей их статистической обработкой и интерпретацией.

Диссертационная работа апробирована 09.04.2024 года на заседании кафедры сердечно-сосудистой хирургии Института профессионального образования ФГАОУ

ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), протокол №8.

Научные положения, практические рекомендации внедрены в клиническую практику и нашли применение в клинике сердечно-сосудистой хирургии ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, занимающейся лечением патологии корня аорты. Результаты, полученные при выполнении этого исследования, могут быть использованы в других кардиологических и кардиохирургических центрах страны.

Материалы диссертации доложены на XXVIII всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2022 г.), IX Международной конференции «Минимально инвазивная кардиохирургия и хирургическая аритмология» (Москва, 2024 г.).

По результатам проведённого исследования опубликовано 10 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации результатов кандидатских и докторских диссертаций, все эти статьи индексированы в базах Scopus и Web of Science.

## **Объем и структура диссертации**

Текст диссертации изложен на 142-х страницах печатного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, обсуждения, выводов, практических рекомендаций, списка используемых сокращений, списка литературы, содержащего ссылки на 150 литературных источников. Текст иллюстрирован 9 таблицами и 65 рисунками.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Оптимальное решение для пациентов с аневризмой КАо и ВАо до сих пор остается предметом дискуссий. Процедура Бенталл-Де Бено с имплантацией композитного гraftа, содержащего механический протез АК, является «золотым стандартом» лечения широкого спектра патологий КАо и ВАо [14, 39]. Однако на данный момент не существует «идеальных» протезов. Наличие клапан-ассоциированных осложнений подталкивает хирургов искать альтернативные методы лечения аневризмы КАо и ВАо. Одним из таких вариантов лечения являются клапансохраняющие операции – реимплантация и ремоделирование, связанные с именами Tiron David (1988) и Magdi Yacoub (1979) соответственно [6, 47, 127] «Рисунок 1».

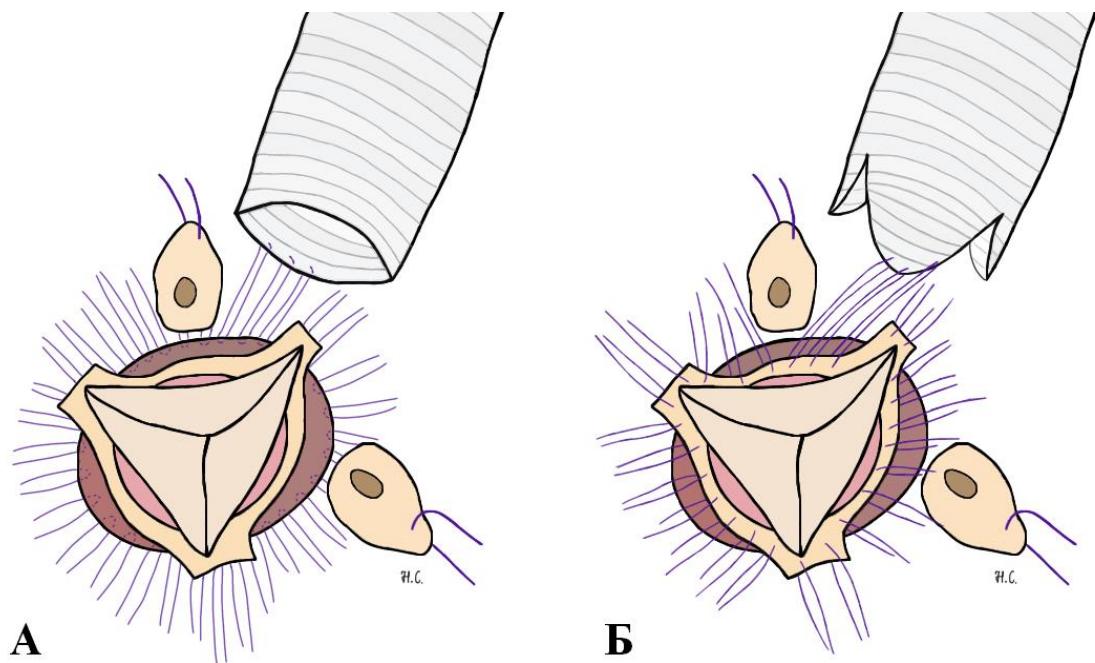


Рисунок 1 – Схематическое изображение операции протезирования корня и восходящего отдела аорты. А – модификация Tiron David, Б – модификация Magdi Yacoub

Реконструктивный подход в хирургии КАо продемонстрировал отсутствие осложнений, связанных с наличием механической или биологической

«чужеродной» конструкции в позиции АК у пациентов с интактными створками АК [6]. Но зачастую у пациентов есть изменения самих створок. В ряде случаев есть возможность выполнить пластику в таких условиях, однако результаты реимплантации/ремоделирования с одномоментным вмешательством на створках АК демонстрируют неоднозначные отдаленные перспективы. В связи с этим, разработано ряд методик «щадящего» протезирования КАо, когда используются альтернативные имплантаты АК, лишенные недостатков механического протезирования [6].

Эволюция хирургии КАо привела к развитию процедуры БиоБенталл – методики, при которой в КАо имплантируется синтетический кондукт, содержащий каркасный/бескаркасный биопротез [14]. Следует отметить, что изначально данная процедура использовалась для лечения дегенеративных поражений АК с сопутствующим фенотипом дилатации КАо/ВАо у пожилой когорты пациентов [141].

Стоит отметить, что в России отсутствуют коммерчески доступные композитные граffiti для процедуры БиоБенталл. В развивающихся странах существует реальная проблема, связанная с ограниченной доступностью и высокой стоимостью качественных и долговечных биопротезов АК. Стремление нивелировать риски и ограничения, связанные с механическим и биологическим протезированием, сподвигло хирургов к разработке альтернативных методик протезирования КАо с использованием аутологичных материалов, таких как операция Росса или комбинация процедуры Бенталл-Де Бено с аутоперикардиальной неоскапидизацией [9, 14, 85].

В контексте реконструктивных и клапаноохраняющих операций на КАо и ВАо, рассматривается вопрос о целесообразности сохранения физиологической морфологии данной анатомической зоны, в частности, имплантации граffiti, имитирующих нативный КАо. Вместе с тем, подобные граffiti отличаются высокой стоимостью и к тому же в настоящий момент недоступны в России и развивающихся странах.

В данном обзоре рассмотрены анатомия КАо, эпидемиология аневризматической болезни, хирургическая техника и результаты различных модификаций операции БиоБенталл, а также методик протезирования КАо с использованием аутологичных материалов. Стратегия поиска включила анализ международных (PubMed, Scopus, Embase) и отечественных баз (Российский индекс научного цитирования). Использованы ключевые слова: хирургия корня аорты; aortic root surgery; биологическая модификация процедуры Бенталл-Де Бено; BioBentall; aortic root replacement using autologous pericardium [14]. Кроме того, мы рассмотрим вопрос целесообразности восстановления физиологической архитектоники при вмешательствах на КАо с использованием Вальсальва-графтов, а также оценим факторы риска резидуальной АН после таких вмешательств.

## 1.1 Динамическая анатомия корня аорты

КАо – это вентрикуло-аортальное соединение - мост между отточным отделом левого желудочка (ЛЖ) и ВАо [49, 140]. Он состоит из синотубулярного соединения (СТС), синусов Вальсальвы, вентрикуло-аортального соединения или ФК АК и створок АК. По своей форме КАо напоминает луковицу и представляет собой ассиметричную структуру. СТС – это утолщение в основании синусов Вальсальвы и комиссур, состоящее из коллагеновых и эластиновых волокон. СТС является переходной зоной КАо в ВАо. ФК АК на самом деле представляет собой не кольцо, а корону, которая состоит из треугольников Генле, расположенных между синусами Вальсальвы, фиброзного контакта между аортальным и митральным клапанами и мембранный части межжелудочковой перегородки [87]. Размеры ФК АК у молодых лиц на 10 – 15 % больше, чем СТС. У пожилых лиц отмечается расширение СТС и соотношение размеров СТС/ФК становится равным  $\geq 1$ .

Синусы Вальсальвы расположены между СТС и ФК АК и представляют собой выпячивания стенок аорты наружу [56]. В норме синусов три и называются они в зависимости от наличия устья правой или левой коронарных артерий – левый,

правый и некоронарный синусы соответственно. Части левого и правого коронарного синусов более подвижные по сравнению с частью некоронарного синуса. Во время систолы и диастолы между створками АК и стенкой аорты, внутри синусов Вальсальвы, формируются турбулентные потоки (завихрения), возникающие из-за различий диаметров КАо на разных уровнях: ФК АК, синусов Вальсальвы, СТС. Во время выброса крови в аорту из ЛЖ, данный феномен предотвращает контакт створок АК со стенкой аорты. Начиная с последней фазы систолы желудочков вихревой ток крови обеспечивает закрытие створок АК и предотвращает от их перегиба.

В норме у АК три полулунные створки, которые фиксированы к ФК АК [128]. У створок имеются нескольких зон – место прикрепления к КАо, тело и зона коаптации (соприкосновения створок). Соприкасающиеся поверхности створок АК называются «лунками», они высотой от 2 до 3 мм, в их середине имеется узелок Аранция – небольшое волокнистое утолщение, относящееся к зоне коаптации. В норме створки АК отличаются друг от друга по размерам и форме, а точка соединения трех створок не обязательно располагается строго в середине окружности КАо. Однако существуют постоянные отношения размеров высоты створки - (H), «лунки» - (h), длины свободного края (L) и линии прикрепления створки к КАо (C). Соблюдение этих отношений –  $H = 0,9 L$ ,  $h = H/4$ ,  $C = 1,5L$  являются крайне важными при реконструкции КАо и, в частности, пластики створок АК для обеспечения адекватной коаптации, ведь именно идентичность зоны коаптации створок определяет состоятельность АК.

Сердце является единым анатомо-функциональным комплексом, поэтому КАо, являясь подвижной структурой, изменяет свою геометрию в зависимости от фазы сердечного цикла [141]. В начале изоволюмического сокращения ФК АК смещается внутрь ЛЖ, это инициирует открытие АК. При сокращении ЛЖ в диаметре уменьшается ФК, а СТС, наоборот увеличивается, вследствие повышения давления в аорте, что также способствует открытию АК. Изменение диаметра СТС в норме достигает 16 % от его исходного размера. В совокупности подвижность различных структур КАо способствует раскрытию створок на 20 %. Во время

диастолы происходит закрытие АК, окружность ФК АК увеличивается из-за обратного тока крови, а окружность СТС уменьшается из-за упругости и нагрузки на створки АК. Также в зависимости от цикла сердечного сокращения изменяется расположение КАо относительно выходного тракта ЛЖ и ВАо. Во время систолы угол между выходным трактом ЛЖ и ВАо, основанием которого является КАо, изменяется в сторону прямой линии, с обратным движением в диастолу.

## 1.2 Эпидемиология аневризм грудной аорты

В 1980-х гг. диагностирование аневризмы грудного отдела аорты составляло лишь 5,9 случаев на 100 000 населения в год [99]. В настоящее время благодаря развитию методов инструментальной диагностики, скрининга и увеличению продолжительности жизни населения количество диагностированных пациентов на 100 000 в год составляет около 10-ти, что в 2 раза больше, чем 40 лет назад. По данным патологоанатомических вскрытий лишь у 11 % пациентов с аневризмой грудного отдела аорты этот диагноз выставлен при жизни. Аневризмы КАо встречаются в 20 – 44 % случаев, аневризмы ВАо составляют 44 – 50 % от всех аневризм грудного отдела аорты и могут быть ассоциированными как с КАо, так и с дугой аорты. Аневризмы ВАо и дуги аорты составляют более 60 % всех аневризм грудной аорты. Аневризмы грудного отдела аорты и связанные с ними осложнения составляют 0,01 % от всей популяции и занимают 20-е место по причинам смертности в США. Среди пациентов старше 65-ти лет – 15-е место. В России данная патология составляет 1 % от всех смертей [5].

Аорта имеет тенденцию к увеличению диаметра. У людей среднего возраста скорость расширения грудного отдела аорты в течение 10-ти лет составляет 0,9 мм у мужчин и 0,7 мм – у женщин, что считается естественным процессом старения, обусловленным более высоким соотношением коллагена, эластина и связанным с повышением жесткости аорты и пульсового давления [135]. При формировании аневризмы скорость дилатации грудного отдела аорты увеличивается в зависимости от диаметра ее просвета. При диаметре ВАо 3,5 см – ежегодное

увеличение в среднем составляет 1 мм/год, при 5 см – 5 мм/год [68]. На скорость увеличения размера аневризмы грудного отдела аорты также оказывают влияние и другие факторы, так при заболеваниях соединительной ткани, как например при синдроме Лойса-Дитса, ежегодное увеличение диаметра может составлять 1 см, а при наличии двухстворчатого АК средняя скорость расширения аорты составляет от 0,4 до 0,7 мм в год. [100].

При увеличении диаметра аневризмы ВАо возрастает нагрузка на стенку аорты, что увеличивает риск ее разрыва или расслоения: 2 – 5 % при аневризмах ВАо до 5 см, 3 – 7 % при 5 – 6 см, 7 – 14 % при аневризмах ВАо более 6 см. Также на риск разрыва или расслоения аорты влияет этиология аневризмы. В США ежегодно диагностируется около 2000 новых расслоений грудного отдела аорты [146].

Летальность при расслоении грудного отдела аорты в случае отсутствия лечения составляет 1 % в час. Такая тенденция сохраняется в первые 48 часов после начала расслоения [73]. По данным аутопсии 67 % всех летальных исходов происходит в 1-е сутки, 20 % – на 2-е сутки и около 10 % на 3-и сутки. При отсутствии лечения, летальность в течение 1 месяца после развития расслоения аорты типа А составляет 90 %. Интраоперационная летальность и летальность в раннем послеоперационном периоде у пациентов с расслоением аорты типа А составляет 12,2 – 25 % [98].

Расслоение или разрыв грудного отдела аорты также возможны при проведении кардиохирургических вмешательств. При использовании аппарата ИК вероятность развития расслоения грудного аорты при прямой канюляции в ВАо составляет 0,06 % или 1 случай на 1667 случаев. Данное осложнение составляет 0,7 % от всех летальных исходов при кардиохирургических операциях. По различным данным острое расслоение ВАо является причиной смерти при коронарном шунтировании в 6 – 33 % случаев [118].

### 1.3 Операция «Русский кондукт»

Потребность в поиске биоматериала для протезирования АК в середине 20-го века объясняется плохими исходами использования шаровидных протезов. Первое сообщение о применении створок из аутологичного перикарда в хирургии АК принадлежит D. Ross (1963) [122]. Аутоперикард был использован лишь для протезирования некоронарной створки у одного из 9-ти пациентов, перенесших пластику АК. Из 9-ти прооперированных пациентов двое умерли, одна смерть наступила в результате длительной (2-х часовой) ишемии миокарда, другая смерть была вызвана прорезыванием линии шва после бикуспидализации клапана у пациента с синдромом Марфана. В дальнейшем, V.O. Björk и G. Hultquist (1964) также задокументировали свой опыт имплантации аутоперикардиальных неостворок в аортальную позицию у 2-х пациентов [41]. В обоих случаях в сроки до 6-ти месяцев после операции у пациентов была отмечена тотальная недостаточность АК с летальным исходом [41, 122].

Первый удовлетворительный результат использования аутоперикардиальных неостворок продемонстрирован в публикации W.S. Edwards от 1969 г. [55]. В серии из 2-х клинических случаев отмечено удовлетворительное функционирование аутоперикардиального неоклапана у обоих пациентов, хотя одних из них умер через неделю после имплантации от острой дыхательной недостаточности (компетентность клапана определена на аутопсии) [55].

«Революционным» решением в использовании перикарда для протезирования АК явилась разработка M. Yacoub и коллегами методики обработки 0,2 % глутаровым альдегидом [147]. Авторы использовали ксеноперикард. Подобная технология применена у 45-ти больных, при этом выживаемость в течение 7-и лет составила 89 %, хотя гемодинамика неоклапана не описана. Немногим позже, V. Batista и коллеги продемонстрировали хорошие клинические и гемодинамические результаты использования в аортальной позиции ксеноперикарда, обработанного 0,6 % глутаровым альдегидом [31].

Современное понятие «неокуспидизация АК» связано с такими именами как C. Duran и S. Ozaki. C. Duran и коллеги опубликовали свой достаточно успешный опыт аутоперикардиальной неокуспидизации у 51-го пациента в 1985 г. [50]. Наконец, наибольшую популярность в последние десятилетия получила аутоперикардиальная неокуспидизация, описанная S. Ozaki и коллегами в 2011 г., которые разработали авторские шаблоны и предложившие использование ассимметричных неостворок [20, 109].

Во многих исследованиях продемонстрированы многообещающие среднеотдаленные результаты протезирования АК аутологичным перикардом [21, 105, 111, 115, 121]. Несомненными преимуществами аутоперикардиальной неокуспидизации является отсутствие потребности в использовании антикоагулянтов и хорошие трансклапанные гемодинамические параметры [21, 105, 111, 115, 121].

Методика имплантации композитного гraftа в качестве протеза КАо и ВАо находится на этапе внедрения в широкую клиническую практику. Группа Российских хирургов во главе с Р.Н. Комаровым впервые опубликовали пошаговую технику создания подобного гraftа, запатентовав ее под названием «Русский кондукт» [17, 85]. Принцип обработки перикарда заключается в экспозиции в 0,6 % глутаровом альдегиде в течение 10-ти мин., а затем промывании стерильным физиологическим раствором трижды. Для протезирования ВАо используется синтетический линейный сосудистый протез диаметром 30 или 32 мм. Имплантация створок в протез выполняется либо путем его продольного разреза, либо путем его выворачивания. Подбор размера неостворок осуществляется следующим образом: размер створки = диаметр протеза – 1 мм (при четном значении диаметра сосудистого протеза) или размер створки = диаметр протеза (при нечетном значении диаметра сосудистого протеза) [14]. Для вырезания створок нужного размера используются шаблоны Озаки [85] «Рисунок 2».

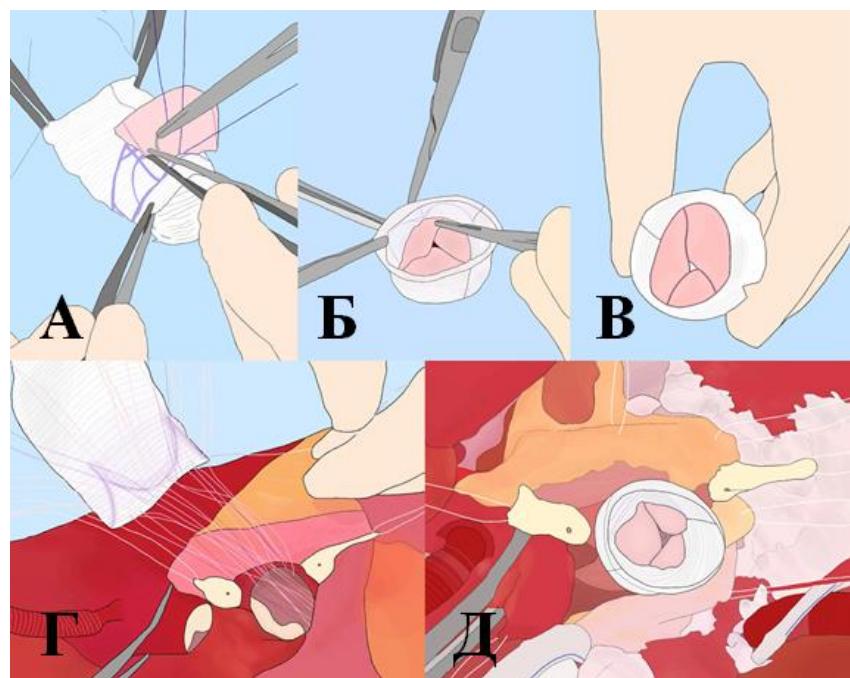


Рисунок 2 – Этапы операции протезирования корня и восходящего отдела аорты по методике «Русский кондукт». А – фиксация неостворки непрерывным швом к линейному синтетическому протезу, Б – наложение швов для формирования неокомиссур, В – конечный вид линейного синтетического протеза с имплантированными неосторками, Г – наложение П-образных швов на фиброзное кольцо аортального клапана, Д – окончательный вид кондукита после его имплантации

L. Seese и коллеги (2021) описали немного отличающуюся от предыдущей комбинацию процедур Бенталл-Де Бено и аутоперикардиальной неокуспидизации [131]. В данном случае предлагается имплантация Вальсальва-графта («Sulzer Vascutek», Шотландия) [131] «Рисунок 3».



Рисунок 3 – Вальсальва-графт. Стрелкой указаны синусы Вальсальва-графта.

Адапировано и модифицировано из [133]

Размер протеза выбирается на основании данных интраоперационной чреспищеводной эхокардиографии (ЭхоКГ) по формуле: диаметр КАо + 3 мм. Размер створок подбирается на основании математического моделирования КАо (также по данным чреспищеводной ЭхоКГ) [131]. Необходимо отметить, что в доступной литературе отсутствуют данные о клинических результатах комбинации процедуры Бенталл-Де Бено и аутоперикардиальной неокуспидизации АК. В настоящий момент существует лишь экспериментальная работа В.В. Базылева и коллег [3]. Авторы изучили в эксперименте гидродинамические характеристики и долговечность протеза КАо с перикардиальными створками и различными вариантами формирования комиссур. Было изготовлено 9 экспериментальных образцов-кондуитов с перикардиальными створками, обработанными по методике S. Ozaki, которые были разделены на 3 группы: без дополнительного укрепляющего шва в области верхушек комиссур, с дополнительным швом без прокладки, с дополнительным швом и встречной перикардиальной прокладкой. Эксперимент проводился на стенде для гидродинамических испытаний искусственных клапанов сердца. Полученные гидродинамические характеристики сравнили с таковыми для биологического каркасного клапана. Авторы заключили, что гидродинамика в исследуемых группах и на каркасном биологическом протезе была статистически идентичной, а имплантация перикардиальных створок в сосудистый протез, по-видимому, приводит к иному распределению динамического стресса на неостворки

АК по сравнению с оригинальной неокуспидизацией АК, которая сохраняет КАо «Рисунок 4» [3].



Рисунок 4 – Протез корня аорты с перикардиальными неостворками в экспериментальном исследовании, неостворки аортального клапана после эксплантации. Адаптировано из [3]

#### 1.4 Процедура БиоБенталл

В литературе описывается несколько вариантов процедуры БиоБенталл [83]. Первый вариант состоит в имплантации сосудистого протеза, содержащего каркасный биопротез АК [66, 75]. При этом возможно использование готовых кондуитов, а также «hand-made» кондуитов в случае одномоментной имплантации протеза клапана и сосудистого протеза в КАо. Каркасный биопротез может помещаться в проксимальный конец или середину сосудистого протеза. Так, G. Gatti и коллеги (2013) сообщили о хороших клинических исходах использования

готового кондуита, содержащего каркасный биопротез, фиксированный в середине сосудистого протеза [8, 67]. Использование композитных граffтов с каркасными биопротезами имеет ряд недостатков. Известно, что каркасные биопротезы имеют сомнительный срок службы, особенно в случае имплантации в линейный сосудистый протез [8, 34]. Существует гипотеза, что физический контакт между створками и протезом (то есть отсутствие синусов Вальсальвы) способствует быстрой деградации биопротеза [14, 137]. Предлагается использование Вальсальва-графтов типа «Gelseal Valsalva» («Sulzer Vascutek», Шотландия), «Gelweave Valsalva-prosthesis» («Vascutek»/«Terumo», Великобритания), «BioValsalvaTM» («Vascutek»/«Terumo», Великобритания) и др. с имитацией синусов Вальсальвы и физиологичного СТС [14, 35, 51, 104]. Подобная физиологичная конструкция может способствовать нормальному движению створок биопротеза, уменьшению гемодинамического напряжения и, таким образом, имеет потенциал для повышения долговечности биопротеза [14, 70]. Вместе с тем, использование Вальсальва-графтов остается предметом бурных дискуссий, так как некоторые авторы сообщают о хороших результатах процедуры Бенталл-Де Бено с каркасным биопротезированием [14, 62] «Рисунок 5».

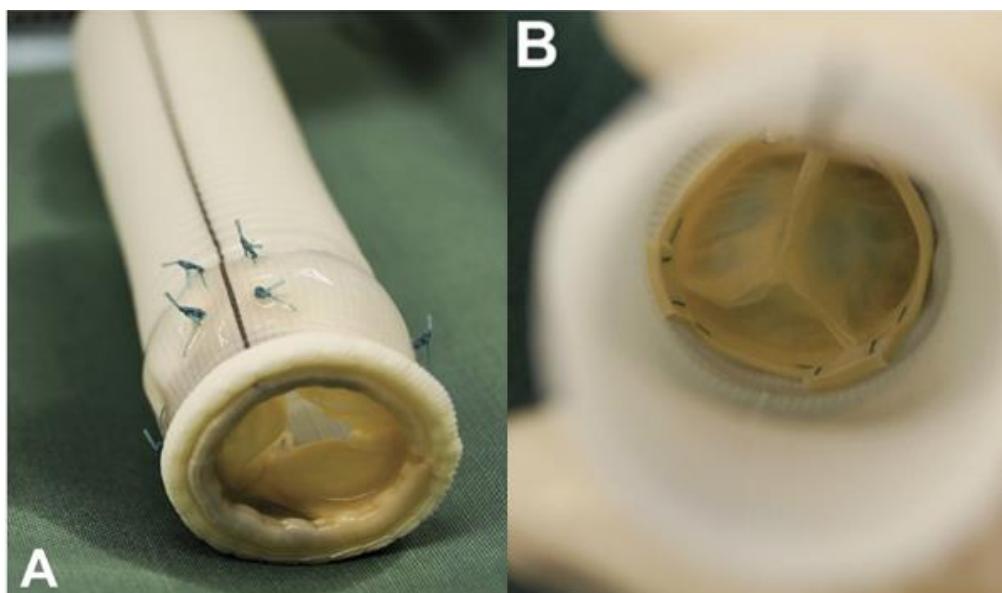


Рисунок 5 – БиоВальсальва-графт. «BioValsalva Conduit» («Terumo», США).

Адаптировано из [138]

К недостаткам процедуры БиоБенталл с каркасным биопротезированием относят возможную сложность реопераций. Многие авторы отмечают, что при такой технике невозможно провести изолированное репротезирование клапана – необходима замена всего КАо [78, 82, 94]. Для упрощения предполагаемой повторной процедуры предложено ряд техник [24]. Одна из них заключается в имплантации биопротеза в линейный протез таким образом, что под манжетой клапана остается «юбка» длиной 5 – 20 мм, которая фиксируется к ФК АК. При этом следует соблюдать осторожность в отношении обструкции устьев коронарных артерий [14]. Тем не менее, фиксация конструкции при такой технике упрощается, возможна имплантация протеза большего размера, облегчается изолированное репротезирование клапана [24].

Второй вариант процедуры БиоБенталл состоит в имплантации композитных гraftов, содержащих бескаркасный биопротез. Подобный кондукт имеет ряд преимуществ: уменьшение трансклапанных градиентов, увеличение ЭПО, и достоверный регресс массы миокарда ЛЖ в отдаленном периоде [104]. Наилучшим вариантом имплантации такого гraftа является методика полной замены КАо или «full-root» техника, которая позволяет снизить риск деформации биопротеза [54, 59, 83].

Третий вариант процедуры БиоБенталл – использование тотальных биокондуктов. Одними из основателей такой методики являются специалисты Института им. А.Н. Бакулева, в частности, А.И. Малашенков и коллеги [17, 18]. Авторы сообщили о 15-ти летнем опыте использования методики в когорте 376-ти пациентов, продемонстрировав приемлемые ранние (летальность 8,1 %) и отдаленные результаты (срок наблюдения  $5,6 \pm 1,4$  лет, свобода от реопераций – 88 %, выживаемость – 74 %). В мировой практике процедуру БиоБенталл с использованием подобных кондуктов связывают с протезом «Shelhigh BioConduit NR-2000» («Shelhigh Inc.», США) [14, 138]. Клапан изготавливали из аортальных синусов аорты свиней, протез аорты – из бычьего перикарда, после кондукт экспозировался в глутаровом альдегиде, гепарине и растворе No-React [14]. Несоответствие производства стандартам «Good Manufacturing Practice» (GMP), а

также неудовлетворительные результаты, привели к снятию «Shelhigh BioConduit NR-2000» с производства [138] «Рисунок 6».

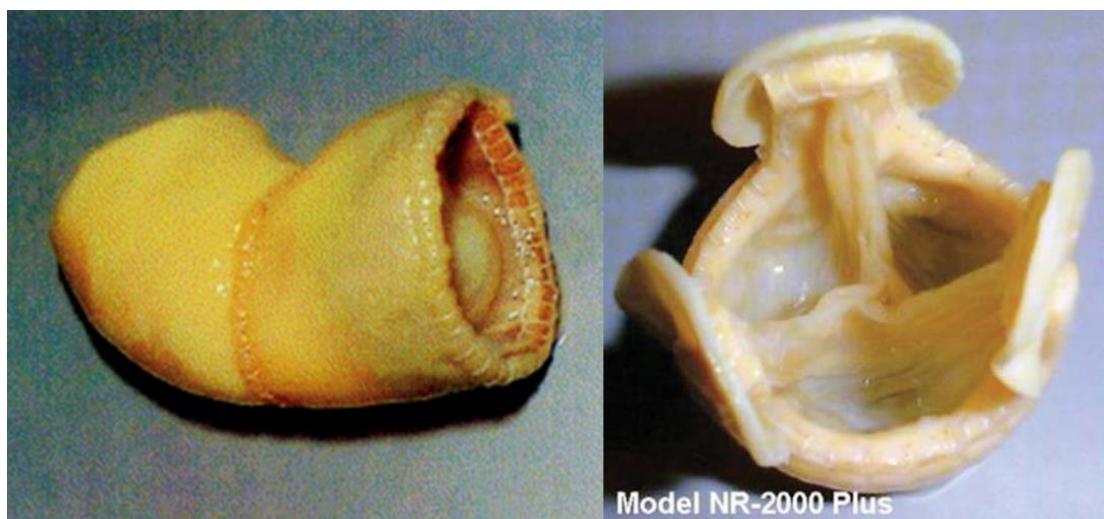


Рисунок 6 – Тотальный биокондукт. Слева – свиной легочный ксенографт. Адаптировано из [95]. Справа – бескаркасный биопротез «Shelhigh NR – 2000 Plus». Адаптировано из [103]

В крупном метаанализе, опубликованном А. Pantaleo и коллегами в 2017 г., включающем 1112 пациентов продемонстрировано сравнение результатов операции БиоБенталл с классической процедурой Бенталл-Де Бено [112]. После тщательного отбора пациентов по 29-ти характеристикам авторами сформировано 2 группы. Когорта БиоБенталл отличалась статистически достоверным удлинением времени пережатия аорты ( $121 \pm 37,9$  мин. против  $131 \pm 35,6$  мин.,  $p = 0,02$ ). Количество и структура ранних послеоперационных осложнений между группами не отличалась. Для когорты классической операции Бенталл-Де Бено выживаемость составила  $95,1 \pm 1,9\%$ ,  $83,7 \pm 4,2\%$  и  $75,0 \pm 5,7\%$  через 1,5 г. и 7 лет соответственно, а для группы БиоБенталл –  $99,2 \pm 0,8\%$ ,  $87,3 \pm 3,5\%$  и  $83,6 \pm 4,9\%$  соответственно ( $p = 0,9$ ). Связи между видом операции и отдаленными МАСЕ не выявлено (отношение рисков – HR: 0,88; 95% ДИ: 0,50 – 2,14;  $p = 0,4$ ). Группа классической операции Бенталл-Де Бено продемонстрировала лучшую свободу от реопераций ( $p = 0,04$ ) [112].

A. Lechiancole и коллеги по результатам исследования, включившего 282 пациента старше 65-ти лет (173 пациента после процедуры БиоБенталл и 109 – после классической операции Бенталл-Де Бено), заключили, что классическая операция Бенталл-Де Бено связана с лучшей поздней выживаемостью, однако демонстрирует более высокую частоту MACE [90].

В рестроспективном исследовании 2015 г., представленного P.R. Urbanski и коллегами было выполнено сравнение процедуры БиоБенталл со стандартным биопротезированием клапана аорты [143]. Исследуемая когорта была разделена на 2 группы по 79 пациентов. Результаты обеих процедур оказались сопоставимыми, однако группа БиоБенталл отличалась более частой встречаемостью инсультов в отдаленном периоде [143].

Как отмечено выше, приоритетной техникой имплантации композитного гrafta, содержащего бескаркасный биопротез, является «full-root» методика. В работе J.A. Ennker и коллег, опубликованной в 2008 г. было выполнено сравнение среднесрочных исходов субкоронарной и «full-root» техники для кондуктов с бескаркасным биопротезом «Freestyle» («Medtronic», США) [59]. Когорта была разделена на 2 группы по 148 больных и группы не отличались по показателям отдаленной выживаемости, госпитальной летальности, свободы от реопераций, кровотечений и эндокардита [8]. Вместе с тем, большие диаметры протезов в когорте «full-root» значимо повлияли на снижение трансклапанных градиентов [59].

В контексте процедуры БиоБенталл следует остановиться на сравнении кондуктов с каркасными и бескаркасными протезами. Одним из таких исследований является работа M. Mutsuga и коллег, где проведено сравнение бескаркасных ( $n = 10$ ) и каркасных ( $n = 34$ ) протезов [8, 104]. Группы оказались сопоставимы в отношении госпитальной летальности, выживаемости в течение 1,5 и 10-ти лет соответственно. Свобода от реопераций также не отличалась между группами [8]. Группа бескаркасного протезирования АК продемонстрировала значимое снижение среднего трансклапанного градиента (8,1 мм рт. ст. против 15,8 мм рт. ст.,  $p = 0,05$ ).

В крупном метаанализе 2020 г., опубликованного B. Arabkhani и коллегами, включившем 5227 пациентов, перенесших процедуру БиоБенталл (74 % бескаркасных и 26 % каркасных протезов АК), отмечено ухудшение выживаемости и высокий риск МАСЕ, связанные с клапаном, однако корреляции с типом протеза не было выявлено [8, 25].

Также представляется важным сравнение операции БиоБенталл с клапансохраняющими методиками. В опубликованном L. Schamberger и коллегами в 2020 г. ретроспективном исследовании проанализировано 411 пациентов, 150 пациентов, перенесших операцию БиоБенталл, и 261 – операцию Дэвид [129]. Следует отметить, что группы оказались несопоставимыми в отношении возраста (пациенты были значительно старше в группе БиоБенталл –  $58 \pm 10$  против  $53 \pm 15$  лет,  $p < 0,001$ ) и количество пациентов с соединительно-тканной дисплазией было выше в группе Дэвид (16,9 % против 2,0 %,  $p < 0,001$ ) [8]. Летальность и частота острой сердечной недостаточности была выше в когорте БиоБенталл. Другие ранние послеоперационные осложнения, а также отдаленная выживаемость и свобода от реопераций в течение 10-ти лет между группами не отличались [129]. Аналогичные отдаленные результаты представили C.N. Bethancourt и коллеги, где сравнивались 436 пациентов когорты БиоБенталл и 360 – когорты Дэвид [40].

Если работы, о которых говорилось выше, не уточняли тип биопротеза, использованного для процедуры БиоБенталл, то в исследовании G. Stefanelli и коллег непосредственно проведено сравнение результатов бескаркасного протезирования ( $n = 56$ ) и операции Дэвид ( $n = 52$ ) [139]. Несмотря на сопоставимость групп в отношении ранних и отдаленных (11 лет) результатов, общая вероятность выживания оказалась выше после операции Дэвид ( $p = 0,0057$ ). Кроме того, реимплантация продемонстрировала более низкие трансклапанные градиенты (8,13 мм рт. ст. против 11,70 мм рт. ст.,  $p < 0,001$ ) [139].

Отдаленные результаты операций БиоБенталл (бескаркасный, Вальсальва-графт с биопротезом типа «3f Aortic Bioprostheses» («ATS Medical», США) и Дэвид рассмотрены в исследовании T. Yamabe и коллег [8, 148]. Группа БиоБенталл включила 172 пациента, Дэвид – 199. Несмотря на сопоставимость в отношении

выживаемости в течение 10-ти лет ( $p = 0,345$ ) группа операции Дэвида продемонстрировала лучшую свободу от любых ( $p = 0,046$ ) и клапан-ассоциированных реопераций ( $p = 0,032$ ) [148]. В исследовании J. Esaki и коллег, сравнивших ретроспективно модификацию операции Дэвида ( $n = 282$ ) и БиоБенталл ( $n = 425$ ), разницы между группами в отношении ранних и отдаленных клинических исходов не выявлено [60].

Использование тотального ксеноперикардиального гraftа «Shelhigh NR-2000» проанализировано в исследовании 2020 г. G. Stefanelli и коллег, включившем 26 пациентов [138]. Кумулятивная выживаемость в течение 15-ти лет составила 52,9 % (что и сподвигло отказаться от методики), хотя свобода от реопераций оказалась приемлемой – 90,9 % [138].

Большее количество пациентов ( $n = 291$ ), перенесших имплантацию кондукта «Shelhigh NR-2000» включено в отчет D.C. Reineke и коллег [68]. Продемонстрирована высокая ранняя (10 %) и отдаленная (44,3 %) летальность. Структура осложнений включила кардиальные (14,1 %), неврологические (5,7 %), дыхательные (4,6 %), инфекционные (эндокардит) (4,6 %) события [119].

A. Sahin и коллеги, проанализировав результаты имплантации «Shelhigh NR-2000» у 63-х пациентов, предостерегли от использования данного кондукта [14, 126]. Общая 30-ти дневная летальность составила 8 % ( $n = 5$ ). За период наблюдения (9,5 лет) умерло 13 (24 %) пациентов; при этом 4 смерти были напрямую связаны с кондуктами. Общая оценка выживаемости через 1,5 г. и 10 лет составила  $85 \pm 5$ ,  $79 \pm 6$  и  $71 \pm 7$  % соответственно. Повторная операция потребовалась 10 (19 %) пациентам на фоне эндокардита ( $n = 5$ ), стеноза АК ( $n = 3$ ), псевдоаневризм ( $n = 1$ ) и отслоения некоронарной створки ( $n = 1$ ) [126].

В «Таблице 1» продемонстрированы систематизированные современные результаты операции БиоБенталл [8, 14]

Таблица 1 – Систематизированные современные результаты операции БиоБенталл [8, 14]

Автор/ год / n = пациентов	Тип биопротеза	Дизайн	30-ти дневная летальность, %	Средний срок наблюдени, месяцев	Отдаленная выживаемость, % (лет)	Средняя частота реопераций, %
Ennker/ 2008 / 296	Бескаркасные	Ретроспективное (БиоБенталл): субкоронарное против «full-root»	4,7 / 2,7	32	34 ± 24 / 33 ± 11 (9 лет)	10 / 2
Urbanski/ 2015 / 79	Бескаркасные	Ретроспективное: изолированное ПАК против БиоБенталл	5,1	74,4	63,2 ± 8,3 (10 лет)	2,5
Esaki/ 2017 / 425	Бескаркасные	Ретроспективное: Дэвид против БиоБенталл	0,8	84	83 (7 лет)	4,2
Stefanelli/ 2021 / 56	Бескаркасные	Ретроспективное: Дэвид против БиоБенталл	3,64	85	74,9 (11 лет)	2,1
Yamabe/ 2021 / 172	Бескаркасные	Ретроспективное: Дэвид против БиоБенталл	1,1	55,7	98,6 (10 лет)	15,9
Pantaleo/ 2017 / 138	Каркасные/ бескаркасные	Метаанализ: Бенталл против БиоБенталл	5,8	84	99,2 ± 0,8 (1 год) 87,3 ± 3,5 (5 лет) 83,6 ± 4,9 (7 лет)	4,7
Lechiancole/ 2019 / 173	Каркасные/ бескаркасные	Ретроспективное: Бенталл против БиоБенталл	5	77	58 (12 лет)	2,3
Arabkhani/ 2020 / 5,227	Каркасные/ бескаркасные	Метаанализ: БиоБенталл	5,5	50	80,1 (4 года)	8

## Продолжение таблицы 1 [8, 14]

Автор/ год / n = пациентов	Тип биопротеза	Дизайн	30-ти дневная летальность, %	Средний срок наблюдения, месяцев	Отдаленная выживаемость, % (лет)	Средняя частота реопераций, %
Mutsuga/ 2020 / 44	Каркасные/ бескаркасные	Ретроспективное: каркасные против бескаркасные	6,8	69	80 (1 год) 50 (5 лет) 30 (10 лет)	0
Schamberger/ 2020 / 150	Каркасные/ бескаркасные	Ретроспективное: Дэвид против БиоБенталл	2,7	60	84,6 ± 5,4 (10 лет)	19,6
Bethancourt/ 2021 / 436	Каркасные/ бескаркасные	Ретроспективное: Дэвид против БиоБенталл	1,1	58	92,7 (10 лет)	10,6
Reineke/ 2016 / 291	Shelhigh NR- 2000	Ретроспективное: БиоБенталл	10	70,3	55,7 (6 лет)	8,6
Sahin/ 2016 / 63	Shelhigh NR- 2000	Ретроспективное: БиоБенталл	8	114	85 ± 5 (1 год) 79 ± 6 (5 лет) 71 ± 7 (10 лет)	19
Stefanelli/ 2020 / 26	Shelhigh NR- 2000»	Ретроспективное: БиоБенталл	7,7	93.4	52,9 (15 лет)	9,1

## 1.5 Операция Росса в хирургии корня аорты

D. Ross сперва предложил использовать технику субкоронарной имплантации легочного аутографта, которая продемонстрировала неудовлетворительные результаты в отдаленном периоде (свобода от реорпераций за 10-ти летний период наблюдения составила 76 %, а за 20-ти летний – 62 % [123], свобода от вмешательств по поводу дисфункции легочного гомографта составила 69 % за 25-ти летний период наблюдения). Однако затем D. Ross ввел в хирургическую практику методику «full-root», которая заключается в протезировании всего КАо легочным аутографтом, а в позицию легочного ствола имплантируется гомографт или ксенографт. По сравнению с современными биологическими и механическими протезами, операция Росса демонстрирует более низкую частоту дегенерации легочного аутографта, эндокардитов и тромбоэмбических осложнений за 20-ти летний период наблюдения. Однако основными проблемами данной методики в настоящий момент является кальцификация/дегенерация граffта в позиции легочного ствола и развитие недостаточности на легочном аутографте. Кроме того, с течением времени существует реальный риск дилатации аутографта [29, 136].

Результаты использования техники операции по Россу для пациентов с патологией КАо опубликовали R.C. Elkins и коллеги [58]. Из 44-х больных, у 18-ти была выявлена аневризма ВАо, а у 26-ти – дилатация КАо. Легочный аутографт укреплялся при помощи экстравальвуллярной аннулопластики дакроновой манжетой. При максимальном сроке наблюдения в течение 26-ти месяцев нормальная функция легочного аутографта отмечена у 42-х пациентов. [58].

В результате доработки методики – разработаны различные методы «укрепления» реконструкции. Наиболее распространенное – это экзопротезирование аутографта дакроновым протезом – «Зашитенный Росс» («Reinforced Ross»), что позволяет снизить частоту дилатации ФК АК и соответственно развития недостаточности на АК [29, 136].

Наиболее актуальная на сегодняшний день техника «Зашитенный Росс» предложена A. Ashfaq и коллегами [29] «Рисунок 7». Данная процедура является,

по сути, комбинацией операции Росса и Дэвида, когда перед имплантацией аутогraftа субаннулярно выводятся швы, которыми в последующем фиксируется сосудистый протез, что укрепляет как ФК АК, так и профилактирует дилатацию аутогraftа.

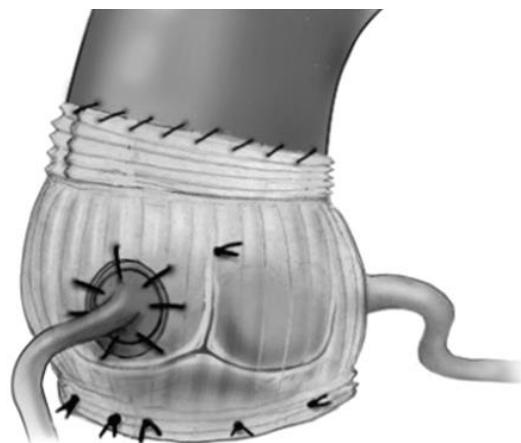


Рисунок 7 – Защищенный Росс. Адаптировано из [43]

В недавних исследованиях (2023 г.) были объединены литературные данные, посвященные результатам процедуры «Защищенный Росс» у пациентов с патологией КАо [8, 14] «Таблица 2».

Таблица 2 – Результаты операции Росса у пациентов с патологией корня аорты [8, 14]

Автор / год / n = пациентов	Средний возраст (лет)	30-ти дневная летальность	Срок наблюдения (месяцев)	Свобода от реопераций (корень аорты)	Свобода от реопераций (правый желудочек)	Свобода от значимой аортальной регургитации	Среднеотдаленная выживаемость
Leyh / 2003 / 12 [229]	$41,2 \pm 10,9$	–	$18,6 \pm 16,3$	–	–	91,6 %	–
Brown / 2010 / 128 [228]	$28,8 \pm 14,4$	0 %	30	100 %	100 %	99,2 %	100 %
Juthier / 2010 / 4 [230]	$29,7 \pm 10,8$	0 %	56	100 %	100 %	100 %	100 %
Andreas / 2014/ 76 [231]	$29 \pm 15$	1,6 %	76,8	95 %	95 %	96 %	96 %
Karaskov/ 2016/ 162 [227]	$51,0 \pm 10,7$	5,6 %	$40,1 \pm 21,6$	$89,0 \pm 6,6$ %	–	94,7 %	93,8 %
Ashfaq/ 2020 / 25 [226]	29	0 %	72	76 %	–	76 %	100 %
Leeds / 2022 / 4 [232]	$29,6 \pm 13,5$	0 %	72	100 %	100 %	100 %	100 %

## 1.6 Выбор типа сосудистого протеза для протезирования корня аорты

Ряд авторов при протезировании КАо с использованием биологических клапанов или клапан-сохраняющих методик рекомендуют сохранение физиологичной анатомии КАо путем имплантации сосудистых протезов, содержащих псевдосинусы Вальсальвы (Вальсальва-графт).

Суть опасений заключается в гипотетической прогрессирующей деградации нео/нативных створок при их контакте со стенкой протеза. Вместе с тем, линейные протезы, применяющиеся у большей части пациентов, как при процедуре БиоБенталл, так и Дэвид, демонстрируют достаточно приемлемые отдаленные исходы, что, в принципе, ставит под сомнение целесообразность использования Вальсальва-графтов.

В литературе опубликован ряд клинических и экспериментальных работ, сравнивающих линейные протезы с Вальсальва-графтом. Е. Beckmann и коллеги [37] ретроспективно сравнили результаты процедуры Дэвида, выполненной с использованием линейного сосудистого протеза ( $n = 103$ ) и Вальсальва-графтов ( $n = 129$ ). Период наблюдения составил 1530 пациентов/лет. Авторы резюмировали, что в отношении выживаемости и повторных операций группы статистически не отличались, однако частота значимой АН была выше в когорте Вальсальва-графтов ( $p < 0,026$ ) [37].

М. Gaudino и коллеги ретроспективно оценили ранние послеоперационные исходы имплантации линейных протезов ( $n = 223$ ) и Вальсальва-графтов ( $n = 198$ ) при процедуре БиоБенталл [69]. Группа контроля была подобрана при помощи программы «Propensity matching scoring». Авторы заключили, что тип сосудистого протеза не влияет на ранние исходы после процедуры БиоБенталл [69]. Той же группой авторов несколько годами позже проведено сравнение физиологичности потока крови при помощи магнитно – резонансной томографии с 4D-картированием потока у пациентов с линейными сосудистыми протезами ( $n = 10$ ), Вальсальва-графтами ( $n = 10$ ) и у здоровых лиц ( $n = 10$ ) [68]. В каждой хирургической группе оценивали возникновение аномального напряжения сдвига

стенки в нисходящей аорте. Физиологичные синусовые вихри наблюдались в когорте Вальсальва-графтов, тогда как линейный кондукт демонстрировал локализованные внутриорсальные мальротации ( $p = 0,003$  и  $p < 0,001$  по сравнению со здоровой группой). Псевдосинусы Вальсальва-графта обеспечивали снижение скорости кровотока и снижали напряжение стенки в ВАо ( $p < 0,001$ ) [78].

Аналогичные результаты представили N. Galea и коллеги в исследовании, где также использованы возможности магнитно – резонансной томографии с 4D-картированием потока [65]. Авторами было выполнено разделение пациентов на 2 группы (линейные протезы и Вальсальва-графты) по 5 пациентов, и было отмечено, что Вальсальва-графты продемонстрировали более низкие средние скорости ( $p < 0,03$ ) и напряжение сдвига стенки аорты в осевом направлении ( $p < 0,05$ ).

В исследование M. Sieren и коллег с использованием магнитно – резонансной томографии с 4D-картированием потока включено большее число пациентов: по 12 для групп линейных протезов и Вальсальва-графтов [134]. Главным параметром сравнения было напряжение сдвига стенки аорты. В плоскостях, граничащих с протезом, все значения напряжения сдвига стенки аорты были достоверно ниже в группе Вальсальва-графта, приближаясь к физиологическому оптимуму здоровых лиц, однако разница этого параметра в различных точках КАо была значительно ниже, что указывало на явную нефизиологичность обоих видов протезов [134].

О диаметрально противоположных результатах использования Вальсальва-графтов сообщили M. Paulsen и коллеги по итогам экспериментального исследования [113]. С помощью 3D-печати ими был создан симулятор левых отделов сердца, включавший выводной отдел ЛЖ и КАо с реимплантационным клапаном. Аортальные клапаны свиней реимплантировали либо в линейные протезы ( $n = 6$ ), либо в Вальсальва-графт ( $n = 6$ ). Анализировались гемодинамические, ЭхоКГ данные. По результатам выявлено, что оба графта демонстрировали хорошие показатели кровотока, в том числе и коронарного. Однако биомеханика этих двух кондуктов значительно различалась: линейные протезы обеспечивали повышенную радиальную комиссуральную стабильность и коаптацию створок [113].

Результаты вышеописанных публикаций противоречивы и не демонстрируют единогласного преимущества Вальсальва-графтов. Если исследования, посвященные оценке физиологичности кровотока при помощи магнитно – резонансной томографии с 4D-картированием потока, и указывают на лучшую гемодинамику при имплантации Вальсальва-графтов, то единичные клинические и экспериментальные отчеты не выявляют какую-либо разницу [15, 37, 65, 68, 69, 113, 134].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая приемлемые ранние и отдаленные результаты, а также показатели трансклапанной гемодинамики после операции Озаки, комбинация процедур Бенталл-Де Бено и аутоперикардиальной неокуспидизации АК заслуживает оценки исходов в реальной клинической практике. Создание композитного гraftа «Русский кондукт» представляется воспроизводимым методом реконструкции КАо и ВАо. Необходимо отметить, что данный метод является экономически выгодным вариантом формирования композитного гraftа, содержащего бескаркасный биопротез. Перспективы операции «Русский кондукт» будут ясны после получения результатов на большом клиническом материале с оценкой безопасности и долговечности гraftа. Процедура БиоБенталл демонстрирует удовлетворительные ранние и отдаленные результаты, сопоставимые с классической операцией Бенталл-Де Бено, и незначительно уступающие с клапан-сохраняющим методикам. «Full-root» методика имплантации композитного гraftа в КАо при операции БиоБенталл является предпочтительной и безопасной. Композитные гraftы, содержащие бескаркасные биопротезы, представляются более перспективными и долговечными в сравнении с каркасными, однако, с учетом минимального количества работ, напрямую сопоставляющих эти методики, необходимо дальнейшее изучение данной гипотезы. Тотальные ксеноперикардиальные кондукты продемонстрировали высокий потенциал к деградации и не рекомендуются к использованию. Модификация операции Росса с помещением

легочного аутографта в сосудистый протез показывает превосходные гемодинамические исходы в отдаленном периоде наблюдения, но данные литературы о ее применимости в когорте больных с проксимальными аневризмами аорты недостаточны [14]. Сохранение физиологичности КАо путем имплантации Вальсальва-графтов или ремоделирования обеспечивает лучшую гемодинамику и снижает напряжение на створки АК, однако эти постулаты идут вразрез с данными клинических исследований, посвященных анализу послеоперационных исходов и демонстрирующих отсутствие преимущества Вальсальва-графтов над линейными протезами в отношении свободы от реопераций на АК [15].

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### 2.1 Дизайн исследования

Выполнено ретроспективное одноцентровое когортное исследование, включившее 103 пациента, оперированных по поводу патологии КАо и ВАо в кардиохирургическом отделении Университетской клинической больницы № 1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), в период с 2014 по 2022 гг. с распределением пациентов по следующим группам [6]:

**Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28), исследуемая группа** – пациенты, перенесшие комбинированную процедуру Бенталл-Де Бено и неокуспидизацию АК створками из аутологичного перикарда [6];

**Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22), группа сравнения 1** – пациенты, перенесшие имплантацию синтетического композитного кондукта, содержащего биологический каркасный протез клапана Ао [6];

**Группа 3 «Бенталл» (n = 53), группа сравнения 2** – пациенты, перенесшие классическую процедуру Бенталл-Де Бено с использованием механического протеза АК [6].

#### **Критерии включения:**

- пациенты старше 18-ти лет, перенесшие протезирование КАо и ВАо композитным граffтом, содержащим аутоперикардиальные неостворки, каркасный биопротез или механический протез клапана аорты,
- добровольное предоставление пациентом результатов обследования в среднеотдаленные сроки после операции [6].

#### **Критерии исключения:**

- пациенты с острым расслоением грудной аорты,
- пациенты, перенесшие протезирование других клапанов сердца,
- пациенты со значимым поражением периферического артериального русла,
- пациенты с патологией дуги аорты, требующей хирургической коррекции,

- пациенты после ранее выполненных открытых вмешательств на сердце.

Согласно цели исследования, проведено попарное сравнение группы 1 «Русский кондуит» с группой 2 «БиоБенталл» и с группой 3 «Бенталл-Де Боно». Сравнение групп 2 и 3 между собой не проводилось.

Группы сравнивались в интра- и раннем послеоперационном периоде, а также в среднеотдаленные сроки после вмешательства.

Качество жизни сравнивалось между всеми группами в среднеотдаленном периоде, использовался специфический клапанный опросник Perchinsky [114].

Подробное графическое изображение дизайна исследования представлено на «Рисунке 8».

Свобода от MACCE включила в себя кумулятивную свободу от следующей комбинации неблагоприятных событий: смерть от всех причин, острый инфаркт миокарда, нарушение мозгового кровообращения, инфекционный эндокардит. При оценке госпитальных осложнений оценивались: госпитальная летальность, острый инфаркт миокарда, сердечная недостаточность, дыхательная недостаточность, острое нарушение мозгового кровообращения, частота подключения экстракорпоральной мембранный оксигенации, кровотечения, острое почечное повреждение, нарушения ритма сердца, полиорганская недостаточность [6].



Рисунок 8 – Дизайн исследования. Ср. гр. – средний градиент на аортальном клапане

## 2.2 Описание исследуемой когорты пациентов и анализ сопоставимости групп

Данные, касающиеся возраста и антропометрических показателей, представлены в «Таблице 3». Группы были сопоставимыми по всем вышеуказанным параметрам. Сравнение групп, касающееся экстракардиальной коморбидной патологии, представлено в «Таблице 4». Статистически значимой разницы между группами также не выявлено.

Таблица 3 – Сравнение возраста, гендерного распределения и антропометрических показателей между группами 1 и 2, 3 [6]

Параметры	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22)	Группа 3 «Бенталл» (n = 53)	p =
Возраст (лет), M ± SD	54,7 ± 16,2	50,0 ± 16,8	52,8 ± 13,6	$p^{1/2} = 0,320$ $p^{1/3} = 0,560$
Мужской пол, n (%)	23 (82,1)	19 (86,4)	50 (94,3)	$p^{1/2} = 0,683$ $p^{1/3} = 0,080$
Площадь поверхности тела (м <sup>2</sup> ), M ± SD	1,98 ± 0,2	2,03 ± 0,22	2,02 ± 0,25	$p^{1/2} = 0,385$ $p^{1/3} = 0,445$
Индекс массы тела (кг/м <sup>2</sup> ), M ± SD	27,8 ± 4,03	27,02 ± 5,8	26,9 ± 5,9	$p^{1/2} = 0,592$ $p^{1/3} = 0,472$

Таблица 4 – Сравнение групп 1 и 2, 3 по экстракардиальной коморбидной патологии

Параметры	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22)	Группа 3 «Бенталл» (n = 53)	p =
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	3 (10,7)	3 (13,6)	8 (15,1)	$p^{1/2} > 0,999$ $p^{1/3} = 0,586$
Сахарный диабет, n (%)	2 (7,1)	2 (9,1)	4 (7,5)	$p^{1/2} > 0,999$ $p^{1/3} > 0,999$
Хроническая болезнь почек, n (%)	2 (7,1)	2 (9,1)	4 (7,5)	$p^{1/2} > 0,999$ $p^{1/3} > 0,999$

## Продолжение таблицы 4

Параметры	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22)	Группа 3 «Бенталл» (n = 53)	p =
Инфекционные заболевания в анамнезе (гепатит В и С, сифилис), n (%)				$p^{1/2} > 0,999$ $p^{1/3} > 0,999$
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)	1 (3,6)	1 (4,5)	2 (3,8)	$p^{1/2} > 0,999$ $p^{1/3} > 0,999$

Характеристики, касающиеся сердечно – сосудистой системы представлены в «Таблице 5», также были сопоставимыми между группами.

Таблица 5 – Сравнение характеристик, касающихся сердечно – сосудистой системы групп 1 и 2, 3 [6]

Параметры	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22)	Группа 3 «Бенталл» (n = 53)	p =
Хроническая сердечная недостаточность III-IV функциональный класс по NYHA, n (%)				$p^{1/2} = 0,203$ $p^{1/3} = 0,402$
	9 (32,1)	11 (50)	22 (41,5)	

## Продолжение таблицы 5 [6]

Параметры	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22)	Группа 3 «Бенталл» (n = 53)	p =
Радиочастотная абляция, имплантация электрокардиостимулятора в анамнезе, n (%)				$p^{1/2} > 0,999$ $p^{1/3} = 0,230$
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	1 (3,6)	1 (4,5)	6 (11,3)	$p^{1/2} = 0,995$ $p^{1/3} = 0,457$
Чрескожные коронарные вмешательства в анамнезе, n (%)	9 (32,1)	5 (22,7)	17 (32,1)	$p^{1/2} > 0,999$ $p^{1/3} = 0,606$
Желудочковая эстрасистолия, n (%)	2 (7,1)	1 (4,5)	2 (3,8)	$p^{1/2} = 0,621$ $p^{1/3} > 0,999$
Фибрилляция предсердий, n (%)	3 (10,7)	2 (9,1)	5 (9,4)	$p^{1/2} = 0,683$ $p^{1/3} = 0,911$
Артериальная гипертензия, n (%)	5 (17,9)	3 (13,6)	10 (18,9)	$p^{1/2} = 0,805$ $p^{1/3} = 0,090$
20 (71,4)	15 (68,2)	46 (86,8)		

Клинические данные, касающиеся аорты и АК, представлены в «Таблице 6».

Группы оказались сопоставимыми по всем параметрам за исключением бикуспидального АК – в группе 1 «Русский кондукт» таких пациентов было значительно больше.

Таблица 6 – Сравнение клинических данных, касающихся аорты и аортального клапана групп 1 и 2, 3

Параметры	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22)	Группа 3 «Бенталл» (n = 53)	p =
Синдром Марфана, n (%)	2 (7,1)	3 (13,6)	3 (5,7)	$p^{1/2} = 0,642$ $p^{1/3} = 0,540$
Атеросклероз аорты, n (%)	19 (67,9)	11 (50)	27 (50,9)	$p^{1/2} = 0,203$ $p^{1/3} = 0,144$
Тяжелый стеноз АК, n (%)	15 (53,6)	7 (31,8)	22 (41,5)	$p^{1/2} = 0,125$ $p^{1/3} = 0,301$
AH > 2-й степени, n (%)	24 (85,7)	22 (100)	49 (92,5)	$p^{1/2} = 0,065$ $p^{1/3} = 0,334$
Кальциноз створок АК, n (%)	14 (50)	8 (36,4)	22 (41,5)	$p^{1/2} = 0,333$ $p^{1/3} = 0,467$
Бикуспидальный АК, n (%)	14 (50)	1 (4,5)	7 (13,2)	$p^{1/2} < 0,01$ $p^{1/3} < 0,01$

Исходные предоперационные данные трансторакальной ЭхоКГ представлены в «Таблице 7». В группе 1 «Русский кондукт» отмечен более высокий средний градиент на АК в сравнении с группой 2 «БиоБенталл» ( $p < 0,01$ ), что связано с большей частотой встречаемости AH > 2-й степени по сравнению с группой 1 «Русский кондукт».

Таблица 7 – Исходные эхокардиографические данные, сравнение групп 1 и 2, 3 [6]

Параметры	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22)	Группа 3 «Бенталл» (n = 53)	p =
Фракция выброса ЛЖ (%), M ± SD	52,6 ± 7,4	55,6 ± 5,4	54,6 ± 7,9	$p^{1/2} = 0,140$ $p^{1/3} = 0,266$
Конечный диастолический объем ЛЖ (мл), M ± SD	165,6 ± 76,9	173,3 ± 41,7	179,5 ± 67,8	$p^{1/2} = 0,395$ $p^{1/3} = 0,404$
Толщина межжелудочковой перегородки (см), M ± SD	1,37 ± 0,34	1,21 ± 0,18	1,31 ± 0,36	$p^{1/2} = 0,294$ $p^{1/3} = 0,710$
ФК АК (мм), M ± SD	24,4 ± 4,8	26,8 ± 2,5	25,9 ± 3,1	$p^{1/2} = 0,123$ $p^{1/3} = 0,186$
Диаметр аорты на уровне синусов Вальсальвы (см), M ± SD	5,4 ± 1,2	5,2 ± 0,91	6,01 ± 1,8	$p^{1/2} = 0,521$ $p^{1/3} = 0,234$
Диаметр аорты на уровне ВАо (см), M ± SD	6,45 ± 2,1	6,05 ± 1,2	6,6 ± 2,08	$p^{1/2} = 0,794$ $p^{1/3} = 0,922$
Легочная гипертензия, n (%)	12 (42,9)	7 (31,8)	26 (49,1)	$p^{1/2} = 0,422$ $p^{1/3} = 0,594$
Средний градиент на АК (мм рт. ст.), M ± SD	25,7 ± 21,5	7,4 ± 4,8	26,8 ± 25,0	$p^{1/2} < 0,01$ $p^{1/3} = 0,843$

## Продолжение таблицы 7 [6]

Параметры	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 28)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 22)	Группа 3 «Бенталл» (n = 53)	p =
Митральная недостаточность > 2 ст., n (%)				$p^{1/2} = 0,584$ $p^{1/3} = 0,115$
Трикуспидальная недостаточность > 2 ст., n (%)	17 (60,7)	15 (68,2)	41 (77,4)	$p^{1/2} > 0,999$ $p^{1/3} = 0,933$

### 2.3 Техника выполнения операций

#### Операция «Русский кондукт».

Данная методика, разработанная и запатентованная специалистами Сеченовского университета [16], состоит в имплантации «hand-made» синтетического композитного гrafta (линейный протез «POLYTHESE IC/ICT» – «ПЕРОУЗЕ МЕДИКАЛ», Франция), в просвет которого интраоперационно вшиваются створки из обработанного 0,6 % глутаровым альдегидом аутологичного перикарда, выкроенных по шаблону Озаки. Обязательно использование интраоперационной чреспищеводной ЭхоКГ с целью получения точных размеров структур корня аорты, в особенности, ФК АК, до начала ИК. Имплантация готового «hand-made» гrafta выполняется по одной из техник Бенталл-Де Боно («закрытая» методика или «full-root»). С целью повышения гемостатичности, мы рекомендуем использовать «full-root» методику (по типу операции Дэвид). Подобная техника использована нами в 89,3 % случаев (n = 25) [6].

Этапность техники операции «Русский кондукт» хирургического лечения представлена следующим образом:

После введения пациента в наркоз по стандартной методике (комбинированный эндотрахеальный наркоз), осуществляется доступ к переднему средостению через полную срединную стернотомию «Рисунок 9».

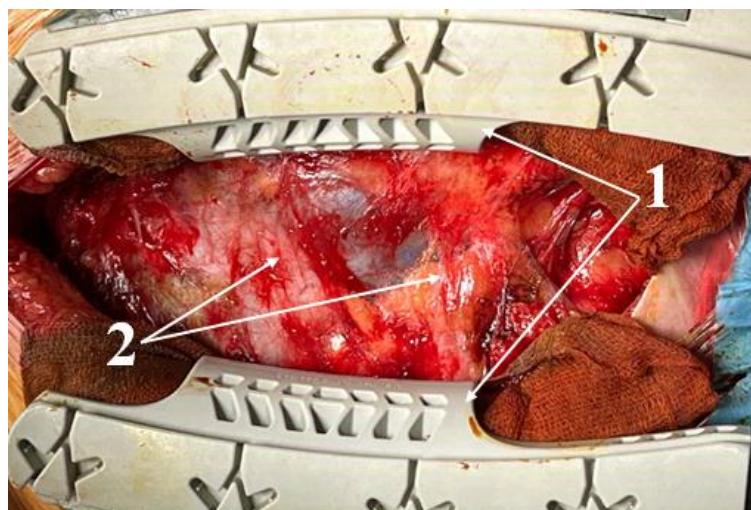


Рисунок 9 – Этап стернотомии. Странками указано: 1 – реечный стернальный ранорасширителем «MAQUET», 2 – жировая и соединительная ткани, предлежащие к передней поверхности перикарда

Далее тупым (при помощи тупфера и салфетки) и острым путем (сосудистые ножницы, коагулятор) удаляются ткани, окружающие переднюю поверхность аутоперикарда, в проксимальном направлении до уровня проекции ВАо, в дистальном направлении до уровня диафрагмы, в латеральных направлениях до уровня плевральных полостей. Далее производится мобилизация перикарда размером 7 – 8 x 7 – 8 см, с дальнейшим иссечением этого участка перикарда и его фиксацией висцеральной поверхностью к «hande-made» пластине с натяжением аутоперикарда по краям пластины, для недопущения его сморщивания на дальнейших этапах. После фиксации аутоперикарда на пластине, передняя поверхность перикарда тщательно очищается от остатков жировой и соединительной ткани тупым (при помощи тупфера и влажной салфетки) и острым путем (сосудистые ножницы) [22] «Рисунок 10».

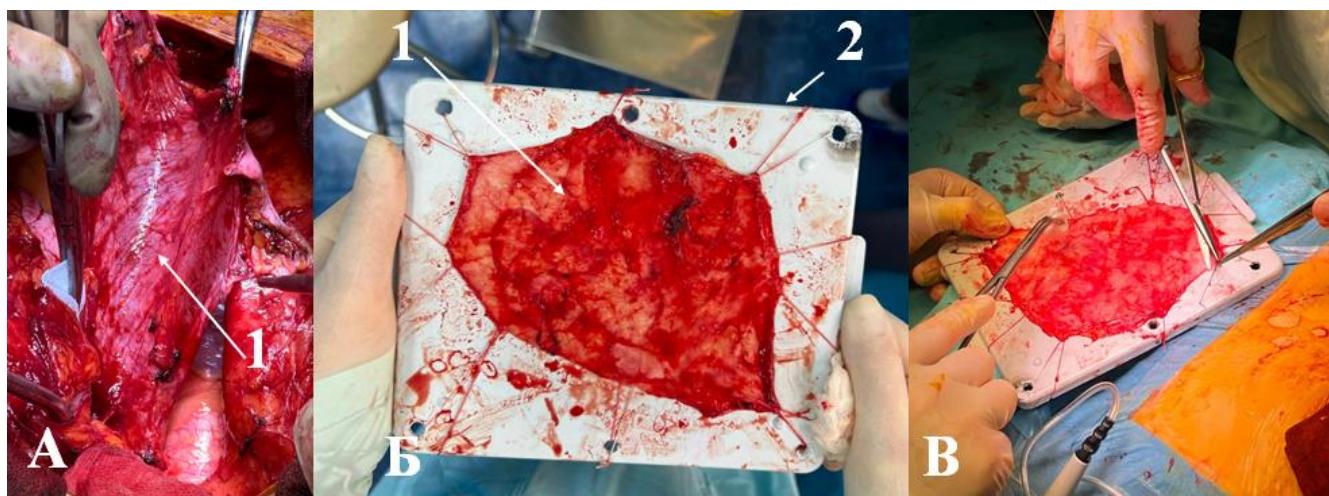


Рисунок 10 – Этапы подготовки аутоперикарда. А – этап иссечения перикарда, Б – фиксация аутоперикарда на «hande-made» пластине, В – удаление тупым и острым путем остатков жировой и соединительной тканей. Стрелками указано – 1 – аутоперикард, 2 – «hande-made» пластина

Иссеченный и тщательно механически обработанный участок аутоперикарда, фиксированный на «hande-made» пластине, экспонируется в 0,6 % растворе глютарового альдегида в течение 8 мин, с последующим двукратным отмыванием в физиологическом растворе по 8 мин [20] «Рисунок 11».

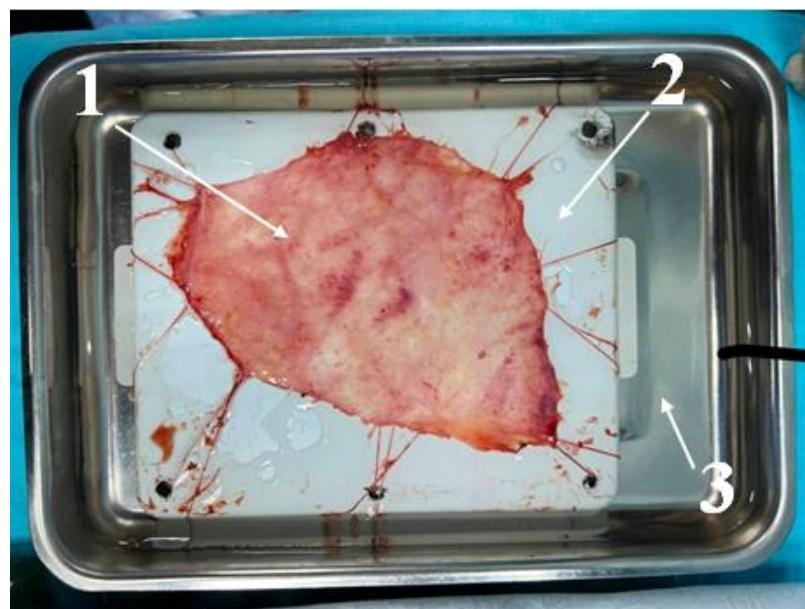


Рисунок 11 – Обработка подготовленного аутоперикарда в 0,6% растворе глутарового альдегида. Стрелками указано: 1 – аутоперикард, 2 – «hande-made» пластина, 3 – 0,6 % раствор глутарового альдегида

Одномоментно с проведением выделения лоскута аутоперикарда, его последующей обработки и до начала ИК, проводится чреспищеводная ЭхоКГ для оценки размеров структур КАо.

Расчет размера протеза, техника подготовки аутологичного перикарда и расчет размера створок представлен в «Таблице 8».

Таблица 8 – Особенности техники подготовки композитного гrafta по методике «Русский кондуйт» [6, 14]

Параметры	Техника
Расчет размера протеза	<ul style="list-style-type: none"> <li>– при отсутствии расширения ВАо, размер протеза равен + 5 мм к диаметру ФК АК;</li> <li>– при расширении ВАо диаметр протеза составляет 30 или 32 мм.</li> </ul>
Подготовка аутоперикардиального листка	<ul style="list-style-type: none"> <li>– забор листка перикарда размером примерно 7 ~ 8 x 7 ~ 8 см;</li> <li>– фиксация перикарда висцеральной поверхностью к «hade-made» пластиковой пластине с натяжением по краям для недопущения его сморщивания при дальнейших этапах;</li> <li>– экспозиция в 0,6 % растворе глутарового альдегида в течение 8 мин;</li> <li>– двукратная экспозиция в физиологическом растворе по 8 мин;</li> </ul>
Расчет размера неостворок из аутологичного перикарда	<ul style="list-style-type: none"> <li>– размер створки = диаметр протеза – 1 мм (при четном значении диаметра сосудистого протеза);</li> <li>– размер створки = диаметр протеза (при нечетном значении диаметра сосудистого протеза);</li> <li>– в соответствии с расчетами вырезаются 3 симметричные неостворки с использованием шаблонов Озаки.</li> </ul>

После расчета размера протеза и неостворок выполняется их разметка на подготовленном участке аутоперикарда и выкройка трех симметричных неостворок с последующей фиксацией и окончательным формированием композитного гrafta [6] «Рисунок 12».

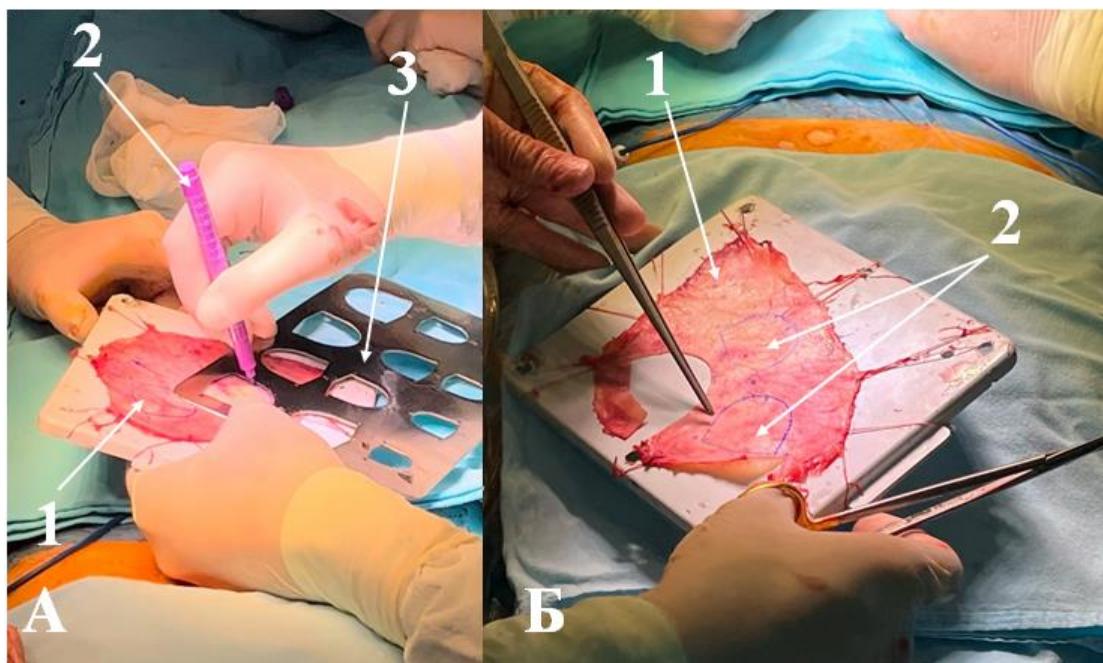
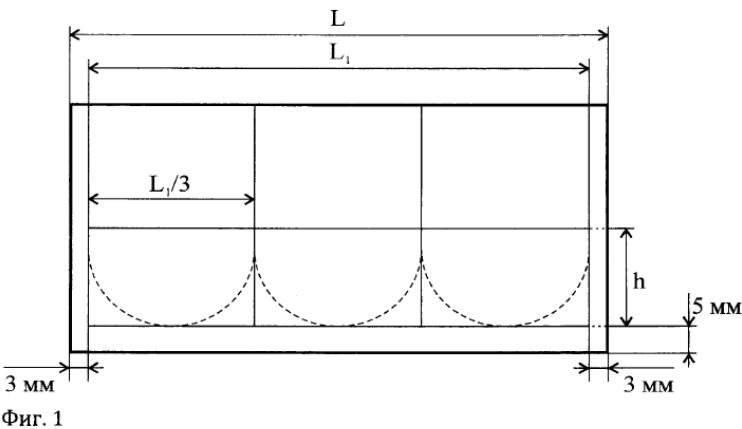
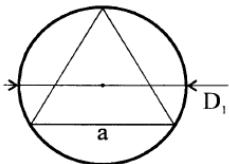


Рисунок 12 – Формирование неостворок из аутоперикарда. А – с использованием «hande-made» лекало по Р.Н. Комарову в соответствии с шаблонами S. Osaki (1 – аутоприкард, фиксированный на пластине, 2 – стерильный маркер, 3 – лекало по Р.Н. Комарову в соответствии с шаблонами S. Osaki), Б – выкраивание неостворок (1 – аутоперикард, 2 – размеченные неостворки)

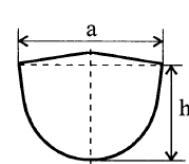
На более ранних этапах становления методики использовалась достаточно сложная техника имплантации неостворок, состоявшая в продольном разрезании протеза, расчерчивании линий фиксации створок с использованием формулы, описанной в запатентованной в нашем отделении работе, фиксации неостворок и восстановлении целостности протеза путем наложения непрерывного шва «Prolene» 5/0 «Рисунок 13» [6, 85], «Рисунок 14».



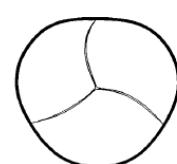
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Рисунок 13 – Схема наметки линий фиксации неостворок к протезу. Адаптировано из [14, 82]

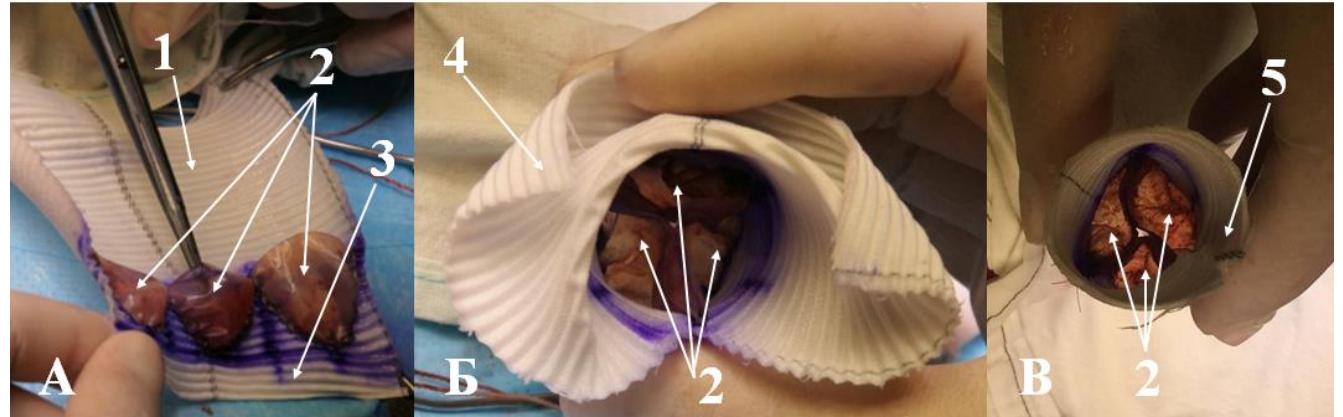


Рисунок 14 – Этапы интраоперационной техники формирования «hande-made» кондуита. А – имплантированные неостворки к продольно рассечённому линейному протезу, Б – этап восстановления целостности линейного протеза со сформированными неостворками из аутоперикарда, В – конечный вид «hande-made» кондуита. Стрелками указано: 1 – продольно рассеченный линейный протез, 2 – фиксированные к протезу три симметричные неостворки, 3 – участок протеза, формирующий «юбку», используемую в дальнейшем для фиксации к фиброзному кольцу аортального клапана, 4 – вновь сшиваемый продольно рассеченный линейный протез, 5 – вновь сформированный линейный протез

В настоящий момент мы применяем упрощенную технику формирвоания «*hande-made*» кондуита. В соотвествии с которой линейный сосудистый протез выворачивается наружу. Далее по нижнему краю протеза, отступая 5 мм от проксимального его края, стерильным маркером проводится циркулярная линия, которая отделяет участок протеза, формирующий «юбку», используемую в дальнейшем для фиксации к ФК АК. Стерильным маркером на сосудистый протез наносятся линии фиксации створок [6] «Рисунок 15».

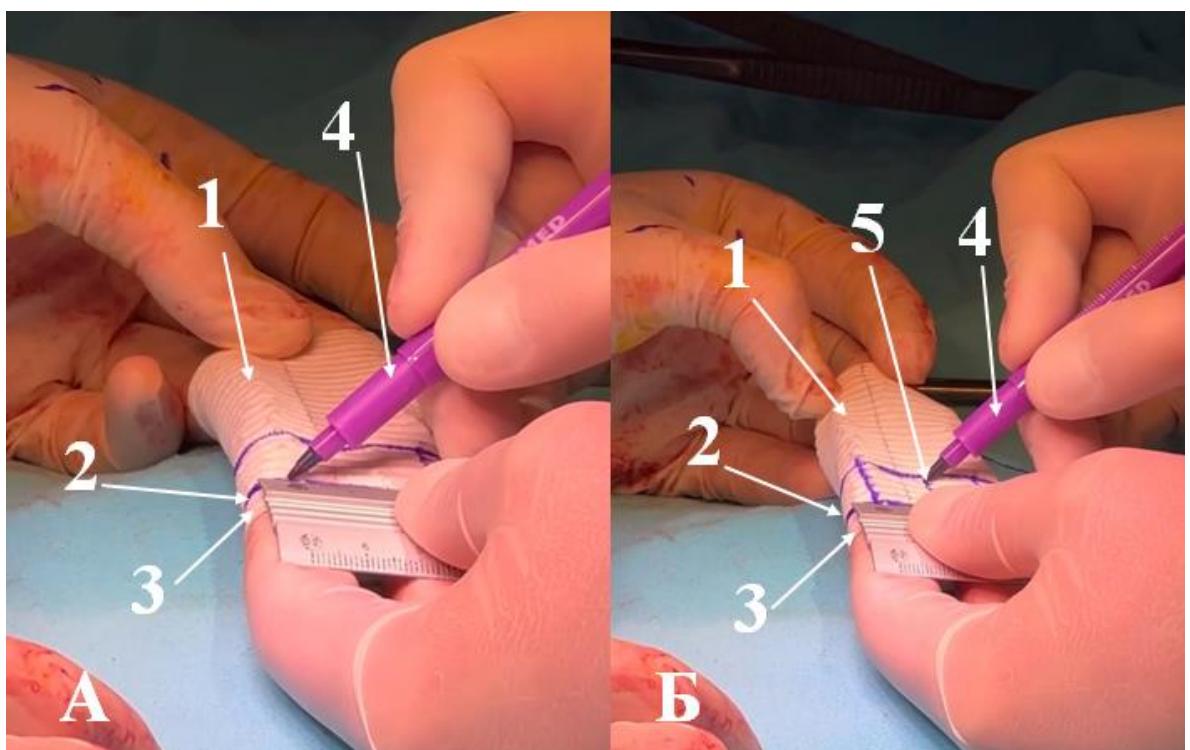


Рисунок 15 – Интраперационные этапы упрощенной техники формирования «*hande-made*» кондуита. А – разметка циркулярной линии, формирующей «юбку» для фиксации к фиброзному кольцу аортального клапана, Б – нанесение на протез линий будущей фиксации неостворок. Стрелками указано: 1 – вывернутый линейный протез, 2 – циркулярная линия, 3 – «юбка», 4 – стерильный маркер, 5 – линии фиксации неосторок

Далее неостворки поочередно фиксируются к протезу тремя непрерывными проленовыми швами, которые завязываются снаружи протеза. При этом висцеральная поверхность перикарда должна быть обращена в сторону выходного

отдела ЛЖ, а передняя в сторону протеза. Следует отметить, что для достижения прецизионности шва, фиксацию неостворок к сосудистому протезу проводят с использованием полипропиленовой нити «Prolene» 5/0 с колющей иглой 13 мм. Дебютные 4 – 5 стежков накладываются в соотношении 3:1 (вкол на неостворке в 3 раза меньше, чем на сосудистом протезе), последующие 2 стежка – в соотношении 2:1, а последние – 1:1. Таким образом, имитируется анатомичность расположения створки в неокорне аорты [6] «Рисунок 16».

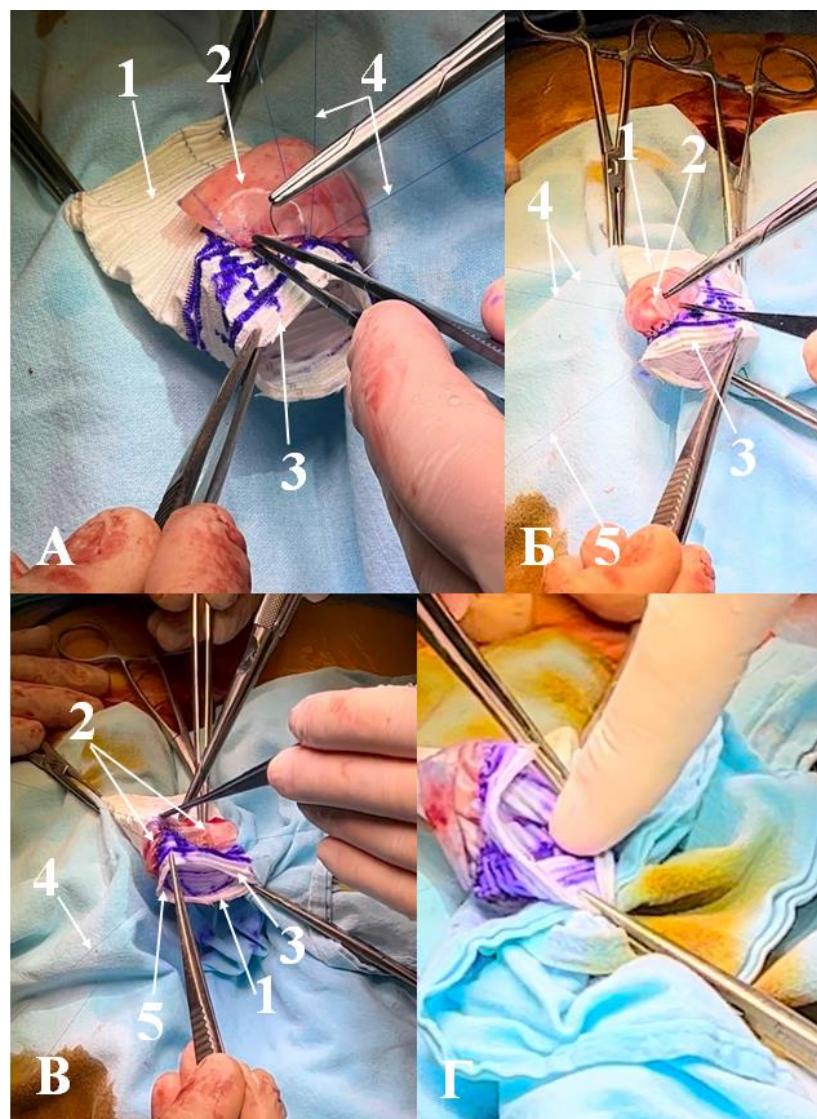


Рисунок 16 – Фиксация неостворток по упрощенной технике формирования «hande-made» кондуита. А – начало фиксации неоствортки непрерывным швом нитью «Prolene», Б – фиксация неоствортки непрерывным швом, который завязывается снаружи протеза, В – фиксация следующей симметричной неоствортки, Г – выведенные наружу проленовые нити, этап завязывания. Стрелками указано: 1 – вывернутый линейный сосудистый протез, 2 – неоствортка, обращенная висцеральной поверхностью перикарда внутрь протеза, 3 – «юбка», 4 – нить «Prolene» 5/0, 5 – выведенные наружу протеза проленовые нити для последующего завязывания

Готовый кондукт выворачивается в исходное положение «Рисунок 17».



Рисунок 17 – Выворачивание линейного протеза по упрощенной технике формирования «hande-made» кондукита. А, Б, В, Г – этапы выворачивания линейного протеза содержащего неостворки

После выворачивания готового «hande-made» кондукита, производится наложение трех П-образных швов для формирования неокомиссур, которые выводятся наружу линейного протеза и завязываются, что обеспечивает должную эффективную высоту сформированных неокомиссур [6] «Рисунок 18».

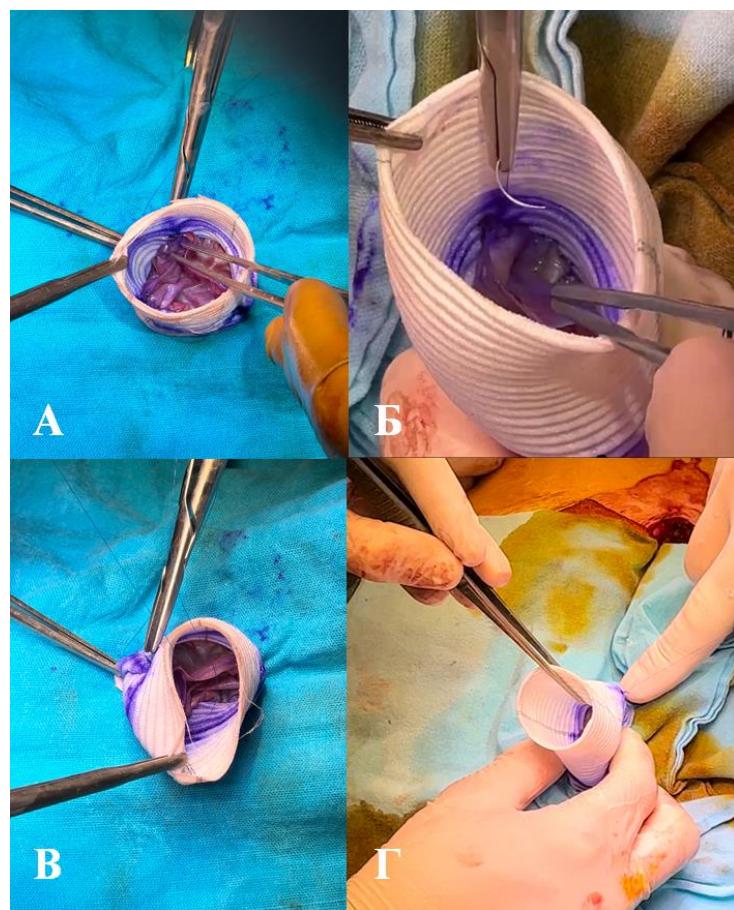


Рисунок 18 – Этапы формирования неокомиссур. А, Б, В, Г – этапы наложения П-образных швов для формирования неокомиссур

До начала имплантации готового «hande-made» кондуита в КАо, нами всегда обязательно проводится гидропроба, для определения компетентности неоклапана в готовом «hande-made» кондуите, путем введения в область дистального конца готового «hande-made» кондуита 0,9 % физиологического раствора. Проба считалась положительной, если уровень физиологического раствора в линейном протезе оставался постоянным.

По завершении формирования «hande-made» кондуита производится этапное наложение кисетных швов на аорту на уровне отхождения брахиоцефального ствола, нижнюю и верхнюю полые вены, правую верхнюю легочную вену (для установки дренажа ЛЖ). Далее подключается аппарат ИК по схеме ВАо (дуга на уровне брахиоцефального ствола) – верхняя полая вена – нижняя полая вена и устанавливался дренаж ЛЖ в правую верхнюю легочную вену [22] «Рисунок 19».

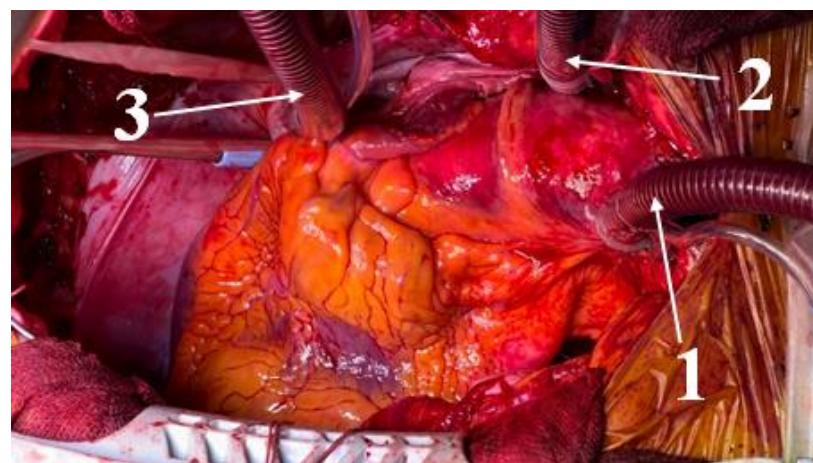


Рисунок 19 – Схема центральной канюляции. Стрелками указано – 1 – канюля в восходящей аорте, 2 – канюля в верхней полой вене, 3 – канюля в нижней полой вене

Тотчас ниже зоны канюляции аорты производится наложение сосудистого зажима и пережатие аорты, поперечное пересечение аорты выше СТС, антеградная селективная кардиоплегия в устья коронарных артерий («Кустодиол»), иссечение аневризматически расширенных или измененных стенок аорты «Рисунок 20».

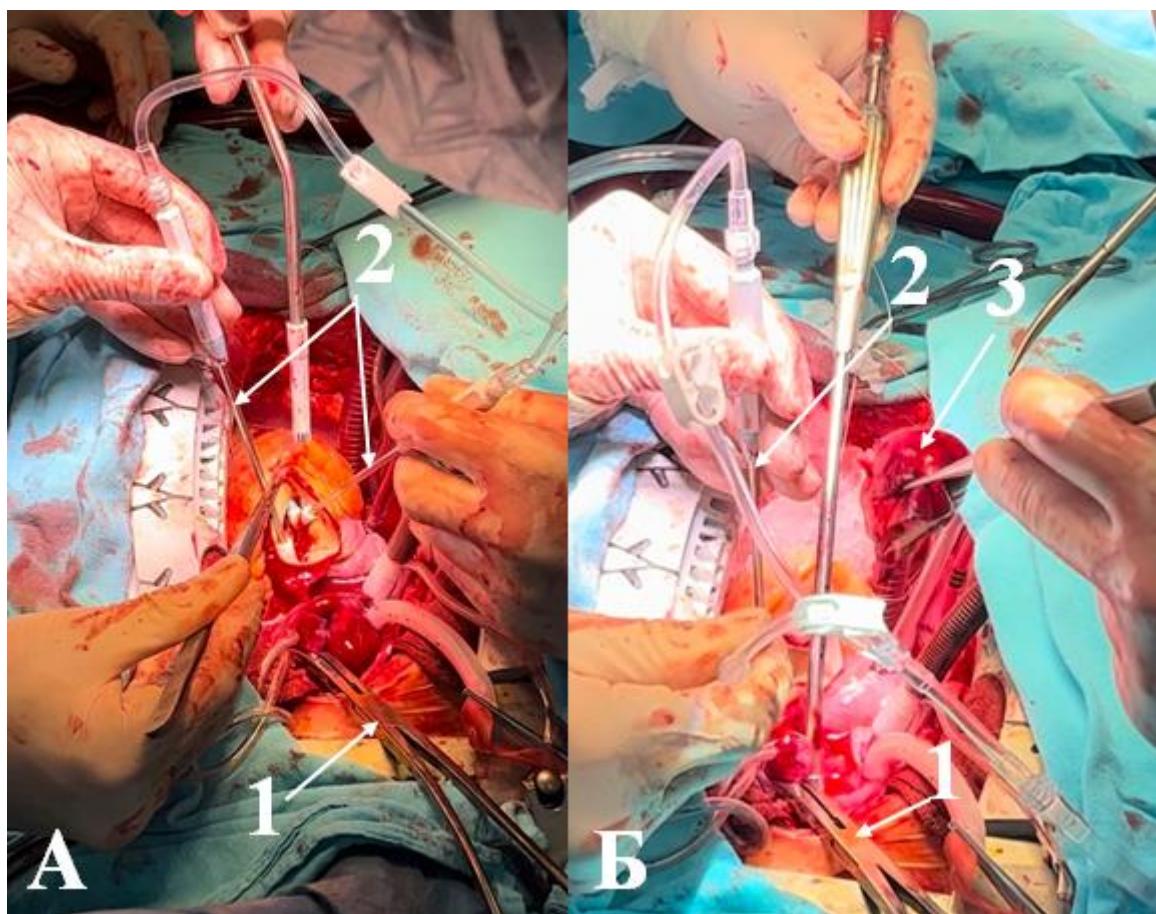


Рисунок 20 – Селективная кардиоплегия с одномоментным иссечением аневризматических стенок аорты. А – этап проведения селективной кардиоплегии, Б – иссечение аневризматически расширенных стенок аорты. Стрелками указано – 1 – сосудистый зажим на аорте, 2 – канюли для селективной кардиоплегии, 3 – иссеченный участок аневризматически расширенной стенки аорты

Производится глубокая мобилизация корня аорты с выделением всех структур, рекомендуем использовать «full-root» методику (по типу операции Дэвид). Для удобства мобилизации корня аорты устья коронарных артерий, эпикардиальный жир, ушко правого предсердия и комиссюры с частью аорты отводятся на «держалках», которые формируются путем прошивания нитью «Ethibond» 2/0. Производится иссечение створок АК, при наличии выраженного/грубого кальциноза ФК АК производится его декальцинация, при этом, для предотвращения материальной эмболии, в полость ЛЖ предварительно вводится марлевая турунда, смоченная физиологическим раствором «Рисунок 21».

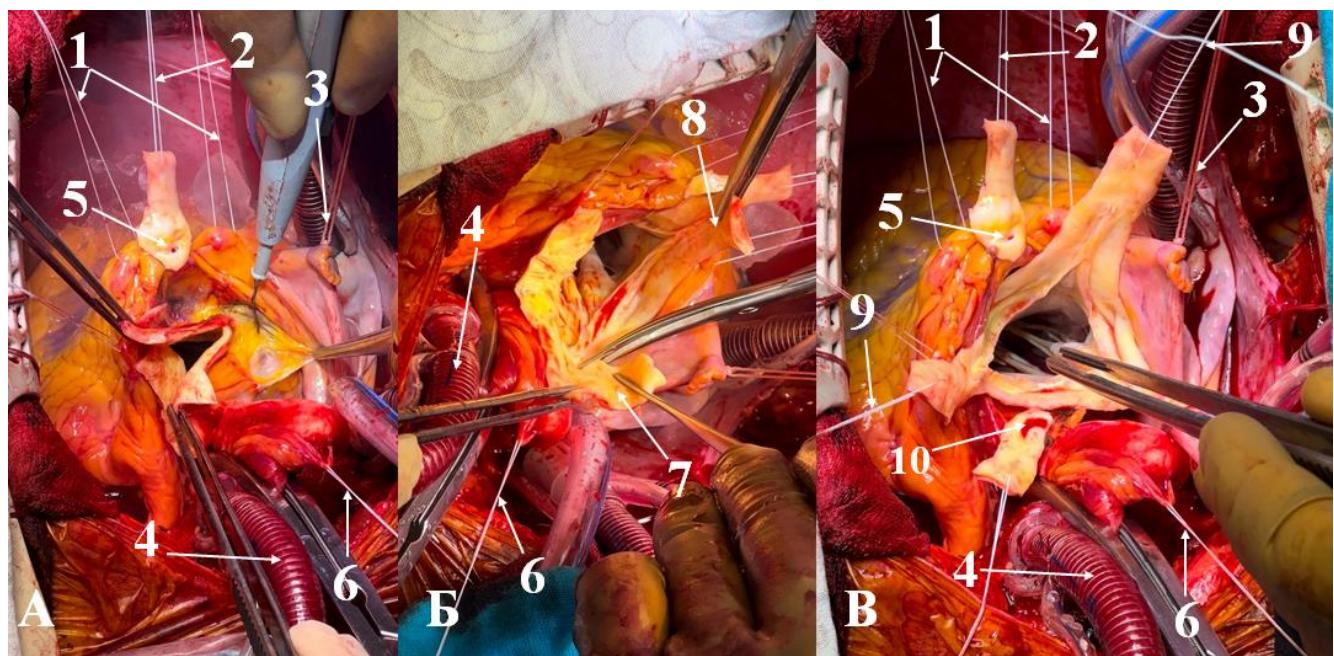


Рисунок 21 – Подготовка корня аорты к имплантации «hand-made» кондуита. А – этап глубокой мобилизации корня аорты, Б – иссечение аневриматических стенок аорты, В – готовый к имплантации в корень аорты «hand-made» кондукт, содержащий неостворки. Стрелками указано – 1 – «держалки» эпикардиального жира, 2 – «держалка» на устья коронарных артерий, 3 – «держалка» на ушко правого предсердия, 4 – канюля в восходящей аорте, 5 – устье правой коронарной артерии, 6 – «держалка» на аорту, 7 – иссекаемый участок корня аорты, 8 – комиссюра между правой коронраной и некоронраной створками аортального клапана, 9 – «держалки» комиссур, 10 – устье левой коронраной артерии

Следующим этапом выполняется имплантация полученного «hand-made» кондуита, содержащего неоствоки, с фиксацией его проксимального конца П-образными швами нитью «Ethibond» 2/0 на тefлоновых прокладках к ФК АК «Рисунок 22».

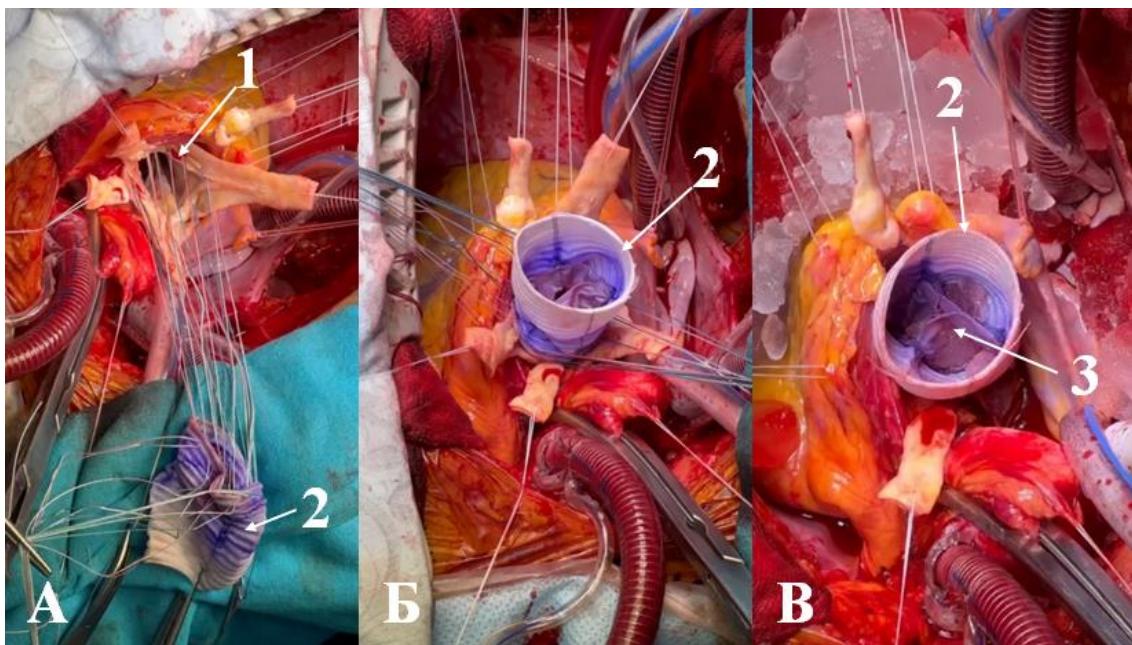


Рисунок 22 – Этапы имплантации «hand-made» кондуита. А – наложение П-образных швов на прокладках на фиброзное кольцо аортального клапана, Б – этап имплантации кондуита в позицию корня аорты, В – окончательный вид кондуита после его имплантации. Стрелками указаны: 1 – П-образные швы на фиброзном кольце аортального клапана, 2 – «hand-made» кондукт, содержащий неостворки, 3 – аутоперикардиальные неостворки «hand-made» кондуита

Дополнительная герметичность в зоне фиксации «hand-made» кондуита к ФК АК осуществляется путем наложения непрерывного обвивного шва по методике J.G. Copeland [46] нитью «Prolene» 5/0 между оставшимся «бортиком» стенки аорты и «юбкой» «hand-made» кондуита «Рисунок 23».

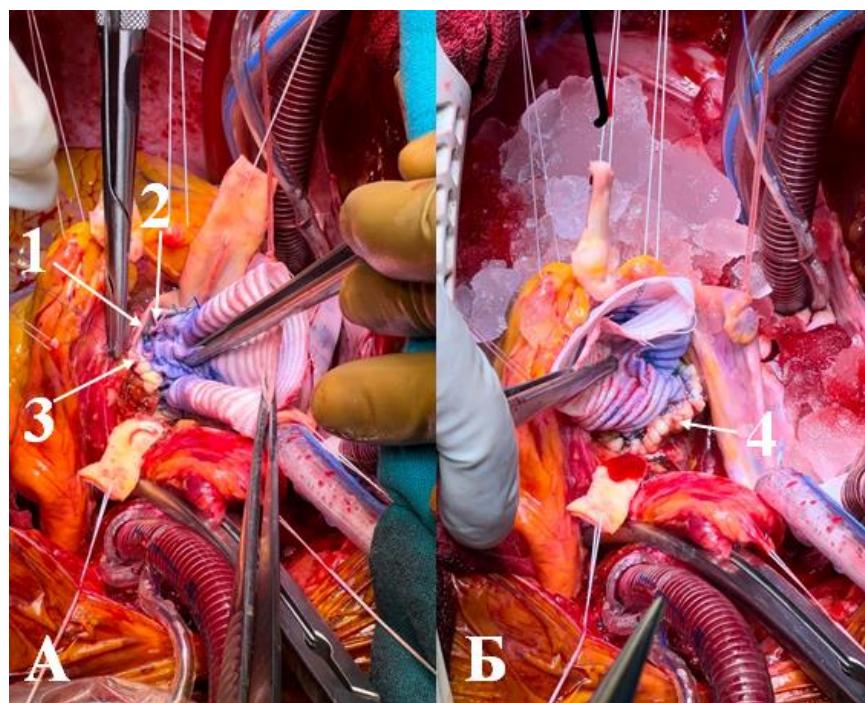


Рисунок 23 – Этап герметизации в зоне фиксации «hand-made» кондуита к фиброзному кольцу аортального клапана. А – этап наложения непрерывного обвивного шва по J.G. Copeland, Б – конечный вид после наложения непрерывного обвивного шва. Стрелками указаны: 1 – «бортик» стенки аорты, 2 – «юбка», 3 – этап формирования обвивного шва по J.G. Copeland, 4 – окончательный вид гемостатичного шва по J.G. Copeland

Термокаутером высекаются отверстия в протезе в проекции устьев коронарных артерий. Поочередно в бок протеза производится реимплантация устьев правой и левой коронарных артерий непрерывным обвивным швом нитью «Prolene» 6/0 «Рисунок 24».

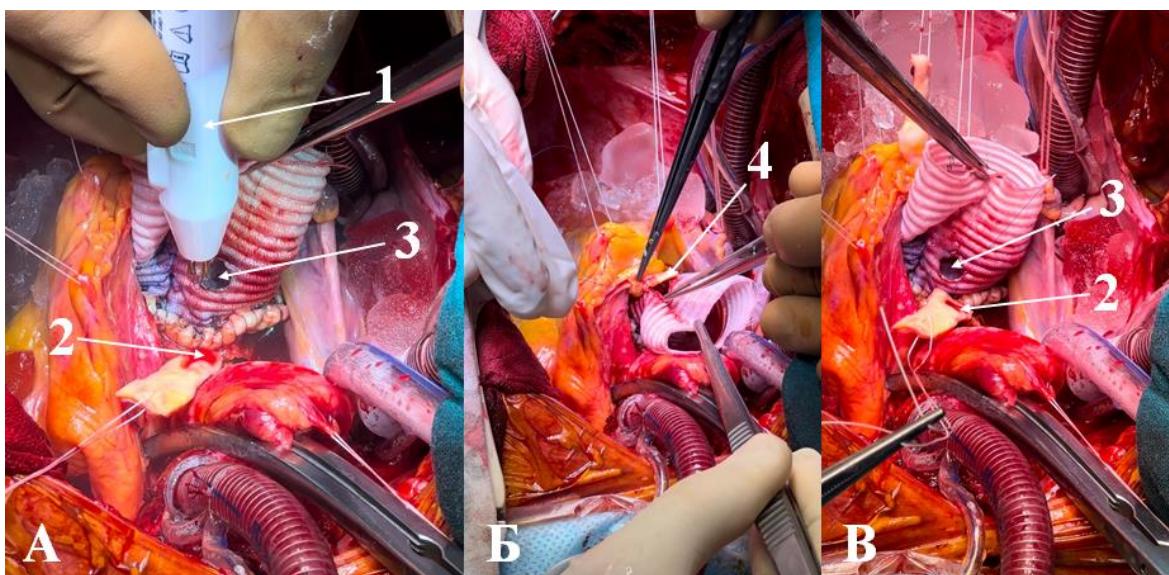


Рисунок 24 – Подготовка «hand-made» кондуита для этапной реимплантации устьев коронарных артерий. А – формирование отверстий в «hand-made» кондуите термокаутером, Б – этап формирования анастомоза устья правой коронарной артерии и «hand-made» кондуита, В – этап формирования анастомоза устья левой коронарной артерии и «hand-made» кондуита. Стрелками указаны: 1 – теромкаутер, 2 – устье левой коронраной артерии, 3 – отверстие в «hand-made» кондуите, 4 – формирование анастомоза устья правой коронарной артерии и «hand-made» кондуита

Основной этап операции завершается формированием дистального анастомоза линейного протеза с ВАо непрерывным обвивным швом нитью «Prolene» 5/0 с колючей иглой 13 мм. Проводится профилактика воздушной и материальной эмболии, снимется зажим с аорты, фиксируются 2 эпикардиальных электрода для временной электрокардиостимуляции и завершается ИК. Выполняется чреспищеводная ЭхоКГ для оценки работы неоклапана с измерением градиентов давления и степени регургитации «Рисунок 25».

После гемостаза устанавливаются дренажи в переднее средостение, полость перикарда и левую плевральную полость через заднюю перикардиотомию (является обязательным в нашем отделении), накладываются проволочные швы на грудину и проводится послойное ушивание раны [22].

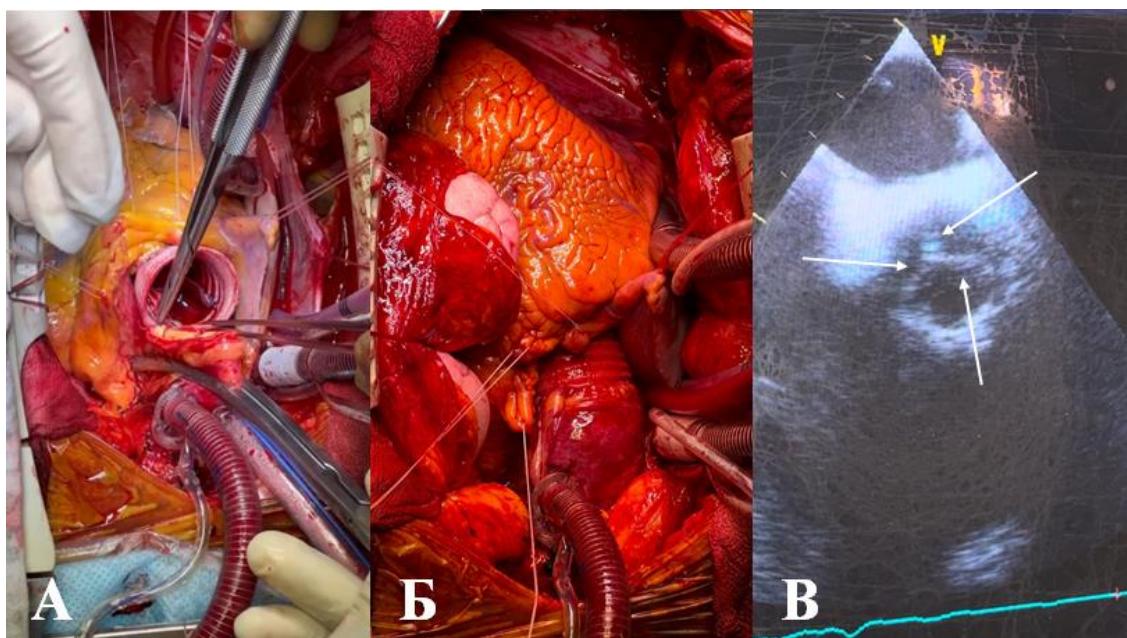


Рисунок 25 – Завершение основного этапа операции «Русский кондукт». А – формированием дистального анастомоза «hand-made» кондукита с восходящей аортой непрерывным обвивным швом, Б – конечный вид операционного поля после снятия зажима с аорты, В – чреспищеводная эхокардиография. Стрелками указаны три симметричные створки неоклапана «hand-made» кондукита

### Операция БиоБенталл.

При выполнении операции БиоБенталл осуществляется доступ к переднему средостению через полную срединную стернотомию, производится вскрытие перикарда, наложение кисетных швов на ВАо, нижнюю и верхнюю полые вены, правую верхнюю легочную вену (для установки дренажа ЛЖ), канюляция аорты, верхней и нижней полых вен. Далее подключается аппарат ИК по схеме ВАо – верхняя полая вена – нижняя полая вена, через правую верхнюю лёгочную вену устанавливается дренаж в полость ЛЖ. После наложения зажима на ВАо, тотчас ниже зоны канюляции аорты, проводится поперечное пересечение аорты выше СТС, антеградная селективная кардиоплегия в устья коронарных артерий. После ревизии АК выполняется иссечение его створок, при наличии выраженного/грубого кальциноза ФК АК производится его декальцинация [22].

Далее для выполнения процедуры БиоБенталл мы использовали композитный линейный сосудистый гraft, содержащий каркасный биопротез. Ввиду отсутствия на территории Российской Федерации коммерчески доступных композитных граffтов, содержащих биопротез АК, нами применялась «hand-made» технология. Использовались синтетические линейные сосудистые протезы «POLYTHESE IC/ICT» («ПЕРОУЗЕ МЕДИКАЛ», Франция), линейка размеров – № 28, 30 и 32. В качестве имплантатов АК использовались каркасные биологические протезы Российского производства «Юнилайн» (ЗАО «НеоКор», г. Кемерово) 21-го, 23-го и 25-го размеров.

Мы применяли 2 техники имплантации. При первой технике промытый биопротез на держателе помещается внутрь сосудистого протеза и фиксируется к сосудистому протезу непрерывным полипропиленовым швом. Подготовленный «hand-made» клапан содержащий композитный кондукт затем имплантируется в КАо к ФК АК при помощи П-образных швов, захватывающих манжету биопротеза и линейный сосудистый протез [14] «Рисунок 26».

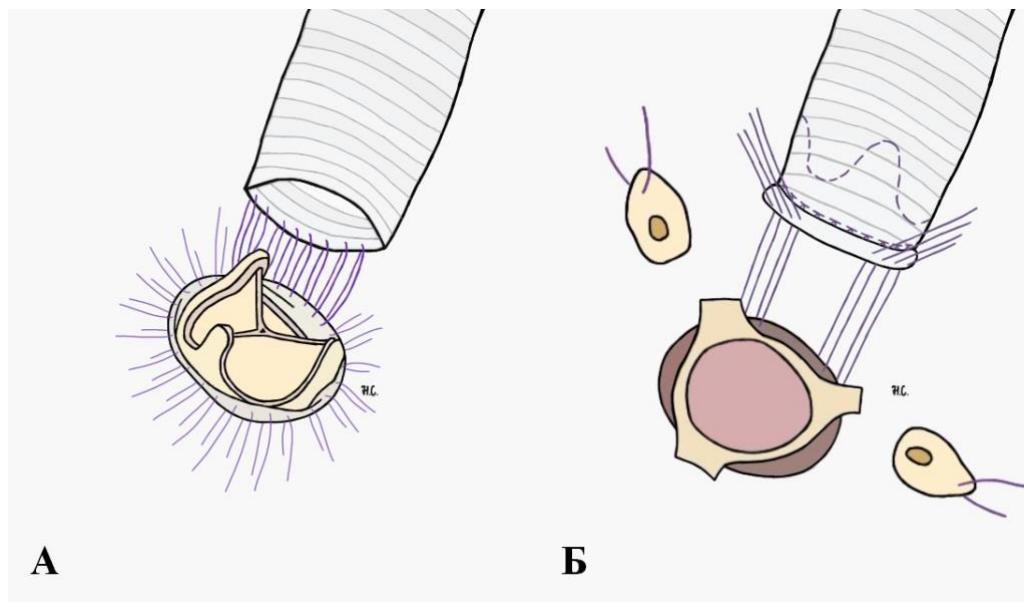


Рисунок 26 – Первый этап операции БиоБенталл. А – этап фиксации биопротеза к линейному сосудистому протезу, Б – этап фиксации «hand-made» клапана содержащего композитного кондукта к фиброзному кольцу аортального клапана

При второй технике сначала проводится наложение П-образных швов на ФК АК, затем нити этих швов сразу проводятся через манжету биопротеза и через линейный сосудистый протез «Рисунок 27».

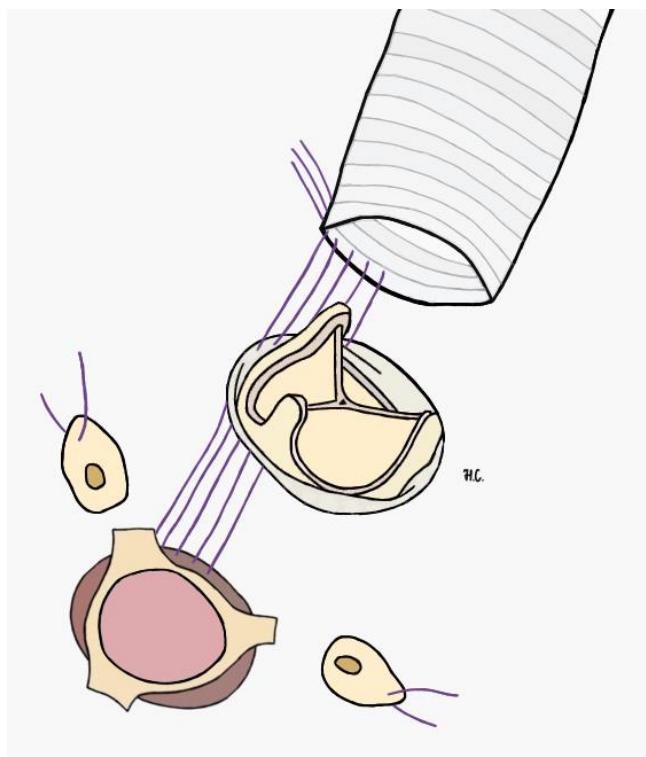


Рисунок 27 – Вторая техника операции БиоБенталл с одномоментным проведением нитей П-образных швов, фиксированных к фиброзному кольцу аортального клапана, через манжету биопротеза и через линейный сосудистый протез

Для имплантации композитного гrafta в КАо мы предпочтитали использовать «full-root» методику (86,4 %, n = 19).

Техника имплантации композитного гrafta, содержащего каркасный биопротез АК, при второй технике исполнения операции БиоБенталл, показана на «Рисунке 28».

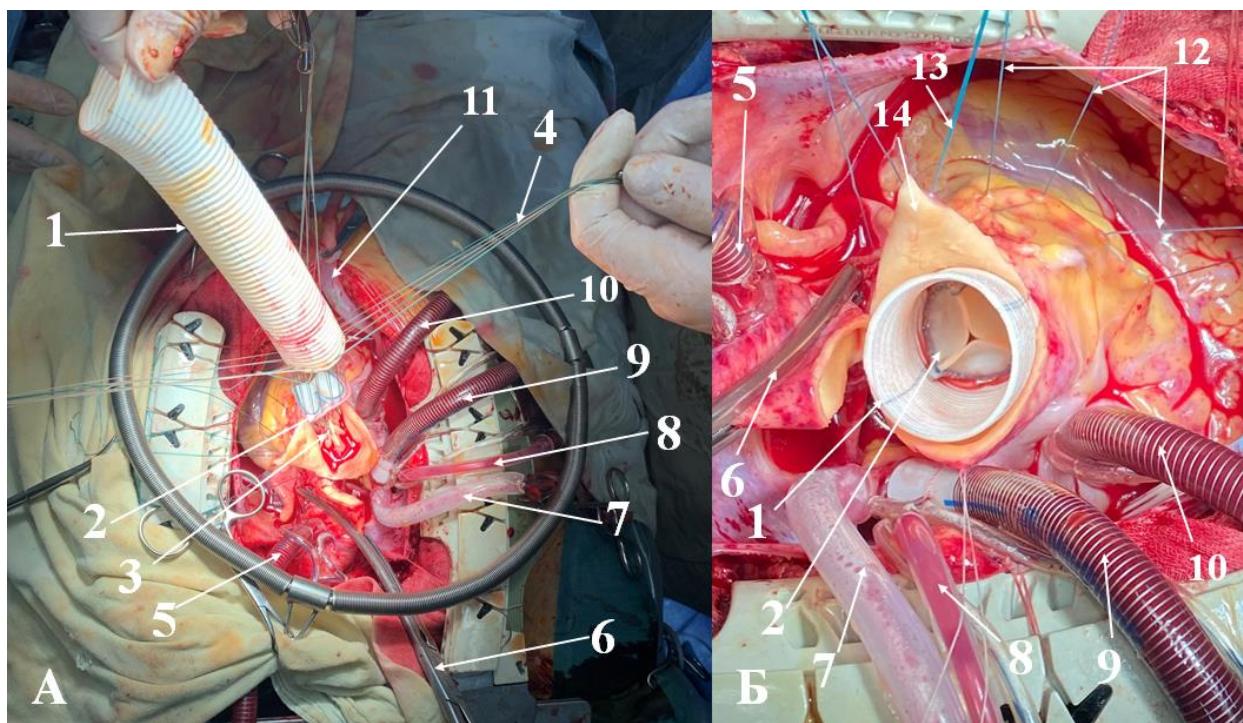


Рисунок 28 – Техника операции БиоБенталл. А – этап формирования композитного гraftа. Б – имплантированный композитный гraft в корень аорты.

Стрелками указаны: 1 – синтетический линейный сосудистый протез, 2 – каркасный биологический протез аортального клапана, 3 – П-образные швы на прокладках на фиброзное кольцо аортального клапана, 4 – концы нитей П-образных швов, проведенные при второй технике через фиброзное кольцо аортального клапана, биопротез и затем линейный сосудистый протез, 5 – канюля в восходящей аорте, 6 – аортальный сосудистый зажим на восходящей аорте, 7 – турникет на верхней полой вене, 8 – дренаж левого желудочка, 9 – канюля в верхней полой вене, 10 – канюля в нижней полой вене, 11 – турникет на нижней полой вене, 12 – «держалки» на эпикардиальном жиру, 13 – «держалка» на иссекаемый участок корня аорты, 14 – иссекаемый участок корня аорты

Дополнительная герметичность в зоне фиксации композитного гraftа, содержащего каркасный биопротез АК, к ФК АК осуществляется путем наложения непрерывного обвивного шва по методике J.G. Copeland нитью «Prolene» 5/0 между оставшимся «бортником» стенки аорты и манжетой биологического протеза АК [46]. Термокаутером высекаются отверстия в линейном сосудистом протезе в проекции устьев коронарных артерий, куда поочередно в бок протеза производится

реимплантация устьев правой и левой коронарных артерий, затем формируется дистальный анастомоза линейного протеза с ВАо. Завершение операции: снижение производительности аппарата ИК, установка эпикардиальных электродов, завершение ИК. Интраоперационно проводится чреспищеводная ЭхоКГ с целью оценки функции биологического протеза после окончания основного этапа операции. После гемостаза устанавливаются дренажи в переднее средостение, полость перикарда и левую плевральную полость через заднюю перикардиотомию, накладываются проволочные швы на грудину и проводится послойное ушивание раны.

### Операция Бенталл-Де Боно.

На сегодняшний день «золотым стандартом» коррекции недостаточности АК и аневризмы КАо является операция Бенталл-Де Боно. Хирургическая техника и ее особенности, включающая в себя протезирование АК и ВАо композит-графтом, состоящим из дакронового тубулярного протеза и механического протеза АК описана в 1968 году [39]. «Рисунок 29».

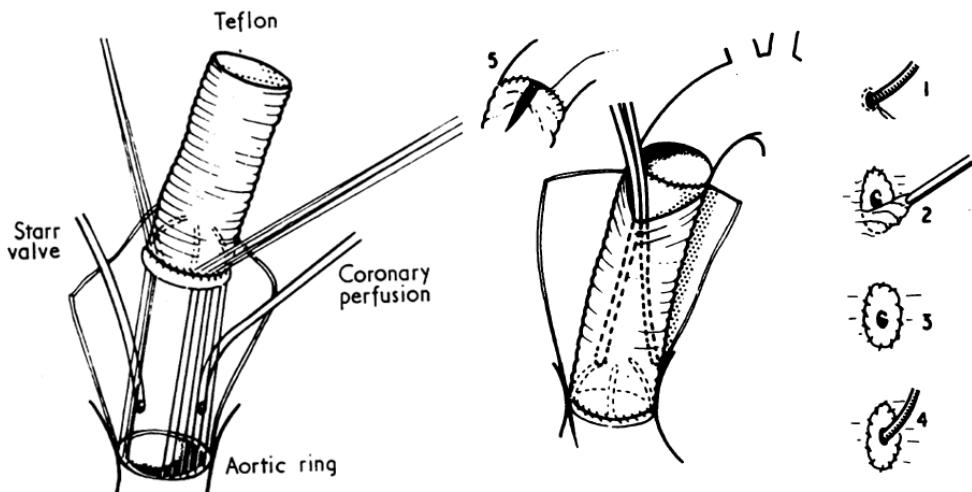


Рисунок 29 – Операция Бенталл-Де Боно. Адаптировано из [36]

## 2.4 Методы исследования

В исследовании применены следующие методы исследования:

- Общеклинические методы обследования с целью оценки жалоб, анамнеза, и определения функционального класса сердечной недостаточности по NYHA.

Электрокардиография выполнялась на аппарате «Sicard – 440» («Siemens», Германия) с использованием 3-х стандартных, 3-х усиленных униполярных и 6-ти грудных отведений. Оценивался ритм, частота сердечных сокращений, электрическая ось сердца, наличие аритмий, форма комплекса QRS. Внимание акцентировалось на признаки выраженной гипертрофии ЛЖ с систолической перегрузкой.

**Трансторакальная ЭхоКГ.** Для получения одномерной, 2-х мерной и 3-х мерной визуализации использовался аппарат «GE Vivid S70» («GE Healthcare», США) с возможностью синхронизации электрокардиограммы. АК исследовался при помощи парастернального доступа по короткой и длинной осям, для оценки грудного отдела аорты использовался субкостальный доступ. Цель исследования - изучение анатомии клапана, оценка трансаортальной гемодинамики, измерение диаметра ФК, размера ВАо и определение градиентов (пикового и среднего) на АК [4] по уравнению Бернулли (соотношение между скоростью и давлением). В контексте оценки степени стеноза АК применяли две переменные: ЭПО и геометрическая площадь отверстия АК. ЭПО рассчитывали исходя из площади поперечного сечения выходного отдела ЛЖ к VTI, что, по своей сути отражает минимальную площадь поперечного сечения струи. Геометрическая площадь – это наименьшая площадь отверстия АК [20]. Соотношение ЭПО и площади поверхности тела определяется как индекс ЭПО (ЭПО/площадь поверхности тела) [52]. Нормой в отношении отсутствия несоответствия протез – пациент считали значение индекса ЭПО  $> 0,85 \text{ см}^2$ , а значение  $< 0,65 \text{ см}^2$  относили к выраженной степени несоответствия протез – пациент. Тяжесть стеноза АК оценивалась на

основании клинических рекомендаций АНА/ACC (The American Heart Association – Американская кардиологическая ассоциация/ The American College of Cardiology – Американский коллеж кардиологии) от 2014 г. [106] и ESC (The European Society of Cardiology – Европейское общество кардиологов) от 2012 г. [8, 145].

АН оценивалась при помощи полукаличественного (допплерографическое измерение площади и ширины потока) и количественного измерения (объем, фракция регургитации) [88]. Рекомендуется сопоставлять размеры ЛЖ к площади поверхности тела, особенно у пациентов, у которых она не превышает 1,68 м<sup>2</sup>. ВАо должна быть измерена на 4 уровнях: ФК АК, синусов Вальсальвы, сино-тубулярном уровне и ВАо [8].

**Чреспищеводная ЭхоКГ.** Использовался датчик «Philips Ultrasound X8-2t» для режима «Live 3D» (США). Применялась интраоперационно у всех пациентов группы 1 «Русский кондукт» и группы 2 «БиоБенталл». При необходимости чреспищеводная ЭхоКГ выполнялось перед операцией, в раннем послеоперационном периоде, в среднеотдаленные сроки после вмешательства.

**Мультиспиральная компьютерная томография аорты.** Выполнялась на 320-рядном сканере «Aquilion One» («Toshiba Medical Systems», Япония). Это, по сути, основной метод диагностики пациентов с патологией корня аорты. К преимуществам данного метода относят короткую продолжительность исследования, а также возможность получения 3D снимков и кардиосинхронизацию, которая имеет решающее значение в уменьшении числа артефактов движения корня и грудной аорты, а также возможность проведения контрастной ангиографии. Мультиспиральная компьютерная томография аорты обеспечивает точные измерения размеров синусов Вальсальвы, синотубулярного соединения и оценку морфологии АК. К недостаткам мультиспиральной компьютерной томографии аорты с контрастированием относят необходимость введения йодсодержащего контрастного препарата, являющегося достаточно аллергенным и приводящим к манифестиации контраст-индуцированной нефропатии в некоторых случаях.

**Клапанный опросник Perchinsky** включил в себя 8 вопросов об особенностях жизни после операции на клапане (вопрос о том, что вас беспокоит звук протеза клапана, был опущен, так как сбивал с толку пациентов группы «Русский кондукт» и группы «БиоБенталл»). Следует отметить, что интерпретация результатов достаточно проста и состоит в подсчете процента ответивших на тот или иной вопрос пациентов [1, 2, 114].

**Статистические методы.** Обработка полученных данных проводилась автором с использованием программы «Statistica» (версии 8.0, «StatSoft Inc.», США). Для количественных показателей были рассчитаны: среднее значение (M), среднеквадратическое отклонение (SD). Все полученные количественные параметры были проверены на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка. При полученном  $p < 0,05$  нулевую гипотезу отвергали, считали, что исследуемое распределение отличалось от нормального.

Для определения различий в числовых показателях, изменявшихся в ходе лечения, применяли Т-критерий Стьюдента или Уэлча, при отсутствии нормального распределения использовали критерии Вилконсона и Манна Уитни. Связь качественных признаков анализировали при помощи точного критерия Фишера. Анализ факторов риска проводили при помощи логистической регрессии. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05. Свобода от МАСЕ и реопераций в отдаленном периоде оценивалась методом Каплана-Майера [6].

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

### 3.1 Первичные точки (Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл»)

Средний срок наблюдения составил  $31 \pm 17,9$  месяцев для группы 1 «Русский кондукт» и  $39,2 \pm 22,7$  месяцев для группы 2 «БиоБенталл» ( $p = 0,159$ ) [6] «Рисунок 30».

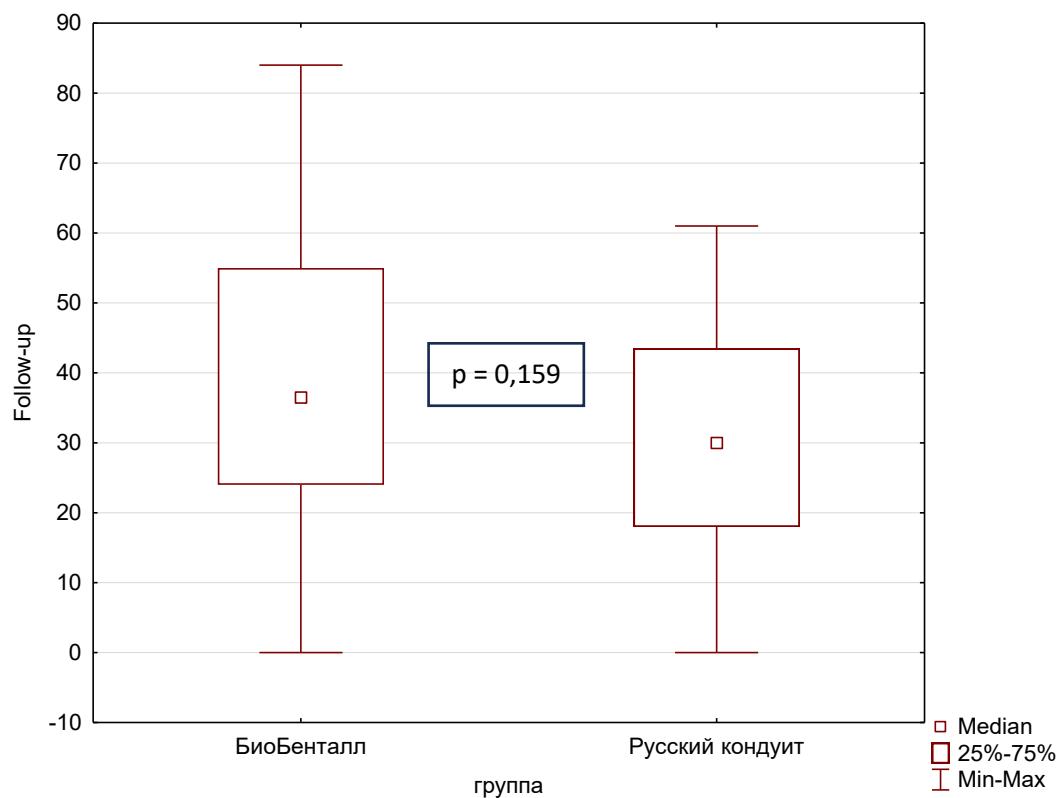


Рисунок 30 – Срок наблюдения (месяцев). Группа 1 – «Русский кондукт» – группа 2 – «БиоБенталл» [6]

На «Рисунке 31» продемонстрирована кумулятивная свобода от МАСЕ, рассчитанная по методу Каплана-Майера, включившая в себя комбинацию следующих неблагоприятных событий: смерть от всех причин, острый инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения, инфекционный эндокардит. Свобода от МАСЕ за 12, 24 и 48 месяцев наблюдения между группой 1

«Русский кондукт» и группой 2 «БиоБенталл» статистически не отличалась и составила  $92,59 \pm 5,04\%$  против 100% ( $p = 0,367$ ),  $88,7 \pm 6,1\%$  против  $93,3 \pm 6,4\%$  ( $p = 0,534$ ), и  $88,7 \pm 6,1\%$  против  $86,7 \pm 8,8\%$  ( $p = 0,864$ ) соответственно. Большинство событий ( $n = 2$ ) в группе 1 «Русский кондукт» было связано с инфекционным эндокардитом неоклапана, а в 1 случае отмечена смерть по неизвестной причине. Все 3 пациента группы 2 «БиоБенталл» в различные сроки после операции перенесли острый инфаркт миокарда [6].

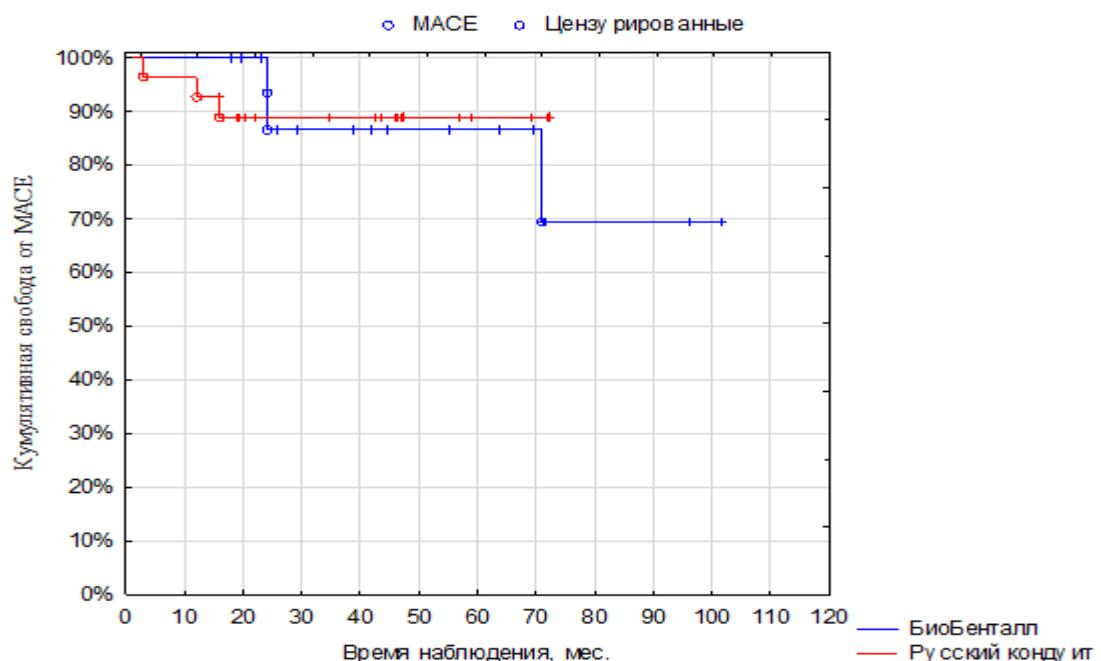


Рисунок 31 – Кумулятивная свобода от MACSE. Группа 1 – «Русский кондукт» – группа 2 – «БиоБенталл» [6]

На «Рисунке 32» продемонстрирована кумулятивная свобода от реопераций, рассчитанная по методу Каплан – Мейера [6].

В группе 1 «Русский кондукт» отмечено 2 реоперации, выполненные в сроки 3 и 12 месяцев после операции и связанные с инфекционным эндокардитом неоклапана. В обоих случаях пациентам выполнена имплантация аортального гомографта. В группе 2 «БиоБенталл» отмечена 1 реоперация (через 27 месяцев),

связанная с тромбозом биопротеза, в связи с чем выполнено протезирование АК механическим протезом. Таким образом, кумулятивная свобода от реопераций в сроки 12 и 24 месяцев составила  $92,59 \pm 5,04\%$  для группы 1 «Русский кондукт» и 100 % для группы 2 «БиоБенталл» соответственно ( $p = 0,343$  и  $p = 0,343$  соответственно). Кумулятивная свобода от реопераций в срок 48 месяцев составила  $92,59 \pm 5,04\%$  для группы 1 «Русский кондукт» и  $92,3 \pm 7,4\%$  для группы 2 «БиоБенталл» соответственно ( $p = 0,734$ ) [6].

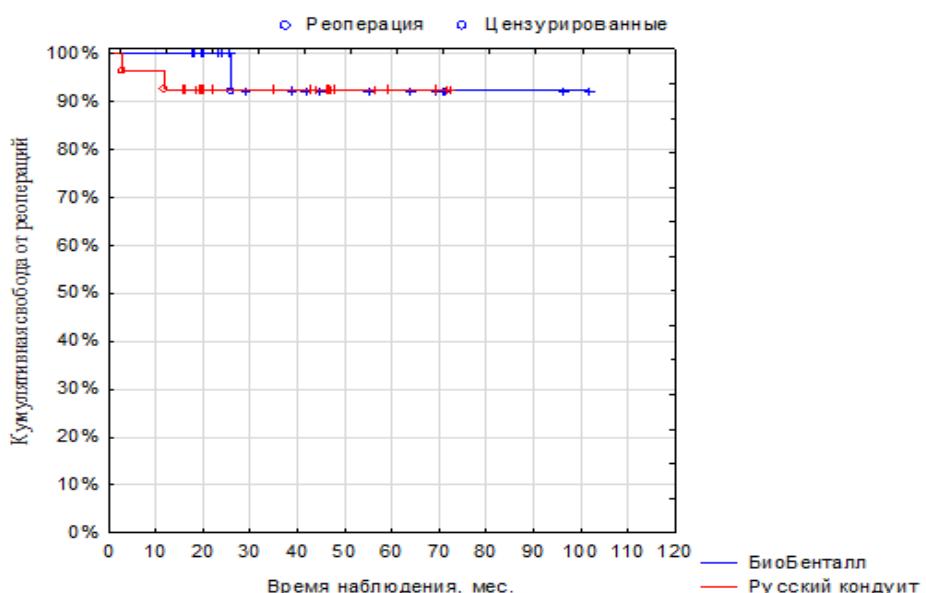


Рисунок 32 – Кумулятивная свобода от реопераций. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

### 3.2 Вторичные точки (Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл»)

Длительность ИК и пережатия аорты представлена на «Рисунке 33» и «Рисунке 34».

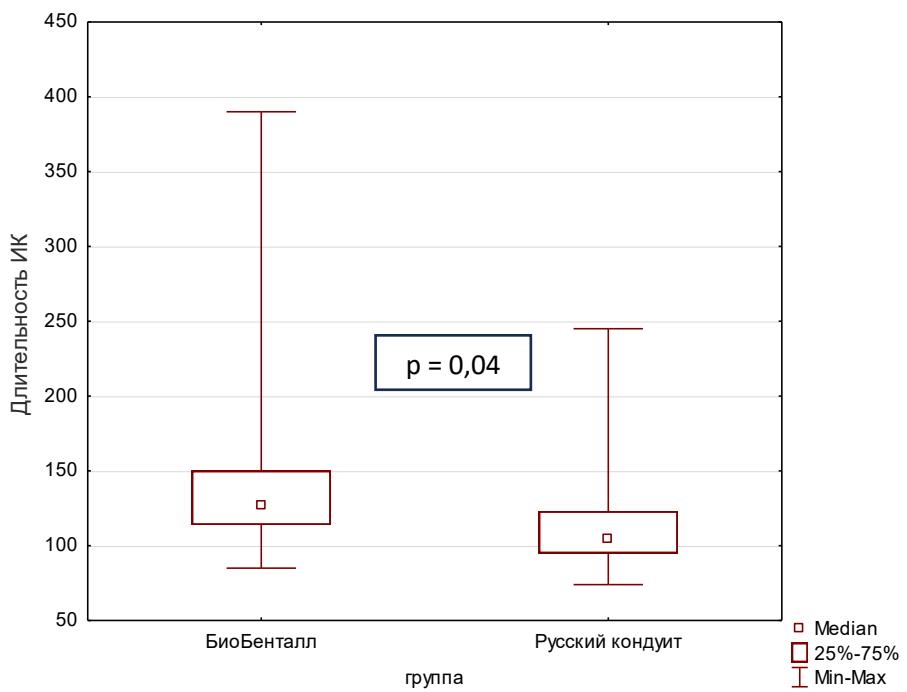


Рисунок 33 – Сравнение длительности искусственного кровообращения (минут).

Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

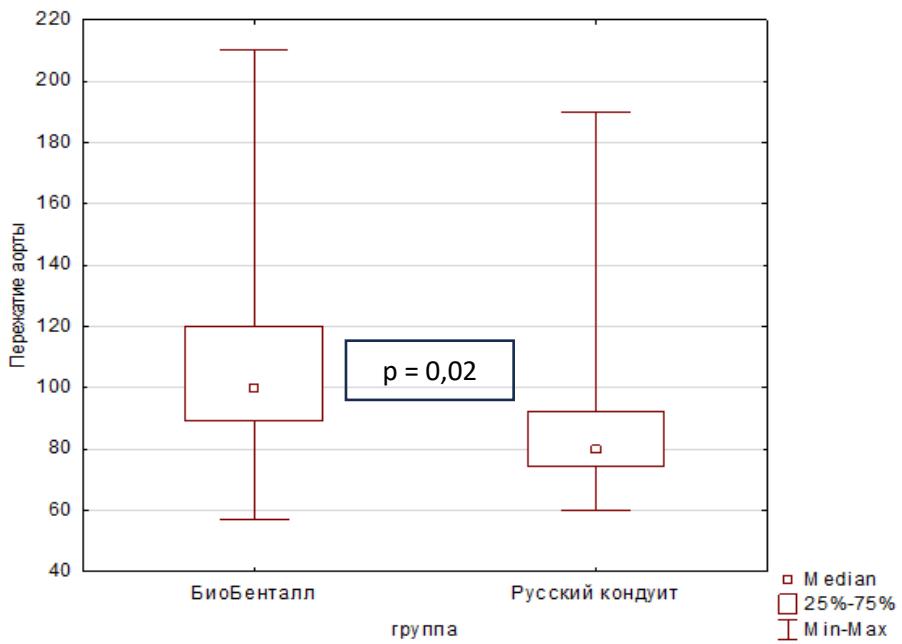


Рисунок 34 – Сравнение длительности пережатия аорты (минут). Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

Группа 1 «Русский кондукт» характеризовалась достоверно более низкой длительностью ИК ( $117,9 \pm 39,1$  мин. против  $152,9 \pm 76$  мин.,  $p = 0,04$ ) и пережатия аорты ( $88 \pm 25,9$  мин. против  $109,8 \pm 38$  мин.,  $p = 0,02$ ) в сравнении с группой 2 «БиоБенталл» [6].

Длительность пребывания в ОРИТ (группа 1 «Русский кондукт» –  $2,00 \pm 1,82$  суток против  $1,73 \pm 1,12$  в группе 2 «БиоБенталл») и стационаре (группа 1 «Русский кондукт» –  $15,71 \pm 8,2$  суток против  $14,45 \pm 7,29$  в группе 2 «БиоБенталл») не отличалась между группами ( $p = 0,670$  и  $p = 0,574$  соответственно) «Рисунок 35» и «Рисунок 36».

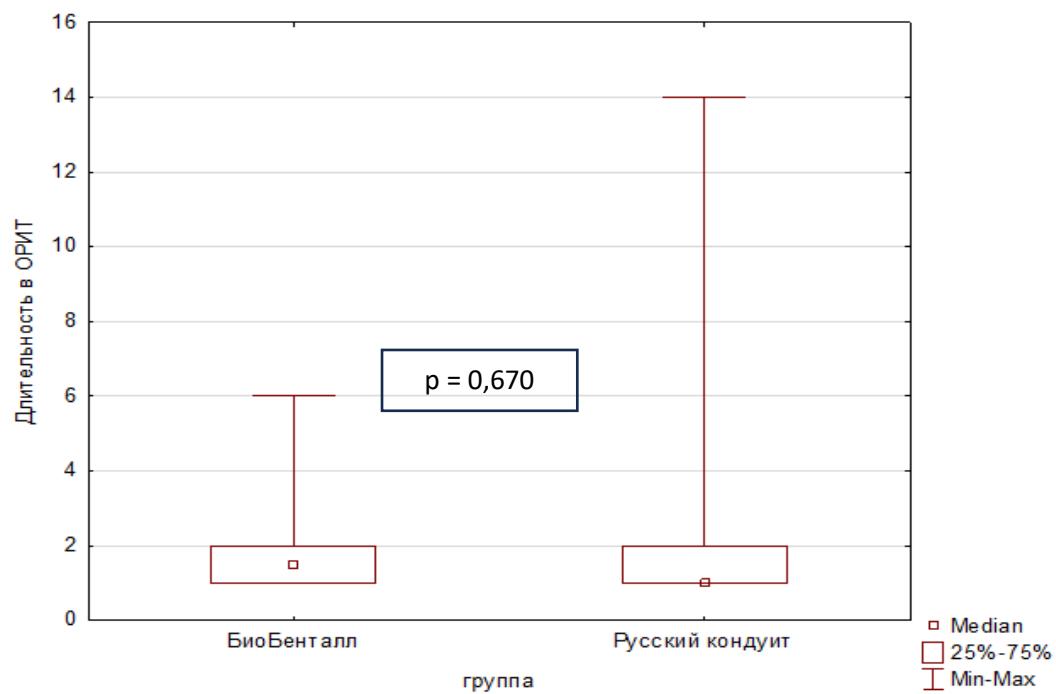


Рисунок 35 – Сравнение длительности лечения (суток) в отделении реанимации и интенсивной терапии. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

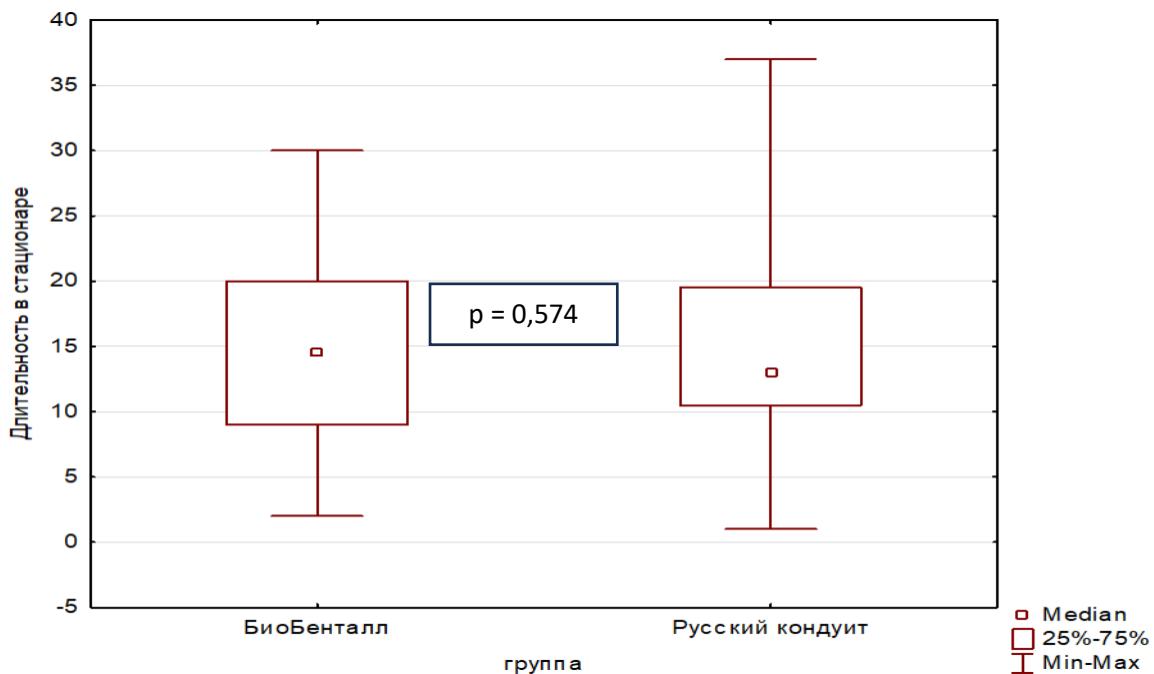


Рисунок 36 – Сравнение длительности пребывания (суток) в стационаре. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

Анализ госпитальных осложнений между группой 1 «Русский кондукт» - группой 2 «БиоБенталл», включивших госпитальную летальность, острый инфаркт миокарда, сердечную недостаточность, дыхательную недостаточность, острое нарушение мозгового кровообращения, частоту подключения экстракорпоральной мембранный оксигенации, кровотечения, острое почечное повреждение, нарушения ритма сердца и полиорганическую недостаточность, показан [6] на «Рисунке 37».

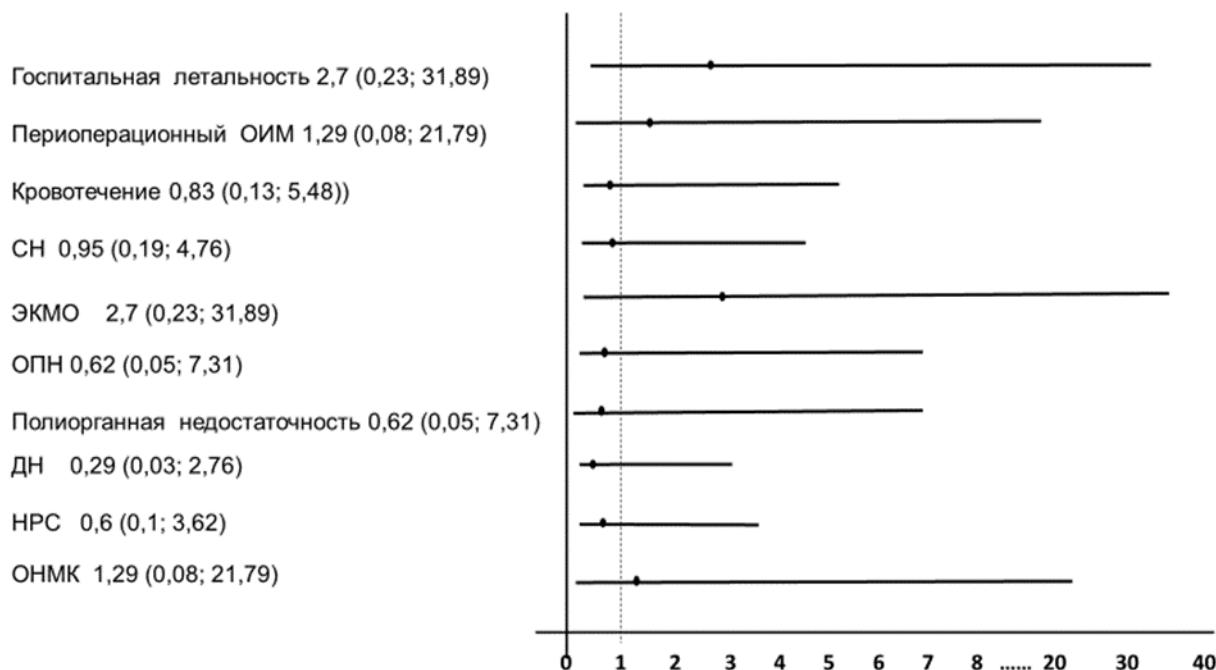


Рисунок 37 – Структура и риск госпитальных осложнений группы 2 «БиоБенталл» в сравнении с группой 1 «Русский кондукт» (ОШ, 95% ДИ). ОИМ – острый инфаркт миокарда, СН – сердечная недостаточность, ЭКМО – экстракорпоральная мембранный оксигенация, ОПП – острое почечное повреждение, ДН – дыхательная недостаточность, НРС – нарушения ритма сердца, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения [6]

Госпитальная летальность в группе 1 «Русский кондукт» составила 3,6 % (n = 1), тогда как в группе 2 «БиоБенталл» - 9,1 % (n = 2), p = 0,576 [6]. Причиной летального исхода во всех случаях явилась острая сердечно-сосудистая недостаточность.

Таким образом, госпитальная летальность, ранние послеоперационные осложнения между группами оказались сопоставимыми.

Частота АН 2-й степени и выше в среднеотдаленные сроки после операции между анализируемыми группами не отличалась (группа 1 «Русский кондукт» 7,4 % (n = 2) против группы 2 «БиоБенталл» 20 % (n = 4), p = 0,155) и продемонстрирована на «Рисунке 38».

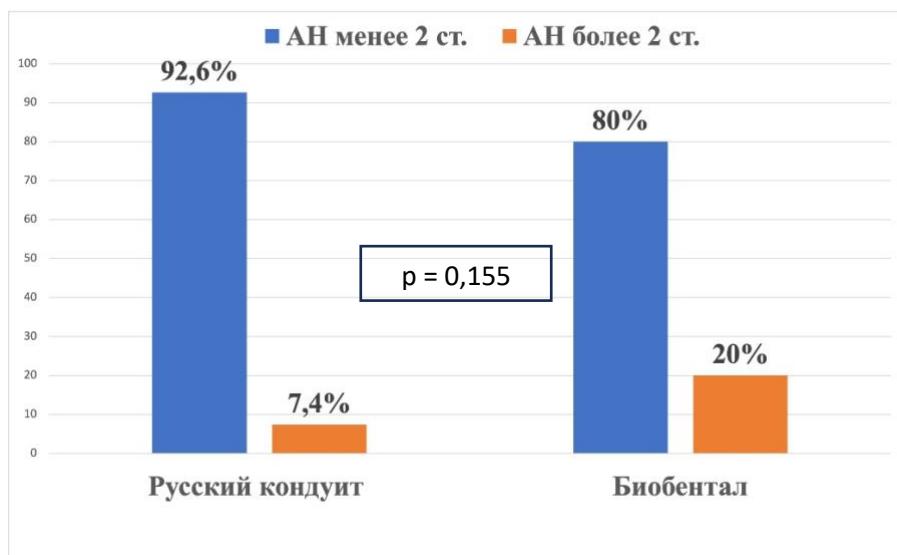


Рисунок 38 – Частота встречаемости аортальной недостаточности 2-й степени и выше. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

Как отмечено выше, в разделе кумулятивная свобода от МАСЕ, частота ИЭ АК в среднеотдаленные сроки после операции составила 7,4 % (n = 2) в группе 1 «Русский кондукт», тогда как в группе 2 «БиоБенталл», таких пациентов не выявлено. Тем не менее, статистически достоверной разницы в отношении частоты инфекционного эндокардита между группами не отмечено ( $p = 0,509$ ) [6].

На «Рисунке 39» и «Рисунке 40» показано сравнение показателей средних градиентов на АК перед выпиской и в среднеотдаленные сроки после операции, соответственно. В обоих случаях более низкие средние градиенты продемонстрированы в группе 1 «Русский кондукт» [6] (средние градиенты перед выпиской:  $7,84 \pm 2,3$  мм рт. ст. против  $10,14 \pm 1,96$  мм рт. ст.; средние градиенты в среднеотдаленном периоде:  $7,73 \pm 2,7$  мм рт. ст. против  $10,7 \pm 1,74$  мм рт. ст.),  $p < 0,01$ .

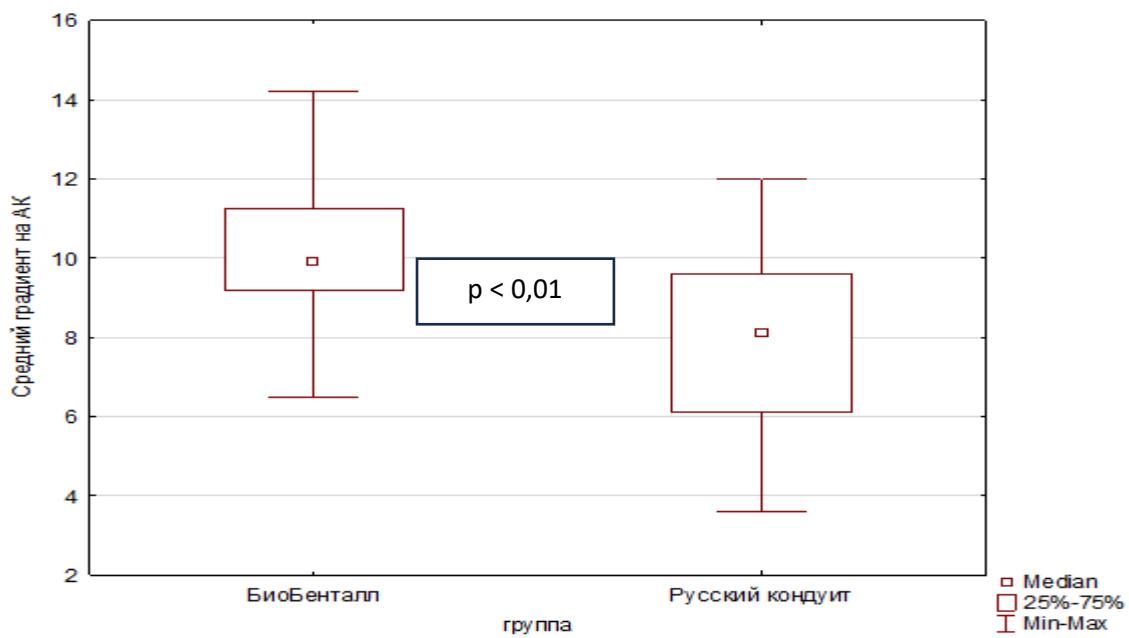


Рисунок 39 – Средний градиент на аортальном клапане (мм рт. ст.) перед выпиской. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

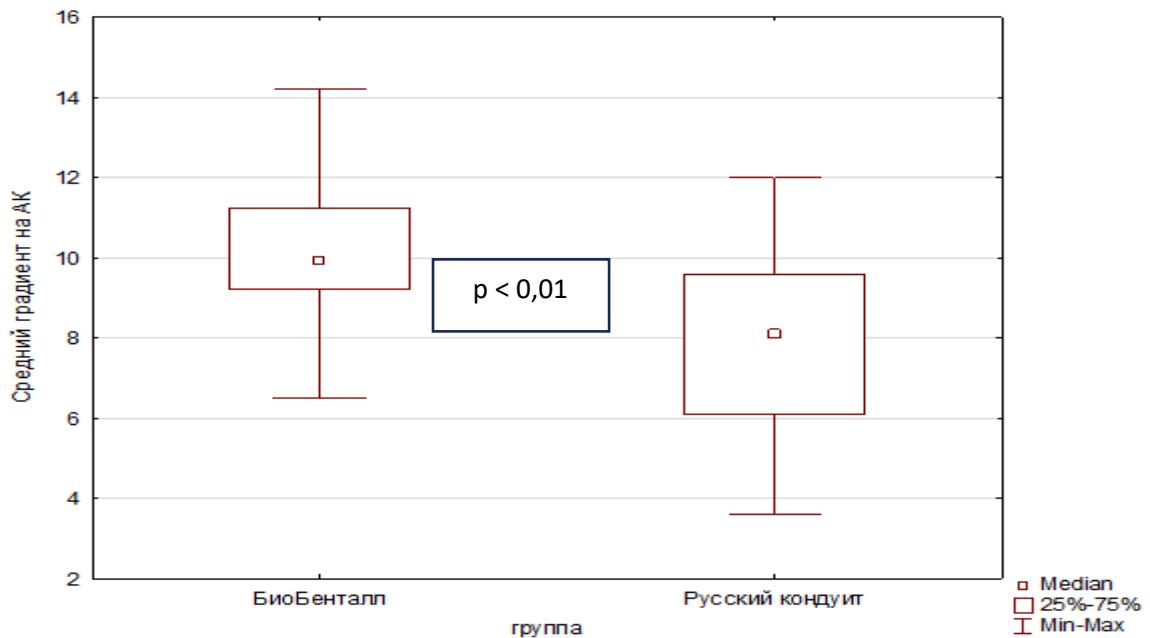


Рисунок 40 – Средний градиент на аортальном клапане (мм рт. ст.) в среднеотдаленном периоде. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

При сравнении количества пациентов, состояние которых в среднеотдаленном периоде соответствует III – IV функциональному классу хронической сердечной недостаточности по NYHA, различий между группами не выявлено. В группе 1 «Русский кондукт» таких пациентов было 2 (7,4 %), тогда как в группе 2 «БиоБенталл» – 1 (5 %),  $p > 0,999$  [6].

Сравнение индекса ЭПО АК между группами в среднеотдаленном периоде представлено на «Рисунке 41». В группе 1 «Русский кондукт» индекс ЭПО составил  $1,36 \pm 0,23 \text{ см}^2$  против  $0,93 \pm 0,06 \text{ см}^2$ ,  $p < 0,01$  [6].

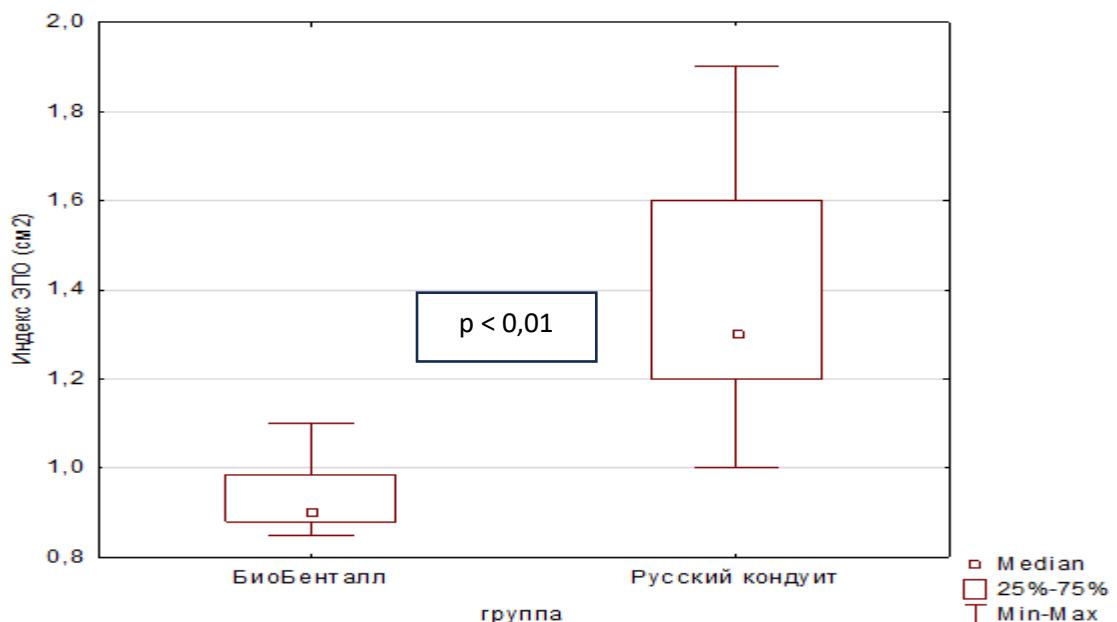


Рисунок 41 – Сравнение индекса эффективной площади отверстия ( $\text{см}^2$ ) в среднеотдаленном периоде. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 2 «БиоБенталл» [6]

### 3.3 Первичные точки (Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»)

В группе 3 «Бенталл» отмечен более длительный срок наблюдения в сравнении с группой 1 «Русский кондукт»:  $48,6 \pm 26,6$  месяцев против  $31 \pm 17,9$  месяцев, соответственно ( $p < 0,01$ ) «Рисунок 42».

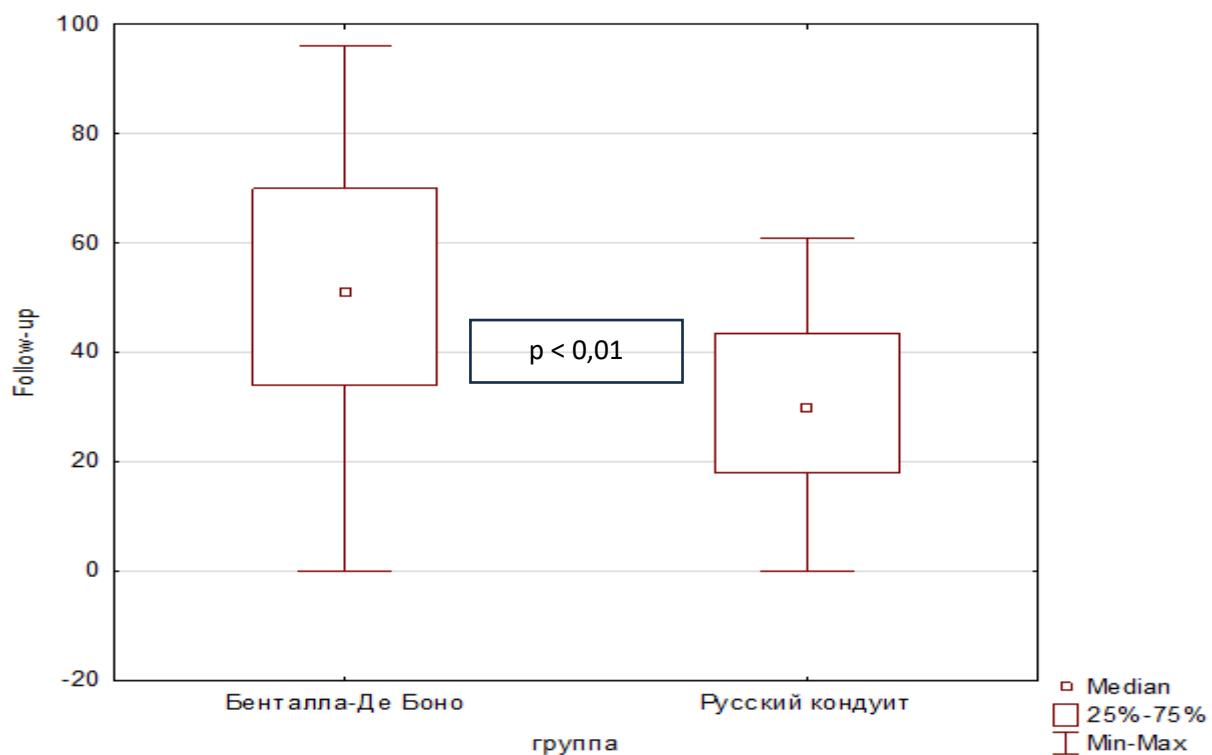


Рисунок 42 – Срок наблюдения (месяцев). Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

На «Рисунке 43» продемонстрирована кумулятивная свобода от МАСЕ между группой 1 «Русский кондукт» и группой 3 «Бенталл», рассчитанная по методу Каплана – Мейера. Свобода от МАСЕ за 12, 24 и 48 месяцев наблюдения в группе 1 «Русский кондукт» и группе 3 «Бенталл» составила  $92,59 \pm 5,04\%$  против 100 % ( $p = 0,267$ ),  $88,7 \pm 6,1\%$  против  $89,4 \pm 4,5\%$  ( $p = 0,837$ ), и  $88,7 \pm 6,1\%$  против  $74,9 \pm 6,6\%$  ( $p = 0,04$ ) соответственно. Таким образом, группа 1 «Русский кондукт» продемонстрировала лучшую свободу от МАСЕ в 48-ми месячный период послеоперационного наблюдения. Структура неблагоприятных событий в группе 3 «Бенталл» у 12-ти пациентов включила: 6 случаев острого инфаркта миокарда, 4 – острого нарушения мозгового кровообращения, 2 смерти по неизвестным причинам, 1 случай инфекционного протезного эндокардита с летальным исходом.

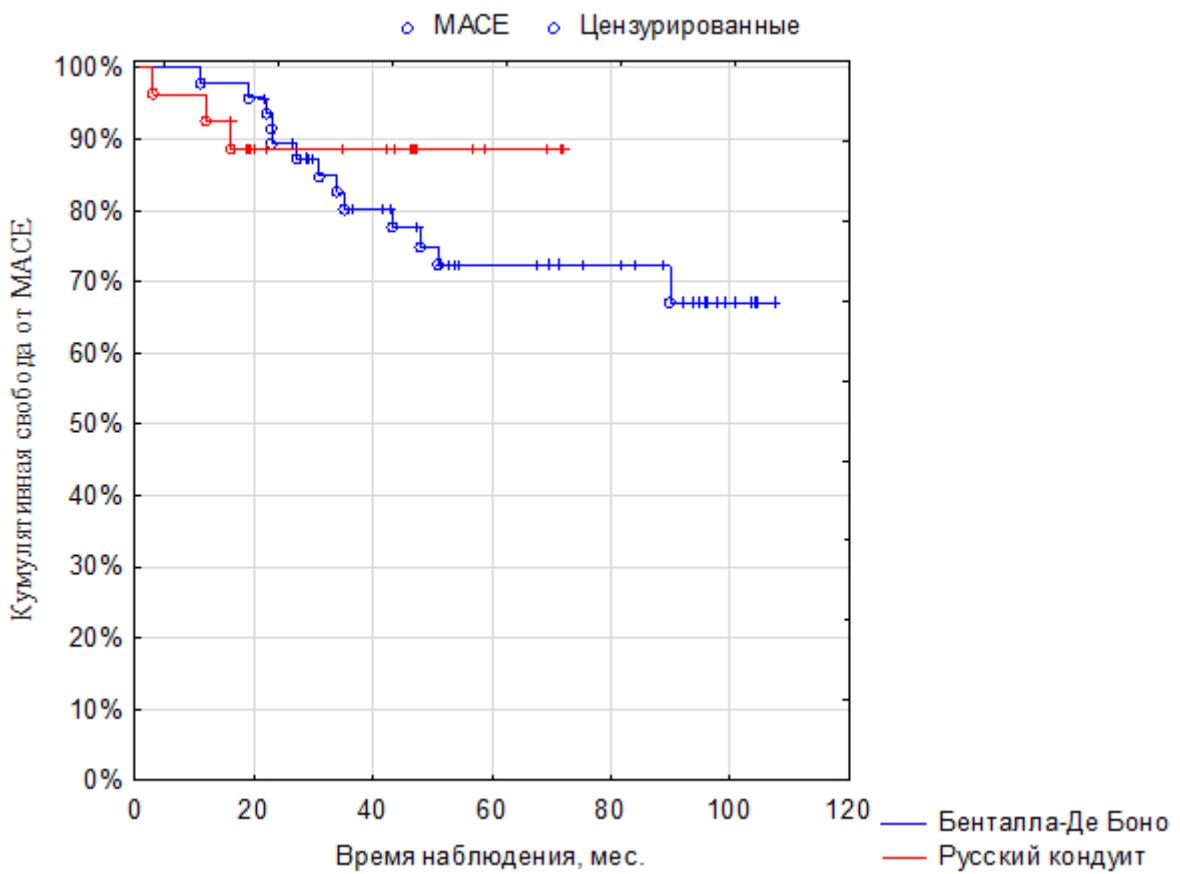


Рисунок 43 – Кумулятивная свобода от МАСЕ. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

На «Рисунке 44» продемонстрирована разница в кумулятивной свободе от реопераций между группой 1 «Русский кондукт» и группой 3 «Бенталл». В группе 3 «Бенталл» реопераций не отмечено, при этом статистически достоверной разницы на всех этапах отдаленного наблюдения между группами не выявлено ( $p = 0,267$ ).

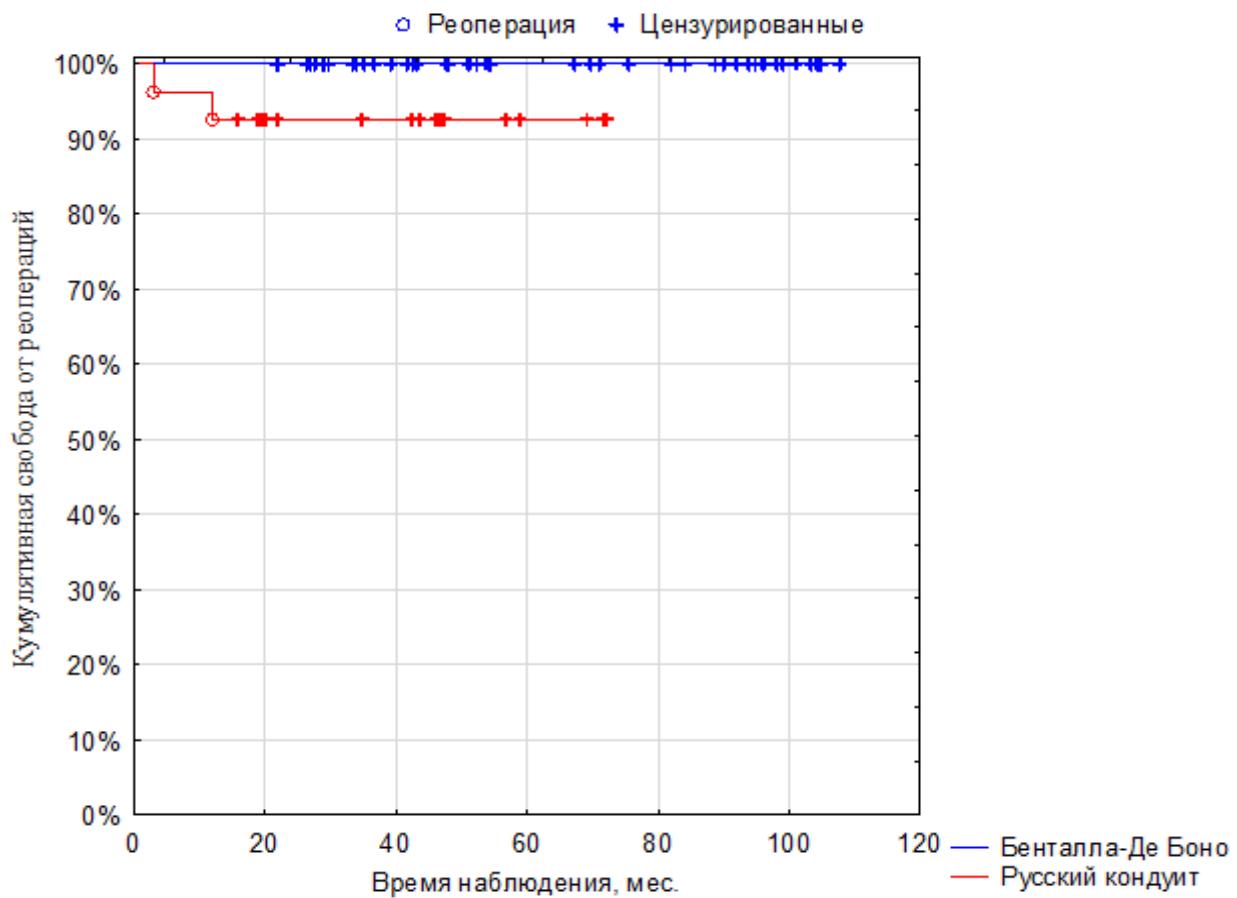


Рисунок 44 – Кумулятивная свобода от реопераций. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бентапл»

### 3.4 Вторичные точки (Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бентапл»)

Длительность ИК и пережатия аорты представлена на «Рисунке 45» и «Рисунке 46». Длительность ИК оказалась статистически значимо ниже в группе 1 «Русский кондукт» ( $117,9 \pm 39,1$  мин. против  $142,1 \pm 57,8$  мин.,  $p = 0,029$ ), тогда как длительность пережатия аорты между группами не отличалась ( $88 \pm 25,9$  мин. против  $96,4 \pm 29,6$  мин.,  $p = 0,208$ ).

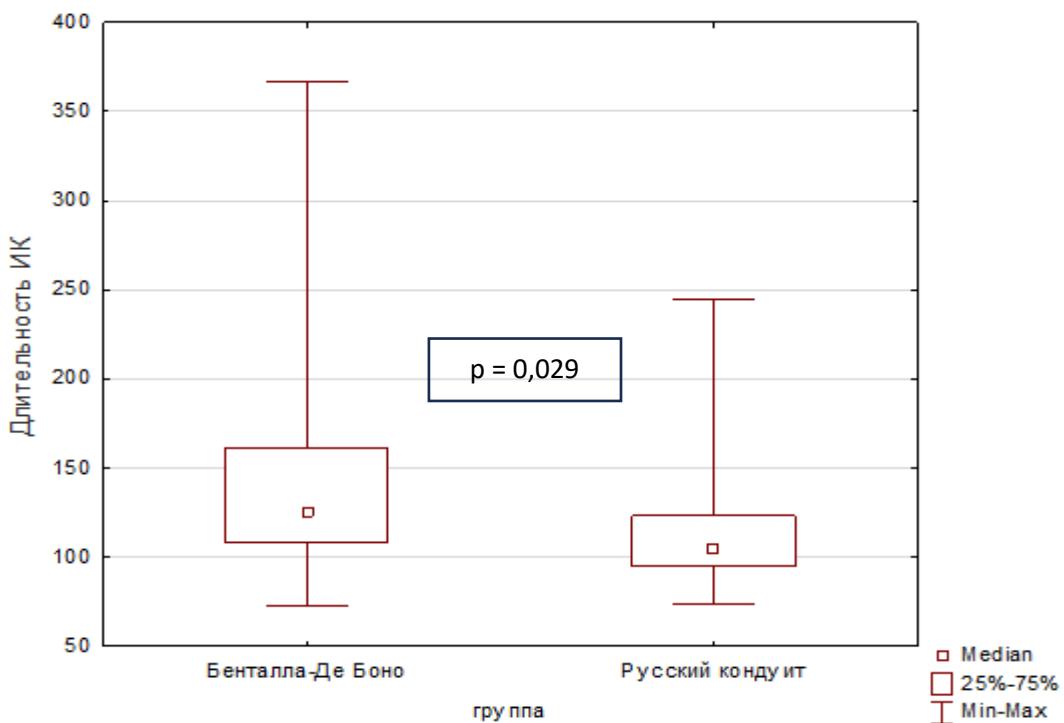


Рисунок 45 – Сравнение длительности искусственного кровообращения (минуты).

Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

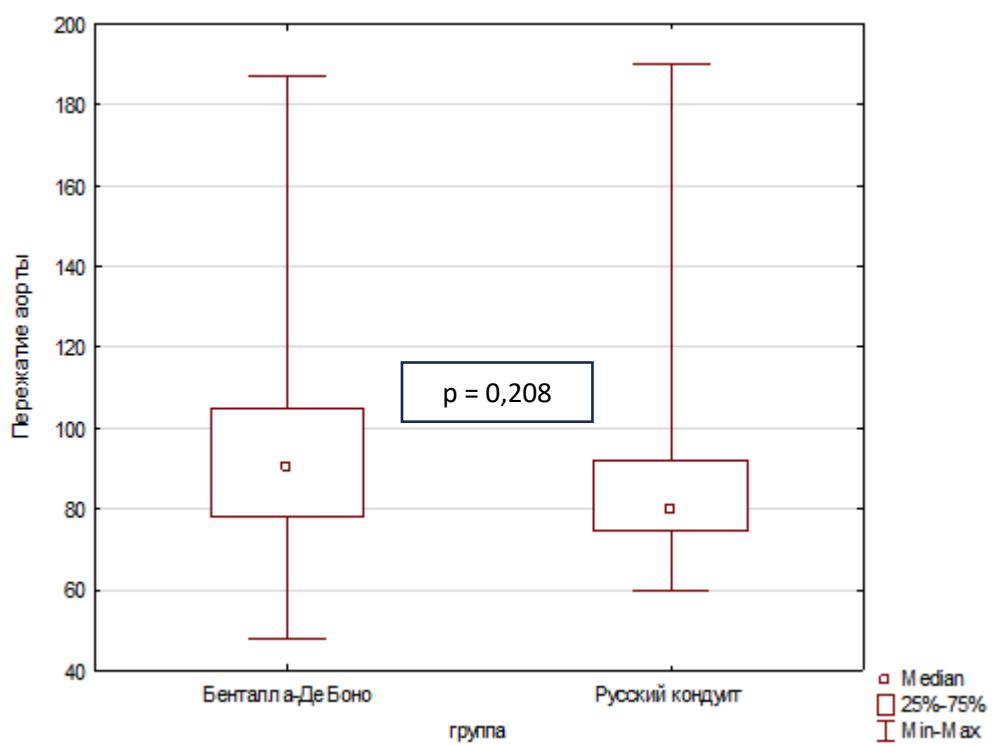


Рисунок 46 – Сравнение длительности пережатия аорты (минуты). Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

Длительность пребывания в ОРИТ (группа 1 «Русский кондукт» –  $2,00 \pm 1,82$  суток против  $1,45 \pm 1,32$  суток в группе 3 «Бенталл») и стационаре (группа 1 «Русский кондукт» –  $15,71 \pm 8,2$  суток против  $17,75 \pm 6,54$  суток в группе 3 «Бенталл») не отличалась между группами ( $p = 0,280$  и  $p = 0,225$  соответственно) «Рисунок 47» и Рисунок 48».

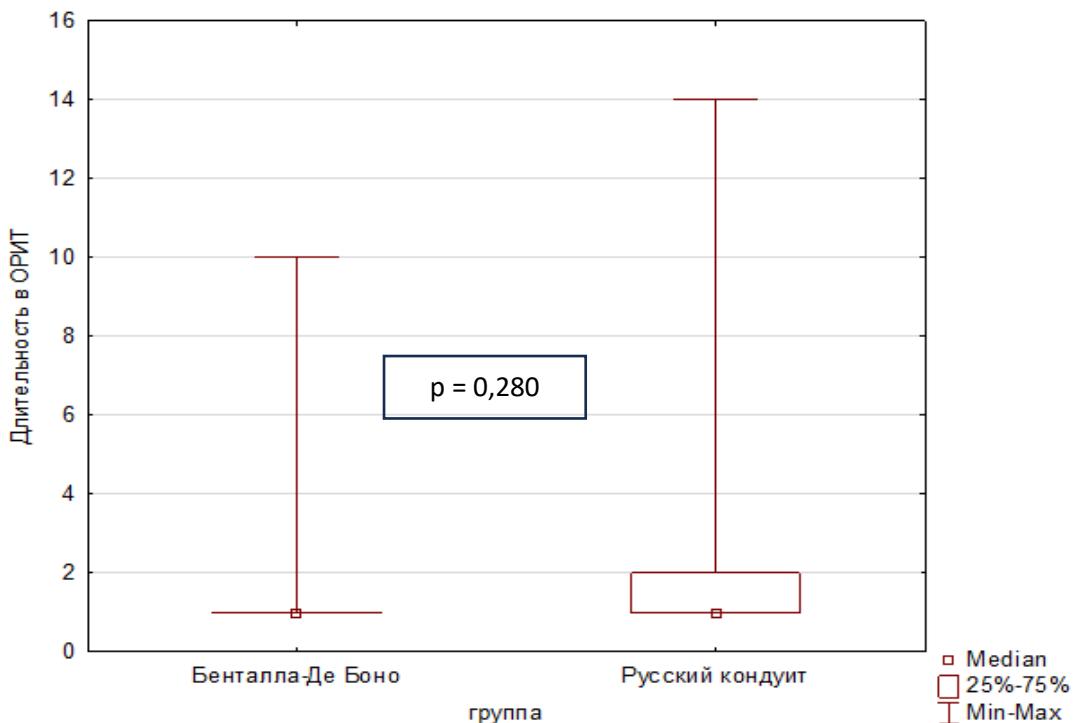


Рисунок 47 – Сравнение длительности лечения (суток) в отделении реанимации и интенсивной терапии. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

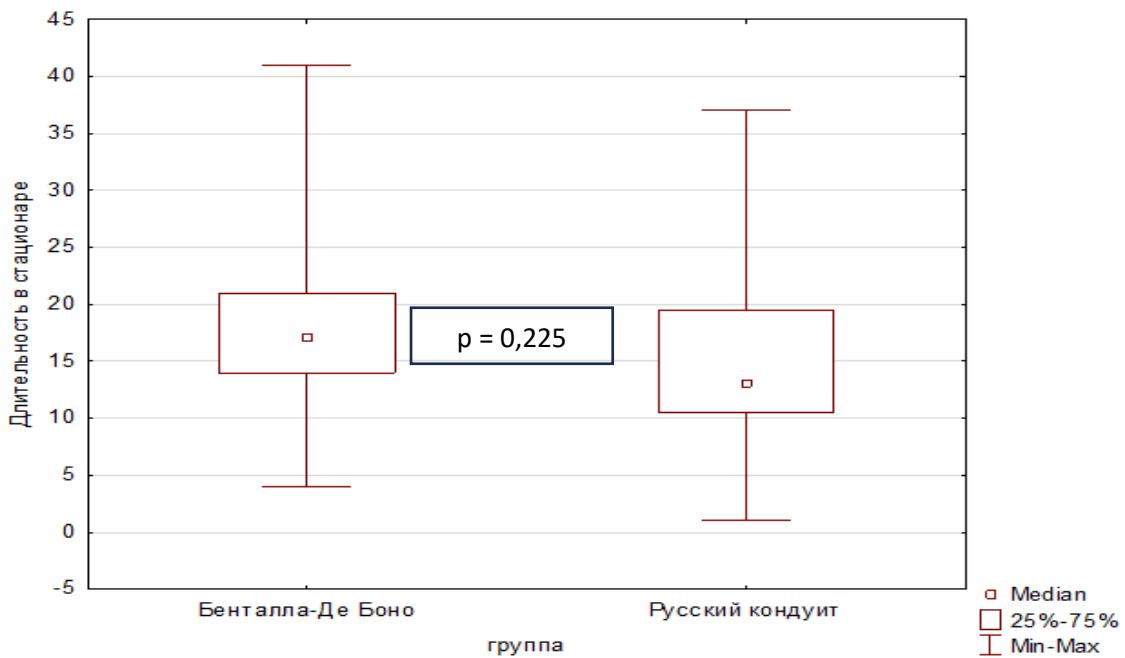


Рисунок 48 – Сравнение длительности пребывания (суток) в стационаре. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

Анализ госпитальных осложнений между группой 1 «Русский кондукт» - группой 3 «Бенталл» показан на «Рисунке 49». Несмотря на большее количество госпитальных летальных исходов в группе 3 «Бенталл», статистически значимой разницы с группой 1 «Русский кондукт» не выявлено (7,5 %, n = 4 против 3,6 %, n = 1,  $p = 0,431$ ). Аналогичные результаты выявлены при анализе прочих госпитальных осложнений.

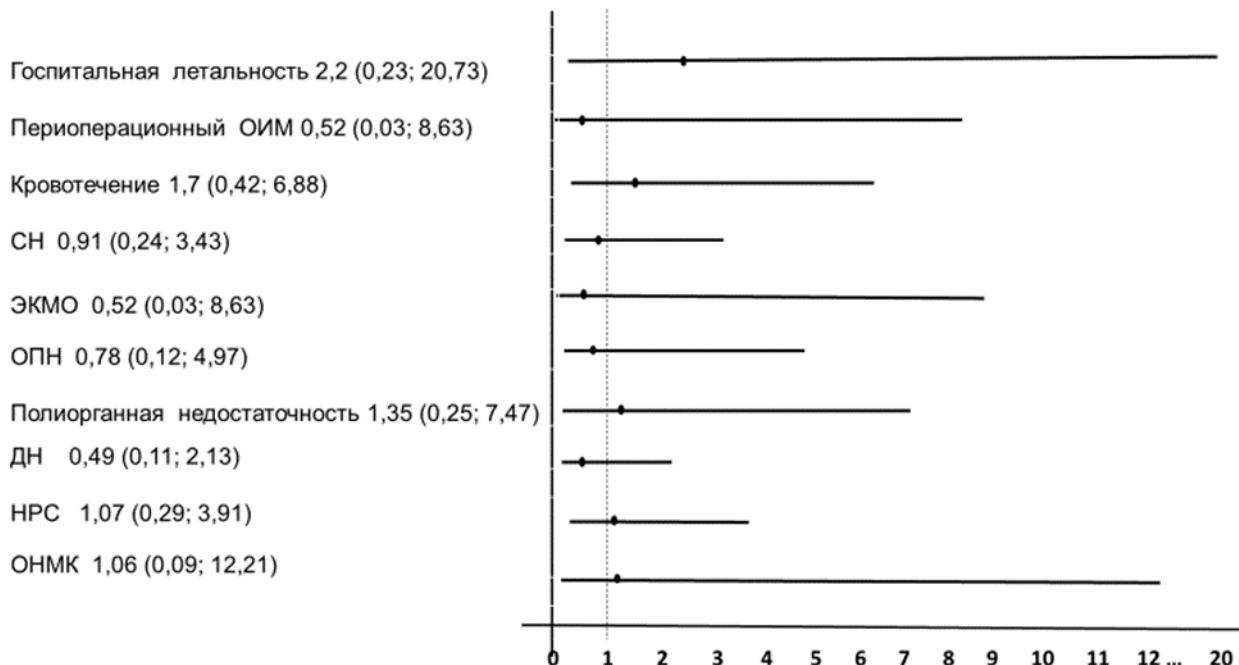


Рисунок 49 – Структура и риск госпитальных осложнений группы 3 «Бенталл» в сравнении с группой 1 «Русский кондукт» (ОШ, 95% ДИ). ОИМ – острый инфаркт миокарда, СН – сердечная недостаточность, ЭКМО – экстракорпоральная мембранные оксигенация, ОПП – острое почечное повреждение, ДН – дыхательная недостаточность, НРС – нарушения ритма сердца, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения

Статистически значимой разницы в отношении частоты инфекционного эндокардита между группой 1 «Русский кондукт» и группой 3 «Бенталл» не выявлено (7,4% (n = 2) против 2,04% (n = 1), p = 0,264).

На «Рисунке 50» и «Рисунке 51» показано сравнение показателей средних градиентов на АК перед выпиской и в среднеотдаленные сроки после операции, соответственно. В обоих случаях более низкие средние градиенты продемонстрированы в группе 1 «Русский кондукт» (средние градиенты перед выпиской:  $7,84 \pm 2,3$  мм рт. ст. против  $11,7 \pm 3,5$  мм рт. ст.,  $p < 0,01$ ; средние градиенты в среднеотдаленном периоде:  $7,73 \pm 2,7$  мм рт. ст. против  $11,4 \pm 1,6$  мм рт. ст.,  $p < 0,01$ ).

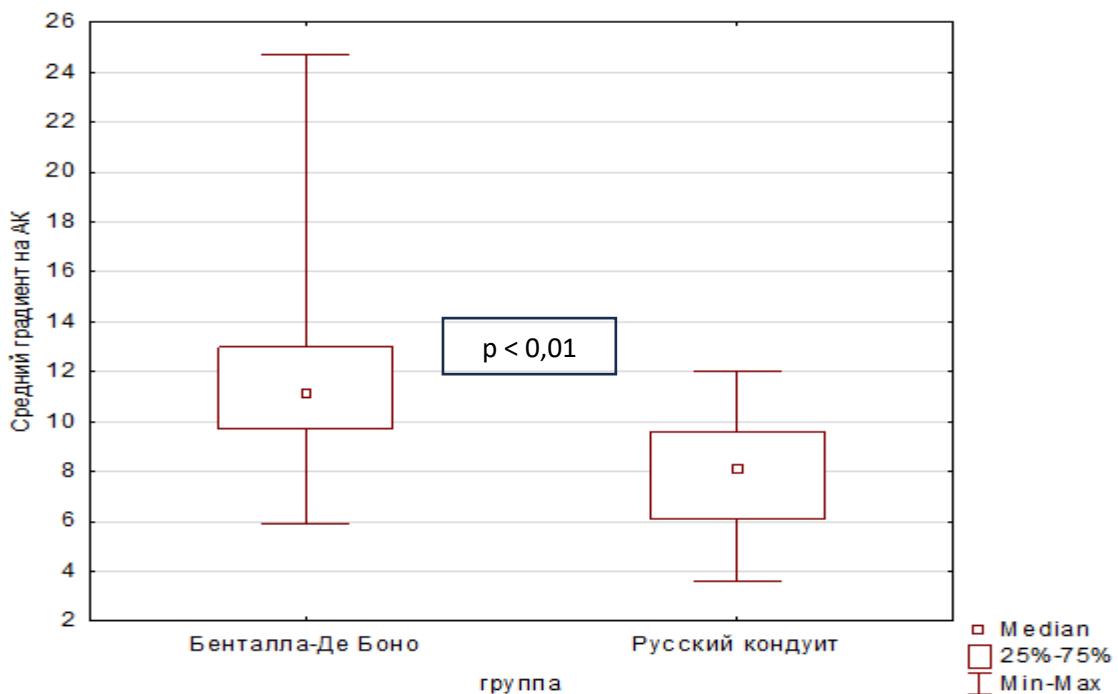


Рисунок 50 – Средний градиент на аортальном клапане (мм рт. ст.) перед выпиской. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

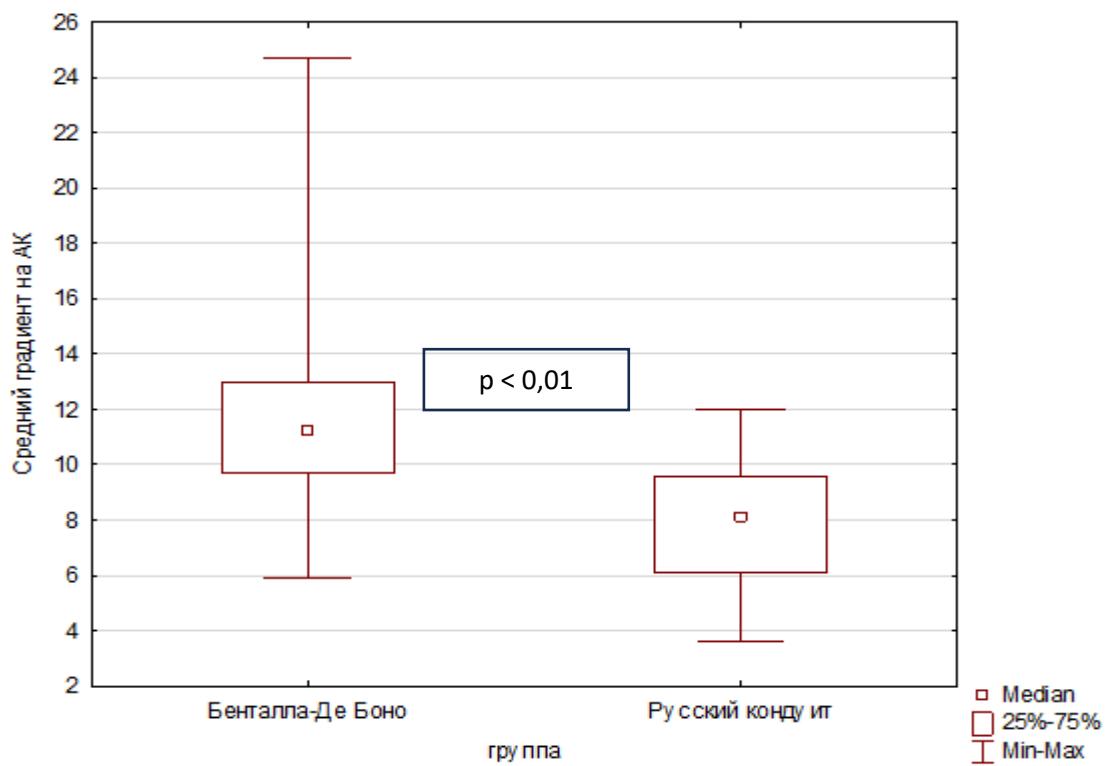


Рисунок 51 – Средний градиент на аортальном клапане (мм рт. ст.) в среднеотдаленном периоде. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

При сравнении количества пациентов, состояние которых в среднеотдаленном периоде соответствует III-IV хронической сердечной недостаточности по NYHA, различий между группами не выявлено. В группе 1 «Русский кондукт» таких пациентов было 2 (7,4 %), тогда как в группе 3 «Бенталл» – 6 (12,2 %),  $p = 0,524$ .

В группе 1 «Русский кондукт» индекс ЭПО составил  $1,36 \pm 0,23 \text{ см}^2$  против  $1,19 \pm 0,19 \text{ см}^2$  в группе 3 «Бенталл»,  $p < 0,01$  «Рисунок 52».

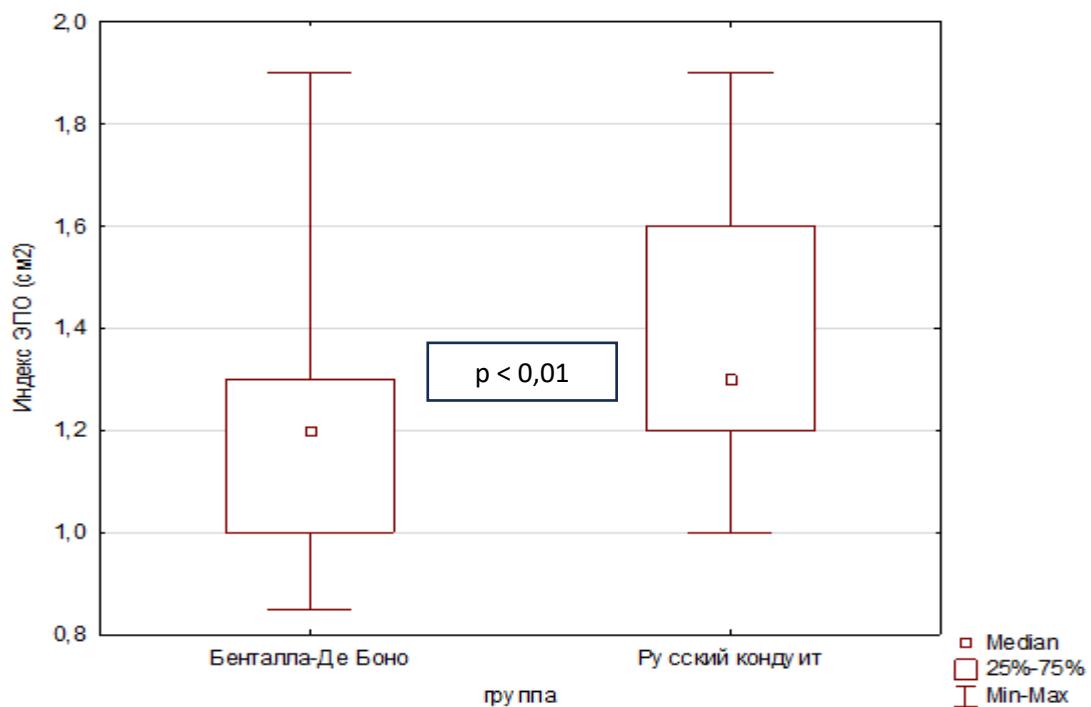


Рисунок 52 – Сравнение индекса эффективной площади отверстия ( $\text{см}^2$ ) в среднеотдаленном периоде. Группа 1 «Русский кондукт» – группа 3 «Бенталл»

### 3.5 Сравнение качества жизни

Как отмечено выше, для оценки качества жизни после исследуемых вмешательств использовался специфический клапанный опросник Perchinsky.

Результаты представлены в «Таблице 9». Согласно анализу опросника, большинство пациентов группы 1 «Русский кондукт» были более довольны выбором процедуры, причем как в сравнении с группой 2 «БиоБенталл», так и с

группой 3 «Бенталл». Пациентов группы 1 «Русский кондукт» не беспокоили осложнения, связанные с кровотечениями. Вместе с тем, исследуемая когорта больше беспокоилась о риске отказа неоклапана и повторной операции [6].

Таблица 9 – Оценка качества жизни (опросник Perchinsky) [6]

Вопрос и ответы	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 27)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 20)	Группа 3 «Бенталл» (n = 49)
1. Выбрали бы Вы снова такую же процедуру?			
Да	16 (59,3 %)	1 (5 %)	7 (14,3 %)
Я не знаю	8 (29,6 %)	11 (55 %)	19 (38,8 %)
Нет	3 (11,1 %)	8 (40 %)	23 (46,9 %)
	$p^{1/2} < 0,01, p^{1/3} < 0,01$		
2. Как часто Вы испытываете раздражение по поводу необходимости последующего наблюдения после замены клапана?			
Никогда	18 (66,7 %)	9 (45 %)	17 (34,7 %)
Изредка	4 (14,8 %)	5 (25 %)	9 (18,4 %)
Часто/всегда	5 (18,5 %)	6 (30 %)	23 (46,9 %)
	$p^{1/3} < 0,01$		
3. Как часто Вы испытываете раздражение по поводу частого посещения врача после замены клапана?			
Никогда	19 (70,4 %)	13 (65 %)	8 (16,3 %)
Изредка	6 (22,2 %)	6 (30 %)	11 (22,4 %)
Часто/всегда	2 (7,4 %)	1 (5 %)	30 (61,2 %)
	$p^{1/3} < 0,01$		
4. Как часто Вы испытываете раздражение по поводу частых анализов крови?			
Никогда	22 (81,5 %)	16 (80 %)	4 (8,2 %)
Изредка	5 (18,5 %)	4 (20 %)	15 (30,6 %)
Часто/всегда	0 (0 %)	0 (0 %)	30 (61,2 %)
	$p^{1/3} < 0,01$		

## Продолжение таблицы 9 [6]

Вопрос и ответы	Группа 1 «Русский кондукт» (n = 27)	Группа 2 «БиоБенталл» (n = 20)	Группа 3 «Бенталл» (n = 49)
5. Как часто Вы испытываете раздражение по поводу возможности осложнений из-за имплантированного клапана?			
Никогда	15 (55,6 %)	9 (45 %)	27 (55,1 %)
Изредка	8 (29,6 %)	7 (35 %)	14 (28,6 %)
Часто/всегда	4 (14,8 %)	4 (20 %)	8 (16,3 %)
	$p > 0,05$		
6. Как часто Вы испытываете раздражение по поводу кровотечения из-за приема лекарств?			
Никогда	27 (100 %)	13 (65 %)	5 (10,2 %)
Изредка	0 (0 %)	6 (30 %)	15 (30,6 %)
Часто/всегда	0 (0 %)	1 (5 %)	29 (29,2 %)
	$p^{1/2} < 0,01, p^{1/3} < 0,01$		
7. Как часто Вы испытываете раздражение по поводу риска отказа имплантированного клапана?			
Никогда	3 (11,1 %)	12 (60 %)	36 (73,5 %)
Изредка	6 (22,2 %)	6 (30 %)	9 (18,4 %)
Часто/всегда	18 (66,7 %)	2 (10 %)	4 (8,2 %)
	$p^{1/2} < 0,01, p^{1/3} < 0,01$		
8. Как часто Вы испытываете раздражение по поводу риска повторной операции?			
Никогда	3 (11,1 %)	9 (45 %)	31 (63,3 %)
Изредка	10 (37 %)	8 (40 %)	12 (24,5 %)
Часто/всегда	14 (51,9 %)	3 (15 %)	6 (12,2 %)
	$p^{1/2} < 0,01, p^{1/3} < 0,01$		

**Клинический пример 1.**

Пациент А., 26 лет, поступил в стационар с жалобами на шум в ушах, головокружения. Из анамнеза: при плановом обследовании, впервые был выявлен врожденный порок сердца: двустворчатый АК. От хирургического лечения, на тот

момент, было принято решение воздержаться, рекомендовано динамическое наблюдение. На протяжении нескольких лет начал отмечать эпизоды повышения артериального давления, максимально до 160/110 мм рт. ст, постоянную гипотензивную терапию не получал. Ухудшение состояния отмечено в течение последнего года перед госпитализацией. По данным трансторакальной ЭхоКГ: ФВ ЛЖ – 65 %, конечный диастолический объем ЛЖ – 145 мл, митральный клапан – регургитация 1 степени, двустворчатый АК, умеренный стеноз АК, ФК 2,6 см, краевое уплотнение створок АК, регургитация 2 – 3 степени, средний градиент на АК – 22 мм рт. ст., диастолическая дисфункция 1 типа, регургитация триkuspidального клапана 1 степени, аневризма ВАо – 5,8 см. Пациенту предложена аневризмэктомия с протезированием КАо и ВАо синтетическим линейным протезом с формированием неостворок аутологичным перикардом (операция «Русский кондукт») в условиях ИК с использованием селективной фармакохолодовой кардиоплегии.

В условиях ИК и фармакохолодовой кардиоплегии была выполнена аневризмэктомия, протезирование КАо и ВАо линейным синтетическим протезом 30 мм с формированием неостворок АК аутологичным перикардом.

Под комбинированным эндотрахеальным наркозом была выполнена срединная стернотомия. Выполнен забор лоскута перикарда 8 x 8 см по передней поверхности сердца с последующей 8-ми мин обработкой в 0,6 % растворе глутарового альдегида. При ревизии отмечено расширение ВАо до 5,8 см. При помощи трафарета S. Ozaki размечены лоскуты створок АК 29 размера. Синтетический линейный протез 30 мм вывернут наизнанку, размечены места крепления неостворок. Непрерывным обвивным швом нитью «Prolene» 5/0 поочередно фиксированы к протезу аутоперикардиальные створки: правая, некоронарная и левая. Протез вывернут в исходную позицию. Неокомиссуры сформированы дополнительными (нить «Prolene» 5/0) швами с выколом и завязыванием наружу протеза. Наложены кисетные швы на дугу аорты, полые вены, выполнена канюляция аорты, канюляция верхней полой вены, нижней полой вены и постановка дренажа ЛЖ через правую верхнюю легочную вену. Начато ИК.

Аорта пережата, выполнена поперечная аортотомия. Селективная антеградая фармакохолодовая кардиоплегия проводилась раствором «Кустодиол» в объеме 3-х литров, выполнен разрез на ушке правого предсердия длиной 1 см для эвакуации кардиоплегического раствора. При ревизии ФК АК – 28 мм, АК функционально двустворчатый, выявлено сращение комиссур левой и правой коронарных створок, в основании и теле некоронарной створки – фиброзные изменения, створка удлиненная, устья коронарных артерий интактны, синусы Вальсальвы расширены до 40 мм. Створки АК иссечены. При помощи 14-ти П-образных швов нитью «Ethibond» 2/0, выполнена имплантация неокондуита в аннулярную позицию. Термокаутером высечены отверстия в протезе в проекции устьев коронарных артерий. Поочередно в бок протеза имплантированы устья левой и правой коронарных артерий непрерывным обвивным швом нитью «Prolene» 6/0. Проведено формирование дистального анастомоза непрерывным швом нитью «Prolene» 5/0. Ушито отверстие в правом предсердии для эвакуации кардиоплегического раствора нитью «Prolene» 5/0. Установлены дренажи ретростернально, в левую плевральную полость через перикардиотомное отверстие.

Время ИК составило 104 мин, пережатия аорты – 81 мин, объем кровопотери 800 мл. По окончанию операции пациент переведен в ОРИТ. Спустя сутки после перевода в отделение кардиохирургии у пациента возник пароксизм фибрилляции предсердий, купированный в ОРИТ электроимпульсной терапией. По данным трансторакальной ЭхоКГ перед выпиской: ФВ ЛЖ – 60 %, КДО ЛЖ – 96 мл, митральный клапан регургитация 1 степени, АК – регургитация не выявлена, средний градиент 5 мм рт. ст. На 9-е сутки после оперативного вмешательства пациент был выписан в удовлетворительном состоянии.

Данные мультиспиральной компьютерной томографии пациента А. до и после операции представлены на «Рисунке 53» и «Рисунке 54».

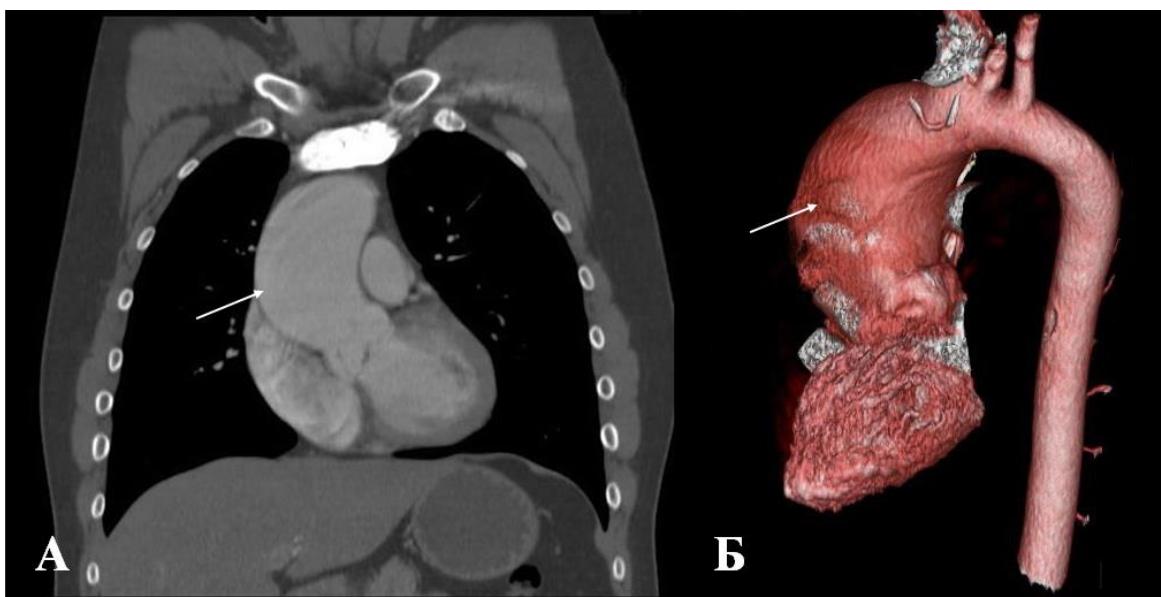


Рисунок 53 – Мультиспиральная компьютерная томография грудной аорты до хирургического лечения, больной А. А – Мультипланарная реформация, Б – 3D-реконструкция. Стрелкой указана аневризма корня и восходящего отдела аорты

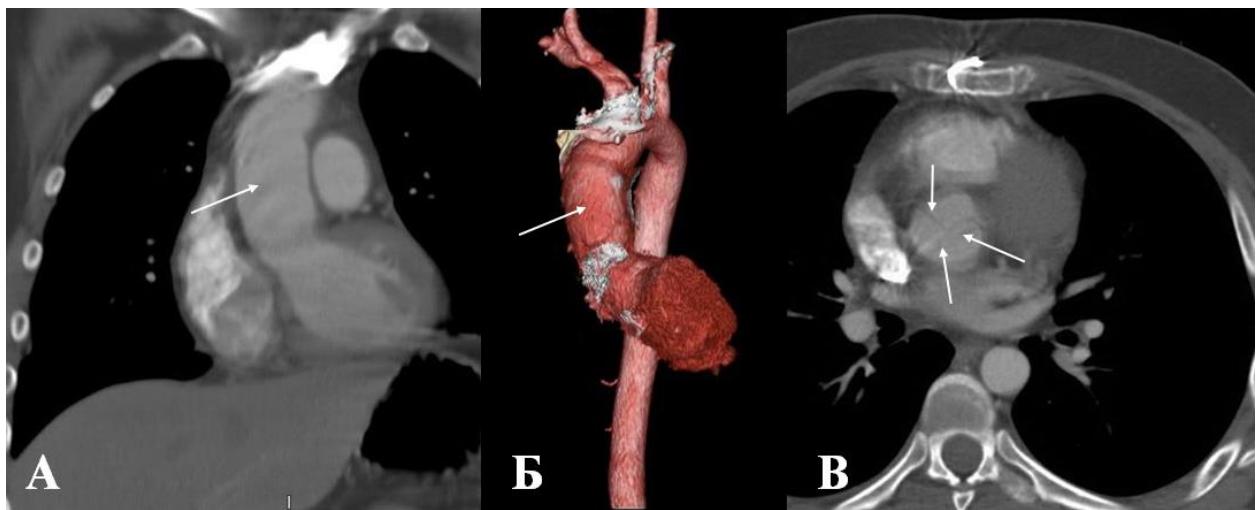


Рисунок 54 – Мультиспиральная компьютерная томография грудной аорты после хирургического лечения, больной А. А – Мультипланарная реформация, Б – 3D-реконструкция, В – Аксиальное изображение. Стрелкой на А и Б указан имплантированный «hand-made» кондукт, содержащий неостворки, стрелками на В указаны 3 неостворки

## **Клинический пример 2.**

Пациент В., 71 года, поступил в стационар с жалобами на одышку при подъеме на 2-й этаж, перебои в работе сердца, боли сжимающего характера на фоне эмоционального стресса/нагрузки, снижение работоспособности, быструю утомляемость.

Из анамнеза: на протяжении 25-ти лет отмечал повышенные цифры артериального давления максимально до 190/100 мм рт. ст, субъективно чувствовал себя удовлетворительно, терапию не получал, к врачам не обращался. С того же момента известно о пороке АК. После перенесенной вирусной инфекции стал отмечать почти ежедневное повышение артериального давления выше целевых значений, перебои в работе сердца, одышку при подъеме до 2-го этажа, однократный эпизод пресинкопального состояния на фоне болей за грудиной.

По данным проведенной трансторакальной ЭхоКГ: фракция выброса ЛЖ – 56 %, конечный диастолический объем ЛЖ – 147 мл, митральный клапан – створки подвижные, неравномерно уплотнены, передняя створка удлинена и несколько пролабирует в полость левого предсердия, ФК – 3,4 см, регургитация 1,5 степени, АК – трехстворчатый, очаг кальция в основании правой и левой коронарных створок (спаяны), функционально двустворчатый АК, нарушение центральной коаптации, ФК – 2,7 см, регургитация на АК – 2,5 степени, аорта – стенки уплотнены, синусы Вальсальвы – 5,6 см, СТС – 4,7 см, ВАо – 6,0 см, дуга аорты (на уровне общей сонной артерии слева) – 3,5 см, перешеек – 2,4 см, нисходящая аорта – 2,8 см.

На основании жалоб, анамнеза, проведенной ЭхоКГ пациенту была предложена операция: аневризмэктомия, протезирование КАо и ВАо синтетическим линейным протезом 32 мм, АК биологическим протезом «НеоКор» 30 мм, по методике Беталл-де Бено, фистула по Кабролю, в условиях ИК и антеградной селективной фармакохолодой кардиоплегии.

Под комбинированным эндотрахеальным наркозом выполнена полная продольная срединная стернотомия, выявлено расширение ВАо до 6 см, аорта на уровне синусов Вальсальвы – 5,5 см. Наложены кисетные швы на дугу аорты,

верхнюю полую вену и нижнюю полую вену. Выполнена канюляция дуги аорты, раздельная канюляция полых вен. Начало ИК. Установлен дренаж ЛЖ через правую верхнюю лёгочную вену. Пережата ВАо проксимальнее устья брахиоцефального ствола, выполнена продольная аортотомия, селективная кардиоплегия. При ревизии АК определено, что выполнение пластической реконструкции невозможно и выполнено иссечение створок клапана и наложение 22 П-образных швов нитью «Ethibond» 2/0 на ФК АК, которые проведены через биопротез и затем сосудистый протез. Имплантирован биологический клапан «НеоКор» 30 мм, линейный синтетический протез ВАо 32 мм. Термокаутером сформированы отверстия в кондуите напротив устьев коронарных артерий. Поочерёдно имплантированы без иссечения из стенки аорты устья коронарных артерий в бок кондуита непрерывным обвивным швом нитью «Prolene» 6/0. Наложен дистальный анастомоз кондуита и ВАо непрерывным обвивным швом нитью «Prolene» 5/0. По окончанию наложения анастомоза снят зажим с аорты. Выполнена деаэрация. Синусовый ритм восстановился после 1 разряда дефибриллятора. Между правым предсердием и парапротезным пространством сформировано соустье по Кабролю.

Время ИК составило 169 мин, время пережатия аорты 122 мин, объем кровопотери составил 800 мл. Пациент в стабильном состоянии по окончанию оперативного вмешательства переведен в ОРИТ, где находился 18 часов. На 8-е сутки после операции зарегистрирован однократный пароксизм фибрилляции предсердий, купированный инфузией кордарона. По данным ЭхоКГ перед выпиской: конечный диастолический объем ЛЖ – 128 мл, фракция выброса ЛЖ – 56 %, АК – биопротез, створки подвижные, регургитация 0 – 1-й степени, градиент давления пиковый – 12 мм рт. ст., средний – 6 мм рт. ст. В удовлетворительном состоянии на 12-е сутки пациент выписан из стационара.

Данные мультиспиральной компьютерной томографии пациента В. до и после операции представлены на «Рисунке 55» и «Рисунке 56».

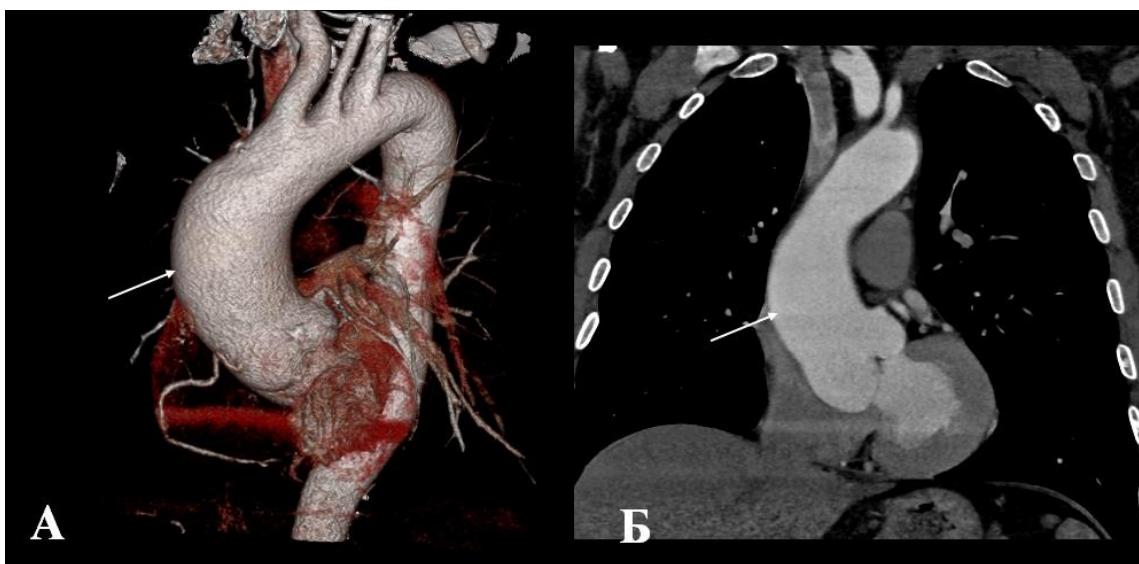


Рисунок 55 – Мультиспиральная компьютерная томография грудной аорты до хирургического лечения, пациент В. А – 3D-реконструкция, Б – Мультипланарная реформация. Стрелкой указана аневризма корня и восходящего отдела аорты

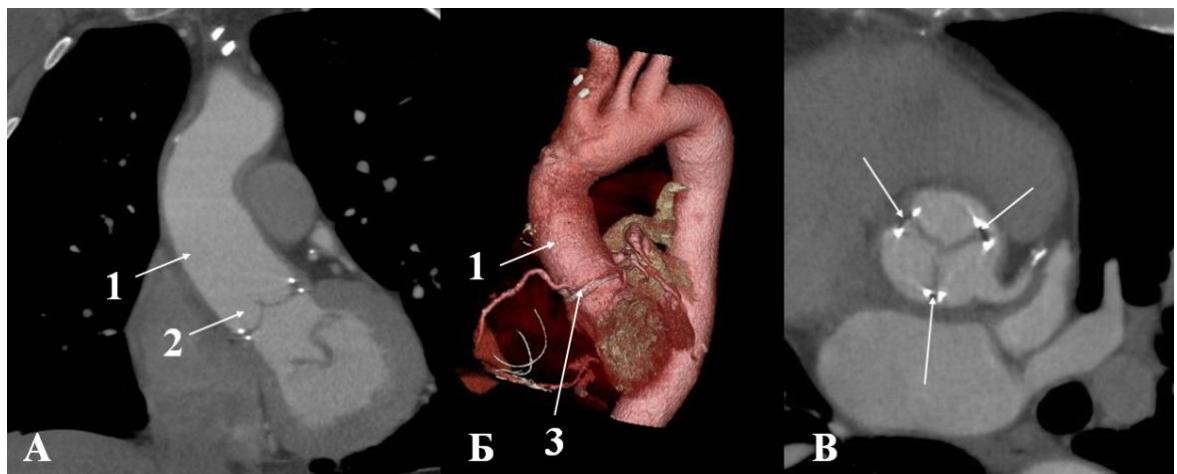


Рисунок 56 – Мультиспиральная компьютерная томография грудной аорты после хирургического лечения, пациент В. А – Мультипланарная реформация, Б – 3D-реконструкция, В – Мультипланарная реформация. Стрелкой на А и Б указаны: 1 – протез восходящей аорты, 2 – биологический клапан, 3 – манжета биологического протеза аортального клапана, стрелками на В указаны 3 стойки биологического протеза

### Клинический пример 3.

Пациент Д., 35-ти лет, поступил в стационар с жалобами на ощущение сердцебиения, одышку при умеренной физической нагрузке, повышение артериального давления до 145/80 мм рт. ст., загрудинные прокалывающие боли вне связи с нагрузкой. Из анамнеза: с детства диагностировался бикуспидальный АК, за 8 месяцев до поступления в стационар перенес ишемический инфаркт головного мозга. Ухудшение состояния на протяжении последних 3-х лет, при обследовании выявлена недостаточность АК до 3-й степени, умеренный стеноз АК, дилатация КАо и ВАо до 5 см. По данным трансторакальной ЭхоКГ: фракция выброса ЛЖ – 60 %, конечный диастолический объем ЛЖ – 140 мл, бикуспидальный АК с регургитацией до 3 ст., средний градиент на АК – 14 мм рт. ст., ФК АК – 30 мм, диаметр аорты на уровне синусов Вальсальвы – 4,7 см, на уровне синотубулярного соединения – 4,9 см, ВАо – 5,2 см. По результатам мультиспиральной компьютерной томографии аорты – аналогичные показатели «Рисунок 57».

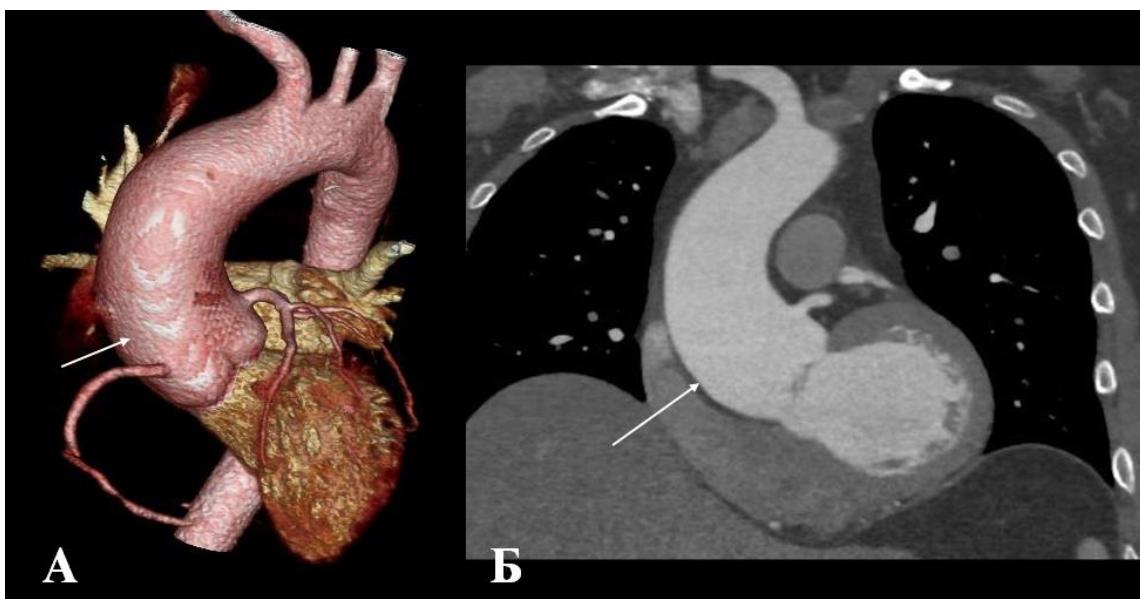


Рисунок 57 – Мультиспиральная компьютерная томография грудного отдела аорты с контрастированием перед операцией, пациент Д. А – 3D-реконструкция, Б – Мультипланарная реформация. Стрелкой указана аневризма корня и восходящего отдела аорты

Пациенту предложено протезирование АК, КАо и ВАо композитным синтетическим графтом, содержащим неостворки из аутологичного перикарда – операция «Русский кондукт».

Доступом через срединную стернотомию, в условиях ИК и селективной фармакохолодовой кардиоплегии, пациенту выполнена операция аневризмэктомии, протезирования КАо и ВАо синтетическим линейным протезом 30 мм с формированием неостворок аутологичным перикардом. Имплантация выполнена по методике Бенталл-Де Бено в модификации Каброля. Длительность ИК составила 96 мин, пережатия аорты – 80 мин. Продолжительность пребывания в ОРИТ составила 28 часов, в стационаре – 11 суток. Осложнений в раннем послеоперационном периоде у пациента не наблюдалось. По данным трансторакальной ЭхоКГ перед выпиской регургитации на АК не выявлено, средний градиент – 4 мм рт. ст., ФК АК – 22 мм. В состоянии, соответствующем I – II ФК по NYHA пациент был выписан под наблюдение по месту жительства.

Через 1 месяц после выписки манифестирующий фурункулез, который пациент лечил самостоятельно. Несмотря на положительную динамику в отношении фурункулеза, пациент стал отмечать ежедневную рецидивирующую лихорадку до 38<sup>0</sup> С, в связи с чем обратился к кардиологу по месту жительства. По данным трансторакальной ЭхоКГ выявлена тотальная регургитация АК на фоне инфекционного эндокардита, визуализированного в виде гиперэхогенных образований на неостворках (вегетации) размерами 22 x 20 мм и 27 x 8 мм, соответственно. По данным лабораторных исследований обращала на себя внимания гипохромная микроцитарная анемия (гемоглобин – 72 г/л, сывороточное железо – 3,4 мкмоль/л), лейкопения, гипоальбуминемия, повышение уровня С-реактивного белка, Д-димера. В посеве крови отмечался рост микрофлоры – *Staphylococcus aureus*. Пациенту была назначена трехкомпонентная антибактериальная терапия в виде в/в инфузии ванкомицина, рифампицина и даптомицина, на фоне которой отмечено купирование эпизодов гектической лихорадки с переходом в стойкий субфебрилитет, однако размер вегетаций в течение 2-х недель увеличился. По данным мультиспиральной компьютерной

томографии был подтвержден диагноз инфекционного эндокардита АК с формированием парапротезных абсцессов и фистул «Рисунок 58».

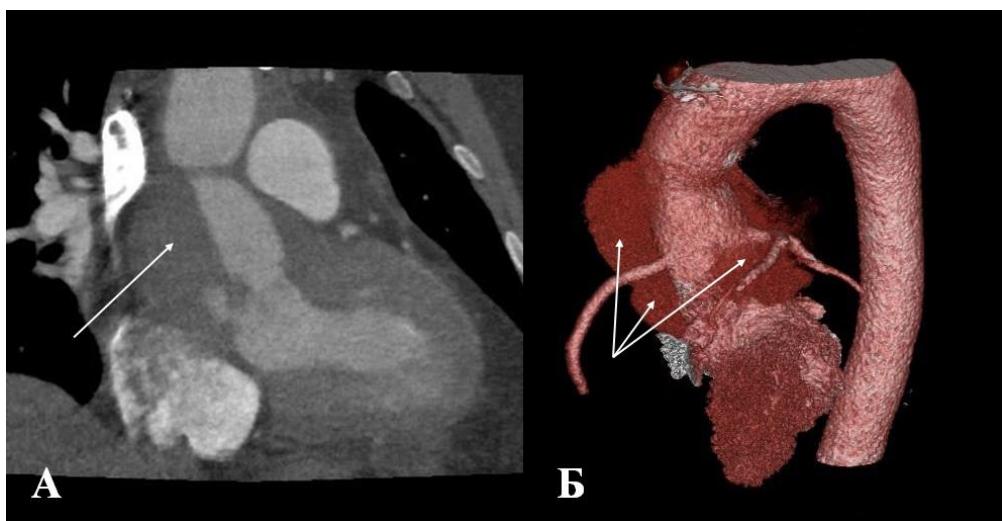


Рисунок 58 – Мультиспиральная компьютерная томография грудной аорты с контрастированием перед повторной операцией, пациент Д. А – Мультипланарная реформация, Б – 3D-реконструкция. Стрелками указаны парапротезные абсцессы и фистулы

Консилиумом в составе кардиохирургов, кардиологов и клинических фармакологов принято решение о необходимости выполнения оперативного вмешательства по витальным показаниям.

После срединной рестернотомии и субтотального кардиолиза выявлено наличие массивного воспалительного конгломерата в области КАо, инфильтрирующего миокард правого желудочка и ЛЖ «Рисунок 59».

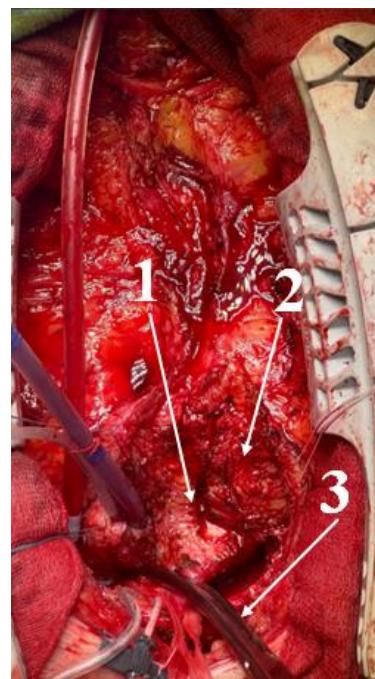


Рисунок 59 – Интраоперационное фото, после выполнения кардиолиза, пациент Д.

Стрелками указано: 1 – протез корня аорты, 2 – массивный воспалительный конгломерат в области корня аорты, 3 – аортальный зажим

После подключения ИК, пережатия аорты и вскрытия аневризматического мешка со стенкой синтетического протеза визуализировано поражение неостворок вегетациями с формированием обширного тромбированного абсцесса КАо, затрагивающего как ФК и митрально – аортальный контакт, так и парапротезное пространство «Рисунок 60».

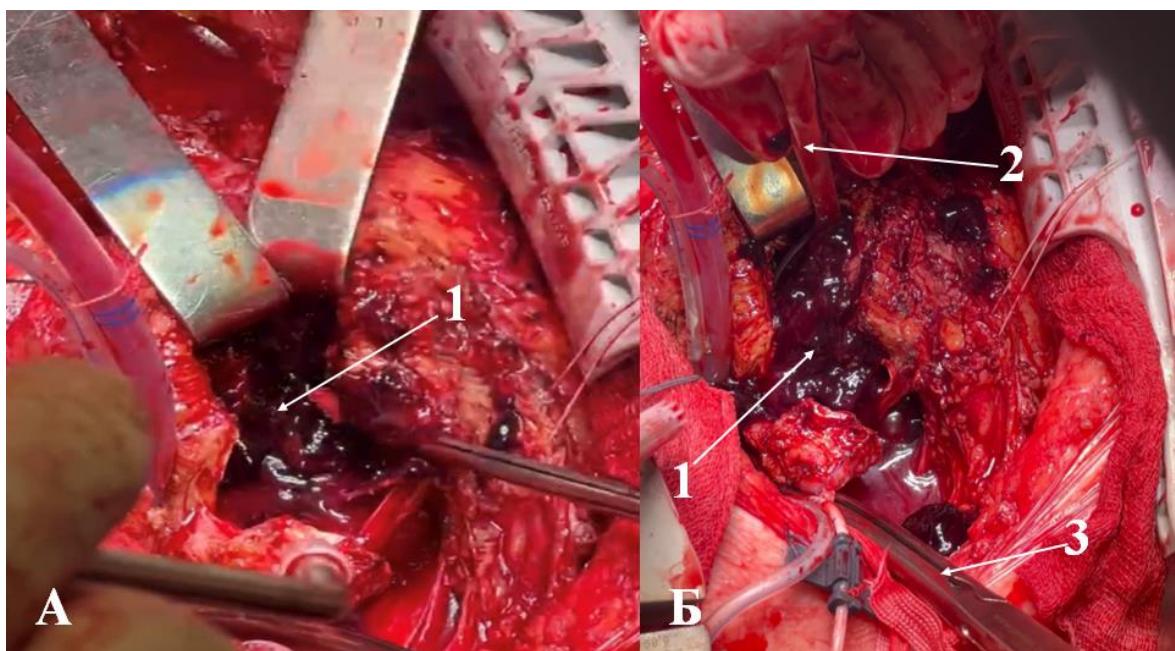


Рисунок 60 – Этап визуализации абсцесса корня аорты, пациент Д. А – массивный тромбированный абсцесс корня аорты после вскрытия протеза, Б – этап удаления абсцесса. Стрелками указано: 1 – тромботические массы, 2 – стерильная ложка, использовавшаяся для удаления тромботических масс, 3 – аортальный зажим

После выделения устьев коронарных артерий и проведения селективной кардиоплегии, выполнено радикальное иссечение зоны абсцесса, которое включило полное удаление ФК АК с оставлением лишь миокарда выходного отдела ЛЖ «Рисунок 61» и «Рисунок 62».

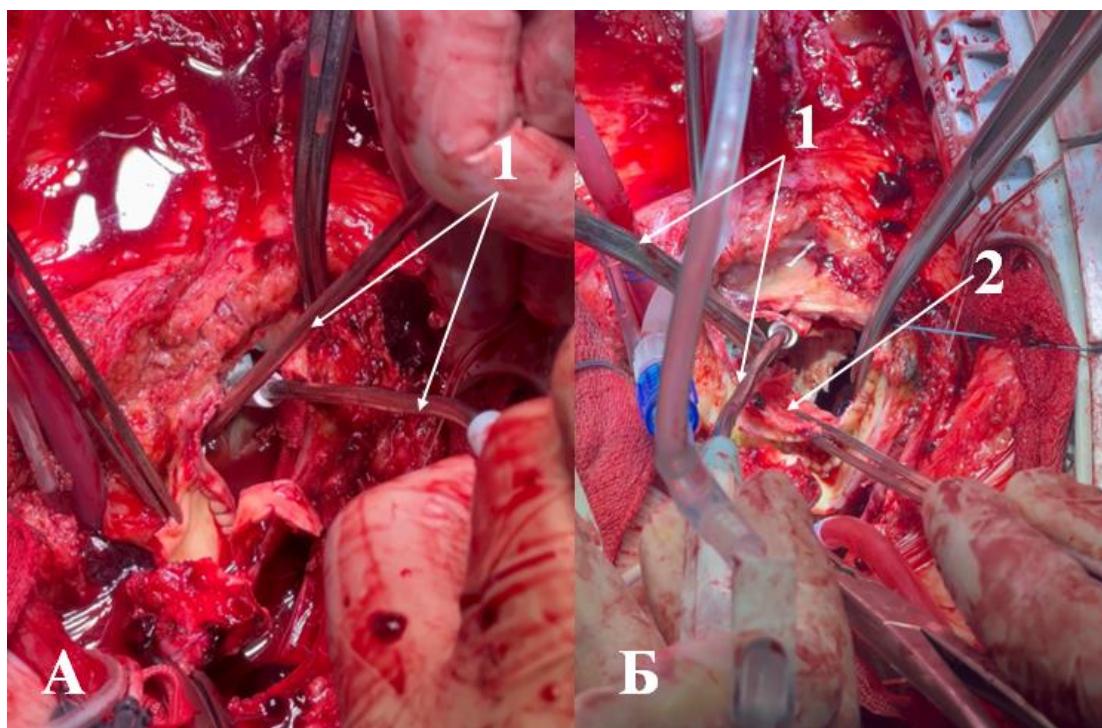


Рисунок 61 – Селективная кардиоплегия с этапом иссечения старого протеза восходящей аорты, пациент Д. А – этап селективной кардиоплегии в устья коронраных артерий, Б – в момент проведения кардиоплегии этап удаления старого протеза восходящей аорты. Стрелками указано: 1 – канюля для селективной кардиоплегии, 2 – иссекаемая стенка старого протеза

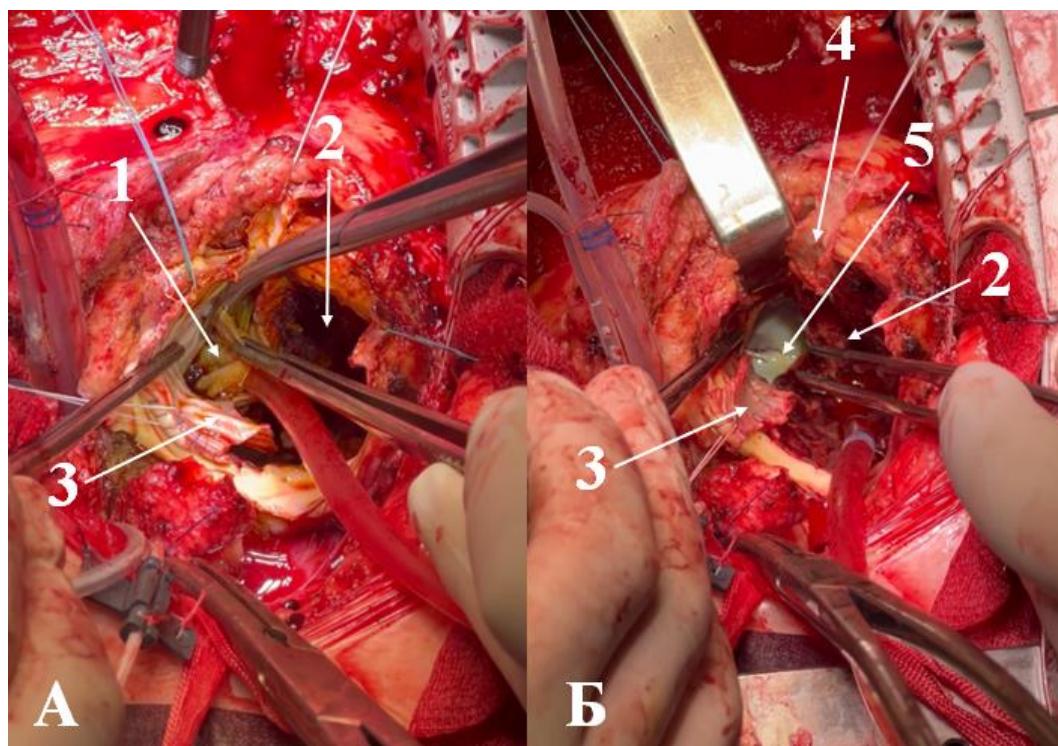


Рисунок 62 – Радикальное иссечение зоны абсцесса корня аорты, пациент Д. А – этап иссечения пораженных инфекционным эндокардитом створок из аутоперикарда, Б – вид выводного отдела левого желудочка после удаления абсцесса корня аорты и фиброзного кольца. Стрелками указано: 1 – иссекаемые створки из аутоперикарда с вегетациями, 2 – полость абсцесса корня и парапротезного пространства, 3 – устье левой коронарной артерии на «держалке», 4 – устье правой коронарной артерии на «держалке», 5 – митральный клапан

Единственно допустимым имплантатом для протезирования выходного отдела ЛЖ, ФК АК, КАо и ВАо явился аортальный гомографт, который имплантирован к миокарду выходного отдела ЛЖ тремя непрерывными швами (нить «Prolene» 5/0) «Рисунок 63», «Рисунок 64».

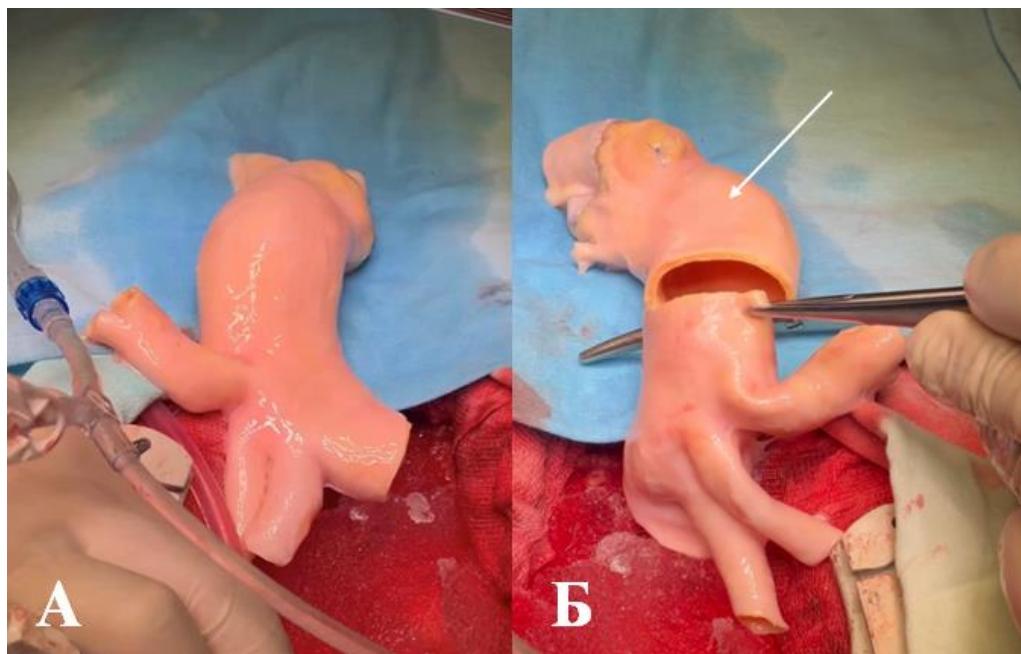


Рисунок 63 – Аортальный гомогraft, пациент Д. А – аортальный гомогraft (общий вид), Б – подготовленный к имплантации аортальный гомогraft. Стрелкой указан необходимый для имплантации фрагмент гомографта, после отсечения

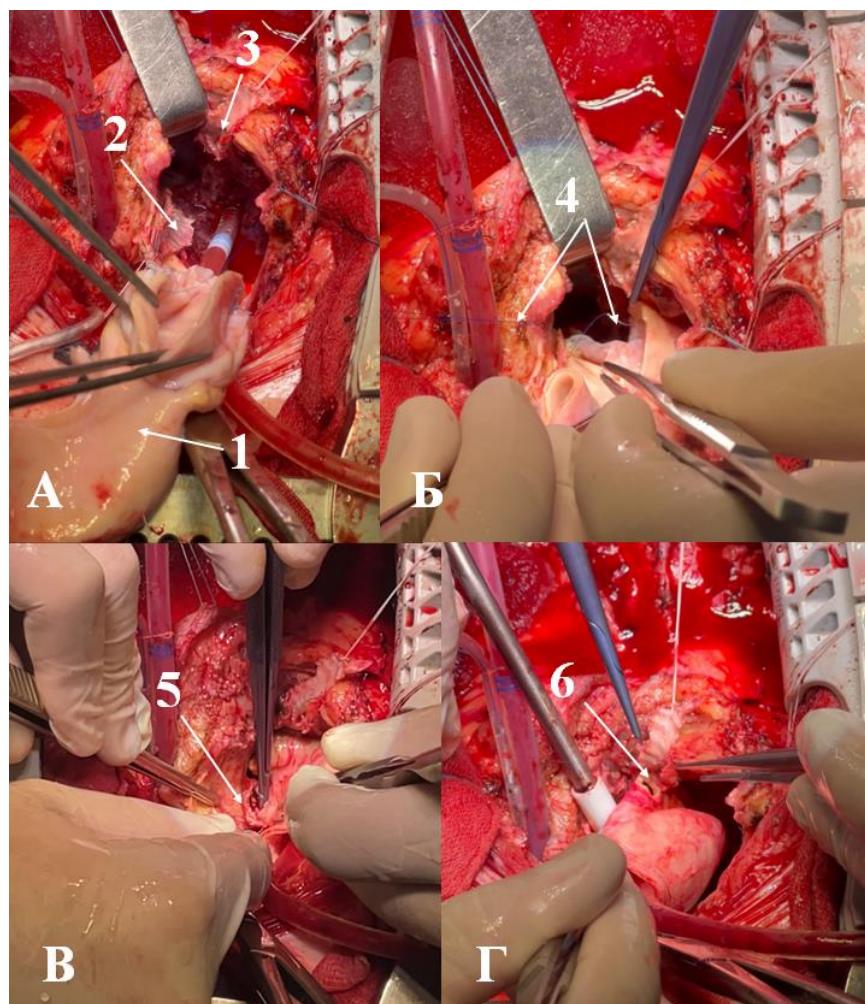


Рисунок 64 – Имплантация гомографта, пациент Д. А и Б – этап имплантации гомографта в выводной отдел левого желудочка, В и Г – этап реимплантации устьев левой и правой коронарных артерий. Стреками указано: 1 – гомографт, 2 – устье левой коронарной артерии на «держалке», 3 – устье правой коронарной артерии на «держалке», 4 – формирование непрерывных проленовых швов, 5 – реимплантация устья левой коронарной артерии, 6 – реимплантация устья правой коронарной артерии

На «Рисунке 65» продемонстрировано стандартное наложение дистального анастомоза, конечный вид операции, после снятия зажима с аорты.

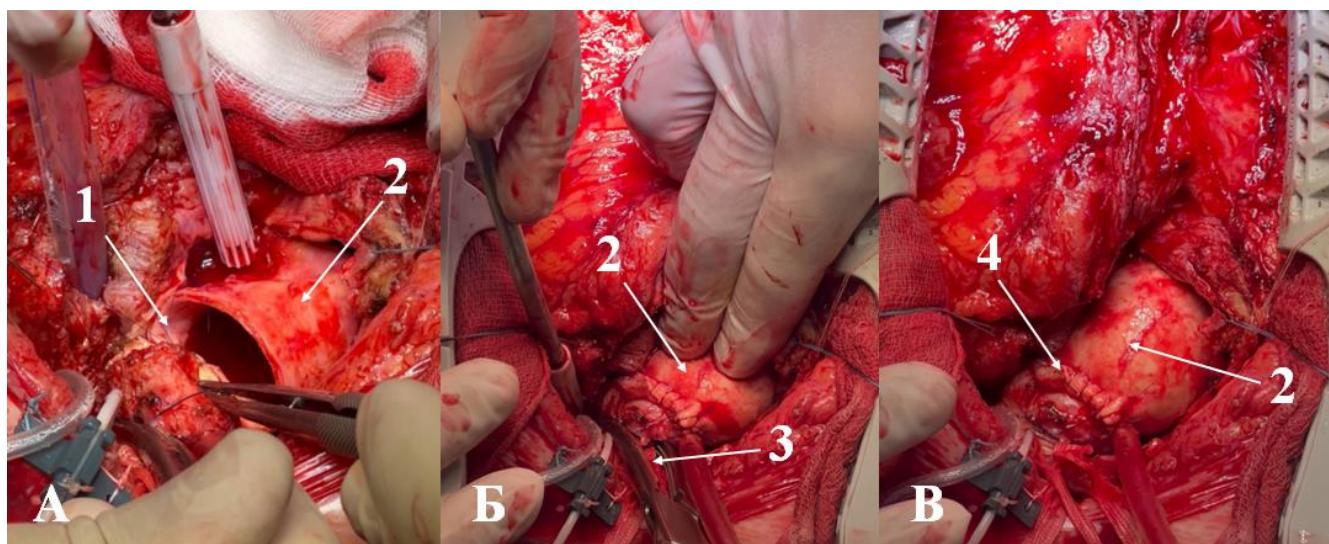


Рисунок 65 – Формирование дистального анастомоза, окончание операции, пациент Д. А – этап формирования дистального анастомоза гомографта и восходящего отдела аорты, Б – этап снятия аортального зажима, В – конечный вид операции. Стрелками указано: 1 – формирование дистального анастомоза, 2 – гомографт, 3 – момент снятия аортального зажима, 4 – вид дистального анастомоза

Длительность пережатия аорты составила 155 мин. При попытках окончить ИК манифестируала нестабильность гемодинамики на фоне низкого сердечного выброса, по данным чреспищеводной ЭхоКГ – ФВ ЛЖ 5 %, в связи с чем пациент переведен на вспомогательное кровообращение (вено – артериальная экстракорпоральная мембранные оксигенация). На фоне механической поддержки кровообращения и интенсивной терапии острой сердечной недостаточности в течение 3-х суток, отмечался рост контракtilности миокарда, при снижении производительности экстракорпоральной мембранные оксигенации до 30 % – ФВ ЛЖ 42 %. На 3-и сутки механическая поддержка кровообращения была прекращена, пациент экстубирован. На 6-е сутки пациент был переведен в палату, была продолжена трехкомпонентная антибактериальная терапия, субфебрилитет сохранялся в течение 8-ми суток после операции, выписан на 18-е сутки, в состоянии, соответствующем II ФК по NYHA. При динамическом наблюдении ФВ

ЛЖ – 50 %, средний градиент на АК – 4 мм рт. ст., ФК – 24 мм, данных за парапротезные полости и фистулы нет.

## ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ

Представленное исследование является первым в России и мире анализом результатов использования оригинальной универсальной методики протезирования всех структур КАо «Русский кондукт» в сравнении с биологической модификацией и классической операцией Бенталл-Де Бено. Несмотря на «революционные» результаты лечения и снижение летальности пациентов с патологией КАо и ВАо с внедрением в практику классической операции Бенталл-Де Бено, с годами стали выявляться отрицательные стороны данной процедуры. Пациенты, перенесшие операцию Бенталл-Де Бено, в отдаленном периоде сталкиваются с тромбоэмбологическими рисками, протезным эндокардитом, дисфункцией протеза, пожизненной антикоагулянтной терапией, ишемическими и мозговыми событиями, а также с повышением функционального класса хронической сердечной недостаточности [6, 38, 101]. Клапан-сберегающие процедуры Т. David и M. Yacoub позволили на порядок снизить риски, связанные с классической процедурой Бенталл-Де Бено, обеспечивая помимо лучшего качества жизни, высокую свободу от МАСЕ и реопераций, а также отдаленную выживаемость [61, 86, 102, 116, 149]. Однако клапан-сберегающие операции доступны лишь для когорты пациентов с аневризмами КАо и сопутствующей аннулодилатацией АК с интактными створками. При частичном поражении створок АК предложены методики реимплантации/ремоделирования КАо с одномоментной пластикой створок [48, 132]. Пластика выполняется при помощи различных техник, таких как пликация Аранциевого узелка, сбивание кальция («shaving»), резекция межкомиссурального шва с восстановлением целостности путем сшивания или с использованием заплаты из ауто/ксеноперикарда. Многочисленными авторами и крупными метаанализами продемонстрированы обнадеживающие ранние и отдаленные послеоперационные результаты подобного подхода, однако в большинство исследований включено небольшое число пациентов, а срок наблюдения редко превышает 10 лет [8, 32, 33, 36, 50, 79, 93].

Таким образом, несмотря на постоянную публикацию клинических руководств, выбор методики хирургического лечения аневризм КАо носит индивидуальный характер. Для пациентов с интактными створками АК наиболее приемлемой остается клапан-сберегающая операция, а для лиц с выраженно компрометированным клапаном – протезирование композитным граffтом, наиболее доступным из которых является кондукт, содержащий механический протез АК. То есть, по сей день, существует потребность в имплантате, который может обеспечить результаты, сходные с клапан-сберегающими процедурами и позволит нивелировать негативные последствия использования механического протеза.

Разработка и внедрение в клиническую практику операции «Русский кондукт» заняло у нашей команды более 10-ти лет. К этому нас сподвигло несколько мотивационных факторов, на которых мы остановимся подробно ниже [6].

Во-первых, накопленный нашей командой опыт изолированной аутоперикардиальной неокупидизации АК. На протяжении более 6-ти лет мы ведем многоцентровой международный регистр операции Озаки. Нами проведен всесторонний анализ проблемы, начиная от истории использования аутоперикарда в аортальной позиции и техники имплантации [6, 10, 11, 125], до публикации возможностей и результатов этой операции в различных клинических и возрастных когортах. Нами продемонстрированы приемлемые показатели трансклапанной гемодинамики и послеоперационные исходы в раннем послеоперационном периоде после аутоперикардиальной неокупидизации АК [6, 28]. В исследовании, посвященном среднесрочным результатам операции Озаки в когорте старше 65-ти лет, 3-х летняя общая выживаемость и свобода от реоперации составила 88,6 % [95 % ДИ 81,23 – 94,07] и 97 % [95 % ДИ 92,1 – 99,5] соответственно [6, 21]. Мы продемонстрировали, что аутоперикардиальная неокупидизация АК является приемлемой и перспективной опцией для пациентов с узким ФК АК, обеспечивающей низкие послеоперационные трансклапанные градиенты, большую ЭПО и минимальную регургитацию [124]. Наконец, нами впервые опубликованы результаты мини-инвазивной аутоперикардиальной неокупидизации АК с торакоскопическим забором перикарда на достаточно

большой когорте пациентов [12, 13]. Несмотря на «эмоциональных» противников использования аутологичного перикарда в качестве неостворок АК, обнадеживающие результаты этой методики, опубликованные большим числом авторов, позволили занять ей определенное место в хирургии АК [105, 111, 115, 121].

Второй фактор – это сложность проведения реконструкции створок АК в когорте пациентов с аннулоэктазией. Известно, что одним из немногих противопоказаний к аутоперикардиальной неокуспидизации АК является расширение ФК АК более 25 мм [89, 109]. В такой ситуации возрастает риск несостоятельности неоклапана с развитием значимой АН на фоне нарушения площади коаптации створок. Тем не менее, в реальной клинической практике мы зачастую встречаемся с категорией пациентов с дегенеративными пороками АК и сопутствующей аннулоэктазией, даже при отсутствии аневризматического расширения КАо и ВАо. Таким образом, любые реконструктивные операции для этих больных недоступны, а единственным доступным методом лечения остается протезирование АК механическими или каркасными биопротезами (использование бескаркасных биопротезов также сомнительно для данной когорты).

Первоначально, мы планировали комбинировать методики Озаки и Дэвида, предварительно иссекая нативные створки, фиксируя аутоперикардиальные неостворки, с последующей реимплантацией клапана в синтетический протез. Однако уже в эксперименте на животных мы столкнулись с длительным пережатием аорты, трудоемкостью и плохой воспроизводимостью подобного подхода. Потенциально, для этой когорты пациентов возможно использование техники экстравальвуллярной аннулопластики, предложенной Е. Lansac и коллегами [89], однако она также является трудоемкой и вряд ли может быть использована в широкой кардиохирургической практике. Композитный граffт «Русский кондукт», содержащий створки из аутологичного перикарда, позволяет укрепить ФК АК, профилактизирует возможную АН и обеспечивает низкие трансклапанные градиенты у пациентов с дегенеративными пороками АК и аннулоэктазией. Средний диаметр ФК АК в исследованной нами группе «Русский кондукт»

составил  $24,4 \pm 4,8$  мм, то есть аннулоэктазия у этих пациентов превалировала [6]. Вместе с тем, несомненно, что расширение объема операции до протезирования всех структур КАо у больных с изолированным поражением АК должно быть оценено по принципу «польза – риск» и, в случае присутствия рисков, связанных с пролонгацией ишемии миокарда, выбор должен быть сделан в пользу протезирования АК.

Третий фактор – отсутствие коммерчески доступных композитных граffов, содержащих бескаркасный биопротез, в Российской Федерации. Следует отметить, что методика «Русский кондукт», несомненно, относится к категории операций БиоБенталл. Ограниченнaя доступность композитных граffов, содержащих бескаркасные биопротезы, детерминирует ограниченность опубликованных результатов. Единственным исследованием, где проведено сравнение каркасных и бескаркасных протезов как компонентов композитного граffта, является работа M. Mutsuga и коллег [104]. При сопоставимости отдаленной выживаемости и свободы от операций, группа бескаркасных протезов ожидаемо продемонстрировала более низкие трансаортальные градиенты [14]. Стоит добавить, что к результатам этой работы нужно относится критично, по причине малой выборки (44 пациента). В трех исследованиях проведено сравнение операции БиоБенталл (с бескаркасным протезом АК) с операцией Дэвида [60, 139, 148], где показаны приемлемые отдаленные результаты, хотя и уступающие таковым после клапан-сберегающих вмешательств.

Важным аспектом процедуры БиоБенталл является высокая стоимость существующих в настоящий момент на мировом рынке композитных граffов, содержащих бескаркасный биопротез, таких как «3f Aortic Bioprostheses» («ATS Medical», США) и Freestyle («Medtronic Inc.», США). Кроме того, если кондукт для «каркасного» БиоБенталл можно легко создать интраоперационно, то с бескаркасным протезом эта задача представляется достаточно сложной. Создание композитного граffта «Русский кондукт» интраоперационно легко воспроизводимо и обеспечивает хорошую трансклапанную гемодинамику (аналогичную бескаркасным биопротезам), требует экономических затрат лишь на синтетический

линейный сосудистый протез, что, по сути, делает доступной процедуру БиоБенталл.

В процессе создания композитного гraftа «Русский кондукт» мы вносили изменения в технологию создания, дабы максимально упростить методику и повысить ее воспроизводимость. Изначально использовался способ продольного разрезания сосудистого протеза, сложного расчета размера створок, их фиксации и восстановления целостности протеза. Однако разработка формулы определения истинных размеров клапана на основании корреляции между длиной окружности аорты на уровне синусов Вальсальвы, полученная нами в ходе изучения секционного материала со «здравым» КАо, позволила упростить методику [6, 19]. Упрощенная методика состоит не в разрезании, а в выворачивании протеза. Техника создания кондукта не требует даже дооперационной чреспищеводной ЭхоКГ, необходимо лишь знать истинный диаметр КАо и ВАо, что детерминирует размер сосудистого протеза, от которого зависят размеры неостворок. Таким образом, кондукт может создаваться после вскрытия перикарда, без ИК. Максимальная площадь коаптации достигается путем наложения П-образных швов на неокомиссуры, а гемостатичность – использованием «full-root» имплантации [6].

В одном из предыдущих крупных исследований мы впервые сравнили клинические исходы операции «Русский кондукт» с клапан-сберегающими методиками и операцией «Защищенный Росс» [6, 8]. По результатам исследования, операция «Русский кондукт» оказалась сопоставима с процедурами Дэвида и Росса в отношении среднеотдаленной выживаемости (срок наблюдения  $45,8 \pm 23$  месяцев), свободе от реопераций и резидуальной значимой АН, составив 100 %, 96 % и 96 % соответственно. В то же время, при сравнении с реимплантацией, дополненной пластикой створок, операция «Русский кондукт» продемонстрировала меньший потенциал к развитию резидуальной АН (ОШ 7,33, ДИ 1,44 – 37,27). Несмотря на достаточно низкий средний трансклапанный градиент в группе «Русский кондукт», по данному параметру он уступил операции Дэвида и Росса [6, 8]. Следует отметить, что при относительной сопоставимости клинических и гемодинамических исходов, операция «Русский кондукт»

представляется наиболее легко воспроизводимой, позволяя значимо сократить время ИК и ишемии миокарда [6].

Как отмечено выше, процедура «Русский кондукт» относится к категории операций БиоБенталл, что, в принципе и определило дизайн нашего исследования. Группой сравнения послужили 22 пациента, перенесшие протезирование КАо и ВАо композитным граffтом, содержащим каркасный биопротез «Юнилайн» (ЗАО «НеоКор»). В более раннем исследовании данный протез продемонстрировал сопоставимые гемодинамические исходы с бескаркасным протезом «Тиара» (ЗАО «НеоКор») [7]. Учитывая, что классическая операция Бенталл-Де Бено по-прежнему является «золотым» стандартом хирургии КАо и центральной «эталонной» методикой, мы не могли не сравнить с ней операцию «Русский кондукт». По сути, наше исследование стало одним из первых в мире, где сопоставлены методики каркасного и бескаркасного БиоБенталл. Сравнение операций БиоБенталл и классической процедуры Бенталл-Де Бено научной ценности не представляло, поэтому в исследовании проводится 2 независимых анализа, где центральной исследуемой методикой является «Русский кондукт». Группы контроля были отобраны при помощи «Propensity matching», что определило их сопоставимость с когортой «Русский кондукт» по основным параметрам. Вместе с тем, группа 1 «Русский кондукт» отличалась большим числом пациентов с бикуспидальным АК по сравнению с группой 2 «БиоБенталл» и группой 3 «Бенталл» ( $p < 0,01$ ). Кроме того, в группе 1 «Русский кондукт» отмечен более высокий исходный средний транскапапанный на АК в сравнении с группой 2 «БиоБенталл» ( $p < 0,01$ ).

При сравнении первичных конечных точек, мы не выявили статистически значимой разницы в отношении свободы от МАСЕ и реопераций между группами «Русский кондукт» и «БиоБенталл». В группе 1 «Русский кондукт» отмечена тенденция к более частому развитию инфекционного эндокардита, хотя статистической значимой разницы между группами нами не выявлено. Подозрения в отношении повышенного риска развития инфекционного эндокардита при аутоперикардиальной неокуспидизации АК часто постулируются противниками

методики. В исследовании S. Ozaki и коллег, где представлены среднеотдаленные результаты аутоперикардиальной неокуспидизации у 850-ти пациентов, частота инфекционного эндокардита в течение 8 лет не превышала 1,5 % [110]. По данным опубликованного нами ранее отчета, риск инфекционного эндокардита после процедуры аутоперикардиальной неокуспидизации АК не превышает 3,1 % в течение 3-х лет [23]. По результатам недавнего крупного Датского регистра, включившего более 16 тыс. пациентов, перенесших механическое и биологическое протезирование АК, частота инфекционного эндокардита в течение 10-ти лет составляет 5,2 %, а среди факторов риска значится именно биопротезирование [107]. Таким образом, даже учитывая небольшую выборку пациентов в группе «Русский кондукт», мы не наблюдали повышенного риска инфекционного эндокардита как в сравнении с мировыми данными, так и в сравнении с когортами «БиоБенталл» и классической операцией Бенталл-Де Бено. Тенденция к большей частоте инфекционного эндокардита в когорте «Русский кондукт» требует изучения на большей выборке пациентов.

Нами продемонстрирована статистически более высокая свобода от МАСЕ в течение 48-и месяцев ( $p = 0,04$ ) в группе «Русский кондукт» в сравнении с когортой классической операции Бенталл-Де Бено. Структура МАСЕ в группе «Бенталл» включила 10 случаев церебральных и кардиальных ишемических событий. При этом крупные исследования, сравнивающие операции БиоБенталл и классическую процедуру Бенталл-Де Бено, не выявляют подобную разницу в отношении частоты неблагоприятных сердечно – сосудистых событий в отдаленном периоде [90, 112]. Кроме того, некоторые авторы и вовсе рекомендуют по возможности воздерживаться от имплантации композитного гraftа, содержащего механический протез АК, в пользу клапан-сберегающих операций и процедуры Росса [76]. Следует отметить, что в крупном предыдущем исследовании, мы продемонстрировали сопоставимость процедуры «Русский кондукт» с клапан-сберегающими методиками и операцией «Зашитенный Росс» [8].

По результатам нашего исследования, мы выявили, что операция «Русский кондукт» не повышает периоперационные риски пациентов – структура и частота

госпитальных осложнений сопоставимы с таковыми после процедур БиоБенталл и классической операции Бенталл-Де Боно. Кроме того, имплантация разработанного нами гrafta представляется более воспроизводимой в сравнении с операцией БиоБенталл, на что указывает статистически достоверное снижение длительности ИК ( $p = 0,04$ ) и пережатия аорты ( $p = 0,02$ ). В свою очередь, процедура «Русский кондукт» не связана с удлинением длительности ИК и пережатия аорты в сравнении с классической операцией Бенталл-Де Боно [6].

Несомненным преимуществом операции «Русский кондукт» является лучшие показатели транклапанной гемодинамики как в раннем, так и в отдаленном послеоперационных периодах. Как при сравнении с операцией БиоБенталл, так и с классической модификацией Бенталл-Де Боно, показаны более низкие трансаортальные градиенты и больший индекс ЭПО. Кроме того, операция «Русский кондукт» не была связана с высокими показателями резидуальной значимой АН в сравнении с каркасными биопротезами, используемыми при процедуре БиоБенталл [6]. Эти данные коррелируют с гемодинамическими результатами, полученными другими авторами при имплантации композитных гraftов, содержащих бескаркасный биопротез [59, 104]. Аналогичная разница в показателях трансклапанной гемодинамики выявляется между процедурой БиоБенталл и клапан-сберегающими методиками [40, 60, 129, 139, 148].

Учитывая, что наше исследование посвящено сравнению различных типов протезов, имплантируемых в композитных гraftах при операции Бенталл-Де Боно, качество жизни было решено оценить при помощи специфического клапанного опросника Perchinsky [114]. Данный опросник состоит из 8 вопросов, которые касаются восприятия пациента, связанного с имплантированным протезом. Следует отметить, что качество жизни является многогранной переменной, не всегда коррелирующей с клиническими исходами. Несмотря на тот факт, что пациенты группы 1 «Русский кондукт» были более довольны выбором процедуры, а также не жаловались на осложнения, связанные с кровотечениями, их все же беспокоил риск отказа неоклапана и повторной операции. Таким образом, мы получили различия в качестве жизни, связанные с типом имплантата. Пациенты

после классической операции Бенталл-Де Бено продемонстрировали стабильно более низкие показатели качества жизни, что, скорее всего, связано с классическими аспектами антикоагулянтной терапии и протезирования. Результаты оценки качества жизни, связанного с протезом, полученные после операции «Русский кондукт», создают потребность в лучшем информировании пациентов. С одной стороны, они должны быть информированы о том, что текущие варианты протезирования прогнозируются на ближайшие 20 лет [2], а процедура аутоперикардиальной неокупидизации не более чем на 15 лет. С другой стороны, до пациентов нужно доносить результаты крупных исследований, посвященных клапан-сберегающим и реконструктивным процедурам, где продемонстрировано значимое снижение частоты неблагоприятных сердечно – сосудистых событий.

Одним из опасений, выдвинутым некоторыми авторами в отношении процедуры «Русский кондукт», является недолговечность функционирования неостворок и их гипотетическая быстрая структурная деградация, ввиду отсутствия физиологичности анатомии неокорня аорты [3]. В экспериментальном исследовании Российских ученых после испытаний аналогичного нашему композитного гrafta на гидродинамическом стенде, авторы заключили, что имплантация перикардиальных створок в сосудистый протез, по-видимому, приводит к иному распределению динамического стресса по сравнению с оригинальной неокупидизацией АК, которая сохраняет КАо. Эти опасения аналогичны позиции некоторых специалистов, высказывающих гипотезу о быстрой деградации биопротеза, имплантированного в линейный сосудистый гraft, за счет физического контакта между створками и стенкой (при отсутствии синусов Вальсальвы) [137]. Эти авторы постулируют использование Вальсальва-графтов. Мы можем привести несколько контраргументов против данной теории.

Во – первых, в нашей когорте, включившей 28 пациентов, при максимальном сроке наблюдения в 60 месяцев, мы не выявили ни одного случая какой – либо структурной деградации неостворок, а все реоперации были связаны с инфекционным эндокардитом.

Во – вторых, это результаты литературного анализа публикаций, посвященных оценке необходимости использования Вальсальва-графтов. Литературные данные указывают, что сохранение физиологичности КАо путем имплантации Вальсальва-графтов или ремоделирования обеспечивает лучшую гемодинамику и снижает напряжение на створки, однако эти постулаты идут вразрез с данными клинических исследований, посвященных анализу послеоперационных исходов и демонстрирующих отсутствие преимущества Вальсальва-графтов над линейными протезами в отношении свободы от реопераций на АК [15].

Наконец, третий и главный контраргумент – это результаты реимплантации Tiron David в сравнении с операцией Magdi Yacoub, где сохраняется анатомичность синусов Вальсальвы. Анализ литературы демонстрирует либо относительную идентичность ранних и отдаленных результатов процедур реимплантации и ремоделирования, либо преимущество реимплантации в отношении свободы от поздней летальности и резидуальной АН [15]. В доступной литературе отсутствуют данные о какой-либо структурной дегенерации створок АК после их реимплантации в линейный сосудистый протез.

В нашем исследовании имеется ряд ограничений. Работа является нерандомизированной и ретроспективной, исследуемая когорта получена из одного центра. Когорты определены с интересом, сосредоточенным на влиянии типа протеза на ранние и среднеотдаленные результаты. Обращает на себя небольшая выборка пациентов, в особенности, в группах «Русский кондукт» и «БиоБенталл». Кроме того, существенным недостатком является более короткий срок наблюдения после операции «Русский кондукт».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день «золотым стандартом» коррекции при аневризмах КАо и ВАо с патологией АК остается операция Бенталл-Де Бено, включающая в себя протезирование АК, КАо и ВАо композит-графтом, состоящим из дакронового тубулярного протеза и механического протеза АК. Учитывая недостатки этого графта за счет наличия механического протеза АК, как не обеспечивающего оптимальные гемодинамические характеристики, так и требующего пожизненного приема антикоагулянтовых препаратов был предложен способ реконструкции КАо и ВАо по методике Бенталл-Де Бено с использованием интраоперационно созданного биологического композит-протеза (операция БиоБенталл). Однако эта конструкция также продемонстрировала свои недостатки: ограниченный срок службы за счет биологической деградации и как следствие необходимость реоперации, а также существующую вероятность развития несоответствия протез-пациент. В связи с этим были предложены клапан-сберегающие методики реимплантации и ремоделивания КАо и ВАо с неизмененными створками АК. В дальнейшем, в связи с развитием реконструктивных и пластических вмешательств в кардиохирургии расширялись показания к клапан-сохраняющим операциям. Это привело к внедрению различных техник и методов пластики измененных створок АК – «нестандартная операция Дэвида» или «Uncommon David». Однако эта клапан-сберегающая реконструкция КАо также имеет целый ряд ранних и поздних осложнений. Учитывая, как актуальность проблемы, так и необходимость стандартизации и упрощения протезирования всех структур КАо у больных с широким ФК в клинике сердечно – сосудистой хирургии Сеченовского Университета Комаровым Р.Н. была разработана методика протезирования всех структур КАо, известная под названием «Русский кондукт». Данная методика включила в себя имплантацию тубулярного протеза, содержащего неостворки АК, рассчитанные на основании формулы измерения структур КАо и сформированные из аутоперикарда, обработанного по технологии Озаки.

Несмотря на полученные в нашем исследовании ранние и среднеотдаленные результаты, указывающие на ряд преимуществ операции «Русский кондукт» по сравнению с операцией БиоБенталл и классической операцией Бенталл-Де Бонно, перспективность применения данной процедуры нуждается в дальнейшей оценке. Необходим не только анализ биомеханики аутоперикардиальных створок, обработанных глутаровым альдегидом и имплантированных в линейный сосудистый протез, но и оценка результатов операции как на большей когорте пациентов, так и в отдаленные сроки после операции.

## ВЫВОДЫ

1. Выполнение операции «Русский кондукт» сопряжено с более короткой продолжительностью ИК ( $p = 0,04$ ) и пережатия аорты ( $p = 0,02$ ) и сопоставимыми показателями госпитальной летальности, риском госпитальных осложнений и резидуальной аортальной недостаточности (2 степени и выше) по сравнению с операцией БиоБенталл в среднеотдаленном периоде.
2. Операция «Русский кондукт» по сравнению с операцией БиоБенталл в среднеотдаленные сроки (12, 24, 48 месяцев) демонстрирует сопоставимые параметры свободы от МАСЕ и реопераций, а также более физиологичные показатели послеоперационной трансклапанной гемодинамики (средний градиент на АК и индекс ЭПО,  $p < 0,01$  и  $p < 0,01$  соответственно).
3. Выполнение операции «Русский кондукт» в сравнении с классической процедурой Бенталл-Де Бено сопряжено с более короткой продолжительностью ИК ( $p = 0,029$ ) и сопоставимой длительностью пережатия аорты, сопоставимыми показателями госпитальной летальности и рисками госпитальных осложнений.
4. Операция «Русский кондукт» в сравнении с классической процедурой Бенталл-Де Бено демонстрирует сопоставимые показатели свободы от МАСЕ через 12 и 24 месяца и лучшую свободу от МАСЕ через 48 месяцев ( $p = 0,04$ ), сопоставимые показатели свободы от реопераций (12, 24 и 48 месяцев), а также более физиологичные показатели послеоперационной трансклапанной гемодинамики (средний градиент на АК и индекс ЭПО,  $p < 0,01$  и  $p < 0,01$  соответственно).
5. Частота встречаемости инфекционного эндокардита после операции «Русский кондукт» статистически значимо не отличается в сравнении с операцией БиоБенталл и классической операцией Бенталл-Де Бено ( $p = 0,509$  и  $p = 0,264$  соответственно).
6. Уровень качества жизни пациентов после процедуры «Русский кондукт» значимо лучше по сравнению с пациентами, перенесшими процедуру БиоБенталл

или Бенталл-Де Боно, несмотря на большее беспокойство о риске отказа неоклапана и повторной операции.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Операция «Русский кондукт», включающая в себя композитный гraft, содержащий три симметричные аутоперикардиальные неостворки, является универсальным методом протезирования всех структур КАо и ВАо, что позволяет ее рекомендовать к выполнению у пациентов с компрометированным АК и аневризматически расширенным КАо и ВАо.
2. Технология операции «Русский кондукт» с выворачиванием сосудистого протеза для имплантации неостворок АК рекомендуется как наиболее воспроизводимая методика интраоперационного создания композитного гraftа.
3. При аневризме КАо и ВАо с компрометированным АК необходимо применение наиболее безопасной в отношении отдаленных клинических и гемодинамических исходов операции по методике «full-root» имплантации композитного гraftа «Русский кондукт».
4. Выбор линейного сосудистого протеза для формирования композитного гraftа при операции «Русский кондукт» необходимо производить с применением следующей формулы: при отсутствии расширения ВАо – размер протеза = + 5 мм к диаметру ФК АК, а при расширении ВАо диаметр протеза = 30 или 32 мм.
5. Расчет размера створок для неокуспидизации АК во время формирования композитного гraftа при операции «Русский кондукт» необходимо производить по формуле: размер створки = диаметр протеза – (минус) 1 мм (при четном значении диаметра сосудистого протеза), размер створки = диаметр протеза (при нечетном значении диаметра сосудистого протеза).
6. Учитывая биологическую составляющую при формировании композитного гraftа по методике операции «Русский кондукт», необходимо акцентировать особое внимание на профилактике инфекционных осложнений при послеоперационном ведении пациентов и исходную санацию хронических очагов инфекции до операции.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АК – Аортальный клапан

АН – Аортальная недостаточность

ВАо – Восходящая аорта

ИК – Искусственное кровообращение

КАо – Корень аорты

ЛЖ – Левый желудочек

ОРИТ – Отделение реанимации и интенсивной терапии

СТС – Синотубулярное соединение

ФК – Фиброзное кольцо

ЭПО – Эффективная площадь отверстия

ЭхоКГ – Эхокардиография

full-root – методика полной замены корня аорты

МАСЕ – Maltreatment and Abuse Chronology of Exposure – Серьезные нежелательные кардиальные события

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

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бадалян, С.С. Качество жизни и функциональный статус пациентов после протезирования аортального клапана аутоперикардом / С.С. Бадалян, Р.Н. Комаров, Н.М. Бабакурова [и др.] // Кардиологический вестник. – 2023. – Т. 18. – № 4. – С. 67-75.
2. Бадалян, С.С. Качество жизни и функциональный статус пациентов после протезирования аортального клапана аутоперикардом / дис. ... канд. мед. наук: 3.1.15, 3.1.20 / С. С. Бадалян. – Москва, 2024. – С. 114.
3. Базылев, В. Протез корня аорты с перикардиальными створками в модификации «Русский кондукт»: экспериментальное исследование / В. Базылев, П. Батраков, Д. Хадиев [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 97–105.
4. Бокерия, Л.А. Методы эхокардиографической оценки гемодинамики аортального клапана после протезирования: методы и предостережения / Л.А. Бокерия, Г. Белал // Креативная кардиология. – 2012. – Т. 6. – № 1. – С. 73-79.
5. Гончарова, И.А. Структура коморбидности при аневризме восходящей аорты / И.А. Гончарова, Д.С. Панфилов, С.А. Беляева [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2022. – Т. 27. – № 12. – С. 5102.
6. Дзюндзя, А.Н. Русский кондукт: новый подход в хирургии корня и восходящего отдела аорты. Непосредственные и среднеотдаленные результаты одного центра / А.Н. Дзюндзя, Р.М. Исаев, Р.Н. Комаров [и др.] // Кардиологический вестник. – 2025. – Т. 20. – № 1. – С. 70 80.
7. Евтушенко, А.В. Непосредственные результаты применения биологического полукаркасного протеза «ТиАра» и каркасного биологического протеза «ЮниЛайн»: анализ propensity score matching / А.В. Евтушенко, А.Н. Стасев, С.Г. Кокорин [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2022. – Т. 11. – № 4S. – С. 75-87.

8. Исмаилбаев, А.М. Хирургия корня аорты с использованием аутологичных материалов и клапансохраняющих методик / дис. ... д-ра мед. наук: 3.1.15 / А.М. Исмаилбаев. – М., 2023. – С. 209.
9. Караськов, А.М. Результаты процедуры Росса у пациентов с сопутствующей аневризмой восходящего отдела аорты / А.М. Караськов, А.В. Богачев-Прокофьев, Р.М. Шарифулин [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2016. – Т. 22. – № 1. – С. 142-158.
10. Комаров, Р.Н. Аутоперикардиальная неокуспидизация аортального клапана: как это делать? / Р.Н. Комаров, С.В. Чернявский, А.М. Исмаилбаев, А.О. Симонян // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С. 120-127.
11. Комаров, Р.Н. Исторические аспекты протезирования аортального клапана аутоперикардом: всё ли мы знаем? / Р.Н. Комаров, М.И. Ткачёв, В.А. Савина [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2023. – Т. 12. – № 1. – С. 107-116.
12. Комаров, Р.Н. Миниинвазивная аутоперикардиальная неокуспидизация аортального клапана – первый опыт / Р.Н. Комаров, А.М. Исмаилбаев, О.О. Огнев [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2022. – Т. 11. – № 4S. – С. 208-214.
13. Комаров, Р.Н. Миниинвазивная аутоперикардиальная неокуспидизация с торакоскопическим забором перикарда / Р.Н. Комаров, О.О. Огнев, А.М. Исмаилбаев [и др.] // Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. – 2022. – Т. 1. – С. 29-39.
14. Комаров, Р.Н. Процедура БиоБенталл и аутологичные материалы в хирургии корня аорты / Р.Н. Комаров, А.М. Исмаилбаев, С.В. Чернявский [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2022.; – Т. 26. – № 3. – С. 9-20.
15. Комаров Р.Н. Ремоделирование против реимплантации в хирургии корня аорты: сравнительные результаты и факторы риска аортальной недостаточности / Р.Н. Комаров, А.М. Исмаилбаев, А.Н. Дзюндзя [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2022. – Т. 11. – № S4. – С. 182-193.

16. Комаров, Р.Н. Способ протезирования всех структур корня аорты: патент на изобретение № 2734748 Российская Федерация, МПК A61B 17/00 / Р. Н. Комаров, А. И. Катков, И. И. Чернов [и др.] // заявитель и патентообладатель Р. Н. Комаров. – Заявл. 04.09.2018; опубл. 22.10.2020. – С. 8. – Бюл. № 30.
17. Малашенков, А.И. 15-ти летний опыт применения ксеноперикардиального кондуита при операции Бенталла-Де Боно / А.И. Малашенков, Н.И. Русанов, В.А. Быкова [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2006. – Т. 7. – № S3. – С. 34.
18. Малашенков, А.И. Отдаленные результаты имплантации ксеноперикардиальных кондуитов при хирургической коррекции аневризм восходящей аорты / А.И. Малашенков, Н.И. Русанов, С.В. Рычин [и др.] // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2010. – № 1. – С. 29-30.
19. Одинокова, С.Н. Корреляции морфометрических параметров структур корня аорты, имеющие практическое значение в хирургической коррекции аортального клапана / С.Н. Одинокова, В.Н. Николенко, Р.Н. Комаров [и др.] // Морфологические ведомости. – 2020. – Т. 28. – № 1. – С. 30-36.
20. Тлисов Б.М. Симметричная аутоперикардиальная неокуспидизация аортального клапана / дис. ... канд. мед. наук: 3.1.15 / Б. М. Тлисов. – Москва, 2022. – С. 103.
21. Чернов, И.И. Трехлетние результаты операции Озаки у пациентов 65 лет и старше: многоцентровое исследование / И.И. Чернов, С.Т. Энгиноев, Р.Н. Комаров [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 53-63.
22. Щеглов, М.И. Протезирование аортального клапана аутоперикардом / дис. ... канд. мед. наук: 3.1.15 / М.И. Щеглов. – Москва, 2024. – С. 111.
23. Энгиноев, С.Т. Риск инфекционного эндокардита после неокуспидализации аортального клапана (операция Озаки): многоцентровое исследование / С.Т. Энгиноев, И.И. Чернов, Р.Н. Комаров [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2022. – Т. 15. – № 6. – С. 578-585.

24. Albertini, A. Modified Bentall operation: the double sewing ring technique / A. Albertini, A. Dell'Amore, C. Zussa, M. Lamarra // Eur J Cardiothorac Surg. – 2007. – Vol. 32. – № 5. – P. 804-806.
25. Arabkhani, B. Clinical outcome after bioprosthetic aortic root replacement: a meta-analysis and microsimulation model / B. Arabkhani, J. Etnel, M. Vriesendorp [et al.] // Authorea. – 2020.
26. Arabkhani, B. Reported outcome after valve-sparing aortic root replacement for aortic root aneurysm: a systematic review and meta-analysis / B. Arabkhani, A. Mookhoek, I. Di Centa [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2015. – Vol. 100. – № 3. – P. 1126-1131.
27. Arnaoutakis, G.J. Bicuspid aortic valve repair: systematic review on long-term outcomes / G.J. Arnaoutakis, I. Sultan, M. Siki, J.E. Bavaria // Ann Cardiothorac Surg. – 2019. – Vol. 8. – № 3. – P. 302-312.
28. Arutyunyan, V. Immediate outcomes of aortic valve neocuspisidization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium: a multicenter study / V. Arutyunyan, I. Chernov, R. Komarov [et al.] // Braz J Cardiovasc Surg. – 2020. – Vol. 35. – № 3. – P. 241-248.
29. Ashfaq, A. Reinforced Ross operation and intermediate to long term follow up / A. Ashfaq, H. Leeds, I. Shen, A. Muralidaran // J Thorac Dis. – 2020. – Vol. 12. – № 3. – P. 1219-1223.
30. Bach, D.S. Long-term clinical outcomes 15 years after aortic valve replacement with the Freestyle stentless aortic bioprosthetic / D.S. Bach, N.D. Kon // Ann Thorac Surg. – 2014. – Vol. 97. – № 2. – P. 544-551.
31. Batista, V. Clinical experience with stentless pericardial aortic monopatch for aortic valve replacement / V. Batista, R. Dobrianskij, A. Comazzi [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1987. – Vol. 93. – № 1. – P. 9–26.
32. Baumbach, H. Complex cusp repair in patients undergoing the David procedure: is it worth it? / H. Baumbach, K. Wachter, R. Nagib [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2016. – Vol. 102. – № 2. – P. 483-488. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.01.094.

33. Bavaria, J.E. Valve-sparing root reimplantation and leaflet repair in a bicuspid aortic valve: comparison with the 3-cusp David procedure / J.E. Bavaria, N. Desai, W.Y. Szeto [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2015. – Vol. 149. – № 2 Suppl. – P. S22-28.
34. Beck, A. Stress analysis of the aortic valve with and without the sinuses of Valsalva / A. Beck, M.J. Thubrikar, F. Robicsek // J Heart Valve Dis. – 2001. – Vol. 10. – № 1. – P. 1-11.
35. Beckerman, Z. The evidence in a Bentall procedure with Valsalva graft: is this standard of care? / Z. Beckerman, B.G. Leshnower, L. McPherson [et al.] // J Vis Surg. – 2018. – Vol. 10. – № 4. – P. 98.
36. Beckmann, E. Aortic valve-sparing root replacement in patients with bicuspid aortic valve: long-term outcome with the David I procedure over 20 years / E. Beckmann, A. Martens, H. Krüger [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2020. – Vol. 58. – № 1. – P. 86-93.
37. Beckmann, E. Comparison of two strategies for aortic valve-sparing root replacement / E. Beckmann, A. Leone, A. Martens [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2020. – Vol. 109. – № 2. – P. 505-511.
38. Benke, K. Bentall procedure: quarter century of clinical experiences of a single surgeon / K. Benke, B. Ágg, L. Szabó [et al.] // J Cardiothorac Surg. – 2016. – Vol. 11. – № 19.
39. Bentall, H. A technique for complete replacement of the ascending aorta / H. Bentall, A. De Bono // Thorax. – 1968. – Vol. 23. – № 4. – P. 338-339.
40. Bethancourt, C.N. Valve-sparing root replacement versus Bio-Bentall: inverse propensity weighting of 796 Patients / C.N. Bethancourt, D. Blitzer, T. Yamabe [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2021. – Vol. 113. – № 5. – P. 1529-1535.
41. Bjoerk, V.O. Teflon and pericardial aortic valve prostheses / V.O. Bjoerk, G. Hultquist // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1964. – № 47. – P. 693-701.
42. Burgstaller, J.M. A systemic review and meta-analysis: long-term results of the Bentall versus the David procedure in patients with Marfan syndrome / J.M. Burgstaller, U. Held, S. Mosbahi [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2018. – Vol. 54. – № 3. – P. 411-419.

43. Burke C.R. A novel, simplified protected Ross technique: The “Seattle shawl” procedure / C.R. Burke, D. Mauchley, S. DeRoo // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2024. – Vol. 1-2. – № 100014.
44. Chirichilli, I. Long-term follow-up of Bentall procedure using the Perimount bioprostheses and the Valsalva graft / I. Chirichilli, F.G. Irace, S. D'Aleo [et al.] // Interact Cardiovasc Thorac Surg. – 2020. – Vol. 30. – № 5. – P. 679-684.
45. Christ, T. The St. Jude Toronto stentless bioprostheses: up to 20 years follow-up in younger patients / T. Christ, B. Claus, R. Borck [et al.] // Heart Surg Forum. – 2015. – Vol. 18. – № 4. – P. 129-133.
46. Copeland, J.G. 3rd. New technique for improving hemostasis in aortic root replacement with composite graft / J.G. 3rd. Copeland, L.J. Rosado, S.L. Snyder / Ann Thorac Surg. – 1993. – Vol. 55. – № 4. – P. 1027-1029.
47. David, T.E. An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta / T.E. David, C.M. Feindel // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1992. – Vol. 103. – № 4. – P. 617-621.
48. David, T.E. Bicuspid aortic valve with aortic aneurysms / T.E. David // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2018. – Vol. 156. – № 2. – P. 467-468.
49. de Kerchove, L. Surgical anatomy of the aortic root: implication for valve-sparing reimplantation and aortic valve annuloplasty / L. de Kerchove, R. Jashari, M. Boodhwani [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2015. – Vol. 149. – № 2. – P. 425-433.
50. de Kerchove, L. Valve sparing-root replacement with the reimplantation technique to increase the durability of bicuspid aortic valve repair / L. de Kerchove, M. Boodhwani, D. Glineur [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2011. – Vol. 142. – № 6. – P. 1430-1438.
51. De Paulis, R. A new aortic Dacron conduit for surgical treatment of aortic root pathology / R. De Paulis, G.M. De Matteis, P. Nardi [et al.] // Ital Heart J. – 2000. – Vol. 1. – № 7. – P. 457-463.
52. Dumesnil, J.G. Hemodynamic features of the freestyle aortic bioprostheses compared with stented bioprostheses / J.G. Dumesnil, M.H. LeBlanc, P.C. Cartier [et al.] // Ann Thorac Surg. – 1998. – Vol. 66. – № 6 Suppl. – P. S130-133.

53. Duran, C.M. Aortic valve replacement with freehand autologous pericardium / C.M. Duran, B. Gometza, N. Kumar [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1995. – Vol. 110. – № 2. – P. 511-516.
54. Easo, J. Hospital results of a single center database for stentless xenograft use in a full root technique in over 970 patients / J. Easo, A. Weymann, P. Hödl [et al.] // Sci Rep. – 2019. – Vol. 9. – № 1. – P. 4371.
55. Edwards, W.S. Aortic valve replacement with autogenous tissue / W.S. Edwards // Ann Thorac Surg. – 1969. – Vol. 8. – № 2. – P. 126-132.
56. El Khoury, G. Functional classification of aortic root/valve abnormalities and their correlation with etiologies and surgical procedures / G. El Khoury, D. Glineur, J. Rubay [et al.] // Curr Opin Cardiol. – 2005. – Vol. 20. – № 2. – P. 115-121.
57. Elbatarny, M. Valve-sparing root replacement versus composite valve grafting in aortic root dilation: a meta-analysis / M. Elbatarny, D.Y. Tam, J.J. Edelman [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2020. – Vol. 110. – № 1. – P. 296-306.
58. Elkins, R.C. Ross procedure for ascending aortic replacement / R.C. Elkins, M.M. Lane, C. McCue // Ann Thorac Surg. – 1999. – Vol. 67. – № 6. – P. 1843-1845.
59. Ennker, J.A. Ten-year experience with stentless aortic valves: full-root versus subcoronary implantation / J.A. Ennker, A.A. Albert, U.P. Rosendahl [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2008. – Vol. 85. – № 2. – P. 445-452.
60. Esaki, J. Clinical outcomes of the David V valve-sparing root replacement compared with bioprosthetic valve-conduits for aortic root aneurysms / J. Esaki, B.G. Leshnower, J.N. Binongo [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2017. – Vol. 103. – № 6. – P. 1824-1832.
61. Esaki, J. The David V valve-sparing root replacement provides improved survival compared with mechanical valve-conduits in the treatment of young patients with aortic root pathology / J. Esaki, B.G. Leshnower, J.N. Binongo [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2016. – Vol. 102. – № 5. – P. 1522-1530.
62. Etz, C.D. Aortic root reconstruction with a bioprosthetic valved conduit: a consecutive series of 275 procedures / C.D. Etz, T.M. Homann, N. Rane [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2007. – Vol. 133. – № 6. – P. 1455-1463.

63. Fok, M. Aortic Valve Repair: A Systematic Review and Meta-analysis of Published Literature / M. Fok, M. Shaw, E. Sancho [et al.] // Aorta (Stamford). – 2014. – Vol. 2. – № 1. – P. 10-21.
64. Franciulli, M. Root remodeling and aortic valve repair for unicuspid aortic valve / M. Franciulli, D. Aicher, T. Rädle-Hurst [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2014. – Vol. 98. - № 3. – P. 823-829.
65. Galea, N. Cornell International Consortium for Aortic Surgery (CICAS). Novel insights by 4D Flow imaging on aortic flow physiology after valve-sparing root replacement with or without neosinuses / N. Galea, F. Piatti, F. Sturla [et al.] // Interact Cardiovasc Thorac Surg. – 2018. – Vol. 26. – № 6. – P. 957-964.
66. Galla, J.D. Bioprosthetic valved conduit aortic root reconstruction: the Mount Sinai experience / J.D. Galla, S.L. Lansman, D. Spielvogel [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2002. – Vol. 74. – № 5. – P. 1769-1772.
67. Gatti, G. Aortic root replacement with a stented bioprosthetic valved conduit: mid-term results / G. Gatti, L. Dell'Angela, B. Pinamonti [et al.] // J Heart Valve Dis. – 2013. – Vol. 22. – № 4. – P. 500-508.
68. Gaudino, M. Aortic flow after valve sparing root replacement with or without neosinuses reconstruction / M. Gaudino, F. Piatti, C. Lau [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2019. – Vol. 157. – № 2. – P. 455-465.
69. Gaudino, M. Cornell International Consortium for Aortic Surgery (CICAS). Early clinical outcome after aortic root replacement using a biological composite valved graft with and without neo-sinuses / M. Gaudino, L. Weltert, M. Munjal [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2017. – Vol. 51. – № 2. – P. 316-321.
70. Grande-Allen, K.J. Re-creation of sinuses is important for sparing the aortic valve: a finite element study / K.J. Grande-Allen, R.P. Cochran, P.G. Reinhall, K.S. Kunzelman // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2000. – Vol. 119. – № 4 Pt 1. – P. 753-763.
71. Gulati, A. Ascending thoracic aortic aneurysm growth is minimal at sizes that do not meet criteria for surgical repair / A. Gulati, J. Leach, Z. Wang [et al.] // Quant Imaging Med Surg. – 2022. – Vol. 12. – № 1. – P. 333-340.

72. Hammermeister, K. Outcomes 15 years after valve replacement with a mechanical versus a bioprosthetic valve: final report of the Veterans Affairs randomized trial / K. Hammermeister, G.K. Sethi, W.G. Henderson [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 2000. – Vol. 36. – № 4. – P. 1152-1158.
73. Harris, K.M. Early mortality in type A acute aortic dissection: insights from the international registry of acute aortic dissection / K.M. Harris, C.A. Nienaber, M.D. Peterson [et al.] // JAMA Cardiol. – 2022. – Vol. 7. – № 10. – P. 1009-1015.
74. Head, S.J. Mechanical versus bioprosthetic aortic valve replacement / S.J. Head, M. Çelik, A.P. Kappetein // Eur Heart J. – 2017. – Vol. 38. – № 28. – P. 2183-2191.
75. Hilgenberg, A.D. Composite aortic root replacement with a bovine pericardial valve conduit / A.D. Hilgenberg, B.N. Mora // Ann Thorac Surg. – 2003. – Vol. 75. – № 4. – P. 1338-1339.
76. Hlavicka, J. Long-term outcomes after aortic valve and root replacement in a very high-risk population / J. Hlavicka, K. Antonov, R. Salem [et al.] // J Cardiovasc Dev Dis. – 2022. – Vol. 9. – № 6. – P. 197.
77. Johnston, D.R. Long-term durability of bioprosthetic aortic valves: implications from 12,569 implants / D.R. Johnston, E.G. Soltesz, N. Vakil [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2015. – Vol. 99. – № 4. – P. 1239-1247.
78. Joudinaud, T.M. Redo aortic root surgery for failure of an aortic homograft is a major technical challenge / T.M. Joudinaud, F. Baron, R. Raffoul [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2008. – Vol. 33. – № 6. – P. 989-994.
79. Karciauskas, D. Early and long-term results of aortic valve sparing aortic root reimplantation surgery for bicuspid and tricuspid aortic valves / D. Karciauskas, V. Mizariene, P. Jakuska [et al.] // Perfusion. – 2019. – Vol. 34. – № 6. – P. 482-489.
80. Kari, F.A. Tirone David valve-sparing aortic root replacement and cusp repair for bicuspid aortic valve disease / F.A. Kari, D.H. Liang, J-P.E. Kvitting [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2013. – Vol. 145. – № 3 Suppl. – P. S35–40. e1-2.
81. Katselis, C. Long-term results after modified Bentall operation in 200 patients / C. Katselis, G. Samanidis, A. Papasotiriou [et al.] // J Heart Valve Dis. – 2017. – Vol. 26. – № 6. – P. 639-645.

82. Kirsch, E.W. Aortic root replacement after previous surgical intervention on the aortic valve, aortic root, or ascending aorta / E.W. Kirsch, N.C. Radu, A. Mekontso-Dessap // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2006. – Vol. 131. – № 3. – P. 601-608.
83. Kirsch, M.E.W. Bioprosthetic replacement of the ascending thoracic aorta: what are the options? // M.E.W. Kirsch, T. Ooka, K. Zannis [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2009. – Vol. 35. – № 1. – P. 77-82.
84. Klotz, S. Survival and reoperation pattern after 20 years of experience with aortic valve-sparing root replacement in patients with tricuspid and bicuspid valves / S. Klotz, S. Stock, H.H. Sievers [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2018. – Vol. 155. - № 4. – P. 1403-1411.e1.
85. Komarov, R. The Russian conduit – combining Bentall and Ozaki procedures for concomitant ascending aorta replacement and aortic valve neocuspisidization / R. Komarov, I. Chernov, S. Enginoev [et al.] // Braz J Cardiovasc Surg. – 2019. – Vol. 4. – № 5. – P. 618-623.
86. Kunihara, T. Japan Cardiovascular Surgery Database. Valve-sparing root replacement and composite valve graft replacement in patients with aortic regurgitation: from the Japan Cardiovascular Surgery Database. / T. Kunihara, N. Ichihara, H. Miyata [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2019. – Vol. 158. – № 6. – P. 1501-1511.
87. Kunzelman, K.S. Aortic root and valve relationships. Impact on surgical repair. / K.S. Kunzelman, K.J. Grande, T.E. David [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1994. – Vol. 107. – № 1. – P. 162-170.
88. Lancellotti, P. European Association of Echocardiography. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 1: aortic and pulmonary regurgitation (native valve disease) / P. Lancellotti, C. Tribouilloy, A. Hagendorff [et al.] // Eur J Echocardiogr. – 2010. – Vol. 11. – № 3. – P. 223-244.
89. Lansac, E. Remodeling of the aortic root combined to an expandable aortic ring annuloplasty / E. Lansac, I.D. Centa, E. Arnaud-Crobat [et al.] // Multimed Man Cardiothorac Surg. – 2011. – Vol. 401. mmcts.2006.001958.

90. Lechiancole, A. Modified Bentall procedure: mechanical vs biological valved conduits in patients older than 65 years / A. Lechiancole, M. Celiento, M. Isola [et al.] // Int J Cardiol. – 2019. – Vol. 296. – P. 38-42.
91. Lee, H. Clinical outcomes of root reimplantation and Bentall procedure: propensity score matching analysis / H. Lee, Y.H. Cho, K. Sung [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2018. – Vol. 106. – № 2. – P. 539-547.
92. Leontyev, S. Early and late results after David vs Bentall procedure: a propensity matched analysis / S. Leontyev, L. Schamberger, P.M. Davierwala [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2020. – Vol. 110. – № 1. – P. 120-126.
93. Liebrich, M. The David procedure in different valve pathologies: a single-center experience in 236 patients / M. Liebrich, M.K. Kruszynski, D. Roser [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2013. – Vol. 95. – № 1. – P. 71-76.
94. Liu, C. Redo aortic valve replacement following Bio-Bentall's procedure / C. Liu, F. Doig, R. Naidoo, P. Tesar // Heart Lung Circ. – 2019. – Vol. 28. – № 10. – P. e131-e133.
95. Marianeschi, S.M. Shelhigh No-React porcine pulmonic valve conduit: a new alternative to the homograft / S.M. Marianeschi, G.M. Iacona, F. Seddio [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2001. – Vol. 71. – № 2. – P. 619-623.
96. Mastrobuoni, S. Long-term experience with valve-sparing reimplantation technique for the treatment of aortic aneurysm and aortic regurgitation / S. Mastrobuoni, L. de Kerchove, E. Navarra [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2019. – Vol. 158. – № 1. – P. 14-23.
97. Mazzolai, L. ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases / L. Mazzolai, G. Teixido-Tura, S. Lanzi [et al]. // Eur Heart J. – 2024. – Vol. 45. – № 36. – P. 3538-3700.
98. McClure, R.S. Cause of death following surgery for acute type A dissection: evidence from the Canadian thoracic aortic collaborative / R.S. McClure, M. Ouzounian, M. Boodhwani [et al.] // Aorta (Stamford). – 2017 – Vol. 5. – № 2. – P. 33-41.

99. Melo, R.G.E. Incidence and prevalence of thoracic aortic aneurysms: a systematic review and meta-analysis of population-based studies / R.G.E. Melo, S.G. Duarte, A. Lopes [et al.] // *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* – 2022. – Vol. 34. – № 1. – P. 1-16.
100. Michelena, H.I. International consensus statement on nomenclature and classification of the congenital bicuspid aortic valve and its aortopathy, for clinical, surgical, interventional and research purposes / H.I. Michelena, A.D. Corte, A. Evangelista [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2021. – Vol. 60. – № 3. – P. 448-476.
101. Mookhoek, A. Bentall procedure: a systematic review and meta-analysis / A. Mookhoek, N.M. Korteland, B. Arabkhani [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2016. – Vol. 101. – № 5. – P. 1684-1689.
102. Mosbahi, S. A systemic review and meta-analysis: Bentall versus David procedure in acute type A aortic dissection / S. Mosbahi, D. Stak, I. Gravestock [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2019. – Vol. 55. – № 2. – P. 201-209.
103. Musci, M. Early and mid-term results of the Shelhigh stentless bioprosthesis in patients with active infective endocarditis / M. Musci, H. Siniawski, C. Knosalla [et al.] // *Clin Res Cardiol.* – 2006. – Vol. 95. – № 5. – P. 247-253.
104. Mutsuga, M. Mid-term results of Biological Bentall using a larger valve implantation technique / M. Mutsuga, Y. Narita, A. Usui // *Nagoya J Med Sci.* – 2020. – Vol. 82. – № 4. – P. 645-655.
105. Ngo, H.T. Reconstruction of aortic valve by autologous pericardium (Ozaki's procedure): Single center experience in Vietnam / H.T. Ngo, H.C. Nguyen, T.T. Nguyen [et al.] // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* – 2021. – Vol. 29. – № 5. – P. 394-399.
106. Nishimura, R.A. ACC/AHA task force members. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines / R.A. Nishimura, C.M. Otto, R.O. Bonow [et al.] // *Circulation.* – 2014. – Vol. 129. – № 23. – P. e521-643.
107. Østergaard, L. Incidence and factors associated with infective endocarditis in patients undergoing left-sided heart valve replacement / L. Østergaard, N. Valeur, N. Ihlemann [et al.] // *Eur Heart J.* – 2018. – Vol. 39. – № 28. – P. 2668-2675.

108. Ouzounian, M. Valve-sparing root replacement compared with composite valve graft procedures in patients with aortic root dilation / M. Ouzounian, V. Rao, C. Manliot [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 2016. – Vol. 68. – № 17. – P. 1838-1847.
109. Ozaki, S. Aortic valve reconstruction using self-developed aortic valve plasty system in aortic valve disease / S. Ozaki, I. Kawase, H. Yamashita [et al.] // Interact Cardiovasc Thorac Surg. – 2011. – Vol. 12. – № 4. – P. 550-553.
110. Ozaki, S. Midterm outcomes after aortic valve neocuspidization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium / S. Ozaki, I. Kawase, H.J. Yamashita [et al.] // Thorac Cardiovasc Surg. – 2018. – Vol. 155. – № 6. – P. 2379-2387.
111. Ozaki, S. Ozaki Procedure: 1,100 patients with up to 12 years of follow-up / S. Ozaki // Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg. – 2019. – Vol. 27. – № 4. – P. 454.
112. Pantaleo, A. Biological versus mechanical Bentall procedure for aortic root replacement: a propensity score analysis of a consecutive series of 1112 patients / A. Pantaleo, G. Murana, L. Di Marco [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2017. – Vol. 52. – № 1. – P. 143-149.
113. Paulsen, M.J. Modeling conduit choice for valve-sparing aortic root replacement on biomechanics with a 3-dimensional-printed heart simulator / M.J. Paulsen, P. Kasinpila, A.M. Imbrie-Moore [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2019. – Vol. 158. – № 2. – P. 392-403.
114. Perchinsky, M. Quality of life in patients with bioprostheses and mechanical prostheses. Evaluation of cohorts of patients aged 51 to 65 years at implantation / M. Perchinsky, C. Henderson, W.R. Jamieson [et al.] // Circulation. – 1998. – Vol. 98. – № 19 Suppl. – P. II81-86.
115. Pirola, S. Single center five years' experience of Ozaki procedure: midterm follow-up / S. Pirola, G. Mastroiacovo, F.G. Arlati [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2021. – Vol. 111. – № 6. – P. 1937-1943.
116. Price, J. Long-term outcomes of aortic root operations for Marfan syndrome: A comparison of Bentall versus aortic valve-sparing procedures / J. Price, J.T. Magruder, A. Young [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2016. – Vol. 151. – № 2. – P. 330-336.

117. Ram, E. Clinical and echocardiographic outcomes after aortic valve repair surgery / E. Ram, B. Orlov, A. Shinfeld [et al.] // Innovations (Phila). – 2019. – Vol. 14. – № 3. – P. 209-217.
118. Ram, H. Iatrogenic aortic dissection associated with cardiac surgery: a narrative review / H. Ram, S. Dwarakanath, A.E. Green [et al.] // J Cardiothorac Vasc Anesth. – 2020. – Vol. 35. – № 10. – P. 3050-3066.
119. Reineke, D.C. Long-term follow-up after implantation of the Shelhigh® No-React® complete biological aortic valved conduit / D.C. Reineke, A. Kaya, P.P. Heinisch [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2016. – Vol. 50. – № 1. – P. 98-104.
120. Repossini, A. Pericardial Stentless valve for aortic valve replacement: long-term results / A. Repossini, T. Fischlein, G. Santarpino [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2016. – Vol. 102. – № 6. – P. 1956-1965.
121. Reuthebuch, O. Aortic valve replacement using autologous pericardium: single centre experience with the Ozaki technique / O. Reuthebuch, L. Koechlin, U. Schurr [et al.] // Swiss Med Wkly. – 2018. – Vol. 148. w14591.
122. Ross, D.N. Surgical reconstruction of the aortic valve / D.N. Ross // Lancet. – 1963. – Vol. 1. – № 7281. – P. 571-574.
123. Ross, D.N. The Ross operation / D.N. Ross // J Card Surg. – 2002. – Vol. 17. – № 3. – P. 188-193.
124. Sá, M.P.B.O. Aortic valve neocuspидization (Ozaki procedure) in patients with small aortic annulus ( $\leq 21$  mm): a multicenter study / M.P.B.O. Sá, I. Chernov, A. Marchenko [et al.] // Structural Heart. – 2020. – Vol. 4. – № 5. – P. 413-419.
125. Sá, M.P.B.O. Aortic valve neocuspидization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium (Ozaki procedure) - a promising surgical technique / M.P.B.O. Sá, Á.M. Perazzo, K. Zhigalov [et al.] // Braz J Cardiovasc Surg. – 2019. – Vol. 34. – № 5. – P. 610-614.
126. Sahin, A. Long-term follow-up after aortic root replacement with the Shelhigh® biological valved conduit: a word of caution! / A. Sahin, O. Müggler, J. Sromicki [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2016. – Vol. 50. – № 6. – P. 1172-1178.

127. Sarsam, M.A. Remodeling of the aortic valve anulus / M.A. Sarsam, M. Yacoub // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1993. – Vol. 105. – № 3. – P. 435-438.
128. Schäfers, H. Cusp height in aortic valves / H. Schäfers, W. Schmied, G. Marom, D. Aicher // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2013. – Vol. 146. – № 2. – P. 269-274.
129. Schamberger, L. David aortic valve-sparing reimplantation versus biological aortic root replacement: a retrospective analysis of 411 patients / L. Schamberger, S. Leontyev, P. Davierwala [et al.] // Indian journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2020. – Vol. 36. – № 1. – P. 97-103.
130. Schneider, U. Two decades of experience with root remodeling and valve repair for bicuspid aortic valves / U. Schneider, S.K. Feldner, C. Hofmann [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2017. – Vol. 153. – № 4. – P. S65-S71.
131. Seese, L. Aortic root replacement with autologous pericardium valved conduit / L. Seese, P. Yoon, V.O. Morell, D. Chu // Ann Thorac Surg. – 2021. – Vol. 113. – № 3. – P. 227-229.
132. Settepani, F. 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.
133. Settepani, F. Reimplantation valve-sparing aortic root replacement in Marfan syndrome using the Valsalva conduit: an intercontinental multicenter study / F. Settepani, W.Y. Szeto, D. Pacini [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2007. – Vol. 83. – № 2. – P. S769-773.
134. Sieren, M.M. 4D flow CMR analysis comparing patients with anatomically shaped aortic sinus prostheses, tube prostheses and healthy subjects introducing the wall shear stress gradient: a case control study / M.M. Sieren, V. Schultz, B. Fujita [et al.] J Cardiovasc Magn Reson. – 2020. – Vol. 22. – № 1. – P. 59.
135. Singh, J.P. Prevalence and clinical determinants of mitral, tricuspid, and aortic regurgitation (the Framingham Heart Study) / J.P. Singh, J.C. Evans, D. Levy [et al.] // Am J Cardiol. – 1999. – Vol. 83. – № 6. – P. 897-902.

136. Slater, M. Modification to the Ross procedure to prevent autograft dilatation / M. Slater, I. Shen, K. Welke [et al.] // Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu. – 2005. – P. 181-184.
137. Sripathi, V.C. Further insights into normal aortic valve function: role of a compliant aortic root on leaflet opening and valve orifice area / V.C. Sripathi, R.K. Kumar, K.R. Balakrishnan // Ann Thorac Surg. – 2004. – Vol. 77. – № 3. – P. 844-851.
138. Stefanelli, G. Long-term follow-up after Bentall operation using a stentless Shelhigh NR-2000 bio-conduit / G. Stefanelli, F. Pirro, A. Macchione [et al.] // J Card Surg. – 2020. – Vol. 35. - № 5. – P. 988-995.
139. Stefanelli, G. Long-term outcomes of stentless Bio-Bentall vs. David reimplantation or aortic root dilatation and aortic valve pathology / G. Stefanelli, F. Pirro, D. Gabbieri [et al.] // Structural Heart. – 2021. – Vol. 5. – № 1. – P. 64-64.
140. Sud, A. Anatomy of the aortic root / A. Sud, F. Parker, D. Magilligan // Ann Thorac Surg. – 1984. – Vol. 38. – № 1. – P. 76-79.
141. Sundström, E. Effects of normal variation in the rotational position of the aortic root on hemodynamics and tissue biomechanics of the thoracic aorta / E. Sundström, R. Jonnagiri, I. Gutmark-Little [et al.] // Cardiovasc Eng Technol. – 2020. – Vol. 11. – № 1. – P. 47-58.
142. Svensson, L.G. Aortic valve and ascending aorta guidelines for management and quality measures: executive summary / L.G. Svensson, D.H. Adams, R.O. Bonow [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2013. – Vol. 95. – № 4. – P. 1491-1505.
143. Urbanski, P.P. Bio-Bentall procedure versus isolated biological aortic valve replacement: a case-match study / P.P. Urbanski, N. Heinz, M. Zacher, A. Diegeler // Eur J Cardiothorac Surg. – 2015. – Vol. 47. – № 6. – P. 1077-1082.
144. Urbanski, P.P. Replacement of the ascending aorta and aortic valve with a valved stentless composite graft / P.P. Urbanski // Ann Thorac Surg. – 1999. – Vol. 67. – № 5. – P. 1501-1502.
145. Vahanian, A. Joint task force on the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012)

- / A. Vahanian, O. Alfieri, F. Andreotti [et al.] // Eur Heart J. – 2012. – Vol. 33. – № 19. – P. 2451-2496.
146. Wundram, M. Incidence of acute type A aortic dissection in emergency departments / M. Wundram, V. Falk, J.J. Eulert-Grehn [et al.] // Sci Rep. – 2020. – Vol. 10. – № 1. – P. 7434.
147. Yacoub, M. Aortic valve replacement using unstented dura or calf pericardium: early and medium term results / M. Yacoub, A. Khaghani, N. Dhalla [et al.] // Biological and bioprosthetic valves: proceedings of the International Symposium. – New York: Yorke Medical Books. – 1986. – P. 684–690.
148. Yamabe, T. Assessment of long-term outcomes: aortic valve reimplantation versus aortic valve and root replacement with biological valved conduit in aortic root aneurysm with tricuspid valve / T. Yamabe, Y. Zhao, P.A. Kurlansky [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2021. – Vol. 59. – № 3. – P. 658-665.
149. Yang, B. Sixteen-year experience of David and Bentall procedures in acute type A aortic dissection / B. Yang, H.J. Patel, C. Sorek [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2018. – Vol. 105. – № 3. – P. 779-784.
150. Youssefi, P. Rationale for aortic annuloplasty to standardise aortic valve repair / P. Youssefi, I. El-Hamamsy, E. Lansac // Ann Cardiothorac Surg. – 2019. – Vol. 8. – № 3. – P. 322-330.