

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СКОРОЙ
ПОМОЩИ
ИМ. Н.В. СКЛИФΟΣОВСКОГО ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ»

На правах рукописи

НИЯЗОВ
САИДИСЛОМ САЙДУЛЛАЕВИЧ

**ПРОТЕЗИРОВАНИЕ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА ИЗ ВЕРХНЕЙ
ПАРЦИАЛЬНОЙ СТЕРНОТОМИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТЕЗА БЕСШОВНОЙ ФИКСАЦИИ**

3.1.15 – сердечно-сосудистая хирургия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
Камбаров Сергей Юрьевич

Москва – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1 Определение порока аортального клапана, этиопатогенез, классификация, клиническая картина и естественное течение заболевания.....	14
1.2 Показания к хирургическому лечению, расчет хирургического риска и выбор метода оперативного вмешательства.....	19
1.3 Периоперационные предикторы развития осложнений.....	26
1.4 Малоинвазивные доступы в хирургии аортальных пороков сердца.....	29
1.5 Биологические шовные протезы аортального клапана.....	40
1.6 Транскатетерная имплантация аортального клапана.....	46
1.7 Биологические протезы аортального клапана быстрой имплантации и бесшовный протез.....	50
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	57
2.1 Дизайн исследования и общая клиническая характеристика групп пациентов.....	57
2.2 Методы диагностики и расчет операционного риска.....	68
2.3 Методы статистического анализа.....	76
ГЛАВА 3. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА	78
3.1 Хирургический доступ.....	78
3.2 Канюляция.....	79
3.3 Кардиоплегия.....	81
3.4 Протезирование аортального клапана биологическим каркасным шовным протезом.....	82
3.5 Протезирование аортального клапана биологическим бесшовным протезом.....	83
3.6 Завершение операции протезирования аортального клапана.....	87
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПОРОКА АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА	90

4.1 Сравнительный анализ результатов протезирования аортального клапана через полную срединную стернотомии и верхнюю J-образную министернотомию	90
4.2 Сравнительный анализ результатов имплантации бесшовного протеза и шовных протезов	97
4.3 Сравнительный анализ результатов протезирования аортального клапана бесшовным и шовными протезами через полную срединную стернотомию и верхнюю J-образную министернотомию	104
4.4 Клинические наблюдения	117
ГЛАВА 5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	123
ВЫВОДЫ	139
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	140
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	141
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	142

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Протезирование аортального клапана (АК) с применением различных видов протезов – основной метод коррекции порока клапана при невозможности или нецелесообразности реконструктивного вмешательства [61]. Основной причиной вмешательства на АК является аортальный стеноз (АС), частота встречаемости которого с возрастом увеличивается и в популяции пациентов старше 65-ти лет может составлять примерно от 2 % до 7 % [76, 128, 169]. Также стоит отметить, что по мере старения у пациентов увеличивается количество заболеваний, и данным отечественных исследований около 70 % пожилых пациентов имеют когнитивные нарушения и более 4 - 5 хронических заболеваний [33, 41].

Увеличение общей продолжительности жизни населения, преобладание дегенеративного аортального порока в структуре кардиохирургической патологии у пациентов старшего возраста, наличие у данной категории пациентов сопутствующих заболеваний приводит к поиску методик, отвечающих наибольшему профилю эффективности и безопасности для успешного лечения [101]. На сегодняшний день основными методами протезирования аортального клапана (ПАК) являются открытое хирургическое ПАК и эндоваскулярная транскатетерная имплантация АК (ТИАК). Так согласно рекомендациям ESC/EACTS (European Society of Cardiology / European Association for CardioThoracic Surgery) от 2021 г. у коморбидных пациентов среднего риска остается открытым вопрос о выборе между открытым ПАК и ТИАК [49, 210].

Результаты «классического» ПАК доступом через полную срединную стернотомию с применением шовных протезов у пациентов среднего и высокого операционного риска в настоящее время нельзя назвать удовлетворительными, что служит основанием для поиска альтернативных методов лечения данной категории пациентов [17, 97]. Длительность и сам факт необходимости проведения искусственного кровообращения (ИК) и пережатия аорты являются главными

операционными факторами риска неудовлетворительных результатов лечения пациентов среднего и высокого риска [80, 105]. С этих позиций подход методики ТИАК является оптимальной у пациентов высокого риска, так как полностью исключает сам факт ИК [152]. Однако, сама по себе процедура не лишена недостатков, среди которых наиболее опасными являются смещение кальциевых масс с перекрытием устьев коронарных артерий, эмболический синдром, разрыв фиброзного кольца (ФК) АК, расслоение аорты, стойкие нарушения сердечного ритма, значимая парапротезная регургитация. Сама методика не может быть выполнима у 100 % пациентов из-за индивидуальных анатомических особенностей, а также высокая стоимость самого вмешательства, не позволяет использовать его рутинно у пациентов среднего риска [98].

Несовершенство эндоваскулярных технологий побуждает параллельно развивать методики снижения операционной травмы и уменьшения длительности ИК и пережатия аорты у группы пациентов среднего хирургического риска при открытом хирургическом вмешательстве [189, 190].

В последние годы всё шире стали применять малоинвазивные доступы в кардиохирургии при коррекции патологии сердца, в частности верхнюю парциальную стернотомию (J-образную министернотомию) при ПАК [29]. Безусловно, подобный малоинвазивный доступ ухудшает экспозицию раны, однако не препятствует выполнению успешной коррекции порока, снижая травматичность операции за счёт сохранения каркасности грудной клетки и ускоряя активизацию пациентов, что особенно актуально у пациентов среднего риска [136]. Однако данный доступ увеличивает продолжительность ИК и время пережатия аорты, в связи с чем на сегодняшний день в мире нет однозначной позиции относительно рутинного использования подобного малоинвазивного доступа [198].

С целью снижения длительности пережатия аорты и ИК, как основных прогностически неблагоприятных факторов развития послеоперационных осложнений, сегодня разными медицинскими корпорациями разработаны протезы быстрой имплантации [62, 99]. При их использовании нативный поражённый

клапан иссекают, выполняют декальцинацию ФК, как и при использовании шовных протезов, но при этом исключают необходимость традиционного прошивания ФК с последующей фиксацией швов, что также снижает травматизацию ФК и возможные осложнения, связанных с этим. Отсутствие временных затрат на прошивание ФК и фиксацию швов уменьшает общую длительность операции за счёт уменьшения времени ИК и пережатия аорты [189].

Среди многообразия протезов быстрой имплантации наибольшей популярностью пользуется ксеноперикардальный бесшовный протез «Perceval S» («LivaNova», Салуджа, Италия). Профили безопасности и эффективности представляют протез «Perceval S» альтернативой классическому биологическому протезу швной фиксации и открывают потенциально новый стандарт малотравматичной хирургии АК [30].

В последнее время увеличивается количество коморбидных пациентов среднего риска, у которых остается открытым вопрос о выборе между открытым ПАК и ТИАК, и при выборе открытого хирургического вмешательства для достижения максимального эффекта необходима разработка и внедрение подобных методов позволяющих снизить риски развития осложнений и травматичность операции.

На сегодняшний день накоплен большой мировой опыт использования J-образной министернотомии, а также имплантации бесшовного протеза [17]. Однако, до сих пор не выработаны чёткие алгоритмы выбора комбинации того или иного типа протеза и вида хирургического доступа при изолированном ПАК. Отсутствуют комплексные исследования, посвященные детальному анализу применения данных методов у пациентов старше 65-ти лет, имеющих значимую сопутствующую патологию и относящихся к группе среднего риска.

Цель исследования

Улучшение результатов протезирования аортального клапана с использованием бесшовного протеза при доступе через парциальную верхнюю J-образную министернотомию у пациентов среднего риска старше 65-ти лет со стенозом аортального клапана.

Задачи исследования

1. Провести сравнительный анализ результатов протезирования аортального клапана у пациентов старше 65-ти лет с аортальным стенозом через полную срединную стернотомии и верхнюю J-образную министернотомию.

2. Оценить результаты протезирования аортального клапана у пациентов старше 65-ти лет с аортальным стенозом биологическими шовными протезами с низким риском и бесшовным протезом у пациентов со средним риском.

3. Оценить непосредственные результаты (периоперационные предикторы результатов и ближайшие результаты) протезирования аортального клапана у пациентов старше 65-ти лет с аортальным стенозом биологическими бесшовным и шовными протезами доступами из полной срединной стернотомии и верхней J-образной министернотомии.

4. Обосновать преимущество выбора бесшовного протеза в сочетании с верхней J-образной министернотомией перед «классическими» методами коррекции аортального стеноза в виде полной срединной стернотомии с использованием шовного протеза у пациентов среднего риска старше 65-ти лет.

Научная новизна исследования

В диссертационном исследовании впервые на достаточном проспективном клиническом материале (90 пациентов) проанализированы интра- и ранние послеоперационные результаты ПАК у пациентов старше 65-ти лет из полной

срединой стернотомии и J-образной министрнотомии с имплантацией шовных и бесшовных протезов в группе пациентов низкого и среднего риска.

Изучены гемодинамические параметры, клинические и инструментальные показатели до и после имплантации бесшовных протезов у пациентов среднего риска старше 65-ти лет. Продемонстрирована безопасность и эффективность имплантации бесшовного протеза из J-образной министрнотомии в сравнение с классическими методами. На основании анализа результатов хирургического лечения пациентов со стенозом АК старше 65-ти лет с использованием различных подходов обоснован оптимальный вариант лечения пациентов среднего операционного риска.

Теоретическая и практическая значимость работы

На основании полученных результатов расширены показания к открытой хирургической коррекции стеноза АК у пациентов со средним риском старше 65-ти лет, а также определен оптимальный вид оперативного лечения.

В диссертационной работе научно обоснованы показания к имплантации бесшовных протезов и использования доступа через верхнюю J-образную министрнотомию, определены факторы, влияющие на прогноз и исход послеоперационного течения заболевания.

Учитывая прогрессивное увеличение числа пациентов старшего возраста с выраженной сопутствующей патологией, нуждающихся в кардиохирургической помощи, результаты исследования актуальны для определения наиболее оптимального подхода хирургического лечения и прогнозирования его результатов у данной группы пациентов.

Полученные данные включены в отечественный «Регистр имплантаций бесшовных биопротезов аортального клапана», внедрение которого позволит систематизировать информацию по пролеченным пациентам, а также сопоставить ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения с данными международных регистров и, при необходимости, интегрироваться в них [16, 21]

Методология и методы исследования

По дизайну работа представляет собой наблюдательное проспективное клиническое исследование разных доступов и методов фиксации протеза при открытом изолированном ПАК.

Исследование выполнено на базе отдела Неотложной кардиохирургии ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ». В исследование включены 90 пациентов с изолированным АС старше 65-ти лет с низким и средним операционными рисками, которым выполнено ПАК за период с 2018 по 2022 гг. «Рисунок 1» [38].

Согласна рекомендациям ESC/EACTS от 2021 г., пациентам низкого риска с АС рекомендовано открытое ПАК, а у пациентов среднего риска стоит выбор между открытым ПАК и ТИАК [49], и чаще всего открытое ПАК выполняется «классически» протезом шовной фиксации (шовный протез) через полную стернотомию. На основании данных рекомендаций проведен сравнительный анализ результатов ПАК у пациентов низкого риска с использованием шовного протеза и пациентов среднего риска с использованием протеза бесшовной фиксации (бесшовн протеза через полную стернотомию или J-образную министренотомию (верхняя парциальная стернотомия)).

Пациенты разделены на 2 группы на основании оценки операционного риска, рассчитываемого по шкалам EuroScore II (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) и STS-PROM (Society of Thoracic Surgeons Predicted Risk of Mortality):

- пациенты со средним риском по шкалам EuroScore II и STS-PROM ≥ 4 и < 8 , которым выполнено ПАК бесшовным протезом «Perceval S» (34 пациента);
- пациенты с низким риском по шкалам EuroScore II и STS-PROM < 4 , которым выполнено ПАК биологическим каркасным шовным протезом (56 пациентов).

В каждой группе выделены 2 подгруппы, в зависимости от доступа:

- пациенты, которым вмешательство выполнено через полную стернотомию;

– пациенты, которым вмешательство выполнено через J-образную министернотомию.

Для реализации задач исследования первым этапом выполнен сравнительный анализ между пациентами, которым выполнено ПАК через полную срединную стернотомию (55 пациентов) и J-образную министернотомию (35 пациентов). Вторым этапом выполнен сравнительный анализ результатов ПАК с использованием бесшовного протеза «Perceval S» (34 пациента) и шовным протезов (56 пациентов). Третьим этапом выполнен сравнительный анализ между подгруппами пациентов: бесшовный протез, имплантированный через полную срединную стернотомию (19 пациентов) и через J-образную министернотомию (15 пациентов), шовные протезы, имплантированные через полную срединную стернотомию (36 пациентов) и через J-образную министернотомию (20 пациентов).

Проведена оценка периоперационных предикторов результата: продолжительность ИК и время пережатия аорты, продолжительность операции, объём периоперационной кровопотери и трансфузии компонентов крови, продолжительность искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ). А также ближайшие результаты: длительность пребывания в реанимационном отделении, оценка функции протеза по данным ЭхоКГ, осложнения, послеоперационный койко-день, 30-ти дневная госпитальная летальность [38].

Полученные данные подвергнуты мультипланарному статистическому анализу с методами математического моделирования для выявления достоверных отличий между группами.

Основные положения, выносимые на защиту

1. При изолированном ПАК предпочтение следует отдавать J-образной министернотомии в 4-м межреберье.
2. Применение бесшовных протезов АК является предпочтительным у пациентов пожилого и старческого возраста с АС, особенно при использовании мини-доступов.

3. Применение комбинации бесшовного протеза и верхней J-образной министрентомии у пациентов среднего риска старше 65-ти лет позволяет снизить влияние периоперационных предикторов результата и достичь результатов сопоставимых с выполнением классического вмешательства через полную срединную стернотомию с использованием шовных протезов у пациентов низкого риска.

Апробация результатов

Результаты работы доложены на крупных профильных конференциях: II научно-практическая конференция молодых специалистов медицинских организаций ДЗ г. Москвы «Актуальные вопросы неотложной медицины» (НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ, г. Москва, 26 апреля 2019 г.); XXV Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ, г. Москва, 10–13 мая 2019 г.); XXVI Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ, г. Москва, 8–11 декабря 2020 г.); Научно-практической конференции сердечно-сосудистых хирургов Москвы «Сердца Мегалополиса» (г. Москва, 2–3 сентября 2022 г.); VIII Международная конференция «Минимально инвазивная кардиохирургия и хирургическая аритмология – AMICS 2023» (НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского. Москва, 7–9 декабря 2023 г.); III Московская школа сердечно-сосудистого хирурга «Малоинвазивная кардиохирургия в структуре ДЗМ» (г. Москва, 28 марта 2024 г.); XXVII ежегодна Сессии «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» с Всероссийской конференцией молодых ученых (НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ, г. 26-28 мая 2024 г.).

Диссертационная работа апробирована 19 декабря 2023 г. на заседании проблемно-плановой комиссии № 5 «Сердечно-сосудистые заболевания» ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»

Внедрение результатов работы в практику

Исследование выполнено в отделении неотложной кардиохирургии (руководитель – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, С.Ю. Камбаров) ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» (директор – член-корреспондент РАН С.С. Петриков).

Результаты диссертационной работы внедрены и широко используются в отделе неотложной кардиохирургии (кардиохирургическое отделение №1 и №2), а также в отделении кардиохирургической реанимации ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ».

Личный вклад соискателя

Все этапы работы выполнены лично соискателем или при его ключевом участии: ведение пациентов на до- и послеоперационном этапе, хирургические вмешательства. Все публикации и текст диссертации написаны соискателем лично. Выносимые на защиту научные положения, выводы диссертации и практические рекомендации являются результатом самостоятельной работы автора.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 20 печатных работ, из них 5 статей – в рецензируемых журналах рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 167 страницах печатного текста, иллюстрирована 42 рисунками и содержит 30 таблиц. Состоит из введения, обзора литературы, характеристики больных и описания методов исследования, а также главы, где представлены результаты собственных наблюдений, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка сокращений и списка литературы, содержащего 228 источников, из них 49 отечественных и 179 иностранных авторов.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

АС на сегодняшний день рассматривается как одна из социально-экономических проблем, в настоящее время это самый частый порок сердца у взрослого населения (70 – 85 % случаев среди всех пороков сердца) [38, 82]. В развитых странах третье место по распространенности среди заболеваний сердечно-сосудистой системы занимает АС [27]. А оперативное вмешательство по замене АК в России, является второй по частоте операцией в кардиохирургии, уступая только коронарному шунтированию [6].

Частота возникновения АС увеличивается с возрастом, и он редко встречается до 60 лет, при этом заболеваемость среди мужчин выше, чем среди женщин [198]. Частота встречаемости АС в общей популяции составляет примерно от 2 % до 7 % среди лиц в возрасте от 65 лет и старше [76, 169].

В своем докладе в 2022 г. Всемирная организация здравоохранения предоставила данные, что в ближайшие 30 лет численность населения старше 65-ти лет будет увеличиваться и к 2050 г. составит почти 1,5 миллиарда, а средняя продолжительность жизни составит 77,2 г. [38, 209]. А по данным В. Iung от 2012 года, количество пациентов пожилого возраста с АС удвоится в течение 50-ти лет [112]. Таким образом, увеличивается пул пациентов пожилого возраста с АС, требующей оперативного вмешательства, имеющих сопутствующую патологию, что оказывает непосредственное влияние на тактику и выбор метода лечения, а также разработку новых подходов для достижения максимального эффекта [38, 221].

1.1 Определение порока аортального клапана, этиопатогенез, классификация, клиническая картина и естественное течение заболевания

Согласно определению данной Американской кардиологической ассоциацией: «Стеноз аортального клапана возникает, когда аортальный клапан

сужается, препятствуя его полному открытию и току крови из сердца в аорту и далее к остальным частям тела» [155].

Устойчивый рост продолжительности жизни в современном развитом обществе, привело к увеличению пациентов старшей возрастной группы, у которых превалирует дегенеративная этиология поражения клапанов сердца «Рисунок 1» [23]. А также увеличение возможности получения медицинской помощи большим количеством населения (своевременное проведение бициллинопрофилактики) привело к снижению встречаемости ревматической этиологии данного заболевания в развитых странах [82, 169].

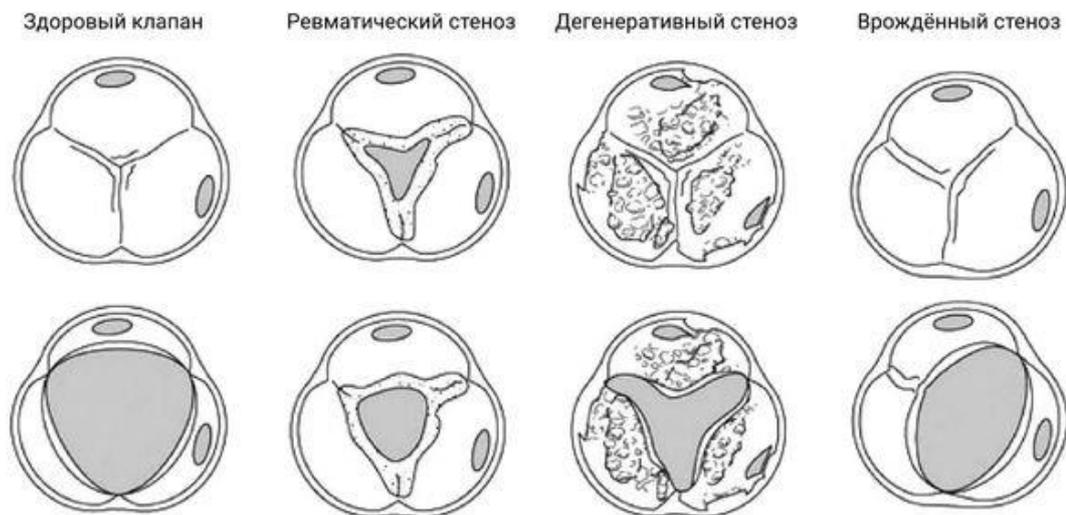


Рисунок 1 – Этиология стеноза аортального клапана [23]

Ниже представлено приблизительное распределение, основанное на нескольких исследованиях:

В ретроспективном исследовании, опубликованном W. Wanchaitanawong и соавт., в 2023 г., были проанализированы данные 134 пациентов, со стенозом аортального клапана в период с 2015 по 2021 г. Исследование показало, что этиология аортального стеноза в этой популяции была следующей: дегенеративный 47,8 %, двустворчатый АК 31,9 %, ревматический 20,1 % [44, 216]. По данным обзора опубликованной В.В. Далинином и соавт., двустворчатый АК может встречаться до 50 % случаях стеноза АК [19].

Эти исследования показывают, что дегенеративный кальциноз и двустворчатый АК являются наиболее распространенной этиологией АС у пациентов, при этом превалирует дегенеративный кальциноз. Однако распределение этиологии АС в процентном отношении по данным кардиохирургии может варьировать в зависимости от изучаемой популяции и конкретных критериев, используемых для классификации. Так по данным F.Z. Liu и соавт. у взрослых пациентов в Китае ревматическая болезнь имеет лидирующие позиции в этиологии возникновения порока клапанов сердца [129]. А в исследовании, проведенном А.К. Sahu и соавт. в индийской популяции среди 179 пациентов со стенозом АК выявили следующую этиологию: дегенеративный 58,1 %, двустворчатый АК 25,0 %, ревматические 2,9 %, неравматический стеноз с неясной морфологией 14 % [184].

Долгое время кальцифицирующее заболевание АК считалось «дегенеративным» процессом, вызванным зависящим от времени износом створок и пассивным отложением кальция [220]. В настоящее время имеются убедительные гистопатологические и клинические данные, свидетельствующие о том, что кальцифицирующая болезнь клапанов, на самом деле, является активным и многогранным состоянием, включающим отложение липопротеинов, хроническое воспаление, остеобластический переход интерстициальных клеток клапана и активную кальцификацию створок [43, 112].

АС характеризуется сужением выходного отверстия левого желудочка (ЛЖ), что приводит к увеличению нагрузки на миокард [42]. В зависимости от степени сужения площади аортального отверстия можно выделить следующие стадии и связанные с ними изменения ЛЖ [31].

Клиническая картина может варьироваться в зависимости от выраженности АС. На ранних стадиях при легком АС левый желудочек начинает гипертрофироваться в ответ на увеличившуюся нагрузку, но при этом функция ЛЖ обычно остается в пределах нормы, и пациенты могут не испытывать никаких симптомов [131]. Состояние может быть случайно обнаружено во время обычных медицинских осмотров или диагностических тестов [75].

Далее развивается умеренный АС, гипертрофия ЛЖ усиливается, что может привести к диастолической дисфункции из-за утолщения миокарда и ухудшения его релаксации. На данной стадии начинает появляться одышка при физической нагрузке [75, 167].

При уменьшении площади эффективного отверстия менее $1,0 \text{ см}^2$, развивается тяжелый АС, что приводит к дальнейшей компенсаторной гипертрофии миокарда ЛЖ за счёт повышения давления в ней и даже может перерасти в систолическую дисфункцию из-за декомпенсации миокарда ЛЖ. Все эти изменения направлены на повышения градиента между ЛЖ и аортой для обеспечения адекватного системного артериального давления [167]. Нарастает одышка при физической нагрузке, отмечается общая слабость [177].

Когда эффективная площадь выходного отверстия АК становится меньше 1 см^2 , развивается критический АС и миокарду становится трудно преодолевать обструкцию в АК. ЛЖ может начать дилатироваться из-за прогрессирующей декомпенсации миокарда, за счет нарастания давления в полости ЛЖ. Возрастание потребности гипертрофированного ЛЖ в кислороде приводит к выраженной клинической картине в виде загрудинных болей и одышки при минимальной нагрузке, а иногда и в покое, эпизодов синкопального состояния [124].

Вышеописанные изменения АК и в следствии этого ремоделирование полостей сердца могут быть выявлены при проведении эхокардиографии (ЭхоКГ) с доплерометрией и цветным доплеровским картированием. Данный метод исследования был и остаётся «золотым стандартом» диагностики патологии сердца и в том числе АС [37, 211].

В клинической практике выраженность АС оценивается по данным ЭхоКГ [197]. Данное исследование также позволяет оценить ФВ ЛЖ, дилатацию полостей сердца, пороки остальных клапанов сердца и патологию миокарда. На сегодняшний день приобретает значимость оценка продольной деформации ЛЖ по данным ЭхоКГ с использованием спекл-трекинговой визуализации, у бессимптомных пациентов с АС и сохранной ФВ ЛЖ. Изменение данного показателя в дальнейшем приводило к появлению симптомов и необходимости

оперативного вмешательства [111]. Согласно международным рекомендациям, придерживаются классификации АС предложенной Н.С. Baumgartner и соавт., оценивают средний градиент давления на АК, максимальная скорость потока через АК и площадь эффективного отверстия АК «Таблица 1» [60].

Таблица 1 – Классификация тяжести аортального стеноза. Адаптировано [13, 60]

Характеристика	Площадь отверстия (см ²)	Средний градиент давления (мм рт. ст.)	Скорость потока через АК (м/с)
Легкий АС	> 1,5	25	< 3,0
Умеренный АС	1,0 – 1,5	25 – 40	3,0 – 4,0
Тяжелый АС	< 1,0	> 40	> 4,0

Медикаментозная терапия при АС направлено на снижение симптомов хронической сердечной недостаточности и улучшение состояния больного лишь на определенное время [198].

Исследования показали, что тяжелый симптоматический АС, если его не лечить или лечить консервативно, связан с неблагоприятным прогнозом и повышенной смертностью.

Так в исследовании Р. Varadarajan и соавт., проанализированы отдаленные результаты 157 пациентов с тяжелым симптоматическим АС, которым проводилось консервативное лечение. В исследовании сообщается, что 5-летняя смертность составляет примерно 50 % у пациентов, которым не проводилась замена АК. Ежегодная смертность оценивалась примерно в 14 % [121].

В исследовании В.Ж. Воупа и соавт. изучили отдаленные результаты 1375 пациентов с бессимптомным, умеренным и тяжелым АС. Исследование показало, что 5 - летняя смертность при проведение консервативной терапии у пациентов с тяжёлым АС, составила 42 % по сравнению с 17 % у пациентов, которым выполнено ПАК. Ежегодная смертность в группе консервативного лечения оценивалась примерно в 8 % [67].

Таким образом ПАК является единственным эффективным методом лечения тяжелого АС [228].

1.2 Показания к хирургическому лечению, расчет хирургического риска и выбор метода оперативного вмешательства

Хирургическое лечение при АС в первую очередь направлено на замену пораженного аортального клапана.

Показания к выполнению оперативного вмешательства по протезированию АК согласно рекомендациям ESC/EACTS представлены ниже в «Таблице 2» [210].

Таблица 2 – Показания к выполнению вмешательства при стенозе аортального клапана ESC/EACTS от 2021 года. Адаптировано из [13, 16, 17, 49]

Критерий	Класс и уровень доказательности
Пациенты с критическим АС и наличием каких-либо симптомов	I B
Пациенты с критическим АС, которым планируется вмешательство на коронарных артериях, аорте или других клапанах	I C
Бессимптомные пациенты с критическим АС и систолической дисфункцией ЛЖ (ФВ менее 50 %), если нет других причин для дисфункции	I C
Бессимптомные пациенты с критическим АС и положительной нагрузочной пробой, у которых проявляются симптомы после физической нагрузки (нагрузочной пробы)	I C
Бессимптомные пациенты с критическим АС и положительной нагрузочной пробой, у которых отмечается падение давления ниже исходного при нагрузочной пробе	IIa C
Пациенты с выраженным АС, которым планируется вмешательство на коронарных артериях, аорте или других клапанах	IIa C
Бессимптомные пациенты с критическим АС с выраженным/критическим кальцинозом АК, и приростом скорости трансклапанного потока > 0.3 м/с в год	IIa C

Продолжение таблицы 2

Критерий	Класс и уровень доказательности
Пациенты с АС с низким градиентом (< 40 мм рт. ст.) и дисфункцией ЛЖ, но имеющие резервы сократимости	IIa C
Бессимптомные пациенты с критическим АС и положительной нагрузочной пробой, у которых отмечаются сложные нарушения ритма	IIb C
Бессимптомные пациенты с критическим АС и выраженной гипертрофией ЛЖ (> 15 мм), если нет других причин (гипертония)	IIb C
Пациенты с АС с низким градиентом (< 40 мм рт. ст.) и дисфункцией ЛЖ, не имеющие резервов сократимости	IIb C

На сегодняшний день можно выделить следующие хирургические подходы при АС:

1. Открытое хирургическое ПАК – это классический метод, при котором хирург осуществляет доступ к сердцу путем классической полной срединной стернотомии. Затем створки АК иссекаются и на его место имплантируется искусственный протез [49, 210].
2. ТИАК – это эндоваскулярная процедура, замены АК без использования ИК путем доставки в основном через катетер, установленный в бедренной артерии стенового протеза и имплантации его в аортальной позиции [49].
3. Минимально инвазивное ПАК – это метод, при котором доступ к сердцу осуществляется через меньшего размера разрез на грудной клетке, чем при открытом хирургическом протезировании [115, 180].

После выявления показаний к оперативному вмешательству производится расчет хирургического риска, на котором основан выбор хирургического подхода [100]. Для оценки рисков летальности при оперативном вмешательстве на сердце в настоящий момент чаще используются 2 шкалы: EuroSCORE II - основанная на данных обширного медицинского исследования, результатов вмешательств у пациентов из разных стран Европы и STS - PROM разработанная обществом торакальных хирургов США [200, 205]. На основании суммы оценок факторов,

влияющих на смертность, складывается показатель риска летальности при классическом оперативном вмешательстве [14].

Согласно Рекомендациям ESC/EACTS 2017 г. по ведению пациентов с клапанной болезнью сердца, риск по шкале EuroSCORE II/STS-PROM до 4 % оценивался как низкий и пациентам низкого риска при отсутствии других факторов (дряхлость, хрупкая аорта, перенесенное лучевое облучение) было рекомендовано выполнение открытого хирургического вмешательства. А риск по шкале EuroSCORE II/STS - PROM ≥ 4 % оценивался как высокий и при наличии тяжелой сопутствующей патологии и других факторов, которые не оцениваются в данных шкалах, было рекомендовано выполнению ТИАК [42].

В 2020 г. в новых рекомендациях АНА/ACC (American Heart Association/American College of Cardiology), а позднее и в рекомендациях ESC/EACTS 2021 г. по клапанным порокам сердца, EuroSCORE II/STS - PROM до 4 %, оценивается как низкий, EuroSCORE II/STS-PROM ≥ 4 %, но ≤ 8 % относят к среднему риску, EuroSCORE II/ STS - PROM > 8 % считается как высокий риск [152, 210].

Также были изменены показания к выбору метода оперативного вмешательства на основании стратификации риска «Рисунок 2». Согласно новым рекомендациям сохранены показания к открытому оперативному вмешательству (низкий риск по шкале EuroSCORE II и STS - PROM < 4 %), а показания к выполнению ТИАК изменены в сторону увеличения риска по шкале EuroSCORE II и STS-PROM > 8 %. В свою очередь, увеличивается количество пациентов со средним риском, у которых остается открытым вопрос о выборе между хирургическим ПАК и ТИАК [49].

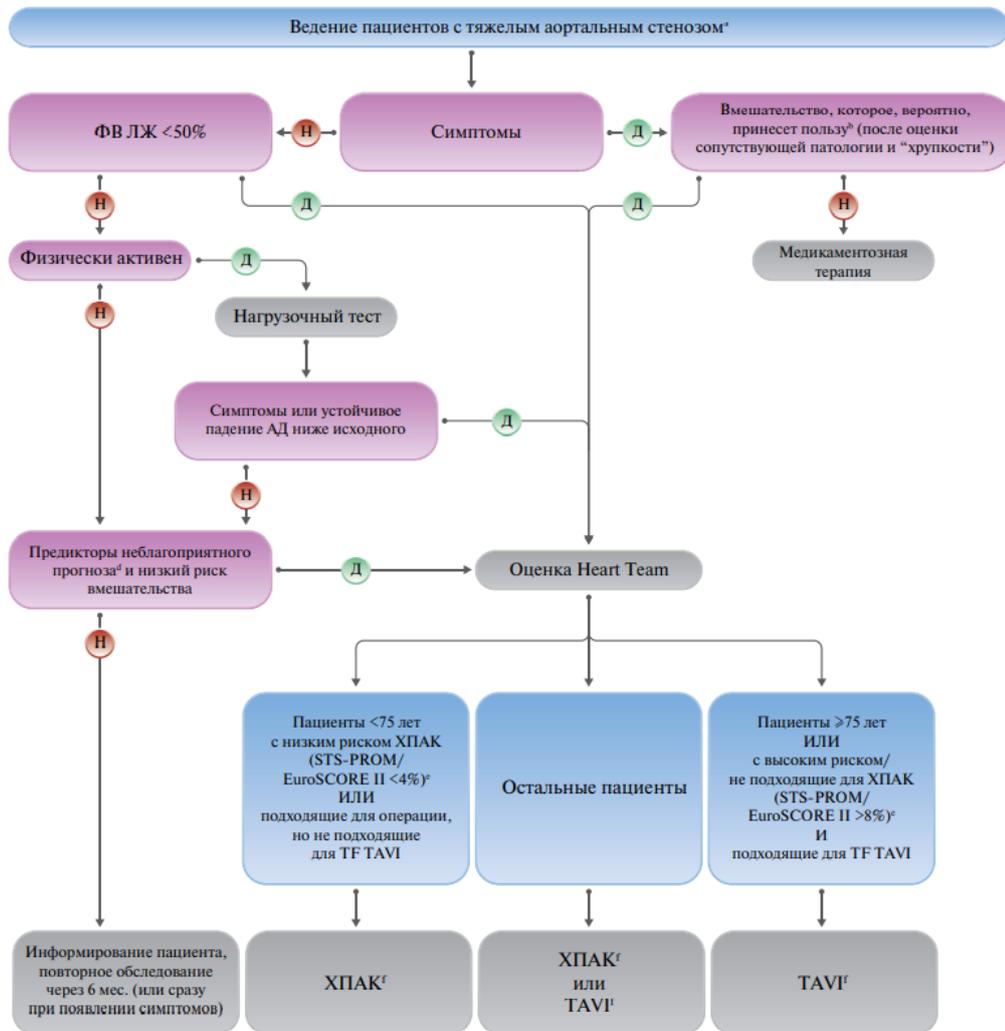


Рисунок 2 – Тактика ведения пациентов с тяжелым аортальным стенозом.

Адаптировано из [49]

При этом стоит отметить, что применении шкал EuroSCORE II и STS-PROM в разных популяциях пациентов были неточными. Так в нескольких крупных исследованиях проведенных в Китае с включением более 15 000 пациентов с операциями на клапанах сердца из 43 больниц пришли к выводу, что риск летальности рассчитанный по шкале EuroSCORE II был неточным и это побудило к разработке и использованию шкалы SinoSCORE для данной популяции [225, 226]. Схожие исследования оценки применимости шкал EuroSCORE II и STS были проведены в Индии, Японии и во многих других странах. Заключение данных исследований было, что данные шкалы имеют расхождение с истинными показателями летальности у иных пациентов и необходима разработка

специфичных шкал для определенной популяции [65, 122]. М. Poullis и соавт. провели исследование и пришли к выводу, что шкала EuroSCORE II занижает показатели риска у пациентов старше 70 лет [163]. В отечественных исследованиях также поднимается вопрос о том, что общепринятые шкалы расчета предоперационного риска не учитывают всю тяжесть сопутствующей патологии, а также старческую астению, что также является мощным предиктором хирургического риска и ассоциируется с не благоприятным прогнозом, и оценка хирургического риска у пожилых пациентов требует учета всех факторов. [15, 28].

Согласно докладу главы Британского Общества сердечно-сосудистых вмешательств, утвержденные калькуляторы обычного хирургического риска (Euroscore II или STS) имеют несколько ограничений при выборе пациентов для ТИАК и в настоящее время обычно не используется клинически. В частности, данные шкалы не оценивают общее состояние пациента, степень инвалидности, эхокардиографические и анатомические особенности или важные сопутствующие заболевания [132].

По данным отечественных исследований около 70 % пожилых пациентов имеют когнитивные нарушения и более 4 – 5 взаимосвязанных и не взаимосвязанных хронических заболеваний, которые характеризуются длительностью течения в связи с чем отмечается стертость клинических проявлений и полипрагмазия [33, 41]. В связи с чем в 2017 и 2019 гг. были опубликованы отечественные клинические рекомендации по ведению коморбидных пациентов [40]. Согласно данным рекомендациям «Коморбидность – это сочетание у одного больного двух или более хронических заболеваний, этиопатогенетически взаимосвязанных между собой или совпадающих по времени появления вне зависимости от активности каждого из них» [40].

Наиболее известной системой расчета является индекс коморбидности М. Charlson, который суммирует баллы за соматическое заболевание и возраст (прибавляется по 1 баллу за каждые 10 лет жизни после 40) и полученная сумма баллов используется для прогнозирования 10 - летней смертности «Таблица 3» [40].

Таблица 3 – Балльная оценка наличия сопутствующих заболеваний при расчете индекса коморбидности Charlson. Адаптировано из [40]

Критерий	Баллы
Возраст	1
Инфаркт миокарда	1
Сердечная недостаточность	1
Поражение периферических сосудов (перемежающаяся хромота, аневризма аорты более 6 см, острая артериальная недостаточность, гангрена)	1
Преходящее нарушение мозгового кровообращения (транзиторная ишемическая атака)	1
Острое нарушение мозгового кровообращения с минимальными остаточными явлениями	1
Деменция	1
Бронхиальная астма	1
Хронические неспецифические заболевания легких	1
Диффузные заболевания соединительной ткани	1
Язвенная болезнь желудка и/или двенадцатиперстной кишки	1
Цирроз печени без портальной гипертензии	1
Сахарный диабет без органических поражений	1
Острое нарушение мозгового кровообращения с гемиплегией или параплегией	2
Хроническая почечная недостаточность с уровнем креатинина более 3 мг %	2
Сахарный диабет с органическими поражениями	2
Злокачественные опухоли без метастазов	2
Острые и хронические лимфо- и миелолейкозы	3
Лимфомы	2
Цирроз печени с портальной гипертензией	3

Продолжение таблицы 3

Критерий	Баллы
Злокачественные опухоли с метастазами	6
Синдром приобретенного иммунодефицита	6
Сумма баллов	–

При сумме баллов от 1 до 2-х 10 - летняя выживаемость оценивается в 90 %, 3 - 4 балла до 55 %, а если сумма баллов больше 5 вероятность летальности 21 %. Количество сопутствующих заболеваний с возрастом увеличивается, до 90 % пациентов старше 65-ти лет в сочетании со сердечно-сосудистым заболеванием имеют коморбидность «Таблица 4» [38].

Таблица 4 – Коморбидность при сердечно-сосудистых заболеваниях и состояниях у пациентов в возрасте ≥ 65 -ти лет. Адаптировано из [40]

Коморбидность	ИБС (%)	Хроническая сердечная недостаточность (%)	Фибрилляция предсердий (%)	Инсульт (%)
Артериальная гипертензия	81,3	85,6	84,5	89,0
Гиперлипидемия	69,1	62,6	64,4	69,9
ИБС	–	72,1	63,5	58,1
Сахарный диабет	41,7	47,1	37,1	41,5
Хроническая сердечная недостаточность	36,3	–	50,9	37,2
Хроническая болезнь почек	30,2	44,8	34,4	35,2

Таким образом, пациенты старше 65-ти лет изначально имеют 2 балла по данной шкале, а при наличии 1 - 2 сопутствующих заболеваний прогноз 10 - летней смертности составляет более 45 %. Также стоит отметить, что более 50 % пациентов с хроническими коморбидными заболеваниями в нашей стране не принимают постоянной лекарственной терапии [40].

Риск летального исхода при кардиохирургической операции у пациентов пожилого возраста статистически значимо выше, чем у молодых пациентов, что как раз таки связано с наличием у данных пациентов сопутствующей патологии приводящая к осложнениям в послеоперационном периоде [11]. Учитывая погрешность известных шкал расчета риска летальности Далинин В.В. и Борисов И.А. предлагают дополнительно оценивать индекс дряхлости (F-индекс), для этого проводят тест на баланс, тест на подъем со стула и тест 5-метровой ходьбы. Так прохождение теста 5-метровой ходьбы более чем за 6,5 сек приводит к трёхкратному увеличению летальности или возникновению осложнений после вмешательства [18].

Учитывая все вышеизложенное, несмотря на рутинное использование шкал расчета периоперационного риска EuroScore II и STS-PROM, они не учитывают многих важных аспектов пациента и реальный риск чаще бывает выше и требует индивидуальной комплексной оценки пациента и выбора щадящих подходов у большинства пациентов старше 65-ти лет.

Учитывая все вышеизложенное, несмотря на рутинное использование шкал расчета периоперационного риска EuroScore II и STS-PROM, они не учитывают многих важных аспектов пациента и реальный риск чаще бывает выше и требует индивидуальной комплексной оценки пациента и выбора щадящих подходов у большинства пациентов старше 65-ти лет.

1.3 Периоперационные предикторы развития осложнений

Увеличивается количество коморбидных пациентов среднего риска, у которых остается открытым вопрос о выборе между хирургическим ПАК и ТИАК, и при выборе открытого хирургического вмешательства для достижения максимального эффекта необходима разработка и использование щадящих подходов.

Длительность пережатия аорты и ИК, являются известными факторами развития осложнений и летальности в послеоперационном периоде у пациентов как

низкого, так и высокого риска [80, 105]. Doenst Т. и соавт., провели ретроспективный анализ данных 6878 пациентов после оперативного вмешательства в 17 международных центрах в период с 2015 по 2021 гг. По результатам исследования увеличению времени пережатия аорты ассоциировалось с увеличением летальности, синдромом низкого сердечного выброса и развитием острой почечной недостаточности [86]. Так увеличение времени пережатия аорты более 60 минут является независимым фактором риска развития низкого сердечного выброса, длительной вентиляции легких, почечных осложнений, увеличения частоты трансфузии компонентов крови, летального исхода и длительного пребывания в стационаре. При этом увеличении длительности пережатия аорты после 60 мин на 1 мин ассоциируется с увеличением смертности на 2 % [53, 113, 171]. Swinkels В.М. и соавт. в 2021 году опубликовали результаты 25-летнего наблюдения 456 пациентов после изолированного ПАК. Пациенты были разделены на 2 группы, 1-я группа пациенты с пережатием аорты <63,0 мин (226 пациентов) и 2-я группа $\geq 63,0$ мин (230 пациентов). Так поздняя выживаемость в течение 25 лет в 1-й группе была статистически выше, чем во 2-й группе. При этом летальность, связанная с патологией сердца, была в 25,7 % в 1-й группе, а во 2-й группе 35,9 %. Авторы пришли к выводу, что долгосрочная выживаемость связана именно с длительностью пережатия аорты, а не ИК [202].

Chalmers J. и соавт., проанализировали результаты изолированного ПАК у 1863 пациентов с временем пережатия аорты < 90 мин [38]. Так по данным авторов не смотря на развитие современных технологий, продолжительность ИК остаётся независимым фактором, влияющим на объем периоперационной кровопотери, длительность нахождения в отделении реанимации и госпитализации, а также госпитальная летальность увеличивается кратно [72]. Также Zheng J. и соавт. пришли к выводу, что увеличение времени ИК влияет на снижение 90 – дневной выживаемости [224].

Также во многих исследованиях было выявлено что более длительная продолжительность ИК была связана с более высоким риском развития острой почечной недостаточности в послеоперационном периоде [52, 126]. Увеличение

продолжительности ИК на каждые 30 мин ИК является независимым фактором развития в послеоперационном периоде летальности, дыхательной и почечной недостаточности, неврологических осложнений, рестернотомии в связи с кровотечением и увеличения частоты трансфузии компонентов крови [38, 185].

Mork C. и соавт. провели ретроспективный анализ 6500 истории болезней пациентов, перенесших открытую операцию на сердце за период с 2008 по 2020 гг. У 1,7 % (108 пациентов) в раннем послеоперационном периоде была выявлена первичная бактериальная инфекция, преимущественно семейства грамотрицательных бактерий *Enterobacteriaceae*. Развитие бактериальной инфекции ассоциировалось со статистически значимым увеличением летальности, частоты неврологических осложнений, острой почечной недостаточности, проведения сеанса заместительной почечной терапии. А в свою очередь бактериальная инфекции чаще развивалась при времени пережатия аорты >120 мин, время ИК >120 мин, и общей продолжительность операции >300 мин [140].

Также одним из факторов, влияющих на результат оперативного вмешательства является периоперационная кровопотеря и связанная с этим трансфузия компонентов крови [219]. Учитывая важность данного компонента и особенности кардиохирургических вмешательств в 2017 г., были разработаны рекомендации EACTS/EACTA направленные на поддержание периоперационного гемостаза и минимизации кровопотери при кардиохирургическом вмешательстве, что напрямую влияет на потребность в трансфузии компонентов крови [159]. По данным исследования, проведенного Raone G. и соавт. куда были включены данные 16 835 пациентов после аортокоронарного шунтирования, трансфузия 1-2 доз эритроцитарной взвеси отрицательно влияет на результат оперативного вмешательства. Так в группе пациентов, перенесших трансфузию 1-2 доз эритроцитарной взвеси была выше летальность, частота развития инсульта, острой почечной недостаточности и фибрилляции предсердий. Длительность ИВЛ, прибывания в отделении реанимации и послеоперационного койко-дня также была выше у пациентов после трансфузии [38]. При этом авторы не выявляли зависимости от переливания 1 или 2 доз эритроцитарной взвеси на развитие

осложнений [159]. При этом согласно исследованию Курашова М.С. и соавт. на объем периоперационной кровопотери влияет длительность пережатия аорты, ИК и продолжительность операции [32].

Обществом торакальных хирургов ИВЛ >24 часа определяется как длительное [125]. Длительное ИВЛ сопряжено с развитием пневмонии, острой почечной недостаточности, сепсиса и полиорганной недостаточности. И при этом летальность возрастает в 5 раз в сравнение с пациентами не нуждающихся в длительной вентиляции легких [93, 165].

Увеличивается количество коморбидных пациентов среднего и высокого риска, у которых при выполнении открытого хирургического вмешательства, для достижения максимального эффекта требуется разработка и внедрение методов позволяющих снизить влияния предикторов развития неблагоприятных осложнений.

1.4 Малоинвазивные доступы в хирургии аортальных пороков сердца

Традиционно, подавляющее количество операций в нашей стране выполняется через срединную стернотомию. В последние годы получило развитие использование миниинвазивных доступов при коррекции пороков сердца, в частности при протезировании АК «Рисунок 3» [2, 38].

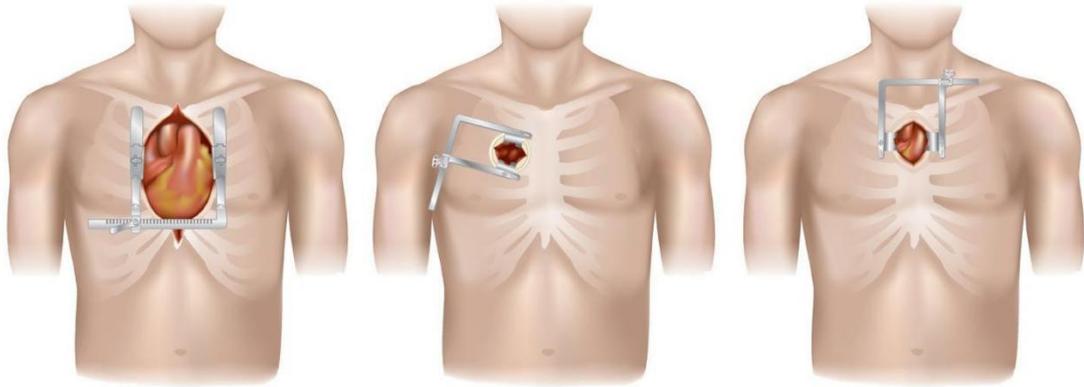


Рисунок 3 – Доступы к сердцу при протезировании аортального клапана. Полная срединная стернотомия (слева), правая передняя торакотомия (по центру) и J-образная министернотомия (справа) [160]

Согласно определению Американской кардиологической ассоциации, опубликованному в 2008 г., термин «минимально инвазивный» относится к операциям, выполняемым через небольшой разрез грудной клетки, т.е. не через полную срединную стернотомию [38, 180]. Минимально инвазивная хирургия клапанов включает группу хирургических подходов, в которых используются небольшие разрезы на грудной клетке: министернотомия, миниторакотомия, эндоскопические и роботизированные процедуры [29, 38, 153]. Развитие миниинвазивной хирургии обусловлено тем, что наряду с адекватностью коррекции порока, стали приобретать значение снижение травматичности операции, уменьшение частоты использования компонентов крови, более ранняя активизация и соответственно выписка, косметический эффект [38, 77]. Минимально инвазивная хирургия на сегодняшний день является перспективным и наиболее интенсивно развивающимся направлением современной кардиохирургии.

С момента первого ПАК, выполненного D.E. Harken через полную срединную стернотомию, на протяжении более 30 лет данный доступ считался безальтернативным методом [38, 106]. ПАК через правую торакотомия у двух молодых пациенток, как новый мининвазивный подход в хирургии АК, был описан P. Rao и A. Kumar в 1993 г. [172]. В 1996 г. D.M. Cosgrove и J.F. Sabik использовали

правый парастернальный доступ длиной до 10 см с удалением хрящей ребер со 2-го по 4-ый, однако главным осложнением данного доступа были возникновения грыжи легкого, из-за чего от применения данного доступа в последующем отказались [80]. В этом же году S.R. Gundry впервые начал использовать расщепление верхней части грудины для коррекции врожденных пороков сердца у детей. Основываясь на накопленном опыте, он впоследствии успешно применял T-образную министернотомию во 2-м, 3-м или 4-м межреберье при операциях на клапанах у взрослых пациентов [103]. L.G. Svensson переняв опыт правого парастернального доступа у D.M. Cosgrove, в 1997 г. для лучшей экспозиции восходящего отдела аорты выполнил стернотомию от яремной вырезки с выходом в 3-е межреберье справа, а в 1998 году описал данный доступ как Jj – образная министернотомия и провел сравнительный анализ результатов полной срединной стернотомии, парастернального доступа, T-образной министернотомии и J-образной министернотомии [201]. В нашей стране в 1997 году Ю.В. Беловым выполнено ПАК через поперечную министернотомию в 3-м межреберье, в октябре того же года ПАК из J-образной министернотомии выполнена Л.А. Бокерия [3, 4].

На данный момент накоплен значительный мировой опыт использования мини-доступов при изолированном ПАК, таких как правая передняя миниторакотомия и верхняя J-образная министернотомия [38, 73, 144].

R. El-Andari и соавт. провели метаанализ 45 исследований (148 606 пациентов), где сравнивался результатов изолированного ПАК через полную срединную стернотомию и посредством мини-доступов: правая передняя торакотомия и J-образная министернотомия [38]. Это исследование показало, что показатели госпитальной смертности были выше при полной стернотомии, чем при J-образной министернотомии, а 30-ти дневная летальность была выше при полной стернотомии по сравнению с правой передней торакотомией. Почечные осложнения и частота раневых инфекций были чаще при полной стернотомии по сравнению с мини-доступами. Продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии и продолжительность пребывания в стационаре были короче при J-образной министернотомии по сравнению с полной стернотомией [92].

Т. Ogami и соавт. также провели метаанализ 42-х исследований сравнения трех доступов при ПАК. Авторы выявили, что операционная летальность при J-образной министернотомии была достоверно ниже по сравнению с правой торакотомией и полной стернотомией. При правой торакотомии отмечалась большая частота респираторных осложнений из-за кровотечения по сравнению с министернотомией, а продолжительность госпитализации при J-образной министернотомии также была меньше. Авторы пришли к выводу, что в краткосрочной перспективе J-образная министернотомия может быть безопасным и потенциально более эффективным подходом, чем полная стернотомия и правая миниторакотомия [150].

Правая передняя миниторакотомия в сравнении с J-образной министернотомией характеризуется большим временем пережатия аорты и ИК, а также высоким риском возникновения осложнений, таких как необходимость перехода на полную срединную стернотомию, осложнений, связанных с бедренным доступом из-за обязательной периферической канюляции [119, 193]. С технической точки зрения оперативное вмешательство посредством правой миниторакотомии, является более сложным, чем J-образная министернотомия, и требует видео-ассистенции и специальных инструментов, единственным преимуществом правой миниторакотомии является лучший косметический эффект, за счет маленького кожного разреза [132].

J-образная министернотомия позволяет получить хорошие результаты с минимальным влиянием кривой обучаемости [46, 195].

Верхняя J-образная министернотомия в отличие от правой миниторакотомии представляет собой оптимальный баланс между сохранением преимуществ миниинвазивности, сложностью технической реализации и кривой обучения, что в свою очередь, сделало J-образную министернотомию наиболее часто используемым мини-доступом при вмешательствах на аорте и АК, а также данный доступ позволяет корректировать большинство патологий сердца [213].

Т.А. Rayner и соавт. провели метаанализ 12 исследований куда были включены 1101 пациентов, кому оперативное вмешательство было выполнено

посредством J-министернотомии и 1405 пациентов с классической срединной стернотомией. Авторы не выявили различий в послеоперационной смертности, однако количество рестернотомии по поводу кровотечения было выше в группе полной срединной стернотомии. Частота трансфузий, доз компонентов крови, количество послеоперационной почечной недостаточности, время пребывания в отделении реанимации и койко-день были значительно меньше для пациентов с J-образной министернотомией [38, 174].

Е.А. Rodríguez-Caulo и соавт. в своем исследовании отметили, что J-образная министернотомия обеспечивает более быструю активизацию пациентов, более короткое время для полного выздоровления с улучшенным качеством жизни уже через 1 месяц по сравнению с полной стернотомией [178].

Выбор доступа.

В эпоху начала внедрения мини-доступов в кардиохирургию, различные авторы относили повторное вмешательство на сердце, ожирение и анатомические показатели аорты к противопоказаниям к использованию данной методики, и чаще всего мини-доступ являлся выбором для молодых пациентов [87, 88]. На данный момент противопоказанием к выбору министернотомного доступа являются выраженная деформация грудной клетки, атеросклеротическое поражение аорты, ранее перенесенная пневмонэктомия, острый аортальный синдром, необходимость прямой реваскуляризации миокарда, сочетанные ритм-конвертирующие вмешательства, аномалия развития аорты, транспозиция органов [46]. По данным различных клиник, количество конверсий в полную стернотомию в начале освоения доступа достигал 12 %, на данный момент количество конверсий снизилось до 5 % [143]. На частоту конверсий влияет опыт хирурга, поэтому требуется поэтапное обучение для снижения влияния кривой обучаемости на частоту конверсии [38, 46, 195].

При физикальном осмотре необходимо оценить конституциональную особенность пациента, отсутствие аномалий развития и деформации грудной клетки, отсутствие следов ранее перенесенных операций и травм, для определения анатомических ориентиров для планирования места доступа. Исходя из того

астенический, нормостенический или гиперстенический тип телосложения у пациента различают форму положения сердца и дуги аорты относительно грудной клетки [35, 38]. Так при астеническом типе телосложения сердце имеет каплевидную форму, а при гиперстеническом сердце прилегает к диафрагме и имеет более горизонтальное положение. А дуга аорта в первом случае находится на уровне 3-го межреберья, а во втором случае у верхнего края рукоятки грудины [35].

При отсутствии явных визуальных противопоказаний к министернотомии, необходима оценка топографии и патологии по данным инструментальных методов исследования. На этапе внедрения мини-доступов в клиническую практику, различными авторами для выбора оптимального оперативного доступа предлагалось использование данных рентгенографии органов грудной клетки, чрезпищеводной ЭхоКГ, коронароангиографии [34, 38, 130]. Но результаты данных исследований дают лишь приблизительные понимания топографии для выполнения министернотомии [38, 149].

Согласно данным ряда исследований, выполнение мультиспиральной компьютерной томографии в плане предоперационного выбора доступа на сегодняшний день является определенным стандартом [38]. Мультиспиральная компьютерная томография позволяет выполнить точное измерение с возможностью трехмерной визуализации, а также провести расчет параметров для сторонних программ для выбора доступа [7, 120].

G. Loo и E.E. Roselli при анализе 1193 проведенных министернотомий обнаружили коэффициент конверсии 2,8 %, в основном из-за положения сердца в грудной клетке или из-за необычной анатомии. С добавлением КТ исследования к предоперационному обследованию, открытая конверсия было практически полностью исключена [130].

B.R. Voti и соавт. изучив данные КТ исследования 100 пациентов на дооперационном этапе, после ПАК посредством министернотомии и сопоставив их с интраоперационными данными разработали программу mini-AVR planning tool, позволяющая предсказать сложность вмешательства «Рисунок 4» [12, 66].

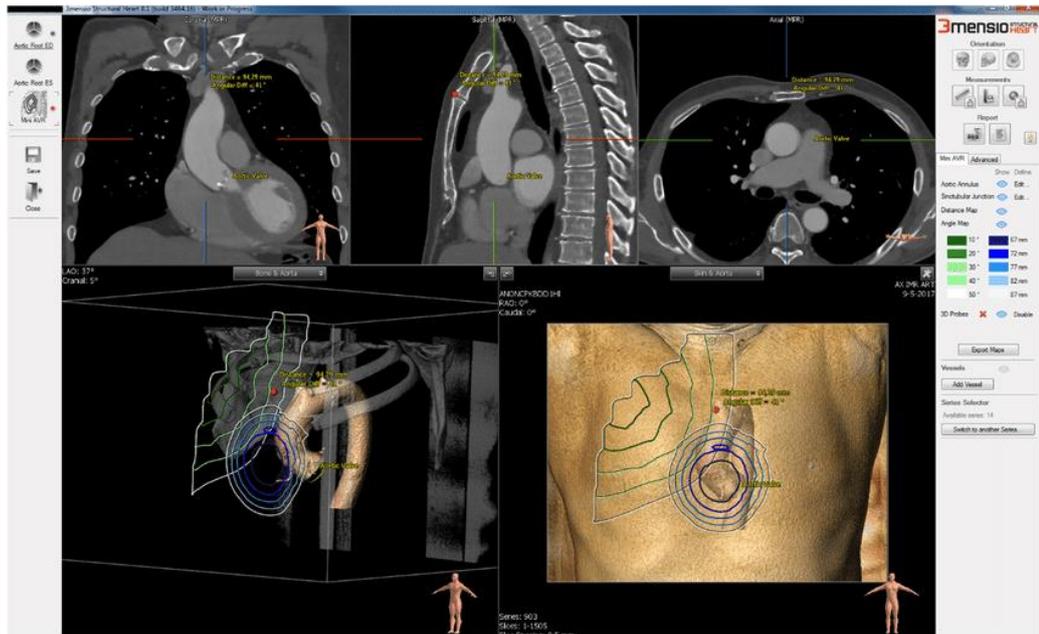


Рисунок 4 – Скриншот программы mini-AVR planning tool. Адаптировано из [76]

Э.Р. Чарчян и соавт. выявив значимую связь между технической сложностью и увеличением времени ИК, пережатия аорты и продолжительности операции при J-образной министернотомии, запатентовали способ планирования хирургического вмешательства на основании значимых предикторов по данным предоперационного КТ исследования и разработали калькулятор для прогнозирования технической сложности операций на грудной аорте из J-образной министернотомии «Рисунок 5» [47].

Предикторы	значение	баллы	Сумма баллов	Удобный-Неудоб	Вероятность неу
Возраст, лет	61	0	33	Удобный	0.328936289
Избыточная масса тела >30 кг/м ² (Да-Нет)	ЛОЖЬ	0			
d на уровне ВА, мм	47	1		z коэффициент =	-0,713
d на уровне БЦС, мм	38	27	Estimated Marginal Means - сумма баллов		
d на уровне левой ОСА, мм	32	4			
Hemiarth (Планируется - Не планируется)	ЛОЖЬ	0			95% Co
H кожа - ЛКА, см	9	0		сумма баллов	Probability
H яремная вырезка - ФКАК, см	17	1	11.7 [*]	0.122	0.0669
H сагиттальная плоскость - ЛКА, см	1,4	0	44.1 ^μ	0.485	0.0934
Длина планируемого кожного разреза, см	10	0	76.6 [*]	0.864	0.0807
более 77 - неудобный					
44-77 - средне-удобный					
0-44 балла - удобный					

Note. ^{*} mean - 1SD, ^μ mean, ^{*} mean + 1SD

Рисунок 5 – Скриншот калькулятора технической сложности операций на грудной аорте через J-образную министернотомию

Правильно подобранный доступ к сердцу через министернотомию должен обеспечивать хорошую экспозицию раны и оптимальную маневренность в необходимых отделах сердца с использованием инструментов для полной срединной стернотомии [87].

Техника J-образной министернотомии.

На операционном столе перед выполнением кожного разреза необходимо пальпаторно определить яремную вырезку и межреберье, до которого планируется выполнить министернотомию [46].

Размер кожного разреза при J-образной министернотомии, согласно ряду авторов, составляет от 5 см до 10 см [105, 108, 117].

Верхняя стернотомия выполняется от яремной вырезки по срединной линии до выбранного межреберного промежутка, затем на этом же уровне поперечно пересекается грудина и плохая экспозиция рабочего поля связаны в первую очередь с локализацией и размером кожного разреза, а не межреберья [46].

Выбор локализации межреберья при J-образной министернотомии по мнению разных хирургов также разнится от 3-го до 5-го промежутка, выбор зависит от объема планируемого вмешательства, а также необходимо учитывать анатомические особенности и данные предоперационных исследований для планирования доступа у каждого конкретного пациента [12, 91]. По опыту ряда авторов, оптимальным доступом является J-образная министернотомия в 4-м

межреберье, экспозиция при данном доступе позволяет корректировать большинство патологий сердца, а также разрешить возможные осложнения [46, 48].

При выполнении операций на АК через J-образную министернотомию оптимальным является центральная канюляция [34, 149]. Для артериальной канюляции могут использоваться восходящий отдел или дуга аорты так называемая центральная канюляция, а также для улучшения экспозиции в операционной ране, подключичная или бедренная артерия для периферической канюляции [81]. Выбор определяется выполняемой процедурой, тяжестью атеросклероза в месте канюляции и антропометрическими особенностями пациента [168]. Центральная канюляция и канюляция подключичной артерии имеют преимущество антеградного потока, в то время как бедренная канюляция удобна, но сопряжена с небольшим риском развития ретроградной диссекции, эмболизации и ипсилатеральной ишемии конечностей [46, 171].

Центральная канюляция аорты может сопровождаться осложнениями, одним из наиболее опасных осложнений является расслоение аорты (развитие до 0,1 %), что в большей степени связано с моментом постановки канюли [140]. Для снижения данного риска возможна постановка периферической артериальной канюли в аорту по Сельдингеру с предварительным проведением проводника в просвет аорты под контролем ЧПЭхоКГ [46].

Канюляция подключичной артерии обеспечивает преимущество антеградной перфузии, при этом не перегружая операционное поле при миниинвазивном доступе [123]. Доступ к подключичной артерии осуществляется через дельтопекторальную борозду, накладывается боковой анастомоз с подключичной артерией и 8-миллиметровым синтетическим протезом. Это обеспечивает двунаправленный поток в подключичной артерии и исключает риск ипсилатеральной ишемии конечностей, связанной с прямой канюляцией (канюляцией по Сельдингеру). В случае возникновения осложнений, требующего глубокой гипотермической остановки кровообращения, подмышечная артерия может быть использована для антеградной перфузии головного мозга в период

циркуляторного ареста, что также является преимуществом данного метода канюляции [168].

При отсутствии значительного атеросклеротического поражения многие хирурги предпочитают канюляцию бедренной артерии при миниинвазивном вмешательстве [81]. Данный метод обеспечивает удобство и улучшенную экспозицию за счет ограниченного разреза грудной клетки. Выделение общей бедренной артерии и прямая канюляция, являются наиболее распространенным подходом. Доступ выполняется в бедренном треугольнике в проекции общей бедренной артерии. Канюляция производится по Сельдингеру, канюля заводят по проводнику, расположенному в истинном просвете общей бедренной артерии, под контролем ЧПЭхоКГ [123]. У пациентов с диаметром артерии менее 8 мм, для обеспечения притока можно использовать боковой анастомоз с 6-ти или 8-ми миллиметровым синтетическим протезом. При наличии сшивающих устройств типа ProGlide возможна чрескожная пункционная канюляция общей бедренной артерии [46, 168].

Также не стоит забывать про возможные осложнения, связанные с выполнением доступа в паховой области, такие как инфекция, гематома и лимфоцеле, которые более часто возникают у пациентов с ожирением [39, 46, 168]. Также множество проведенных исследований свидетельствуют об увеличении частоты развития инсультов почти в 2 раза в послеоперационном периоде у пациентов старше 60-ти лет при ретроградной артериальной перфузии и связанной с этим манипуляциях [102, 223].

Для обеспечения венозного возврата при J-образной министернотомии также используются два основных метода: центральная и периферическая канюляция [123]. Центральная канюляция, выполняется через ушко правого предсердия с использованием двухуровневой канюли, для лучшей экспозиции операционного поля рекомендуется использовать специальные плоские двухуровневые венозной канюли непосредственно через рану или через отдельный разрез, который в последующем может использоваться для проведения дренажных трубок [115]. Для периферической канюляции используется общая бедренная вена, чаще всего права

из-за более прямого входа в нижнюю полую вену [168]. Для канюляции предпочтительнее использование трехуровневых венозных канюль, постановка которых осуществляется открытым способом или пункционно при этом снижая риски развития осложнений в паховой области [83, 194].

При J-образной министернотомии дренирование левого желудочка может быть выполнено стандартно, посредством постановки катетера через правую верхнюю легочную вену. При плохой визуализации легочных вен, возможно использование легочной артерии или выполнить дренирование ЛЖ трансаортально [117].

Ограниченный доступ к ЛЖ для осмотра или ручной декомпрессии требует обязательного использования ЧПЭхоКГ во время минимально инвазивной хирургии АК [117].

Защита миокарда при выполнении операций через J-образную министернотомию идентична таковой при традиционной стернотомии [34, 44]. Стандартный кардиopleгический раствор подается антеградно в корень аорты или непосредственно в устье коронарных артерий или ретроградно, через стандартные канюли и катетеры для кардиopleгии. В случае ретроградной кардиopleгии при J-образной министернотомии, катетер проводится в коронарный синус под контролем ЧПЭхоКГ [46, 168].

Несмотря на эти превосходные результаты и преимущества J-образной министернотомии, при данном доступе отмечается увеличение общей продолжительности операции, которая складывается из более длительного времени ишемии миокарда и ИК в сравнение с полной срединной стернотомией [38, 132, 135, 198]. На снижение времени поперечного зажима аорты и ИК, как предикторов неблагоприятных результатов, направлены разработки новых клапанов и методов для их быстрой имплантации [38].

1.5 Биологические шовные протезы аортального клапана

В 1952 г. стремясь устранить аортальную недостаточность, Ch. Hufnagel провел гетеротопическую имплантацию в нисходящую аорту модели протеза с бесшовным фиксирующим кольцом, приставляющую из себя входное и выходное отверстие и между ними камеру содержащий шар «Рисунок 6» [110].

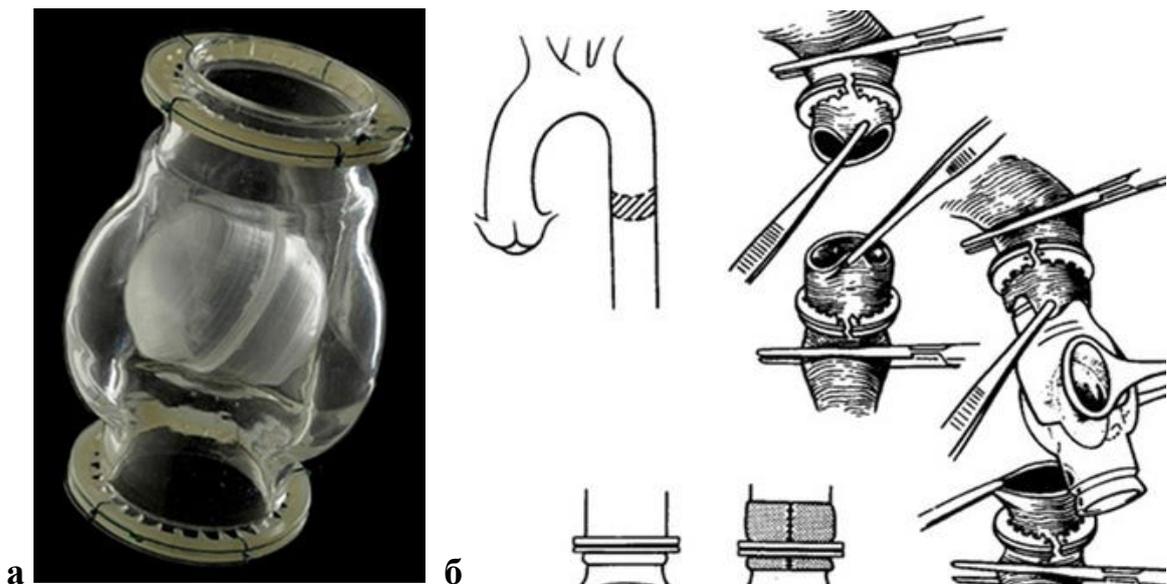


Рисунок 6 – Протез с бесшовным фиксирующим кольцом. а – протез «Hufnagel», б – техника имплантации протеза Hufnagel. Адаптировано из [96, 214]

Протез был сделан из пластикового шарового соединения и обработан пищевым эбонитом [214]. В общей сложности данный протез был имплантирован более чем у 200 пациентов. В 1975 г. M.C. Fishbein и W.C. Roberts рассмотрели послеоперационные результаты у 55 пациентов с данным клапаном и отметили, что большинство смертей не были связаны с клапанной дисфункцией и пришли к выводу, что протез можно не удалять и после последующей замены АК [96]. Протез «Hufnagel» стал отправной точкой в создании протезов клапанов сердца [214].

На сегодняшний день для замены АК используются механические и биологические протезы. При наличии, казалось бы, существенного преимущества механических протезов в виде неограниченного срока эксплуатации при

правильном подходе, его основным недостатком является необходимость постоянного приема Варфарина под контролем международного нормализованного отношения [71]. Погрешность в приеме дозы антикоагулянтов или несвоевременный контроль международного нормализованного отношения, может привести к развитию геморрагических осложнений в виде гипокоагуляции, или же наоборот тромбоза в следствие гиперкоагуляции крови [206]. У пациентов пожилого возраста постоянный прием Варфарина в несколько раз увеличивает риски развития геморрагического инсульта [109]. Данного недостатка лишены биологические протезы клапанов сердца. В связи с чем, согласно рекомендациям ESC / EACTS и АНА / ACC у пациентов старше 65 лет, рекомендовано использование биологических протезов [22, 49, 210].

Биологические протезы АК, известные также как биопротезы, изготавливаются из биологических тканей [16]. Эти ткани, как правило, происходят от свиных или телячьих клапанов (ксеноаортальный клапан) или из перикарда быка (ксеноперикардальный клапан), которые проходят серию химических обработок для уменьшения риска отторжения и обеспечения долговечности «Рисунок 7» [5].



Рисунок 7 – Биологические протезы аортального клапана.
а – Каркасный (ксеноаортальный) клапан, б – бескаркасный
(ксеноперикардальный) клапан. Адаптирован из [56, 94]

Биологические клапанные протезы, помимо возможности избежать пожизненного приема антикоагулянтов, обладают рядом преимуществ перед механическими протезами. К ним относятся биосовместимость, лучшие

гемодинамические свойства и повышенная устойчивость к инфекционным процессам [5, 56].

В 1950-х и 1960-х гг. первые попытки разработки биологических сердечных клапанов включали использование гомотрансплантатов, которые представляют собой человеческие сердечные клапаны, полученные от трупных доноров. D. N. Ross был одним из первых, кто применил гомографт для замены АК в 1962 г., главным их минусом была ограниченная доступность и короткий срок хранения после изготовления [182]. Также D.N. Ross был одним из пионеров в использовании прессованных свиных клапанов для ПАК, в отношении долговечности эти клапаны не были идеальными. Из-за кальцификации и структурного поражения их срок службы был ограничен [181]. Данные клапаны и вышеописанные гомографты относятся к первому поколению биологических протезов клапанов сердца [56].

В разработке биологических протезов важную роль сыграл A. Carpentier, который в 1969 г. предложил метод консервации биологической ткани с помощью глутарового альдегида, что значительно продлило срок службы биопротезов и сделало их более устойчивыми к кальцификации. Этот метод стал ключевым для дальнейшего прогресса в разработке биопротезов, и положило начало биологических протезов второго поколения [70].

На данный момент в кардиохирургии используются также биологические протезы третьего поколения. Данные биопротезы изготовлены с использованием улучшенной антикальцификационной обработки, к таким протезам относится каркасный протез «Perimount Magna Ease» («Edwards Lifesciences», Ирвин, Калифорния, США), последняя модификация бескаркасного протеза «Mitroflow» («Sorin Group», Милан, Италия) созданный из перикарда быка, а также клапан «Trifecta» («St. Jude», Литтл-Канада, Миннесота, США) «Рисунок 8» [116].



Рисунок 8 – Современные биологические протезы аортального клапана [116]

В зависимости от метода имплантации биологические протезы для замены АК в настоящий момент подразделяются на шовные протезы, требующие шовной фиксации и быстрой имплантации «Рисунок 9» [10].

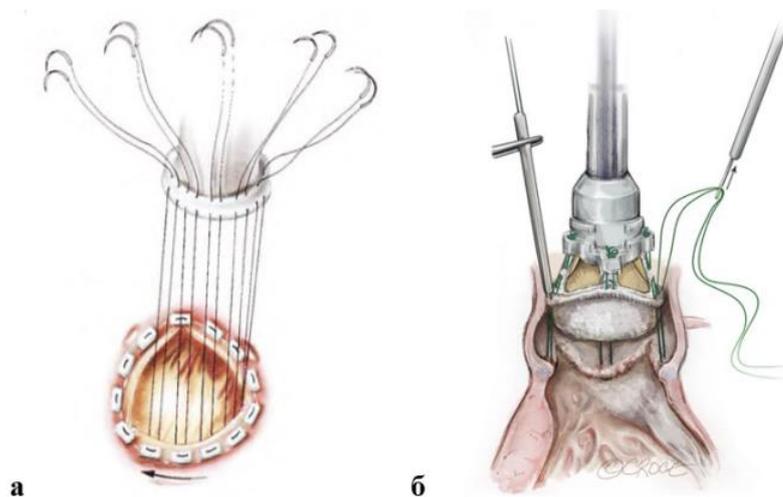


Рисунок 9 – Методы имплантации биологических протезов аортального клапана. а - шовная фиксация, б - быстрая имплантация. Адаптировано из [24, 99]

Биологические шовные протезы в свою очередь по структуре делятся на 2 разных типа – каркасные и бескаркасные «Рисунок 7» [25].

Каркасные биопротезы имеют полужесткий внешний каркас, обычно изготовленный из металла или пластика, который обеспечивает стабильность и форму клапану и служит основанием для створок клапана. Тканевая манжета прикрепляется к этому каркасу, которая облегчает позиционирование и имплантацию клапана [55].

Бескаркасные биопротезы обладают способностью самостоятельно сохранять свою форму без необходимости внешнего каркаса. Они предоставляют больше естественности в движении и ближе по физиологическим характеристикам к здоровому клапану человека. Данные протезы изготавливают из криоконсервированных гомографтов или ксенопротезов, обработанных глутаровым альдегидом. Из-за ограниченного количества доступных гомографтов их использование не столь распространено. В то время как бескаркасные ксенобиопротезы, стабилизированные глутаровым альдегидом, активно занимают свое место на глобальном рынке [204].

В вопросе выбора оптимального типа протеза существуют различные точки зрения. В исследовании, проведенном рядом авторов, указывается на неоспоримые преимущества бескаркасных ксеноклапанов: увеличенная эффективная площадь отверстия, сниженные остаточные градиенты давления через протез, что способствует активным процессам ремоделирования сердечных камер [55]. К тому же, ученые обращают внимание на меньшую частоту структурных нарушений таких биопротезов при длительном наблюдении [215]. Однако М. Doss и соавт., проведя исследование, пришли к выводу, что через пять лет бескаркасные клапаны не превосходили каркасные клапаны в отношении гемодинамических показателей, регресса массы ЛЖ и клинического исхода [176].

Следует отметить, что на сегодняшний день каркасные протезы преобладают в хирургической практике, что обусловлено легко воспроизводимой техникой операции в сравнении с бескаркасными протезами [25, 56].

Среди активно используемых в практике каркасных биопротезов АК можно выделить «Braile Biomedica» («Braile Biomedica Industria», Бразилия), «SJM Biocor» («St. Jude», Литтл-Канада, Миннесота, США), «Carpentier-Edwards Perimount» («Edwards Lifesciences», Ирвин, Калифорния, США) [63].

L.G. Azeredo и соавт. провели анализ отдаленных результатов ПАК протезом «Braile Biomédica» у 194 пациентов. Госпитальная летальность составила 8,16 % (16 пациентов). Показатели смертности, протезного эндокардита, повторного вмешательства и структурной дисфункции протеза составили 1,065 %, 0,91 %, 0,68

% и 0,075 % пациентов в год соответственно. Выживаемость за период наблюдения чуть более 7 лет составила $90,59 \pm 2,56$ %. Свобода от повторного вмешательства, протезного эндокардита и дисфункции протеза за 7 лет составила $91,38 \pm 2,79$ %, $89,84 \pm 2,92$ % и $98,57 \pm 0,72$ % соответственно [58].

L. Krasniqi и соавт. в 2021 г. опубликовали данные 15-ти летнего наблюдения 1604 пациентов, которым в период с 1999 по 2013 гг. выполнено изолированное ПАК протезом «Carpentier-Edwards». Внутрибольничная смертность составила 2,7 %, а 30-ти дневная смертность – 3,4 %. Выживаемость при смертности от всех причин через 5, 10 и 15 лет составила 77, 52 и 24 % соответственно. Выживаемость без серьезных неблагоприятных сердечно-сосудистых и церебральных событий составила 80 % через 10 лет. Частота повторных операций составлял менее 5 % через 7,5 лет наблюдения, а значимыми факторами риска были несоответствие протез – клапан и EuroSCORE II ≥ 4 % [118].

T.K. Rajab и соавт. привели анализ данных 100 пациентов за период 5,1 год, после ПАК биопротезом. Так класс NYHA улучшился у 66 % пациентов, средний послеоперационный пиковый и средний градиенты давления снизились на 51,2 мм рт. ст. (64,5 %) и 31,8 мм рт. ст. (59,4 %), умеренная аортальная регургитация была выявлена у 3 % пациентов. Данных за дисфункцию протеза за период наблюдения получено не было [166].

S. Tsui и соавт. оценили гемодинамические характеристики протеза «Carpentier-Edwards PERIMOUNT» у 258 пациентов через 8 лет после ПАК. Эффективная площадь отверстия протеза составляла $1,5 \pm 0,5$ см², средний градиент на протезе АК – $14,8 \pm 8,3$ мм рт. ст., а у 88,6 % пациентов отсутствовала или была незначительная протезная регургитация [13, 208].

Исследования указывают на безопасность и эффективность применения современных биологических шовных протезов при ПАК с удовлетворительными гемодинамическими показателями в отдаленном периоде [151].

По-прежнему основным недостатком биологических протезов в сравнении с механическими протезами остается их ограниченный срок службы, замена протеза

в течение 10-ти лет требуется у 30 % пациентов, а в течение 15-ти лет у 50 % пациентов, и этот процесс ускоряется у молодого возраста и беременных [116].

Строгое соблюдение возрастных рекомендаций и применение биопротезов преимущественно у пациентов старшей возрастной категории, также способствуют повышению эффективности их использования [14, 44, 74].

1.6 Транскатетерная имплантация аортального клапана

У пациентов старшего возраста и особенно у лиц пожилого возраста часто наблюдается коморбидная патология, что существенно увеличивает риски при проведении хирургических операций, особенно в условиях ИК. Согласно последним данным, госпитальная летальность при хирургической замене АК у таких пациентов достигает 10 – 15 %. Этот высокий риск часто становится основанием для отказа в проведении стандартной операции у данной категории пациентов [13, 217]. Так, на перекрестке медицинского прогресса и клинической необходимости, в 2000-х гг. появилась концепция ТИАК, которая стала менее инвазивной альтернативой для пациентов с высоким риском открытой хирургии АК [22].

ТИАК была впервые выполнена в 2002 г. во Франции кардиохирургом А. Сtribier, а первая в России ТИАК выполнено в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева в 2009 г. [8]. Принцип ТИАК заключается в том, что новый клапан вводится через магистральную артерию (чаще всего через бедренную артерию) на специальном катетере и раскрывается в месте нативного стенозированного клапана. Этот метод не требует открытого хирургического доступа к сердцу и остановки сердца, что делает процедуру менее инвазивной и снижает периоперационные риски, что актуально у пациентов старшей возрастной группы [132].

Различают несколько поколений разработанных и внедренных в практику клапанов данного типа «Рисунок 10».

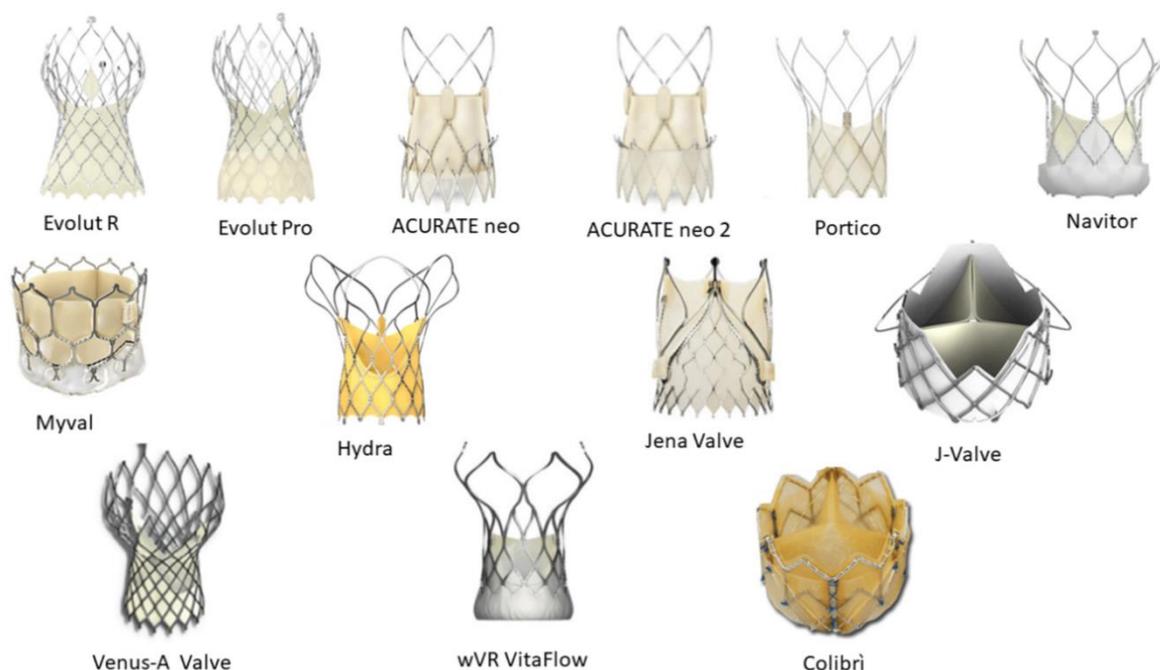


Рисунок 10 – Протезы аортального клапана для транскатетерной имплантации [228]

Клапаны первого поколения. Самые ранние клапаны для ТИАК, такие как клапан «SAPIEN» («Edwards Lifesciences», Ирвин, Калифорния, США) и система «Revalving CoreValve» («Medtronic», Миннеаполис, Миннесота, США), были устройствами первого поколения. Клапан «SAPIEN», например, состоит из клапана из бычьей перикардальной ткани, установленного внутри стента из нержавеющей стали, и относится к баллон-раскрывающимся клапанам. «CoreValve», с другой стороны, имеет свиной перикардальный клапан, установленный в саморасширяющийся нитиноловый стент [162]. В ходе активного клинического использования данных протезов были вывалены часто возникающие осложнения: значимая парапротезная регургитация, эмболический тип инсульта, значительному количеству пациентов потребовалась постановка постоянных электрокардиостимуляторов, сосудистые осложнения возникающие из-за большого размера системы доставки и др. Последующие поколения клапанов для ТИАК стремились решить эти проблемы [188]. На данный момент в клинической практике используются клапаны третьего поколения, в которых

усовершенствовали конструкцию и представили новые функции, повышающие простоту использования, эффективность и безопасность [188].

Для ТИАК чаще используют ретроградный путь через трансфеморальный доступ, также возможна имплантация протеза для ТИАК через другие доступы: чресподключичный, чресподмышечный, трансаортальный, трансапикальный [64].

Результаты исследования PARTNER-2 (Placement of AoRtic TraNscathetER Valve), PARTNER-2A, PARTNER-3, SURTAVI (Surgical Replacement and Transcatheter Aortic Valve), NOTION (Nordic Aortic Valve Intervention), FRANCE-TAVI Registry (FRench Transcatheter Aortic Valve Implantation), свидетельствуют о сопоставимых результатах с хирургическим ПАК у пациентов всех групп риска, в отношении госпитальной летальности и инсульта. Однако при ТИАК отмечается высокая частота значимой парапротезной регургитации и имплантации электрокардиостимулятора (ЭКС), сосудистых осложнений при ретроградном пути введения протеза [43, 68, 134, 212].

Что касается пациентов среднего риска с АС, также были проведены исследования, где сравнивалось открытое ПАК и ТИАК. В 2016 г. были опубликованы результаты PARTNER-2 куда были включены результаты ПАК 2032 пациентов среднего риска. Смертность и частота развития нарушения мозгового кровообращения были сопоставимы в группе открытого ПАК и ТИАК [127, 153]. В последующем R.R. Makkar и соавт. опубликовали результаты 5-ти летнего наблюдения данной группы пациентов. В группе пациентов ТИАК чаще наблюдалась парапротезная регургитация, повторная госпитализация и репротезирование АК [135]. P. Sardar и соавт. провели мета-анализ ПАК у пациентов среднего риска. Так авторы не выявили различий в смертности, при этом частота развития сосудистых осложнений, парапротезной регургитации, и имплантации кардиостимуляторов была выше в группе ТИАК в сравнении с открытым ПАК [191]. N.M. Van Mieghem и соавт. в 2022 г. опубликовали результаты 5-ти летнего наблюдения пациентов среднего риска после изолированного ПАК. Так ТИАК характеризовалось большей частотой развития значимой парапротезной регургитации, имплантации кардиостимулятора и

повторных оперативных вмешательств в сравнении с открытым ПАК при сопоставимой летальности и развитии нарушения мозгового кровообращения [212]. S. Maeda и соавт. опубликовали данные долгосрочной выживаемости после открытой ПАК или ТИАК у пациентов низкого или промежуточного хирургического риска в сравнение с общей популяцией Японии. Общая 5-летняя выживаемость при открытом ПАК у пациентов с низким хирургическим риском достоверно не отличалась от таковой в общей популяции (90 % против 89 %, $p = 0,58$), тогда как у пациентов промежуточного хирургического риска была достоверно ниже, чем в общей популяции (77 % против 84 %, $p = 0,03$). После ТИАК 5-летняя выживаемость у пациентов с низким или промежуточным хирургическим риском была значительно ниже, чем в общей популяции (низкий риск, 64 % против 81 %, $p < 0,01$; промежуточный риск — 66 % против 71 %, $p = 0,01$) [134].

В рекомендациях Американской ассоциации кардиологов 2020 г. определены абсолютные и относительные противопоказания к проведению ТИАК, некоторые из них приведены дальше [13]. Абсолютные противопоказания: патология других клапанов сердца, требующая хирургической коррекции; активный инфекционный эндокардит любого клапана сердца; повышенный риск обструкции коронарных артерий [44, 155].

Как и у большинства методов, у данной процедуры есть риски развития осложнений, среди которых: значимая парапротезная регургитация, нарушение мозгового кровообращения, нарушения ритма сердца, окклюзия устьев коронарных артерий, острое расслоение аорты или разрыв корня аорты, сосудистые осложнения в месте доступа, миграция протеза [44, 79]. А в последнее время отмечается увеличение числа инфекционного эндокардита протеза АК в ближайшие 6 месяцев после проведения ТИАК [92].

Также ряд исследований выявили более высокую стоимость выполнения ТИАК и расходов на лечение осложнений у пациентов среднего риска в сравнении с открытым ПАК. ТИАК экономически менее выгодная операция при отсутствии преимущества в летальности, развитии осложнений и отдаленных результатах в

сравнении с открытым ПАК [154]. Высокая стоимость ТИАК не позволяет использовать данную процедуру рутинно, так в России на данный момент выполняется примерно 2000 ТИАК, при потребности в 20 000 операций в год [1].

Исходя из недостатков ТИАК, выявленных в многочисленных многоцентровых исследованиях, согласно последним рекомендациям, ТИАК рассматривается как альтернатива открытой хирургии АК в условиях ИК только у пациентов со стенозом АК старше 75-ти лет или с высоким риском. А у пациентов среднего риска выбор между открытым ПАК и ТИАК в каждом случае определяется индивидуально [44, 49].

1.7 Биологические протезы аортального клапана быстрой имплантации и бесшовный протез

Учитывая не совершенность процедуры ТИАК, отсутствие отдаленных результатов о долговечности протезов третьего поколения, наличие противопоказаний к данной процедуре, и не маловажно стоимость процедуры [1, 49, 79, 154], параллельно продолжались разработки и внедрения методик снижающие риски оперативного вмешательства, при открытой хирургической операции по замене АК у пациентов среднего и высокого риска, одним из которых являются протезы для быстрого развертывания в условиях ИК [10, 22].

Протезы быстрой имплантации и бесшовный протез – это новая технология в открытой клапанной хирургии, позволяющая имплантировать протез без традиционного шитья, используя стенты или другие системы фиксации и обеспечивая быструю и надежную фиксацию на фиброзном кольце, после иссечения створок нативного клапана [16].

Сокращение продолжительности процесса имплантации протеза АК имеет потенциал для заметного уменьшения числа осложнений и летальности, особенно у тех пациентов, кому наряду с заменой АК требуется многоклапанное протезирование или прямая реваскуляризация миокарда [20].

На данный момент, в кардиохирургии наиболее известные следующие модели биопротезов быстрой имплантации: клапан «3f Enable» («Medtronic», Миннеаполис, Миннесота, США) получивший одобрение к использованию в 2010 г. (на данный момент снят с производства), и протез «Intuity» («Edwards Lifesciences», Ирвин, Калифорния, США), который получил одобрение на использование в 2012 г. «Рисунок 11» [57, 85, 99]. Использование в практике клапанов «3f Enable» и «Intuity», привело к изменениям техники имплантации и необходимости фиксации данных клапанов к ФК несколькими швами [57, 200].

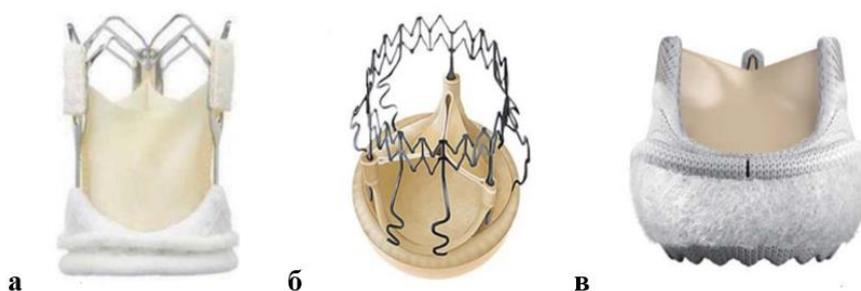


Рисунок 11 – Протезы быстрого развертывания: а – Протез быстрой имплантации «3f Enable», б - Бесшовный протез «Perceval S», в – Протез быстрой имплантации «Intuity» [85]

Отдельно выделяют протез «Perceval S», который получил разрешение к имплантации в 1 квартале 2011 г. Протез «Perceval S» в отличие от протезов «3f Enable» и «Intuity» не требует прошивания ФК АК с последующим завязыванием швов, что делает протез «Perceval S» на данный момент единственным бесшовным протезом для открытой имплантации в условиях ИК [26].

В 2015 г. был создан Международный реестр бесшовных клапанов и клапанов быстрой имплантации (данные из 18 исследовательских центров – Международной исследовательской группой по клапанной хирургии), в котором на данный момент собраны результаты более 15 000 вмешательств начиная с 2007 г. Собранные данные используются для исследований и предоставления достаточно убедительных доказательств эффективности и безопасности бесшовных и быстро имплантируемых клапанов [84].

Р. Verretta и соавт. проанализировали данные двух групп по 2463 пациентов в каждой. В первую группу были включены пациенты, которым протезирование АК было выполнено с использованием бесшовного протеза «Perceval S» или протеза быстрой имплантации «Intuity», во вторую группу вошли пациенты, у которых использовались биологические протезы шовной фиксации [16, 63]. Имплантация бесшовных и быстро имплантируемых протезов ассоциировалось с меньшим временем пережатия аорты и ИК, снижением частоты послеоперационной фибрилляции предсердий и синдрома низкого сердечного выброса и легкой степенью регургитации на протезе, при сопоставимой летальности и частоте возникновения острого нарушения мозгового кровообращения в сравнении с протезами шовной фиксации. Также протез «Perceval S» и «Intuity» чаще использовались при мини-доступах [43, 62].

После внедрения в Европе в клиническую практику ксеноперикардального бесшовного биопротеза АК «Perceval S», в России первые имплантации данного протеза были выполнены в 2013 г. в ЦВКГ им. П.В. Мандрыка [30].

Основа клапана «Perceval S» это давно зарекомендовавший себя биологический бескаркасный аортальный протез «Solo» («Sorin Group», Милан, Италия), изготовленный из бычьего перикарда «Рисунок 12», дополненный манжетой из перикарда, для предотвращения образования параклапанных фистул, за счет более плотного прилегания к фиброзному кольцу [26].

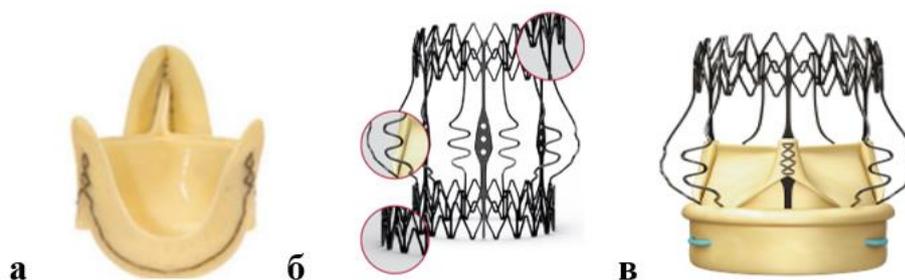


Рисунок 12 – Протез бесшовной имплантации. а - бескаркасный протез «Solo», б - нитиноловый каркас, в – бесшовный протез «Perceval S» [30]

Перикардиальная ткань клапана обработана глутаральдегидом, с последующим удалением остатков глутаральдегида гомоцистеином, что исключает необходимость промывания протеза перед установкой и ускоряет подготовку протеза к имплантации [145].

Данный протез установлен в самораскрывающийся каркас, изготовленный из нитинола - сплав никеля и титана, превосходящий по свойствам сталь почти в 10 раз, этот материал позволяет «Perceval S» сжиматься (что необходимо перед имплантацией) и полностью возвращать форму после расширения при температуре тела «Рисунок 14». Поверхность каркаса из нитинола покрыта тонким слоем углерода — Carbofilm™, для улучшения гемо- и биосовместимости. Каркас является основой к которому крепится клапан «Solo», а также фиксирует весь протез «Perceval S» к ФК [100].

После иссечения нативного клапана при помощи трех наводящих швов наложенных на ФК АК, на самораскрывающейся анкерной системе под контролем зрения имплантируют стентовый биопротез, не требующий прошивания фиброзного кольца и завязывания узлов на нитках (наводящие швы после имплантации протеза удаляют) «Рисунок 13», затем клапан дополнительно расширяют баллоном [44, 100].

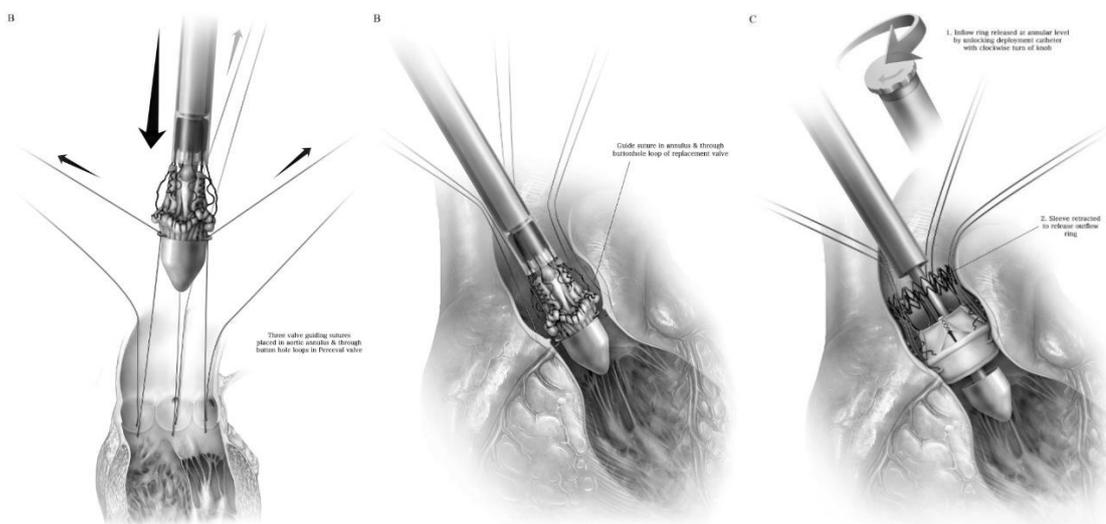


Рисунок 13 – Имплантация бесшовного протеза «Perceval S». Адаптировано из [100]

К настоящему времени, применение бесшовного протеза «Perceval S», изучено во многих крупных клинических исследованиях.

М. Месо и соавт., был проведен метаанализ послеоперационных и среднесрочных результатов изолированной замены АК биологическими протезами для шовной фиксации и бесшовным протезом «Perceval S». В сравнительное исследование были включены 1399 пациентов, которые были разделены на 2 группы. В группу, где использовался протез «Perceval S», вошли 639 пациентов. Время пережатия аорты и продолжительность ИК, частота послеоперационной почечной недостаточности, гемодинамические показатели были значительно ниже в группе с использованием «Perceval S», также пациенты данной группы получали меньше переливаний компонентов крови. Большинство операций с использованием протеза «Perceval S», выполнялись посредством малоинвазивных доступов. Никакой разницы в послеоперационной летальности среди групп, выявлено не было [135].

Многие исследования на ранних этапах использования бесшовного протеза «Perceval S» отмечали большую частоту имплантаций ЭКС (до 10 %) в послеоперационном периоде в сравнении с протезами шовной фиксации [142, 216]. Однако в последующем были предложены изменения в техники имплантации, включающие: более тщательную декальцинацию фиброзного кольца; более высокое наложение и более точное позиционирование направляющих швов; снятие тракционных швов, наложенных на спайки клапана; подбор оптимального размера протеза; снижение давления и времени раздувания баллона. Данные технические меры позволили снизить частоту имплантации электрокардиостимуляторов до 5 %. Кроме того, было обнаружено, что большая часть пациентов больше не зависела от кардиостимулятора при последующем наблюдении, через 5 лет зависимость ритма от кардиостимулятора наблюдалась только у 32,3 % пациентах, кому ранее был имплантирован ЭКС [90].

Также некоторые клиники отмечали снижение количество тромбоцитов после имплантации протезов быстрой имплантации и бесшовного протеза «Perceval S». А. Haeussler и соавт. провели исследование, в котором сравнивались

количество тромбоцитов и частота кровотечений после имплантации протезов быстрой имплантации «Perceval S», «Intuity» и «Sapien». Снижение количества тромбоцитов отмечалось после имплантации всех трех биопротезах, при этом более выражено это было у пациентов после имплантации протеза «Perceval S». Снижение количества тромбоцитов было временным и полностью восстановилось в группах «Intuity» и «Sapien», в то время как в группе «Perceval S» наблюдалось только частичное восстановление количества тромбоцитов. Однако это не привело к разнице между протезами в частоте трансфузий эритроцитарной взвеси и тромбоцитарной массы, а также рестернотомии в связи с кровотечением [104].

А. Miceli и соавт. у 281 пациента высокого риска имплантировали бесшовный протез «Perceval S» через мини-доступы (правая передняя торакотомия и J-образная министрнотомия). Госпитальная летальность составила 0,7 %, нарушение мозгового кровообращения 1,8 %, частота имплантации электрокардиостимулятора 4,2 %. При медиане наблюдения в 8 месяцев выживаемость составила 90 %. Авторы сравнили полученные результаты с результатами ТИАК и учитывая летальность, осложнения и стоимость ТИАК, авторы пришли к выводу, что имплантация бесшовного протеза «Perceval S» через мини-доступы может рассматриваться как альтернатива ТИАК у пациентов высокого риска [138].

G. Santarpino и соавт. провели многоцентровой анализ результатов ПАК бесшовным протезом «Perceval S» и ТИАК в сопоставимых группах пациентов. Статистически значимых различий в 30-ти дневной летальности между группами не было. При этом экономические затраты для лечения пациентов в группе «Perceval S» были меньше, чем при ТИАК. В период наблюдения чуть более 6 лет выживаемость в группе пациентов, где выполнено открытое ПАК с использованием протеза «Perceval S» было статистически значимо выше [190].

Результатом всех проведенных исследований явилось заключение, что бесшовный клапан «Perceval S» является безопасным протезом, который прост в имплантации, особенно используя малоинвазивные доступы, ничем не уступает

классическим биологическим шовным протезам, а в определенных аспектах даже превосходит их [16].

Клапаны быстрой имплантации и бесшовные протезы в перспективе могут стать заменой для всех обычных каркасных и бескаркасных биологических клапанов, учитывая, что они имеют потенциал для малоинвазивной хирургии. Наконец, чем больше будет упрощена техника использования и имплантации бесшовного клапана, тем больше хирургов примет эту новую технологию. Выработка четких показаний и противопоказаний для имплантации подобных устройств – путь к достижению наилучших ближайших и отдаленных результатов ПАК [16].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Дизайн исследования и общая клиническая характеристика групп пациентов

По дизайну работа представляет собой проспективное когортное наблюдательное клиническое исследование результатов хирургического лечения пациентов старше 65-ти лет с изолированным АС с применением полной срединной стернотомии и J-образной министернотомии (верхней парциальной стернотомии) и имплантацией протезов бесшовной фиксации (бесшовных протезов) и шовной фиксации (шовных протезов) [38].

Критерии включения пациентов в исследование:

- возраст ≥ 65 лет,
- подтверждённый АС, требующий хирургической коррекции (согласно критериям «2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease» [210, 211]).

Критерии невключения пациентов в исследование:

- предшествующая операция на сердце и грудной клетке,
- деформация грудной клетки,
- изолированная недостаточность АК,
- поражение коронарных артерий и других клапанов сердца, требующее хирургической коррекции,
- инфаркт миокарда или нестабильная стенокардия в предыдущие 3 месяца,
- текущее тяжелое состояние пациента (правожелудочковая сердечная недостаточность; потребность в экстракорпоральной мембранной оксигенации, внутриаортальной контрпульсации или постоянной внутривенной инотропной поддержки),
- ФВ ЛЖ < 30 %,
- текущая системная инфекция (сепсис),

– онкопатология или иные заболевания, ограничивающие прогнозируемую выживаемость до 1 года [38].

Исследование выполнено на базе отделения неотложной кардиохирургии ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ». В исследование включены 90 пациентов с изолированным АС старше 65-ти лет с низким и средним операционными рисками, которым выполнено ПАК за период с 2018 по 2022 гг. [38].

Согласно рекомендациям ESC/EACTS от 2021 г., пациентам низкого риска с АС рекомендовано открытое ПАК, а у пациентов среднего риска стоит выбор между открытым ПАК и ТИАК [49], и чаще всего открытое ПАК выполняется «классически» шовным протезом через полную стернотомию. На основании данных рекомендаций проведен сравнительный анализ результатов ПАК у пациентов низкого риска с использованием шовного протеза и пациентов среднего риска с использованием бесшовного протеза через полную стернотомию или J-образную министрнотомию.

Пациенты разделены на 2 группы на основании оценки операционного риска, рассчитываемого по шкалам EuroScore II (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) и STS-PROM (Society of Thoracic Surgeons Predicted Risk of Mortality):

- пациенты со средним риском по шкалам EuroScore II и STS-PROM ≥ 4 и < 8 , которым выполнено ПАК бесшовным протезом «Perceval S» (34 пациента);
- пациенты с низким риском по шкалам EuroScore II и STS-PROM < 4 , которым выполнено ПАК биологическим каркасным шовным протезом (56 пациентов).

В каждой группе выделены 2 подгруппы, в зависимости от доступа:

- пациенты, которым вмешательство выполнено через полную срединную стернотомию;
- пациенты, которым вмешательство выполнено через верхнюю J-образную министрнотомию.

Для реализации задач исследования первым этапом выполнен сравнительный анализ между пациентами, которым выполнено ПАК через полную срединную стернотомию (55 пациентов) и J-образную министернотомию (35 пациентов). Вторым этапом выполнен сравнительный анализ результатов ПАК с использованием бесшовного протеза «Perceval S» (34 пациента) и шовным протезов (56 пациентов). Третьим этапом выполнен сравнительный анализ между подгруппами пациентов: бесшовный протез, имплантированный через полную срединную стернотомию (19 пациентов) и через J-образную министернотомию (15 пациентов), шовные протезы, имплантированные через полную срединную стернотомию (36 пациентов) и через J-образную министернотомию (20 пациентов) «Рисунок 14».



Рисунок 14 – Дизайн исследования

Проведена оценка периоперационных предикторов результата: продолжительность ИК и время пережатия аорты, продолжительность операции, объём периоперационной кровопотери и трансфузии компонентов крови,

продолжительность искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ). А также ближайшие результаты: длительность пребывания в реанимационном отделении, оценка функции протеза по данным ЭхоКГ, осложнения, послеоперационный койко-день и 30-ти дневная госпитальная летальность [38].

В «Таблице 5» представлена демографическая и антропометрическая характеристика групп пациентов в зависимости от доступа.

Таблица 5 – Демографическая и антропометрическая характеристика групп пациентов в зависимости от доступа

Характеристика		Все пациенты (n = 90)	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)	p
Пол	мужской, n (%)	61 (67,8)	38 (69,1)	23 (65,7)	0,918
	женский, n (%)	29 (32,2)	17 (30,9)	12 (34,3)	
Возраст, лет M (SD)		72,8 (± 5,3)	73,7 (± 5,4)	71,4 (± 5)	0,045
Индекс массы тела, кг/м ² M (SD)		28,7 (± 4,9)	28,5 (± 5,1)	28,9 (± 4,7)	0,71
Площадь поверхности тела, м ² M (SD)		1,9 (± 0,2)	1,8 (± 0,2)	1,9 (± 0,2)	0,158

Пациенты, подвергшиеся оперативному вмешательству через полную стернотомию, были в среднем старше пациентов, подвергшихся J-образной министернотомии ($p = 0,045$). Статистически значимых различий между группами в отношении гендерного состава ($p = 0,918$), индекса массы тела ($p = 0,71$) и площади поверхности тела ($p = 0,158$) выявлено не было [38].

В «Таблице 6» представлена характеристика подгрупп в зависимости от доступа и типа фиксации протеза.

Таблица 6 – Демографическая и антропометрическая характеристика подгрупп пациентов в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Характеристика		Бесшовный протез		Шовный протез		p
		Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Пол	мужской, n (%)	1 (5,3)	2 (13,3)	16 (44,4)	10 (50)	0,002
	женский, n (%)	18 (94,7)	13 (86,7)	20 (55,6)	10 (50)	
Возраст, лет M (SD)		76 (± 5,6)	74,5 (± 4,6)	72,5 (± 4,9)	69,2 (± 4)	<0,001
Индекс массы тела, кг/м ² M (SD)		31 (± 3,7)	29,3 (± 3,5)	27,2 (± 5,3)	28,6 (± 5,5)	0,048
Площадь поверхности тела, м ² M (SD)		1,8 (± 0,1)	1,9 (± 0,2)	1,9 (± 0,2)	1,9 (± 0,2)	0,329

Среди пациентов, подвергшихся бесшовному протезированию через полную срединную стернотомию, было статистически значимо меньше мужчин по сравнению с подгруппами шовного протеза через полную срединную стернотомию ($p = 0,015$) и через J-образную министернотомию ($p = 0,017$) «Рисунок 15».

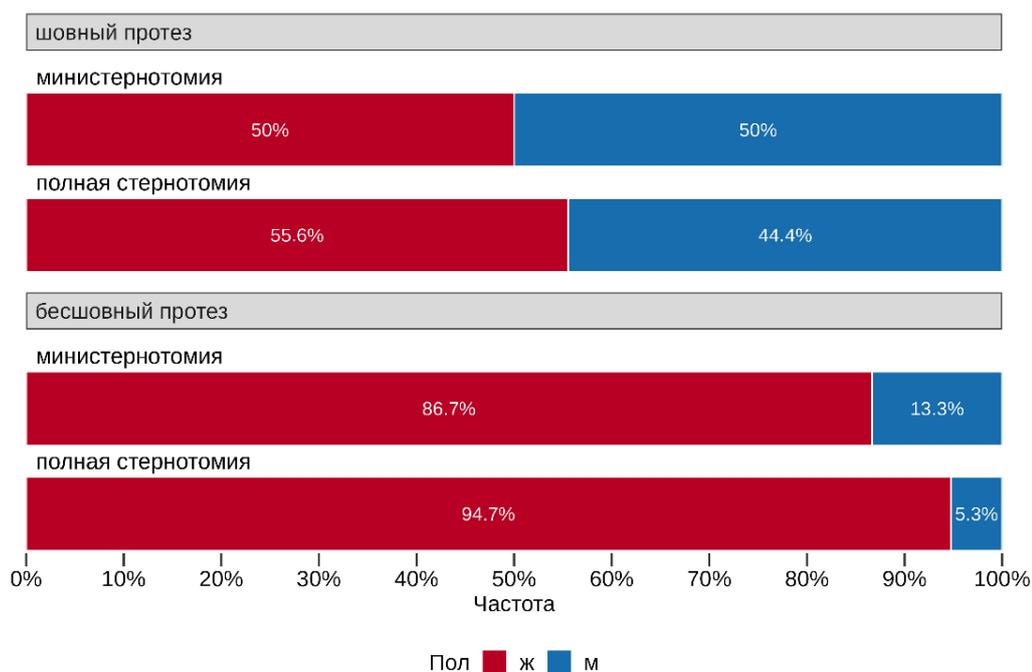


Рисунок 15 – Гендерный состав подгрупп пациентов в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Пациенты, подвергшиеся шовному протезированию через J-образную министернотомию, были статистически значимо моложе пациентов из подгрупп с шовным ($p = 0,047$) и бесшовным ($p < 0,001$) протезированием через полную срединную стернотомию и бесшовного протеза через J-образную министернотомию ($p = 0,009$) [38]. Пациенты из подгруппы шовного протеза через полную срединную стернотомию характеризовались меньшим возрастом по сравнению с подгруппой бесшовного протеза и полной срединной стернотомии ($p = 0,047$) «Рисунок 16».

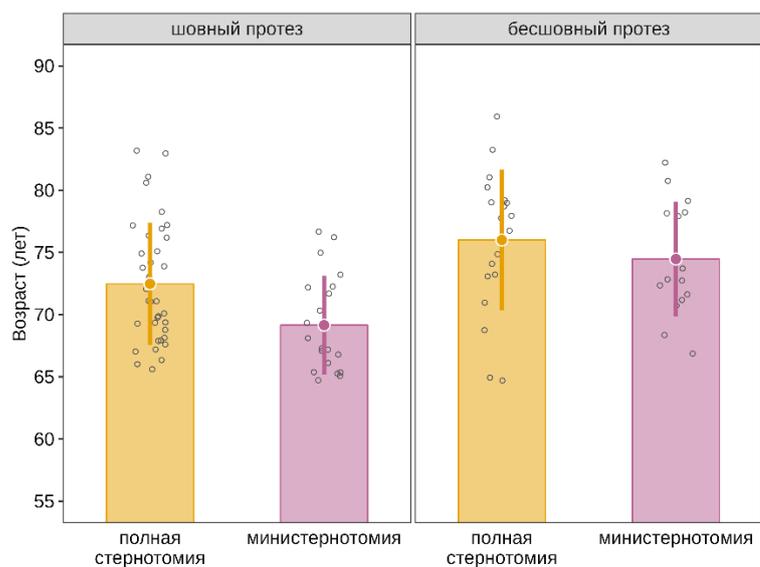


Рисунок 16 – Возраст пациентов подгрупп в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Пациенты из подгруппы группы бесшовного протеза и полной срединной стернотомии имели статистически значимо больший индекс массы тела по сравнению с пациентами из подгруппы шовного протеза и полной срединной стернотомии ($p = 0,037$) «Рисунок 17».

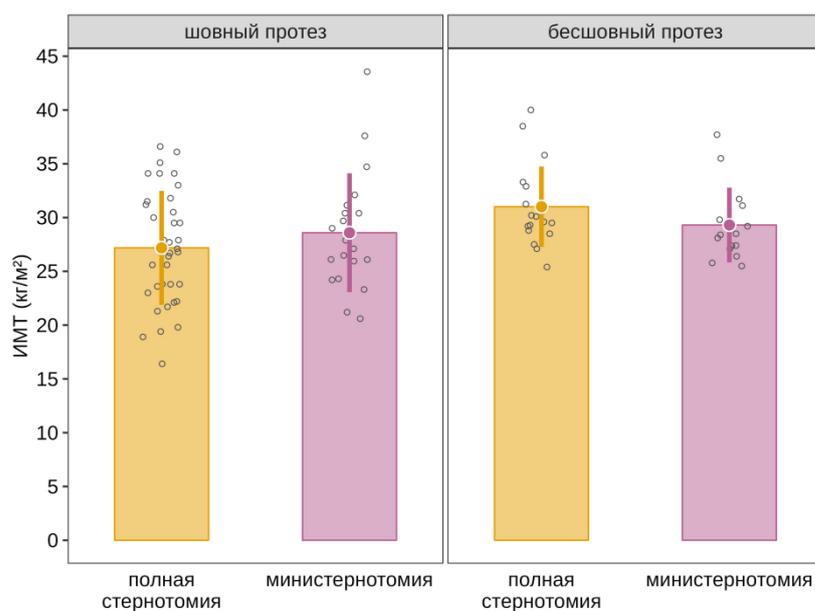


Рисунок 17 – Индекс массы тела пациентов подгрупп в зависимости от типа фиксации протеза и доступа

В «Таблице 7» и «Таблице 8», представлена частота сопутствующих заболеваний и анамнестическая характеристика групп пациентов в зависимости от доступа и подгрупп пациентов [38].

Таблица 7 – Сопутствующие заболевания и анамнестическая характеристика групп пациентов в зависимости от доступа

Характеристика		Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)	p
Сахарный диабет, n (%)		6 (10,9)	8 (22,9)	0,22
Артериальная гипертензия, n (%)		42 (76,4)	31 (88,6)	0,244
Ишемическая болезнь сердца, n (%)		25 (45,5)	6 (17,1)	0,011
Чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, n (%)		15 (27,3)	3 (8,6)	0,034
Фибрилляция предсердий, n (%)		11 (20)	8 (22,9)	0,953
Хроническая сердечная недостаточность, n (%)		54 (98,2)	35 (100)	>0,999
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)		5 (9,1)	0 (0)	0,152
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)		7 (12,7)	6 (17,1)	0,785
Онкологический пациент, находящийся на лечении или на активном наблюдении, n (%)		3 (5,5)	1 (2,9)	>0,999
Стадия хронической сердечной недостаточности	2А, n (%)	48 (87,3)	29 (82,9)	0,557
	2Б, n (%)	7 (12,7)	6 (17,1)	
Функциональный класс хронической сердечной недостаточности	2, n (%)	17 (30,9)	13 (37,1)	0,843
	3, n (%)	36 (65,5)	21 (60,0)	
	4, n (%)	2 (3,6)	1 (2,9)	
Скорость клубочковой фильтрации	нормальная, n (%)	27 (49,1)	17 (48,6)	0,85
	умеренное снижение, n (%)	12 (21,8)	7 (20)	
	тяжелое снижение, n (%)	15 (27,3)	11 (31,4)	
	диализ, n (%)	1 (1,8)	0 (0)	

Таблица 8 – Сопутствующие заболевания и анамнестическая характеристика подгрупп пациентов в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Сахарный диабет, n (%)	2 (10,5)	5 (33,3)	4 (11,1)	3 (15)	0,247
Артериальная гипертензия, n (%)	13 (68,4)	14 (93,3)	29 (80,6)	17 (85)	0,337
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	8 (42,1)	4 (26,7)	17 (47,2)	2 (10)	0,025
Чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, n (%)	3 (15,8)	2 (13,3)	12 (33,3)	1 (5)	0,069
Фибрилляция предсердий, n (%)	2 (10,5)	4 (26,7)	9 (25)	4 (20)	0,596
Хроническая сердечная недостаточность, n (%)	19 (100)	15 (100)	35 (97,2)	20 (100)	>0,999
Стадия хронической сердечной недостаточности	2А, n (%)	14 (73,7)	11 (73,3)	18 (90)	0,067
	2Б, n (%)	5 (26,3)	4 (26,7)	2 (10)	
Функциональный класс хронической сердечной недостаточности	2, n (%)	1 (5,3)	3 (20)	10 (50)	0,009
	3, n (%)	17 (89,5)	11 (73,3)	10 (50)	
	4, n (%)	1 (5,3)	1 (6,7)	1 (2,8)	
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)	2 (10,5)	0 (0)	3 (8,3)	0 (0)	0,374
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	4 (21,1)	5 (33,3)	3 (8,3)	1 (5)	0,057
Онкологический пациент, находящийся на лечении или на активном наблюдении, n (%)	2 (10,5)	0 (0)	1 (2,8)	1 (5)	0,522

Продолжение таблицы 8

Характеристика		Бесшовный протез		Шовный протез		p
		Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Скорость клубочковой фильтрации	нормальная, n (%)	1 (5,3)	3 (20)	26 (72,2)	14 (70)	<0,001
	умеренное снижение, n (%)	7 (36,8)	4 (26,7)	5 (13,9)	3 (15)	
	тяжелое снижение, n (%)	10 (52,6)	8 (53,3)	5 (13,9)	3 (15)	
	диализ, n (%)	1 (5,3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	

При сравнительном анализе нами была установлена статистически значимо более высокая частота ИБС и чрескожных коронарных вмешательств в анамнезе среди пациентов, которым операция выполнялась с использованием полной срединной стернотомии ($p = 0,011$ и $p = 0,034$ соответственно) «Таблица 7» [38].

При проведении попарных сравнений в подгруппах пациентов в зависимости от доступа и типа фиксации протеза была отмечена тенденция к большей стадии хронической сердечной недостаточности у пациентов, подвергшихся бесшовному протезированию, а также статистически значимо более высокому функциональному классу хронической сердечной недостаточности (классификация Нью-Йоркской кардиологической ассоциации) у пациентов из подгруппы бесшовного протеза и полной срединной стернотомии по сравнению с пациентами из подгрупп шовного протеза через полную срединную стернотомию и J-образную министернотомию ($p = 0,02$) «Рисунок 18» [38].

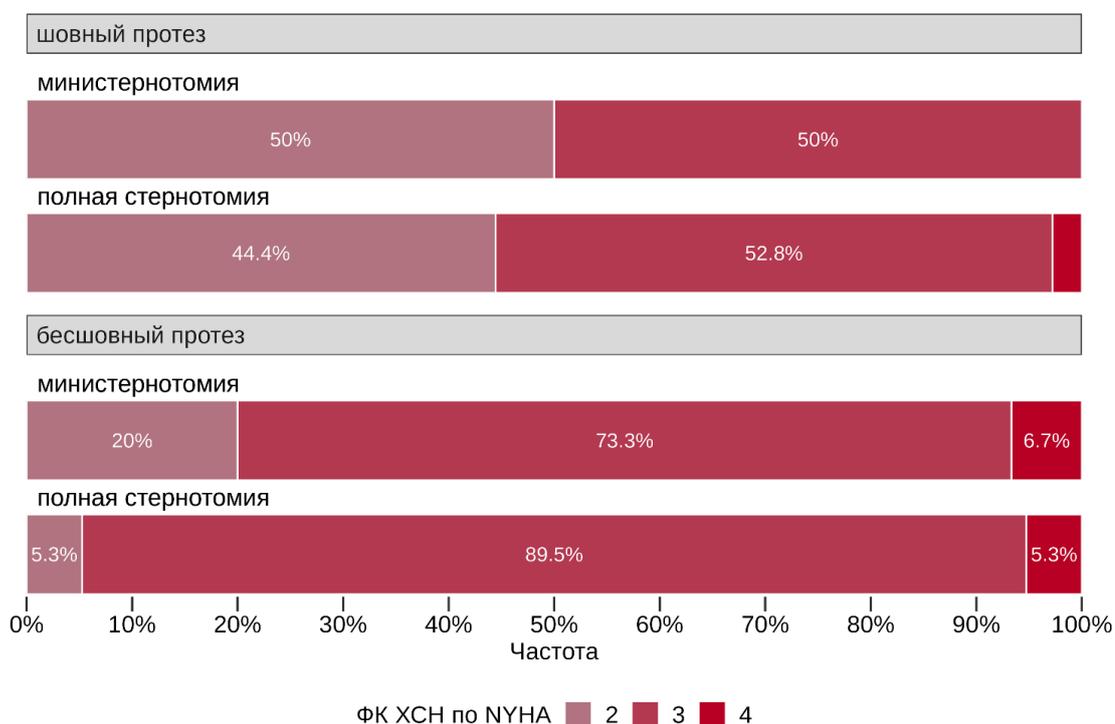


Рисунок 18 – Функциональный класс хронической сердечной недостаточности по классификации Нью-Йоркской кардиологической ассоциации в подгруппе пациентов в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

При проведении попарных межгрупповых сравнений частоты наличия ИБС статистически значимые отличия были выявлены между пациентами, которым имплантирован бесшовный протез из полной срединной стернотомии и J-образной министернотомии ($p = 0,043$) «Таблица 8» [38]. Пациенты, которым проводилось бесшовное протезирование имели статистически значимо более выраженные нарушения функции почек, за счет снижения скорости клубочковой фильтрации как при проведении полной стернотомии ($p < 0,001$), так и при проведении J-образной министернотомии ($p = 0,027$).

2.2 Методы диагностики и расчет операционного риска

Стандартное обследование пациентов при поступлении в клинику включало: сбор анамнеза, физикальный осмотр, лабораторные и инструментальные методы исследования.

Из инструментальных методов исследований применялись: электрокардиография, ЭхоКГ, рентгенография грудной клетки, коронарография, эзофагогастродуоденоскопия, ультразвуковая доплерография магистральных артерий головы и нижних конечностей.

Запись электрокардиографии в покое проводилась всем пациентам до и после оперативного вмешательства. Использовался 4-х канальный аппарат «Cardiofax Q – ECG – 9130K» («Nihon Kohden», Япония). ЭКГ регистрировалась по 12-ти отведениям со скоростью 25 мм/сек, проводилась оценка наличия нарушений ритма сердца и исключение острого инфаркта миокарда.

Для оценки функции клапана сердца выполняли трансторакальное ЭхоКГ на аппаратах фирмы «General Electric» Vivid 7 (США) и «Vivid» 9 в М-режиме и двумерной цветной доплеровской ЭхоКГ. Использовались датчики с частотой 2,5 или 3,5 МГц, стандартные доступы – парастернальный, апикальный и супрастернальный. При необходимости проводили чреспищеводную ЭхоКГ.

В «Таблице 9» и «Таблице 10», представлены результаты ЭхоКГ исследования до оперативного вмешательства в группах и подгруппах.

Таблица 9 – Результаты эхокардиографического исследования групп пациентов в зависимости от доступа

Характеристика		Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)	p
Фракция выброса ЛЖ, % M (SD)		55,3 (± 8,8)	57,7 (± 8,4)	0,186
Двустворчатый АК, n (%)		7 (12,7)	5 (14,3)	>0,999
Аортальная регургитация	1 степени, n (%)	35 (63,6)	27 (77,1)	0,386
	2 степени, n (%)	18 (32,7)	8 (22,9)	
	3 степени, n (%)	2 (3,6)	0 (0)	
Градиент на АК	средний, мм рт. ст. M (SD)	54,3 (± 14,4)	52,5 (± 12,1)	0,529
	максимальный, мм рт. ст. Me [Q1 – Q3]	92,5 [73,5 – 110]	83 [77 – 100]	0,64
Амплитуда раскрытия АК, мм Me [Q1 – Q3]		3 [3 – 4]	3 [3 – 4]	0,43
ФК АК, мм Me [Q1 – Q3]		22 [20 – 23]	21 [20 – 23]	0,194
ФК АК < 21 мм, n (%)		26 (47,3)	23 (65,7)	0,135
Диаметр корня аорты, мм Me [Q1 – Q3]		32 [9 – 34]	32 [29 – 36]	0,55
Диаметр восходящего отдела аорты, мм Me [Q1 – Q3]		34 [32 – 38]	34 [31,5 – 38]	0,807
Толщина задней стенки ЛЖ, мм Me [Q1 – Q3]		14 [12 – 15]	14 [12,5 – 14,5]	0,913
Толщина межжелудочковой перегородки, Me [Q1 – Q3]		15 [13,5 – 17]	15 [13 – 17]	0,937
Конечно-диастолический объем ЛЖ, мл Me [Q1 – Q3]		108 [89 – 119]	92 [83 – 101]	0,075
Конечно-систолический объем ЛЖ, мл Me [Q1 – Q3]		40 [32 – 53]	32 [29 – 39,5]	0,01
Объем левого предсердия, мл Me [Q1 – Q3]		79 [62,5 – 90]	73 [61,5 – 89,5]	0,545
Размер левого предсердия, см Me [Q1 – Q3]		4,2 [3,9 – 4,5]	4,1 [3,9 – 4,3]	0,303
Систолическое давление в легочной артерии, мм рт. ст. Me [Q1 – Q3]		33 [29 – 38]	31 [28,5 – 36]	0,512

Таблица 10 – Результаты эхокардиографического исследования подгрупп пациентов в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Фракция выброса ЛЖ, % M (SD)	54,3 (± 7,1)	58,1 (± 4,2)	55,8 (± 9,6)	57,5 (± 10,6)	0,551
Двустворчатый АК, n (%)	1 (5,3)	0 (0)	6 (16,7)	5 (25)	0,113
Аортальная регургитация:					0,695
– 1 степени, n (%)	14 (73,7)	12 (80)	21 (58,3)	15 (75)	
– 2 степени, n (%)	5 (26,3)	3 (20)	13 (36,1)	5 (25)	
– 3 степени, n (%)	0 (0)	0 (0)	2 (5,6)	0 (0)	
Средний градиент на АК, мм рт. ст. M (SD)	57,8 (± 17)	55,2 (± 14,6)	52,4 (± 12,7)	50,5 (± 9,8)	0,331
Максимальным градиент на АК, мм рт. ст. Me [Q1 – Q3]	94 [77,5 – 115,5]	80 [78 – 107]	90 [74,3 – 106,3]	85 [74,8 – 96,3]	0,608
Амплитуда раскрытия АК, мм Me [Q1 – Q3]	4 [3 – 5]	3 [3 – 3]	3 [3 – 4]	3,5 [3 – 4]	0,03
ФК АК, мм Me [Q1 – Q3]	20 [19,5 – 22]	20 [19 – 21,5]	23 [21 – 23]	21 [21 – 23]	< 0,001
ФК АК < 21 мм, n (%)	12 (63,2)	11 (73,3)	14 (38,9)	12 (60)	0,093
Диаметр корня аорты, мм Me [Q1 – Q3]	30 [28 – 32]	29 [28,5 – 33,5]	32,5 [30 – 35]	33,5 [30 – 37]	0,018

Продолжение таблицы 10

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Диаметр восходящего отдела аорты, мм Me [Q1 – Q3]	32 [30 – 34,5]	34 [32 – 38,5]	36,5 [33,8 – 38,3]	34 [30,8 – 38]	0,037
Толщина задней стенки ЛЖ, мм Me [Q1 – Q3]	14 [12 – 15]	14 [13 – 15]	13 [12 – 15]	14 [12 – 14]	0,598
Толщина межжелудочковой перегородки, Me [Q1 – Q3]	16 [15 – 17,5]	15 [15 – 16,5]	15 [13 – 17]	15 [13 – 17]	0,614
Конечно-диастолический объем ЛЖ, мл Me [Q1 – Q3]	102 [83 – 109,5]	94 [81 – 100]	108 [90 – 125,8]	92 [83,5 – 103]	0,18
Конечно-систолический объем ЛЖ, мл Me [Q1 – Q3]	37 [31– 45]	30 [28 – 36,5]	42 [34,5 – 65]	33,5 [30 – 43,3]	0,007
Объем левого предсердия, мл Me [Q1 – Q3]	77 [61 – 90]	74 [61 – 85]	80 [62,8 – 91]	72 [63,3 – 89,3]	0,865
Размер левого предсердия, см Me [Q1 – Q3]	4,2 [3,9 – 4,5]	4,1 [3,9 – 4,3]	4,2 [3,9 – 4,5]	4,1 [3,9 – 4,3]	0,768
Систолическое давление в легочной артерии, мм рт. ст. Me [Q1 – Q3]	35 [26,5 – 38]	32 [29 – 34]	32,5 [29 – 37,8]	30,5 [27 – 37,5]	0,921

Протокол ЭхоКГ на дооперационном периоде включал оценку АК: морфология (дву- или трехстворчатый клапан) средний и максимальный градиент, амплитуда раскрытия, регургитация, диаметр ФК АК. Также оценивался диаметр корня и восходящего отдела аорты, толщина задней стенки ЛЖ и межжелудочковой перегородки, конечно-диастолический и конечно-систолический объем ЛЖ, объем и размер левого предсердия, систолическое давление в легочной артерии, наличие патологии на митральном и трикуспидальном клапанах [14].

В группе пациентов, которым выполнялась J-образная министернотомия отмечалась тенденция к более низкому конечно-диастолическому объему ЛЖ ($p = 0,075$) и конечно-систолическому объему ЛЖ ($p = 0,01$) до операции в сравнении с пациентами, подвергнутым полной срединной стернотомии «Таблица 9».

У пациентов, подвергшихся бесшовному протезированию через J-образную министернотомию, была в среднем статистически значимо большая фракция выброса ЛЖ по сравнению с пациентами шовного протеза через полную средину стернотомии ($p = 0,014$) «Рисунок 19».

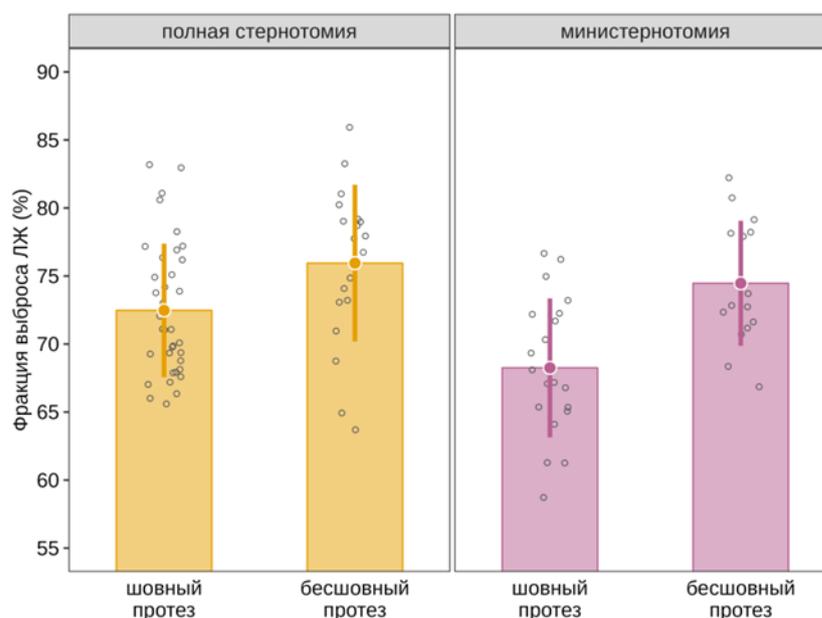


Рисунок 19 – Фракция выброса левого желудочка в зависимости от доступа и типа фиксации протеза аортального клапана

Амплитуда раскрытия АК была несколько больше в подгруппе пациентов, которым был имплантирован бесшовный протез через полную срединную стернотомию, по сравнению с пациентами, подгруппы шовного протеза через полную срединную стернотомию ($p = 0,051$) и бесшовного протеза и J-образной министернотомии ($p = 0,051$) [38].

Диаметр корня аорты был меньше в подгруппе пациентов бесшовного протеза и полной срединной стернотомии, по сравнению с пациентами, подвергшимися шовному протезированию через полную срединную стернотомию и J-образной министернотомии ($p = 0,067$ и $p = 0,04$ соответственно) [38].

Диаметр ФК АК был статистически значимо больше среди пациентов, которым проведено шовное протезирование как при полной срединной стернотомии ($p = 0,013$), так и при J-образной министернотомии ($p = 0,049$) «Рисунок 20» [38].

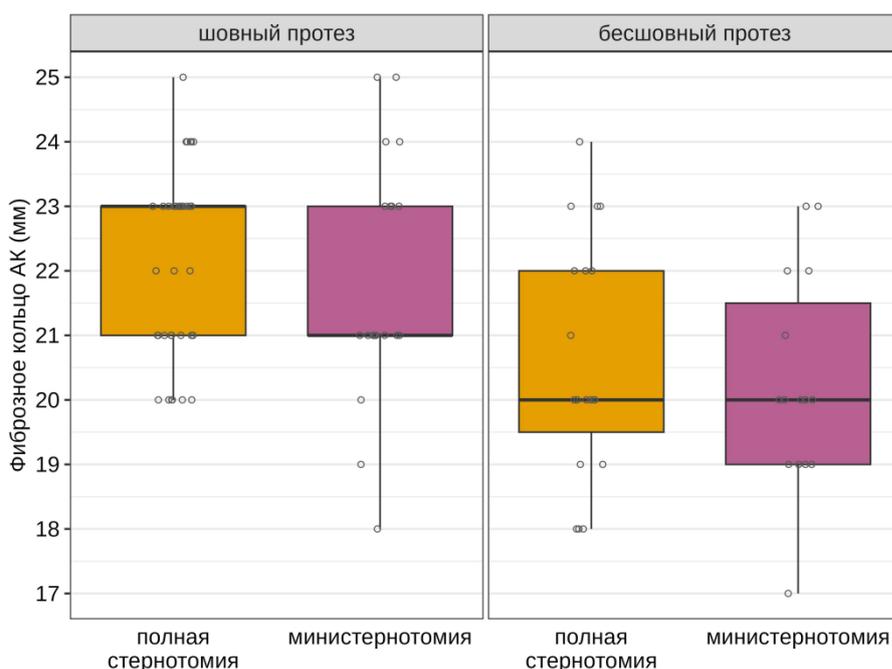


Рисунок 20 – Размер фиброзного кольца аортального клапана в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Среди пациентов, которым выполнена имплантация шовного протеза через полную срединную стернотомию отмечен статистически значимо больший диаметр восходящей аорты по сравнению с подгруппой бесшовного протеза и полной

срединой стернотомии ($p = 0,027$) и статистически значимо больший конечно-систолический объем ЛЖ по сравнению с подгруппой бесшовного протеза и J-образной министернотомии ($p = 0,004$) [38].

В раннем послеоперационном периоде оценивался средний и максимальный градиент на протезе АК, степень пара- и транспротезной регургитации, ФВ ЛЖ, конечно-диастолический и конечно-систолический объем ЛЖ.

Выбор типа протеза.

Выбор метода оперативного вмешательства, а также выбор типа протеза основывался на расчете операционного риска на веб-странице калькуляторов шкал Euroscore II (<https://www.euroscore.org>) и STS-PROM (<https://acsdriskcalc.research.sts.org>).

Так пациенты с риском по шкале EuroSCORE II и STS - PROM > 8 % (высокий риск) направлялись на ТИАК и не были включены в данное исследование. При риске по шкалам EuroSCORE II и STS - PROM до 4 %, пациент относился к группе низкого риска и протезом выбора в данной группе были шовные протезы. А при риске по шкалам EuroSCORE II и STS-PROM ≥ 4 %, но ≤ 8 % оценивался как пациент среднего риска и в данной группе имплантировался бесшовный протез «Таблица 11».

Таблица 11 – Расчет риска кардиохирургического вмешательства у пациентов в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Шкала оценки риска	Бесшовный протез		Шовный протез	
	Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20
EuroScore II, % Me [Q1 – Q3]	4,79 [4,33 – 5,03]	4,71 [4,42 – 5,09]	1,29 [1,02 – 1,88]	1,69 [1,23 – 1,98]
STS-PROM, % Me [Q1 – Q3]	4,91 [4,54 – 5,16]	5,12 [4,93 – 5,39]	1,37 [1,09 – 2,08]	1,82 [1,38 – 2,27]

Выбор доступа.

В период с 2018 по 2020 гг. у всех пациентов доступ к сердцу независимо от типа протеза использовалась полная срединная стернотомия. Начиная с 2020 г. после освоения J-образной министернотомии и преодоления кривой обучения вне данного исследования, при отсутствии противопоказаний у пациентов начали рутинно использовать J-образную министернотомию.

Первично при физикальном осмотре оценивали конституциональную особенность пациента, отсутствие аномалий развития и деформации грудной клетки, отсутствие следов ранее перенесенных операций и травм, и определения анатомических ориентиров для планирования места доступа [38].

Далее по данным рентгенографии органов грудной клетки в прямой проекции, который рутинно выполняется всем кардиохирургическим пациентам, производилась первичная оценка топографии и наличие аномалий или костных деформаций «Рисунок 21» [38].

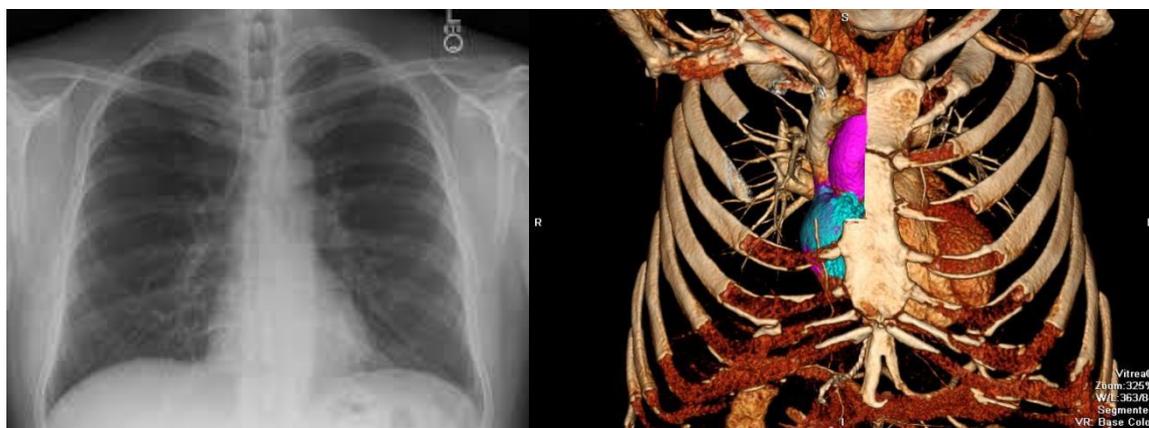


Рисунок 21 – Рентгенография органов грудной клетки (слева), 3-х мерное моделирование органов грудной клетки (справа) [38]

При отсутствии противопоказаний у пациента к выполнению верхней J-образной министернотомии, выполнялась МСКТ-ангиография органов грудной клетки. В нашей клиники используются аппараты с коллимацией 64x0,5 мм Aquillion CXL и 320x0,5 мм Aquillion ONE (Canon Medical Systems Corporation, Япония) И до 2020г. для оценки топографии восходящего отдела аорты и ушко

правого предсердия относительно 3-го и 4-го межреберья, выполняли 3-х мерное моделирование с использованием программы VitreaAdvanced (Canon Medical Systems Corporation, Япония) «Рисунок 21» [38].

С 2020 г. в нашей клиники мы начали использовать разработанный Э.Р. Чарчян и соавт. калькулятор для прогнозирования технической сложности операций на грудной аорте из J-образной министернотомии «Рисунок 22».

Предикторы	значение	баллы	Сумма баллов	Удобный-Неудоб	Вероятность неу
Возраст, лет	61	0	33	Удобный	0,328936289
Избыточная масса тела >30 кг/м2 (Да-Нет)	ЛОЖЬ	0			
d на уровне ВА, мм	47	1		z коэффициент =	-0,713
d на уровне БЦС, мм	38	27	Estimated Marginal Means - сумма баллов		
d на уровне левой ОСА, мм	32	4			95% Сс
Неміаrch (Планируется - Не планируется)	ЛОЖЬ	0			
Н кожа - ЛКА, см	9	0		сумма баллов	Probability
Н яремная вырезка - ФКАК, см	17	1	11.7*	0.122	0.0669
Н сагитальная плоскость - ЛКА, см	1,4	0	44,1 ^μ	0.485	0.0934
Длина планируемого кожного разреза, см	10	0	76.6*	0.864	0.0807
более 77 - неудобный					
44-77 - средне-удобный					
0-44 балла - удобный					

Note. * mean - 1SD, ^μ mean, ^τ mean + 1SD

Рисунок 22 – Скриншот калькулятор технической сложности операций на грудной аорте через J-образную министернотомию

Производилось измерение показателей на срезах МСКТ органов грудной клетки с последующим внесением полученных данных в калькулятор, на основании расчета которого, пациент относился к категории «удобный», «средне-удобный» или «неудобный». В нашем исследовании ПАК через J-образную министернотомию выполнялось только категории «удобных» пациентов.

2.3 Методы статистического анализа

Статистический анализ и визуализация полученных данных проводились с использованием среды для статистических вычислений R 4.3.1 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия) [38].

Описательные статистики для категориальных переменных представлены в виде абсолютной и относительной частот, для количественных переменных – в

виде среднего (\pm стандартное отклонение) или медианы (1-ый; 3-й квартили) в зависимости от соответствия выборочного распределения нормальному. Для тестирования нулевой гипотезы о нормальности распределения использовался тест Шапиро-Уилка. Также, производилась оценка коэффициента асимметрии, в качестве порогового использовалось абсолютное значение коэффициента равное 1,96. Для сравнения групп в отношении категориальных переменных использовались тест χ^2 Пирсона и точный тест Фишера (при минимальном ожидаемом числе наблюдений в ячейках таблицах сопряженности менее 5), при проведении post-hoc сравнений при анализе многопольных таблиц использовалась поправка Холма. Для сравнения двух групп в отношении количественных показателей использовались t-тест Уэлча и тест Манна-Уитни в зависимости от соответствия выборочного распределения нормальному. Для сравнения трех и более групп в отношении количественных показателей использовались однофакторный дисперсионный анализ и тест Краскела-Уоллиса в зависимости от соответствия выборочного распределения нормальному. В качестве метода post-hoc анализа использовались t-тест Уэлча и тест Данна с поправками Холма. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$ [38].

ГЛАВА 3. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

3.1 Хирургический доступ

Все пациенты независимо от выбора доступа на операционный стол укладывались горизонтально на спине. У всех пациентов гемодинамический мониторинг, а также протокол анестезиологического пособия соответствовал таковому при классическом изолированном ПАК [38].

Кожной разрез у 55-ти пациентов группы полной срединной стернотомии выполнялся вертикально, на 2 см ниже яремной вырезки и до уровня мечевидного отростка. Производилось рассечение подкожно-жировой клетчатки, а также с помощью электрокоагулятора размечалась средняя линия грудины. Стернотомия выполнялась краниально-каудально от яремной вырезки, рассекая мечевидный отросток, с использованием стернотомы с электроприводом, предварительно прекратив ИВЛ. После стернотомии выполнялся гемостаз периостальной поверхности грудины электрокоагулятором, губчатое вещество обрабатывалось воском. Полностью рассекался перикард с визуализацией безымянной вены. При необходимости удалялся жир и фрагменты вилочковой железы, с последующей фиксацией перикарда П-образными швами к краю операционного поля или ранорасширителя (ретрактора). При полной срединной стернотомии использовались стандартного размера ранорасширители.

У 35-ти пациентов из группы J-образной министернотомии выполнялся вертикальный кожный разрез до 8 см отступив на 3-4 см от яремной вырезки. J-образная министернотомия выполнялась от яремной вырезки и до выбранного межреберья по заранее размеченной электрокоагулятором траектории. У 26 пациентов J-образная министернотомия выполнялась в 3-м межреберье, а у 9 пациентов в 4-м [38]. J-образная министернотомия выполнялась от яремной вырезки как обычным стернотомом с плавным разворотом пилы в сторону выбранного межреберья, так и маятниковым стернотомом [38, 39]. При

использовании маятникового стернотома, сначала выполнялся продольный разрез до выбранного межреберья, а затем поперечный разрез от межреберья к середине грудины. Гемостаз выполнялся, как и при полной стернотомии. Перикард рассекался примерно на 1-2 см дистальнее выбранного межреберья, с последующей фиксацией П-образными швами к краю операционного поля. Использовался специальный ранорасширитель для министернотомии с меньшим размером лезвий.

3.2 Канюляция

В большинстве случаев, при изолированном ПАК была использована центральная схема канюляции «Рисунок 23».

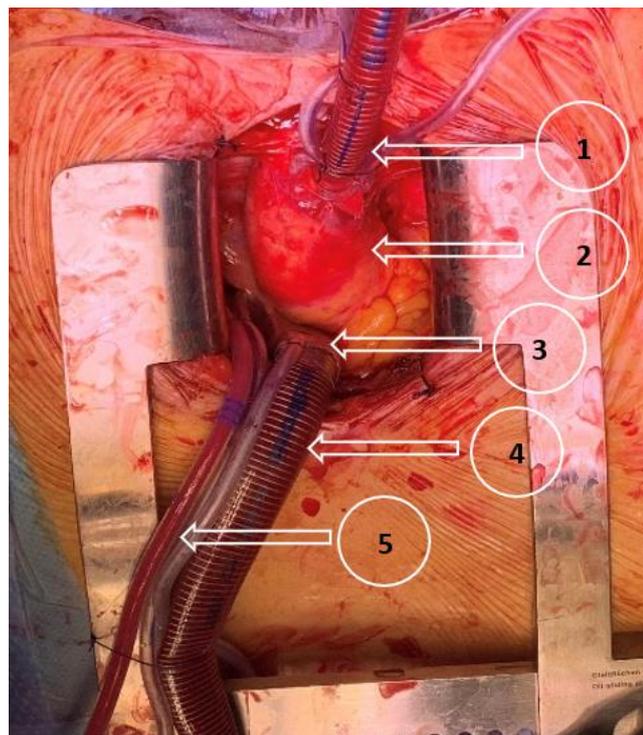


Рисунок 23 – Верхняя J-образная министернотомия в 3-м межреберье.

Центральная канюляция (1) восходящего отдела аорты (2) и правого предсердия через ушко (3) двухуровневой плоской канюлей (4) с постановкой дренажа левого желудочка (5) через правую верхнюю легочную вену [38]

В группе полной серединой стернотомии у всех 55 (100 %) пациентов для артериальной канюляции использовалась восходящая аорта. Для венозного возврата у 30 (54,5 %) пациентов выполнялась канюляция правого предсердия через ушко с использованием двухуровневой канюли, у 25 (45,5 %) пациентов выполнена раздельная канюляция полых вен с использованием обычных канюль «Таблица 12».

Таблица 12 – Канюляция магистральных сосудов в зависимости от доступа

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)	p
Канюляция аорты: - восходящий отдел аорты, n (%) - общая бедренная артерия, n (%)	55 (100) 0 (0)	31 (88,6) 4 (11,4)	0,02
Канюляция вены: - правое предсердие, n (%) - полые вены, n (%) - общая бедренная артерия, n (%)	30 (54,5) 25 (45,5) 0 (0)	31 (88,6) 0 (0) 4 (11,4)	<0,001

В группе пациентов, где доступ осуществлялся через J-образную министернотомии с выходом в 3-м межреберье, у 22 (84,6 %) пациентов использовалась центральная схема (канюлирована восходящая аорта и правое предсердие через ушко двухуровневой канюлей). У 4 (15,4 %) пациентов осуществлялась периферическая канюляция [38]. Для этого через разрез в 3-4 см в паховой области осуществлялась мобилизация и канюляция общей бедренной артерии и общей бедренной вены по Сельдингеру. При необходимости, использовался активный венозный дренаж [38]. У подгруппы пациентов J-образной министренотомии в 4-м межреберье в 100 % (9 пациентов) случаев применялась центральная схема канюляции (канюлирована восходящая аорта и правое предсердие через ушко двухуровневой канюлей) «Таблица 13».

Таблица 13 – Канюляция магистральных сосудов при министернотомии в зависимости от локализации доступа

Характеристика	J-образная министернотомия		p
	3-е межреберье (n = 26)	4-е межреберье (n = 9)	
Канюляция аорты: - восходящий отдел аорты, n (%) - общая бедренная артерия, n (%)	22 (84,6) 4 (15,4)	9 (100) 0 (0)	0,553
Канюляция вены: - правое предсердие, n (%) - общая бедренная артерия, n (%)	22 (84,6) 4 (15,4)	9 (100) 0 (0)	0,553

Для венозного возврата в группе J-образной министернотомии использовали плоские двухуровневые венозные канюли. Непосредственно через рану производилась канюляция правого предсердия.

Дренирование левого желудочка осуществлялось через правую верхнюю легочную вену стандартным способом у всех пациентов группы полной срединной стернотомии и J-образной министернотомии. Наложение кисетного шва на правую верхнюю легочную вену и дренирование левых отделов осуществлялось после начала искусственного кровообращения и декомпрессии полостей сердца для лучшей экспозиции [12].

Для пережатия аорты во всех операциях использовался стандартный аортальный зажим непосредственно через рану [38].

3.3 Кардиоплегия

При выполнении всех операций независимо от доступа для кардиopleгии использовался раствор на основе крови [38].

Кардиopleгический раствор вводился антеградно в корень аорты или при наличии значимой регургитации на аортальном клапане непосредственно в устье коронарных артерий после аортотомии. При необходимости, повторное введение осуществлялось в устье коронарных артерий «Таблица 14» [38].

Таблица 14 – Кардиоплегия в зависимости от доступа

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)
Кардиоплегия:		
– в коронарный синус, n (%)	30 (54,5)	8 (22,9)
– в корень аорты, n (%)	16 (29,1)	8 (22,9)
– в устье коронарных артерий, n (%)	3 (5,5)	13 (37,1)
– в корень аорты и в устье коронарных артерий, n (%)	6 (10,9)	6 (17,1)

Для ретроградной кардиopleгии при полной срединной стернотомии канюлировали коронарный синус как «закрытым» способом под контролем чреспищеводной ЭхоКГ, так и «открытым» способом, для чего выполнялась правая атриотомия. При J-образной министернотомии катетер для ретроградной кардиopleгии проводился в коронарный синус непосредственно под контролем чреспищеводной ЭхоКГ «закрытым» способом.

3.4 Протезирование аортального клапана биологическим каркасным шовным протезом

Для пережатия аорты у всех пациентов независимо от доступа использовался стандартный аортальный зажим.

При ПАК шовным протезом выполнялась косопоперечная аортотомия на 1,5 – 2,0 см выше синотубулярной зоны. Производилась ревизия АК, с последующим иссечением створок АК до ФК. Тщательная декальцинация ФК, с последующим многократным промыванием полости ЛЖ физиологическим раствором для профилактики кальциевой эмболии. Набором «сайзеров» производилось измерение диаметра ФК. На основании измерения с учетом площади поверхности тела пациента производился подбор размера протеза АК. Со стороны ЛЖ накладывались П-образные швы нитью «Ethibond 2/0», с последующим прошиванием манжеты биологического протеза «Рисунок 24». Независимо от

доступа фиксация (завязывание узлов) протеза к ФК производилось без использования специального инструментария. После фиксации протеза производилась тщательная ревизия мест прошивания и проверка кооптации створок протеза. Двухрядным швом с использованием нити «Prolene 5/0» ушивался аортотомный разрез.

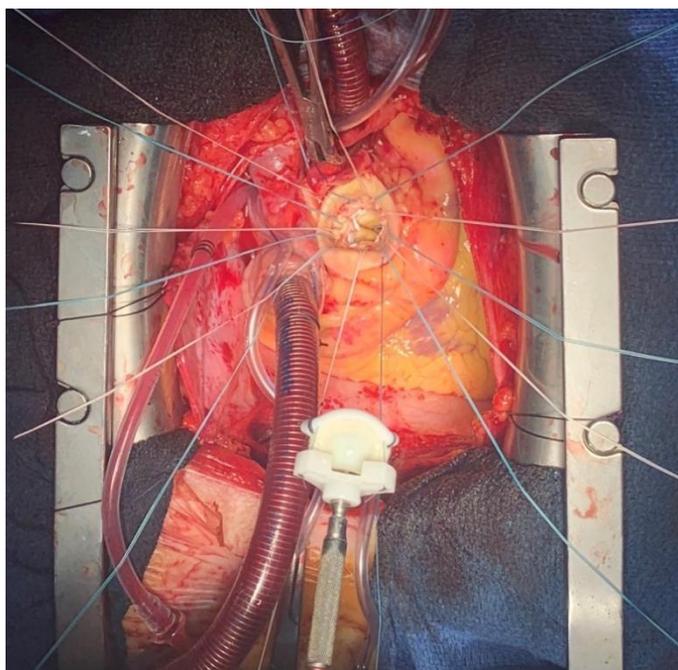


Рисунок 24 – Протезирование аортального клапана через полную срединную стернотомию с имплантацией шовного протеза

3.5 Протезирование аортального клапана биологическим бесшовным протезом

До выполнения аортотомии этапы оперативного вмешательства при использовании бесшовного протеза не отличались от таковых при имплантации протезов шовной фиксации.

Одним из важных моментов является выполнение аортотомии, который отличается от классического разреза при шовной фиксации протеза. Трансверсальную аортотомию проводили на 3 – 3,5 см выше от устья правой коронарной артерий или на 1 см далее от синотубулярного перехода, с целью

обеспечения достаточного пространства для последующего безопасного наложения швов (без захвата в шов «короны» протеза) на аортотомный разрез после имплантации протеза. Производилась ревизия АК, с последующим иссечением створок АК до ФК. В связи с отсутствием необходимости в прошивании ФК по всей окружности, тотальная декальцинация не производилась, тщательно удалялись конгломераты кальция, выступающие за ФК и в области комиссур для последующего лучшего примыкания протеза к ФК. Полость ЛЖ многократно промывалась физиологическим раствором.

Все последующие манипуляции выполнялись согласно методическим рекомендациям производителя, а первые 5 имплантаций протеза «Perceval S» вне данного исследования выполнялись совместно с проктором.

Измерение диаметра ФК является критически важным этапом при имплантации протеза «Perceval S», так как последующий выбор подходящего размера протеза обеспечивает оптимальное его примыкание к ФК и функционирование.

В комплект с протезом входят специальные «сайзеры» (измерители), имеющие маркировку S, M, L, XL «Рисунок 25» и соответствуют размерному ряду протезов «Perceval S». Сайзеры имеют с одной стороны прозрачные, а с другой стороны белые измерительные кольца (обтураторы).

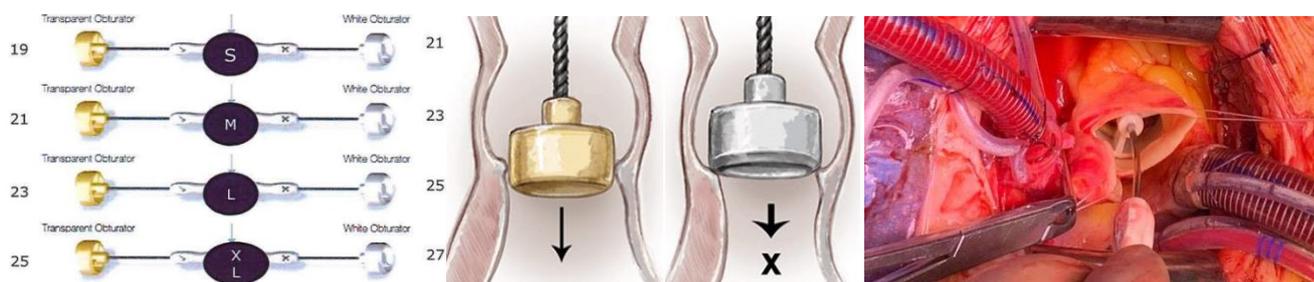


Рисунок 25 – Набор измерителей клапана «Perceval S» (слева), схема подбора размера протеза «Perceval S» (по центру). Адаптировано из [30].

Интраоперационное фото подбора размера бесшовного протеза «Perceval S» (справа)

Измерение диаметра ФК начинали с размера S. Если и прозрачный и белый obturator проходили без сопротивления в фиброзное кольцо, то переходили к следующему размеру измерителя «Рисунок 27». На правильный выбор размера протеза указывает свободное прохождение прозрачного obturator через ФК, а белый фиксатор должен фиксироваться на нем.

После выбора размера протеза ассистент на отдельном столике приступал к подготовке протеза для имплантации с использованием специального устройства для сжатия клапана (коллапсер) и держателя клапана (холдере).

Одновременно с началом сборки протеза хирург накладывал три направляющих шва нитью «Ethibond 2/0» на ФК АК. Швы накладывали под углом 120° по отношению к друг другу со стороны ФК, в проекции самой нижней точки каждой створки. Для исключения путаницы сразу срезали иглу с нити с аортальной стороны, оставив иглу только со стороны ФК «Рисунок 26». Точное распределение швов на 120° часто обеспечивали с помощью измерительных колец, так как они имеют опорные спицы, расположенные под углом 120° .

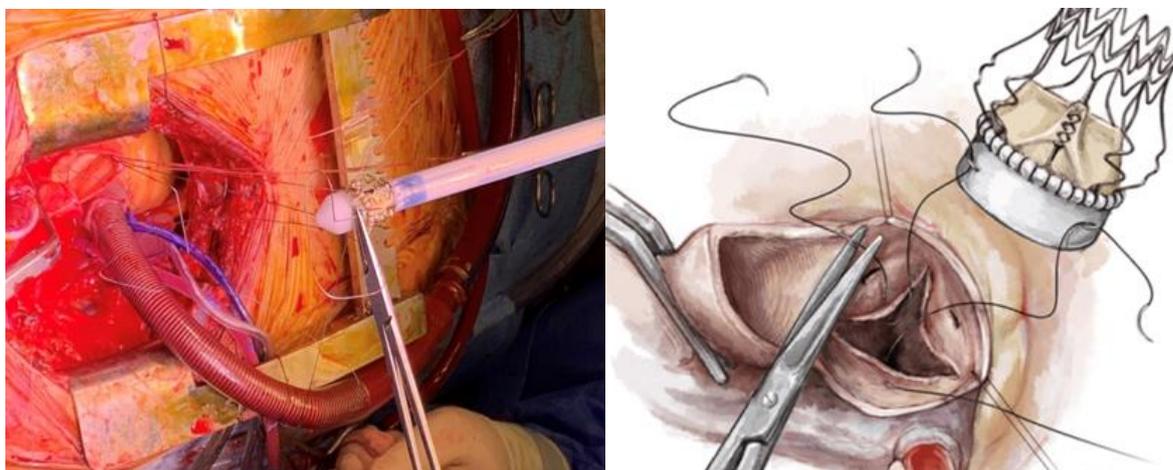


Рисунок 26 – Этап наложения направляющих швов к фиброзному кольцу аортального клапана и проведение их через петли протеза «Perceval S» (слева). Схематическое изображение данного этапа (справа). Адаптировано из [116]

Направляющие швы проводили через петли на манжете протеза «Perceval S». Все три шва держа в натянутом положении в одной плоскости ближе к держателю,

клапан на холдере опускали в имплантируемую позицию [16]. Следуя рекомендациям производителя, сначала освобождали нижнюю часть клапана, которая, благодаря конструкции каркаса из нитинола, расправляясь фиксирует протез в области фиброзного кольца, после этого производилось освобождение верхнего сегмента нитинолового каркаса клапана «Рисунок 27».



Рисунок 27 – Этап раскрытия (слева) и баллонной дилатации (справа) бесшовного протеза «Perceval S»

После извлечения держателя проводилась визуальная оценка расположения протеза относительно ФК и устьев коронарных артерий.

Для выполнения баллонной дилатации протеза, сдутый баллон, соответствующий размеру имплантируемого протеза, проводили через створки протеза так, чтобы синий маркер на стержне баллона совпадал со свободным концом створок протеза. Далее, держа стержень под углом 90° к плоскости ФК, выполняли раздувание баллона до 4 атмосфер на протяжении 40 – 60 сек «Рисунок 30» [16]. Во время этого этапа клапан поливался теплым стерильным физиологическим раствором (примерно 37°C), что способствовало полному раскрытию нитиноловой структуры и плотной фиксации ФК, благодаря свойству памяти исходной формы.

Далее производилось удаление направляющих швов, предварительно укоротив их длину, обрезав один край нити непосредственно над уровнем аортотомии. Перед ушиванием аорты производился осмотр устьев коронарных артерий и контроль правильного позиционирования клапана в корне аорты «Рисунок 28» [16, 17].

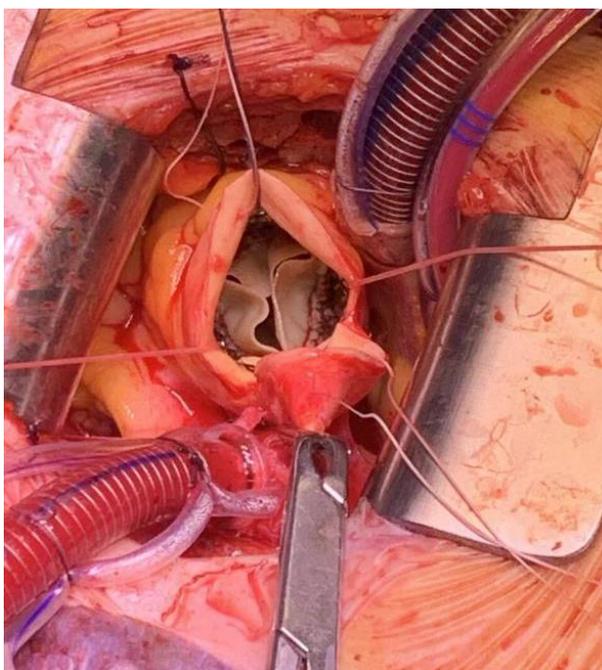


Рисунок 28 – Имплантированный через J-образную министернотомию в аортальную позицию бесшовный протез «Perceval S»

Двухрядным швом с использованием нити «Prolene 5/0» ушивался аортотомный разрез, контролируя, чтобы в шов не захватывался верхний сегмент нитинолового каркаса клапана [16, 17].

3.6 Завершение операции протезирования аортального клапана

При J-образной министернотомном доступе до снятия зажима с аорты к правому желудочку и перикарду подшивались электроды для временной электрокардиостимуляции, а при полной стернотомии электроды подшивались вне зависимости от зажима на аорте [38].

Для профилактики воздушной эмболии на протяжении всего основного этапа операции в рану подавался углекислый газ со скоростью 4 – 5 л/мин. Также, снятие зажима с аорты производилось после перевода пациента в положение Тренделенбурга, с активным дренированием корня аорты и левых отделов сердца [38].

При необходимости, дефибриляция сердца при J-образной министернотомии во избежание травм выполнялась с помощью ложек, предназначенных для детей. При полной стернотомии использовались стандартные ложки [38].

Чреспищеводная ЭхоКГ использовалась рутинно для мониторинга наличия воздуха в полостях сердца, а также для оценки правильного положения и функции протеза «Рисунок 29» [38].

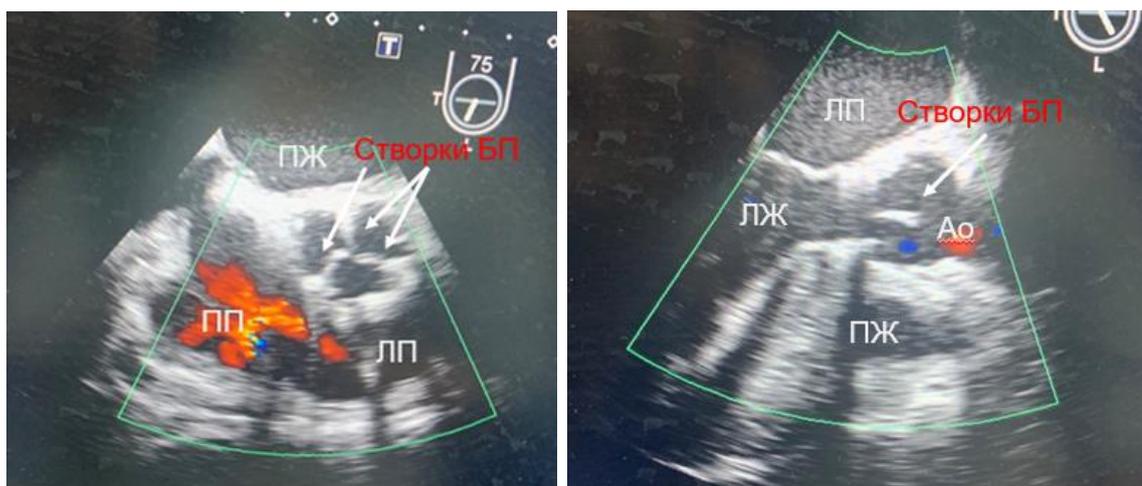


Рисунок 29 – Интраоперационная чреспищеводная эхокардиография имплантированного бесшовного протеза «Perceval S». БП – бесшовный протез «Perceval S», Ао – восходящий отдел аорты ПП – правое предсердие, ПЖ – правый желудочек, ЛП – левое предсердие, ЛЖ – левый желудочек.

Дренирование переднего средостения при J-образной министернотомии осуществляли через яремную вырезку или правую плевральную полость, либо до снятия зажима с аорты в области мечевидного отростка с помощью зажима типа

Шамли проводили дренаж. Дренирование перикарда и переднего средостения при полной срединной стернотомии выполнялось стандартным методом [38].

Грудины стягивались одиночными проволочными швами. При J-образной министернотомии с выходом в 3-е межреберье использовались 4 одиночных проволочных шва, при доступе в 4-м межреберье использовались 5 проволочных швов. При полной срединной стернотомии грудина стягивалась 7-8 одиночными проволочными швами. Подкожно-жировая клетчатка ушивалась непрерывным двухрядным швом рассасывающейся нитью «Vicryl 1/0», с последующим внутрикожным косметическим шов с использованием рассасывающейся нити «Polysorb 3/0» «Рисунок 30» [38].

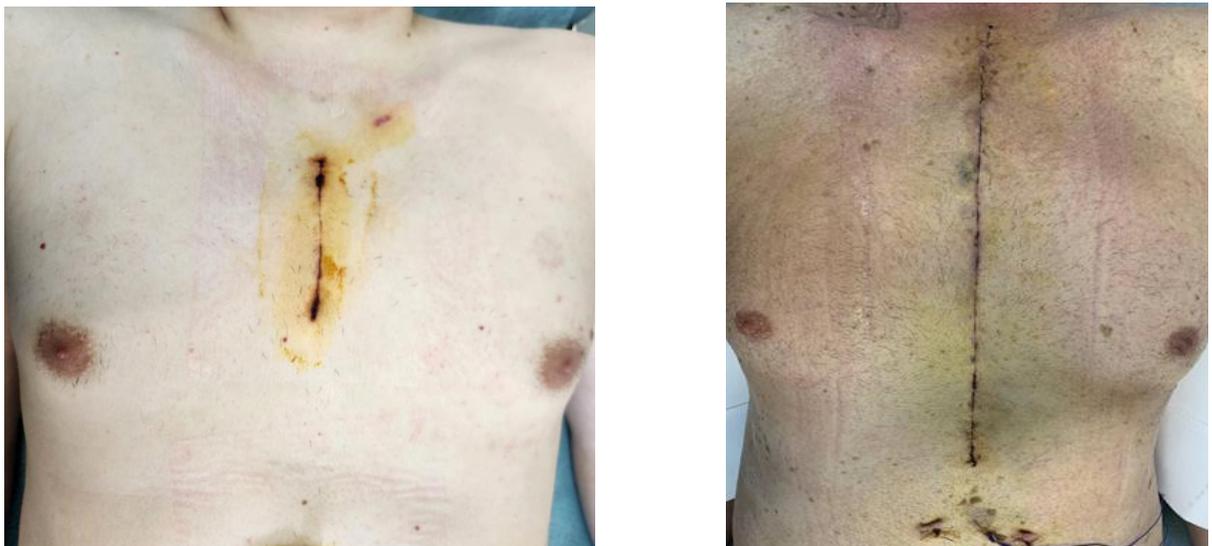


Рисунок 30 – Послеоперационный шов после J-образной министернотомии (слева) и полной срединной стернотомии (справа)

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПОРОКА АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА

4.1 Сравнительный анализ результатов протезирования аортального клапана через полную срединную стернотомии и верхнюю J-образную министернотомию

Сравнительный анализ интраоперационных результатов.

В «Таблице 15» представлена характеристика интраоперационных данных, в том числе периоперационных предикторов результата в группе пациентов с использованием полной срединной стернотомии и верхней J-образной министернотомии.

Таблица 15 – Характеристика интраоперационных данных в зависимости от доступа

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)	p
Диаметр ФК (интраоперационное измерение сайзером), мм Me [Q1 – Q3]	23 [21 – 23]	21 [21 – 23]	0,601
ФК АК, < 21 мм, n (%)	25 (45,5)	18 (51,4)	0,736
Время ИК, мин Me [Q1 – Q3]	68 [57,5 – 76]	86 [69,5 – 107]	<0,001
Время пережатия аорты, мин Me [Q1 – Q3]	47 [40 – 53,5]	56 [46 – 70]	0,008
Продолжительность операции, мин Me [Q1 – Q3]	185 [166 – 210,5]	210 [171 – 236]	0,046
Гемоглобин на начало операции, г/л M (SD)	133,3 (± 13,8)	119,9 (± 9,3)	0,004
Кровопотеря, мл Me [Q1 – Q3]	800 [650 – 900]	500 [400 – 600]	<0,001

Продолжение таблицы 15

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министрнотомия (n = 35)	p
Трансфузия компонентов крови, n (%):	48 (87,3)	14 (40)	<0,001
- эритроцитарная взвесь, n (%)	31 (56,4)	10 (28,6)	0,016
- эритроцитарная взвесь, мл Me [Q1 – Q3]	570 [530 – 620]	325 [310 – 495]	0,005
- свежезамороженная плазма, n (%)	41 (74,5)	13 (37,1)	<0,001
- свежезамороженная плазма, мл Me [Q1 – Q3]	580 [550 – 650]	330 [290 – 570]	0,003
- тромбоконцентрат, n (%)	3 (5,5)	2 (5,7)	>0,999
- криопреципитат, n (%)	2 (3,6)	0 (0)	0,684
Инотропная и вазопрессорная поддержка:			
- допамин, n (%)	35 (63,6)	22 (62,9)	>0,999
- добутамин, n (%)	8 (14,5)	2 (5,7)	0,305
- норадреналин, n (%)	15 (27,3)	10 (28,6)	>0,999
- адреналин, n (%)	1 (1,8)	0 (0)	>0,999

При сравнительном анализе было установлено, что время ИК ($p < 0,001$), время пережатия аорты ($p = 0,008$) и общая продолжительность операции ($p = 0,046$) были статистически значимо больше при проведении J-образной министрнотомии «Рисунок 31». Объем интраоперационной кровопотери и количество трансфузий компонентов крови был статистически значимо меньше при проведении J-образной министрнотомии ($p < 0,001$) «Рисунок 32». Частота потребности в трансфузии эритроцитарной взвеси ($p = 0,016$) и свежезамороженной плазмы ($p < 0,001$), а также объем трансфузии эритроцитарной взвеси ($p = 0,005$) и свежезамороженная плазма ($p = 0,003$) были статистически значимо больше при проведении полной стернотомии. Статистически значимых отличий между группами в особенностях проведения инотропной поддержки между группами выявлено не было [38].

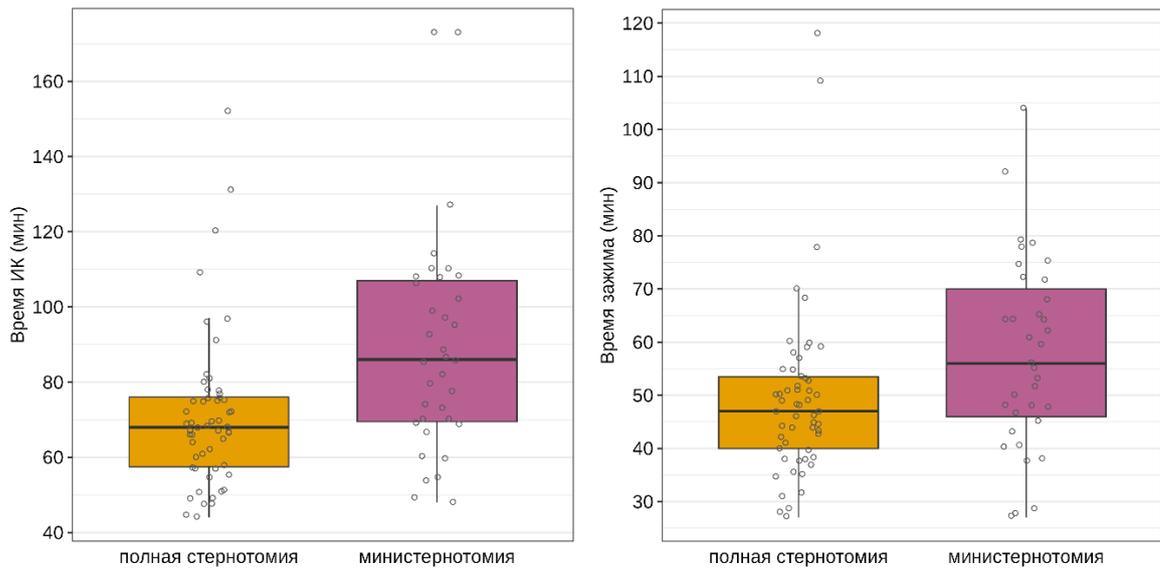


Рисунок 31 – Время пережатия аорты и искусственного кровообращения в зависимости от доступа

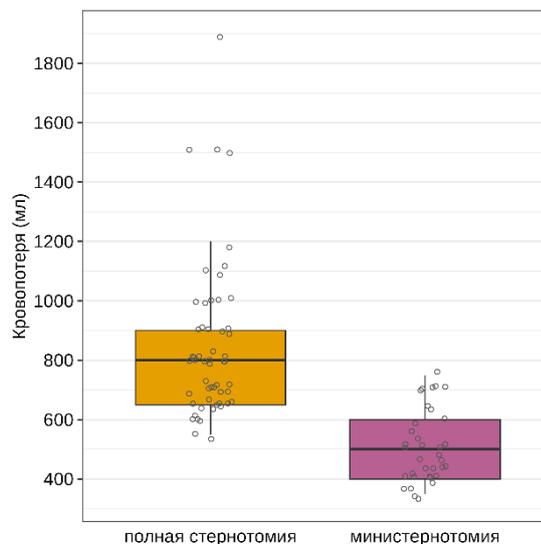


Рисунок 32 – Объем интраоперационной кровопотери в зависимости от доступа

Сравнительный анализ данных раннего послеоперационного периода в отделении реанимации.

При сравнительном анализе результатов послеоперационного периода была установлена меньшая длительность проведения ИВЛ ($p < 0,001$), объем кровопотери по дренажам ($p < 0,001$), частота трансфузий компонентов крови и эритроцитарной взвеси ($p = 0,009$ и $0,018$, соответственно) среди пациентов, которым оперативное

вмешательство выполнена через J-образную министернотомия, в сравнение с пациентами у которых оперативный доступ являлся полная стернотомия «Рисунок 33», «Таблица 16».

Таблица 16 – Характеристика данных раннего послеоперационного периода в отделении реанимации

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)	p
Длительность ИВЛ, ч Me [Q1 – Q3]	12 [9,3 – 22,5]	7 [5,5 – 11]	<0,001
Кровопотеря по дренажам, мл Me [Q1 – Q3]	150 [140 – 300]	100 [50 – 120]	<0,001
Трансфузия компонентов крови, n (%):	23 (41,8)	5 (14,3)	0,009
- эритроцитарная взвесь, n (%)	21 (38,2)	5 (14,3)	0,018
- свежезамороженная плазма, n (%)	11 (20)	3 (8,6)	0,233
- тромбоконцентрат, n (%)	3 (5,5)	0 (0)	0,422
- криопреципитат, n (%)	2 (3,6)	0 (0)	0,684
Инфузия альбумина 100 мл, n (%)	2 (3,6)	1 (2,9)	>0,999
Время пребывания в отделении реанимации, ч Me [Q1 – Q3]	43 [23,3 – 55]	43 [22,1 – 65,3]	0,645

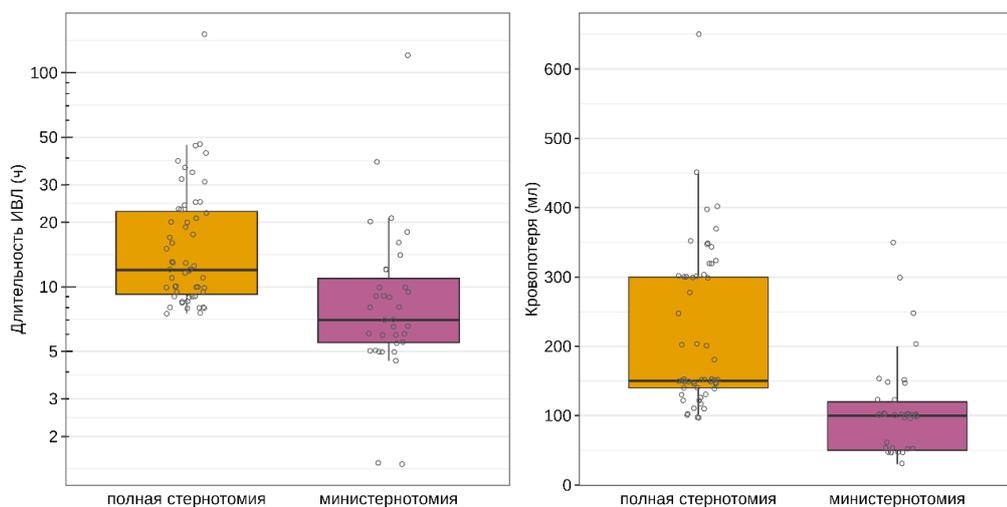


Рисунок 33 – Длительность искусственной вентиляции легких и объем послеоперационной кровопотери в зависимости от доступа

Осложнения раннего послеоперационного периода, койко-день и летальность.

Статистически значимой разницы в частоте развития осложнений в раннем послеоперационном периоде с типом доступа выявлено не было «Таблица 17».

Таблица 17 – Осложнения в раннем послеоперационном периоде в зависимости от доступа

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министертотомия (n = 35)	p
Впервые возникшая фибрилляция предсердий, n (%)	8 (14,5)	9 (25,7)	0,297
Рестертотомия (кровотечение), n (%)	2 (3,6)	1 (2,85)	>0,999
Острая почечная недостаточность, n (%)	2 (3,6)	1 (2,85)	>0,999
Острый инфаркт миокарда, n (%)	0 (0)	1 (2,85)	0,389
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	2 (3,6)	1 (2,85)	>0,999
Потребность в репротезировании АК, n (%)	1 (1,85)	0 (0)	>0,999

Летальный исход в течение 30-ти дней после операции среди пациентов, которым была проведена полная стернотомия наблюдался в 4 (7,3%) случаях и в 1 (2,9%) случае среди пациентов, которым операция была выполнена через J-образную министертотомия (p = 0,645) «Таблица 18» [38].

Таблица 18 – Исходы оперативного вмешательства в зависимости от доступа

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министертотомия (n = 35)	p
Послеоперационный койко-день, сутки Me [Q1 – Q3]	8 [7 – 12]	8 [7 – 11,5]	0,586
30-ти дневная госпитальная летальность, n (%)	4 (7,3)	1 (2,9)	0,645

Статистически значимых различий в отношении времени до летального исхода в зависимости от доступа выявлено не было (HR = 2,64 [95% ДИ: 0,3; 23,7], $p = 0,366$) «Рисунок 34».

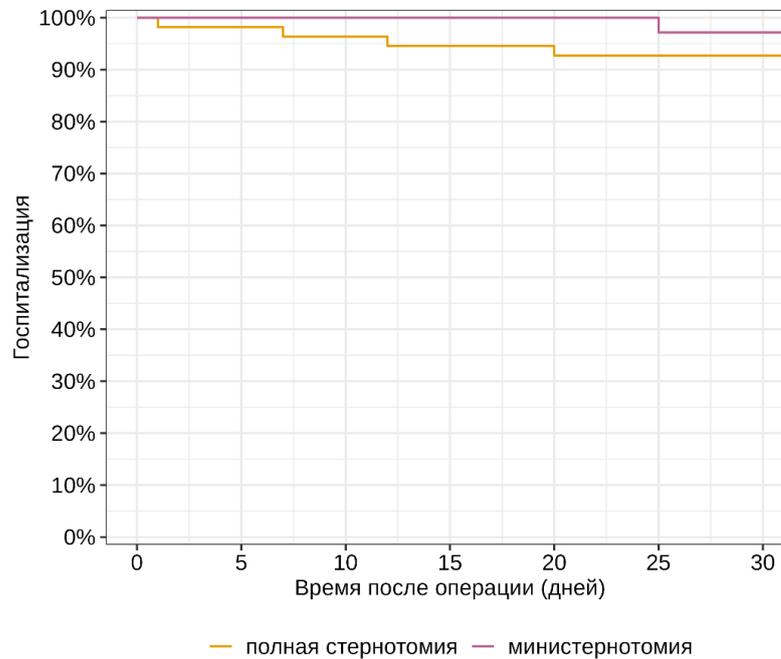


Рисунок 34 – Кривые Каплана-Мейера для выживаемости пациентов в зависимости от доступа.

Различий в отношении послеоперационного койко-дня среди пациентов, которым была проведена полная срединная стернотомия (8 [7 – 12] койко-дней) и J-образная министернотомия (8 [7 – 11,5] койко-дней) выявлено не было ($p = 0,586$) [38].

Сравнительный анализ данных эхокардиографии в раннем послеоперационном периоде.

В «Таблице 19» представлены результаты эхокардиографического исследования после оперативного вмешательства в группе пациентов, выполненного непосредственно перед выпиской, в связи с чем в таблицу не вошли данные пациентов с летальным исходом.

Таблица 19 – Результаты эхокардиографического исследования в раннем послеоперационном периоде в зависимости от доступа

Характеристика	Полная стернотомия (n = 51)	Ј-образная министернотомия (n = 34)	p
Транспротезная регургитация: - отсутствует, n (%) - 1 степени, n (%) - 2 степени, n (%)	33 (64,7%) 17(33,3%) 1 (2%)	21 (61,8%) 13 (38,2%) 0 (0%)	0,89
Парапротезная регургитация, n (%)	7 (13,5%)	9 (26,5%)	0,218
ФВ ЛЖ, % M (SD)	56,1 (± 8)	58,7 (± 6,4)	0,044
Δ ФВ ЛЖ, % M (SD)	0,6 (± 7,8)	1 (± 8,5)	0,923
Сравнение ФВ ЛЖ в динамике (до и после операции) p =	0,553	0,501	–
Максимальный градиент на протезе АК, мм рт. ст., Ме [Q1 – Q3]	22 [17 – 26]	20 [16,5 – 26]	0,582
Δ максимального градиента, мм рт. ст., Ме [Q1 – Q3]	-69 [-85,4 – -50,4]	-66 [-80 – -54,5]	0,718
Сравнение максимального градиента на протезе АК (до и после операции) p =	<0,001	<0,001	–
Конечно-диастолический объем ЛЖ, мл Ме [Q1 – Q3]	85 [78 – 103]	80 [70 – 99,5]	0,151
Δ конечно-диастолического объема ЛЖ, мл Ме [Q1 – Q3]	-18 [-27 – -3]	-11 [-22 – -0,5]	0,29
Сравнение конечно-диастолического объема ЛЖ (до и после операции) p =	<0,001	<0,001	–
Конечно-систолический объем ЛЖ, мл Ме [Q1 – Q3]	36 [30 – 44,8]	31 [26 – 42,5]	0,088
Δ конечно-систолического объема ЛЖ, мл Ме [Q1 – Q3]	-4,5 [-12,5 – 3]	-1 [-4 – 7,5]	0,059
Сравнение конечно-систолического объема ЛЖ (до и после операции) p =	0,01	0,986	–

При сравнительном анализе нами не было выявлено статистически значимой связи частоты выявления и степени тяжести регургитации и парапротезной регургитации с типом доступа ($p = 0,266$ и $p = 0,271$ соответственно). Отмечена более высокая фракция выброса у пациентов после J-образной министернотомии ($p = 0,044$). При этом, значения ФВ ЛЖ до операции статистически значимо не отличались ($p = 0,416$) и различия в изменении данного показателя также не были статистически значимыми ($p = 0,923$). В обеих группах пациентов наблюдалось статистически значимое снижение максимального градиента ($p < 0,001$). Уменьшение конечно-диастолического объема ЛЖ также было статистически значимым при обоих доступах ($p < 0,001$). Статистически значимое изменение конечно-систолического объема ЛЖ было отмечено только среди пациентов, подвергшихся полной серединой стернотомии ($p = 0,01$).

4.2 Сравнительный анализ результатов имплантации бесшовного протеза и шовных протезов

В «Таблице 20» представлены названия протезов и размеры, использованных у групп пациентов в зависимости от типа оперативного доступа при протезировании АК.

Таблица 20 – Название и размеры протезов аортального клапана

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)	p
Название протеза:			
- Perceval S ⁻¹ , n (%)	19 (34,5)	15 (42,9)	0,569
- Braile Biomedica ⁻² , n (%)	17 (30,9)	8 (22,9)	0,555
- Carpentier Perimount ⁻³ , n (%)	10 (18,2)	5 (14,3)	0,847
- SJM BioCor ⁻⁴ , n (%)	7 (12,7)	7 (20)	0,529
- SJM Epic Valve ⁻⁵ , n (%)	2 (3,6)	0 (0)	0,519

Примечание –¹ - бесшовный протез «Perceval S»,² - шовный протез «Braile Biomedica»,³ - шовный протез «Carpentier Edwards Perimount»,⁴ - шовный протез «SJM BioCor»,⁵ - шовный протез «SJM Epic Valve»

Продолжение таблицы 20

Характеристика	Полная стернотомия (n = 55)	J-образная министернотомия (n = 35)	p
Размер протеза:			
- S ⁻¹ , n (%)	3 (5,5)	1 (2,9)	>0,999
- M ⁻¹ , n (%)	8 (14,5)	6 (17,1)	0,974
- L ⁻¹ , n (%)	8 (14,5)	8 (22,9)	0,47
- 19 ⁻²⁻⁵ , n (%)	0 (0)	3 (8,6)	0,108
- 21 ⁻²⁻⁵ , n (%)	14 (25,5)	8 (22,9)	0,978
- 23 ⁻²⁻⁵ , n (%)	16 (29,1)	5 (14,3)	0,173
- 25 ⁻²⁻⁵ , n (%)	6 (10,9)	4 (11,4)	>0,999

Примечание – ¹ - бесшовный протез «Perceval S», ² - шовный протез «Braille Biomedica», ³ - шовный протез «Carpentier Edwards Perimount», ⁴ - шовный протез «SJM BioCor», ⁵ - шовный протез «SJM Epic Valve»

Статистически значимых различий в частоте использования бесшовного протеза «Perceval S» и марки шовных протезов выявлено не было. Также различий в имплантации определенных размеров шовных протезов и бесшовного протеза в зависимости от доступа выявлено не было.

В «Таблице 21» представлена сравнительная характеристика пациентов в зависимости от типа имплантированного протеза.

Таблица 21 – Характеристика интраоперационных данных групп пациентов в зависимости от типа протеза

Характеристика	Шовный протез n = 56	Бесшовный протез n = 34	p
Доступ:			
- полная срединная стернотомия, n (%)	36 (64,3)	19 (55,9)	0,569
- J-образная министернотомия, n (%)	20 (35,7)	15 (44,1)	
Диаметр ФК (интраоперационное измерение сайзером), мм Me [Q1 – Q3]	23 [21 – 23]	21 [21 – 23]	0,087
ФК АК, < 21 мм, n (%)	2 (3,6)	4 (11,8)	0,194
Время ИК, мин Me [Q1 – Q3]	76,5 [67,8 – 96,3]	65,5 [55 – 75]	<0,001

Продолжение таблицы 21

Характеристика	Шовный протез n = 56	Бесшовный протез n = 34	p
Время пережатия аорты, мин Me [Q1 – Q3]	53 [46 – 68]	42 [35,5 – 51,5]	<0,001
Продолжительность операции, мин Me [Q1 – Q3]	208,5 [183 – 241]	169 [155 – 187]	<0,001
Гемоглобин, г/л M (SD)	132,3 (± 16,2)	124,2 (± 15,3)	0,02
Кровопотеря, мл Me [Q1 – Q3]	700 [600 – 812,5]	650 [500 – 800]	0,147
Трансфузия компонентов крови, n (%):	39 (69,6)	23 (67,6)	>0,999
- эритроцитарная взвесь, n (%)	27 (48,2)	14 (41,2)	0,663
- эритроцитарная взвесь, мл Me [Q1–Q3]	570 [535 – 615]	330 [312,5 – 607,5]	0,129
- свежезамороженная плазма, n (%)	35 (62,5)	19 (55,9)	0,458
- свежезамороженная плазма, мл Me [Q1 – Q3]	580 [550 – 650]	540 [510 – 580]	0,029
- тромбоконцентрат, n (%)	4 (7,1)	1 (2,9)	0,646
- криопреципитат, n (%)	2 (3,6)	0 (0)	0,525

Пациенты, которым было выполнено протезирование бесшовным протезом, характеризовались статистически значимо меньшим временем ИК и пережатия аорты «Рисунок 35», продолжительности операции ($p < 0,001$), а также меньшим объемом трансфузии свежезамороженной плазмы ($p = 0,029$).

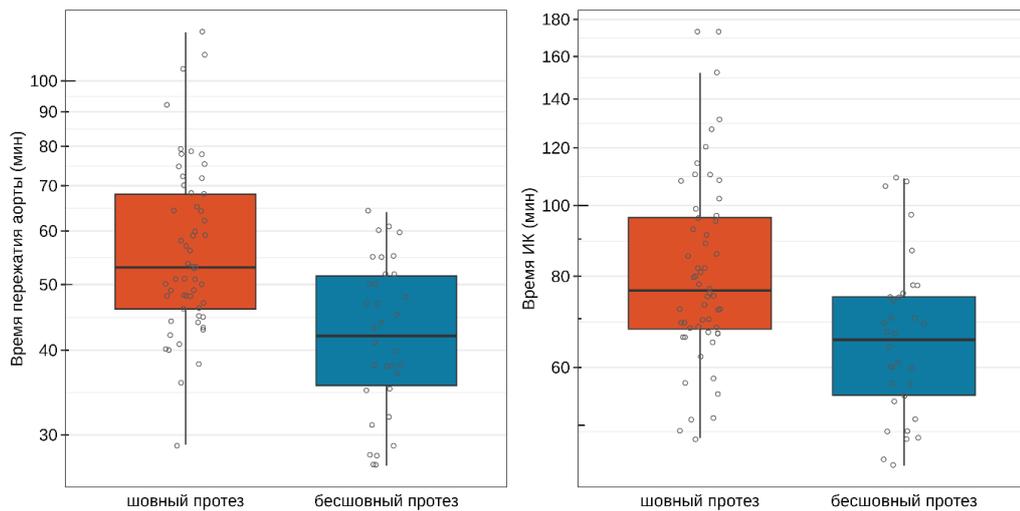


Рисунок 35 – Время пережатия аорты и искусственного кровообращения в зависимости от типа протеза

В послеоперационном периоде в отделении реанимации у пациентов, которым было выполнено протезирование бесшовным протезом, отмечена тенденция к меньшей длительности ИВЛ ($p = 0,064$) и объему кровопотери по дренажам ($p = 0,077$) «Таблица 22».

Таблица 22 – Характеристика данных раннего послеоперационного периода в отделении реанимации у групп пациентов в зависимости от типа протеза

Характеристика	Шовный протез n = 56	Бесшовный протез n = 34	p
Длительность ИВЛ, ч Me [Q1 – Q3]	11,8 [8 – 20,3]	9,3 [7,6 – 12,8]	0,064
Кровопотеря по дренажам, мл Me [Q1 – Q3]	150 [100 – 285]	150 [100 – 187,5]	0,364
Трансфузия компонентов крови, n (%):			
- эритроцитарная взвесь, n (%)	18 (32,1)	10 (29,4)	0,819
- эритроцитарная взвесь, мл Me [Q1 – Q3]	315 [290 – 600]	315 [292,5 – 485]	>0,999 0,596
- свежезамороженная плазма, n (%)	6 (10,7)	4 (11,8)	>0,999
- свежезамороженная плазма, мл Me [Q1 – Q3]	520 [310 – 610]	605 [290 – 740]	0,893
- тромбоконцентрат, n (%)	3 (5,4)	1 (2,9)	>0,999

В раннем послеоперационном периоде по данным ЭхоКГ в группе пациентов, где был имплантирован бесшовный протез, отмечена статистически значимо меньшая частота транспротезной и парапротезной регургитации ($p < 0,001$), в сравнении с шовными протезами «Таблица 23».

Таблица 23 – Результаты эхокардиографического исследования в раннем послеоперационном периоде в зависимости от типа протеза

Характеристика	Шовный протез n = 52	Бесшовный протез n = 33	p
Фракция выброса ЛЖ, % M (SD)	56,6 (\pm 8,9)	58 (\pm 4,3)	0,31
Δ фракции выброса, % M (SD)	0 (\pm 9,7)	2 (\pm 3,8)	0,174
Максимальный градиент на протезе, мм рт. ст., Me [Q1 – Q3]	22 [17 – 28,5]	20,5 [16,3 – 23]	0,062
Средний градиент на протезе, мм рт. ст., Me [Q1 – Q3]	11 [8,8 – 15]	10 [8 – 12]	0,082
Транспротезная регургитация: - отсутствует, n (%) - 1 степени, n (%) - 2 степени, n (%)	25 (48,1) 26 (50) 1 (1,9)	29 (87,9) 4 (12,1) 0 (0)	<0,001
Парапротезная регургитация 1 степени, n (%)	16 (30,8)	0 (0)	<0,001

В «Таблице 24» представлены значения максимального градиента после операции в зависимости от марки и размера протеза.

Таблица 24 – Сравнение максимального градиента на протезах аортального клапана в зависимости от размера

Размер протеза	Максимальный градиент на протезе, мм рт. ст. Me [Q1 – Q3]					p
	Braille Biomedica	SJM BioCor	SJM Epic Valve	Carpentier Edwards Perimount	Perceval S	
23/L	20 [16 – 22]	40 [37,5 – 42,5]	–	19 [15,8 – 21,5]	18 [15,8 – 22]	0,129
21/M	22 [19 – 29]	33 [27 – 40]	36,5 [29,2 – 43,8]	23 [20 – 25,5]	23,5 [18 – 25]	0,007
19/S	–	20 [18,5 – 1,5]	–	–	18,5 [17,5 – 19,8]	0,643

При сравнительном анализе нами было выявлено, что использование протеза «Perceval S» размера M, ассоциировано со статистически значимо меньшим максимальным градиентом на клапане по сравнению с использованием протеза «SJM BioCor» размера 21 ($p = 0,007$). При проведении попарных сравнений между другими протезами и размерами различия в отношении максимального градиента не были статистически значимыми.

При оценке частоты развития клапанассоциированных осложнений, использование бесшовного протеза ассоциировалось со статистически значимо меньшей частотой впервые возникшей фибрилляции предсердий ($p = 0,023$) в сравнении с шовными протезами «Таблица 25», «Рисунок 36».

Таблица 25 – Осложнения в раннем послеоперационном периоде в зависимости от типа протеза

Характеристика	Шовный протез n = 56	Бесшовный протез n = 34	p
Тромбоциты крови: - до операции, $10^9/\text{л}$ Me [Q1 – Q3]	207 [168,5 – 241,5]	217 [175 – 263,5]	0,334
- после операции, $10^9/\text{л}$ Me [Q1 – Q3]	161 [120 – 261]	155,5 [132,8 – 203,5]	0,761
Нарушения ритма сердца, n (%):	18 (32,1)	9 (26,5)	0,74

Продолжение таблицы 25

Характеристика	Шовный протез n = 56	Бесшовный протез n = 34	p
Фибрилляция предсердий, n (%)	10 (17,9)	0 (0)	0,023
Блокада левой ножки пучка Гиса, n (%)	6 (10,7)	8 (23,5)	0,185
АВ-блокада I степени, n (%)	2 (3,6)	1 (2,9)	>0,999
Рестернотомия (кровотечение), n (%)	3 (5,4)	0 (0)	0,281
Острая почечная недостаточность, n (%)	3 (5,4)	0 (0)	0,284
Острый инфаркт миокарда, n (%)	1 (1,8)	0 (0)	>0,999
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	2 (3,6)	1 (2,9)	>0,999
Госпитальная (30-ти дневная) летальность, n (%)	4 (7,1)	1 (2,9)	0,646

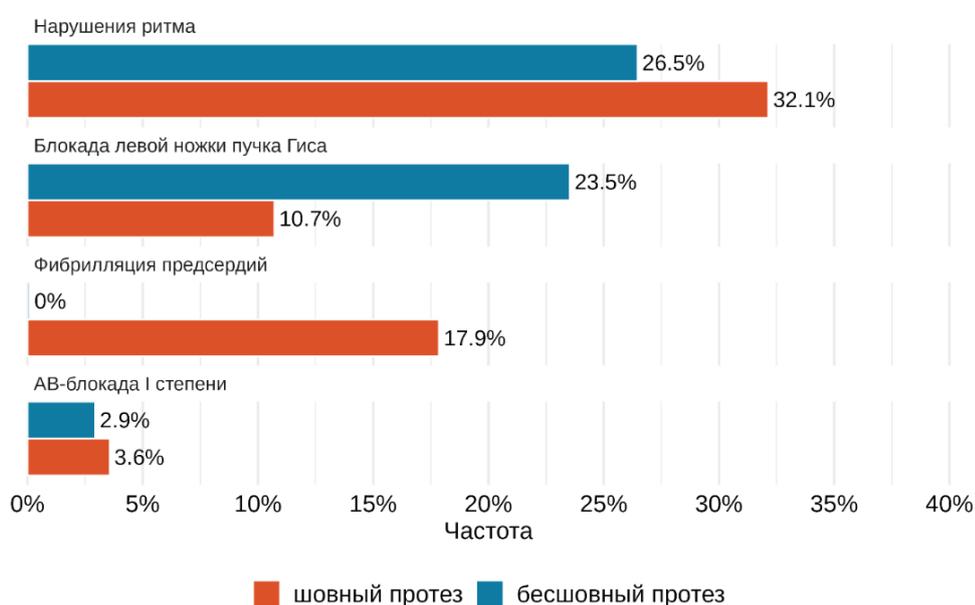


Рисунок 36 – Частота нарушений ритма сердца в раннем послеоперационном периоде в зависимости от типа протеза

4.3 Сравнительный анализ результатов протезирования аортального клапана бесшовным и шовными протезами через полную срединную стернотомию и верхнюю J-образную министернотомию

Сравнительный анализ интраоперационных результатов.

В «Таблице 26» представлена характеристика интраоперационных данных, в том числе периоперационных предикторов результата в подгруппах пациентов с использованием бесшовных и шовных протезов через полную срединную стернотомию или верхнюю J-образную министернотомию.

Таблица 26 – Характеристика интраоперационных данных в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Время ИК, мин Me [Q1 – Q3]	60 [50 – 72]	70 [60 – 82,5]	70 [66 – 78,5]	97 [84,3 – 110]	<0,001
Время пережатия аорты, мин Me [Q1 – Q3]	38 [35 – 48,5]	47 [38 – 53,5]	49,5 [44,8 – 57,3]	66,5 [55,3 – 75,8]	<0,001
Продолжительность операции, мин Me [Q1 – Q3]	157 [148,5 – 181,5]	178 [165 – 204]	197 [180 – 230,5]	233,5 [198 – 251]	<0,001
Гемоглобин на начало операции, г/л M (SD)	123 (± 15)	125,8 (± 16,1)	132 (± 18,3)	132,9 (± 11,8)	0,145
Кровопотеря, мл Me [Q1 – Q3]	800 [650 – 900]	450 [400 – 525]	800 [687,5 – 100]	500 [400 – 662,5]	<0,001
Трансфузия компонентов крови, n (%):	16 (84,2)	7 (46,7)	32 (88,9)	7 (35)	<0,001
- эритроцитарная взвесь, n (%)	10 (52,6)	4 (26,7)	21 (58,3)	7 (35)	0,049
- эритроцитарная взвесь, мл Me [Q1 – Q3]	555 [322,5 – 620]	305 [292,5 – 315]	580 [570 – 620]	440 [322,5 – 557,5]	0,016
- свежезамороженная плазма, n (%)	13 (68,4)	5 (33,3)	28 (77,8)	8 (40)	0,004
- свежезамороженная плазма, мл Me [Q1 – Q3]	550 [520 – 600]	320 [295 – 480]	595 [557,5 – 657,5]	570 [280 – 590]	0,006
- тромбоконцентрат, n (%)	0 (0)	1 (6,7)	3 (8,3)	1 (5)	0,756
- криопреципитат, n (%)	0 (0)	0 (0)	2 (5,6)	0 (0)	0,649

Время ИК «Рисунок 37» было статистически значимо больше при шовном протезировании через J-образную министернотомию по сравнению с шовным протезированием через полную срединную стернотомию ($p = 0,002$) и бесшовного протезирования при J-образной министернотомии ($p = 0,01$) и полной срединной стернотомии ($p < 0,001$).

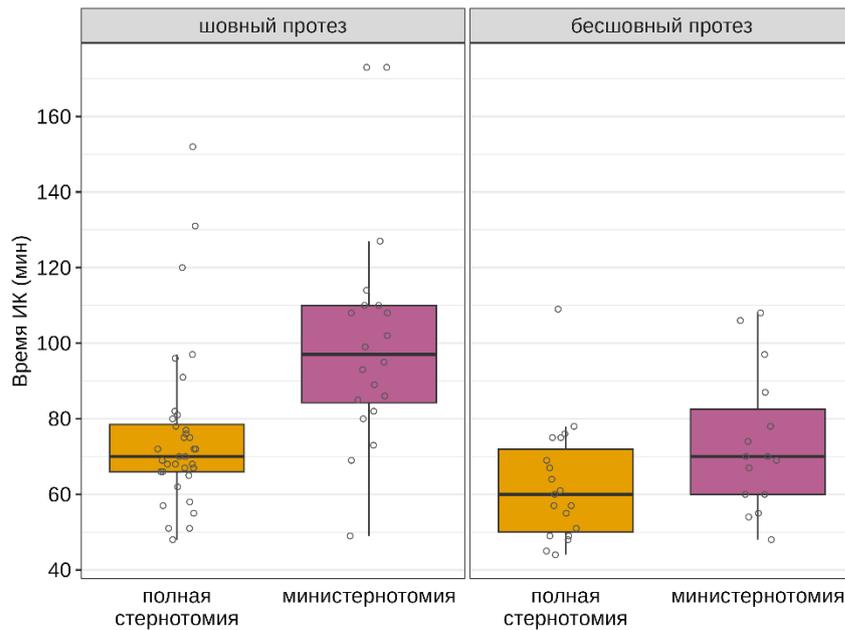


Рисунок 37 – Время искусственного кровообращения в подгруппах в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Время пережатия аорты «Рисунок 38» было статистически значимо больше в подгруппе шовного протеза и J-образной министернотомии по сравнению с подгруппой шовного протеза и полной срединной стернотомии ($p = 0,014$) и бесшовного протеза при J-образной министернотомии ($p = 0,002$) и полной срединной стернотомии ($p < 0,001$). Кроме того, время пережатия аорты было статистически значимо больше при шовном протезировании у пациентов, подвергшихся полной срединной стернотомии ($p = 0,015$), чем при использовании бесшовных протезов [38].

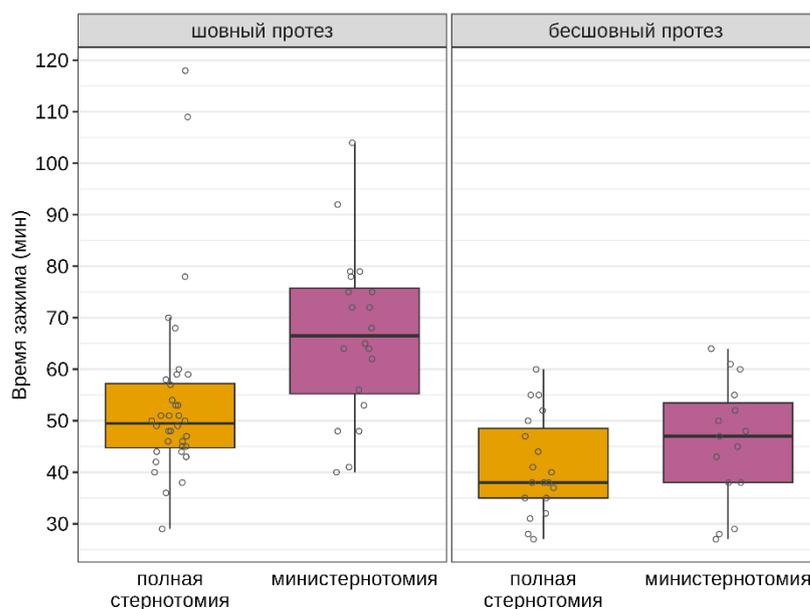


Рисунок 38 – Время пережатия аорты в подгруппах в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Общая продолжительность оперативного вмешательства при имплантации бесшовного протеза через полную стернотомию была статистически значимо меньше по сравнению с имплантацией шовного протеза при полной стернотомии и J-образной министернотомии ($p < 0,001$). Длительность операции при бесшовном протезировании через J-образную министернотомию была статистически значимо меньше по сравнению с шовным протезированием через J-образную министернотомию ($p = 0,006$) [38].

Объем интраоперационной кровопотери был статистически значимо ниже в подгруппах шовного и бесшовного протеза при J-образной министернотомии с в сравнении с подгруппами шовного и бесшовного протеза при полной стернотомии ($p < 0,001$) «Рисунок 39» [38].

Частота проведения трансфузий компонентов крови была статистически значимо выше при проведении шовного и бесшовного протезирования через полную стернотомию по сравнению с проведением бесшовного протезирования через J-образную министернотомии ($p = 0,013$ и $p = 0,09$ соответственно) и шовного протезирования через J-образную министернотомию ($p < 0,001$ и $p = 0,013$ соответственно) [38].

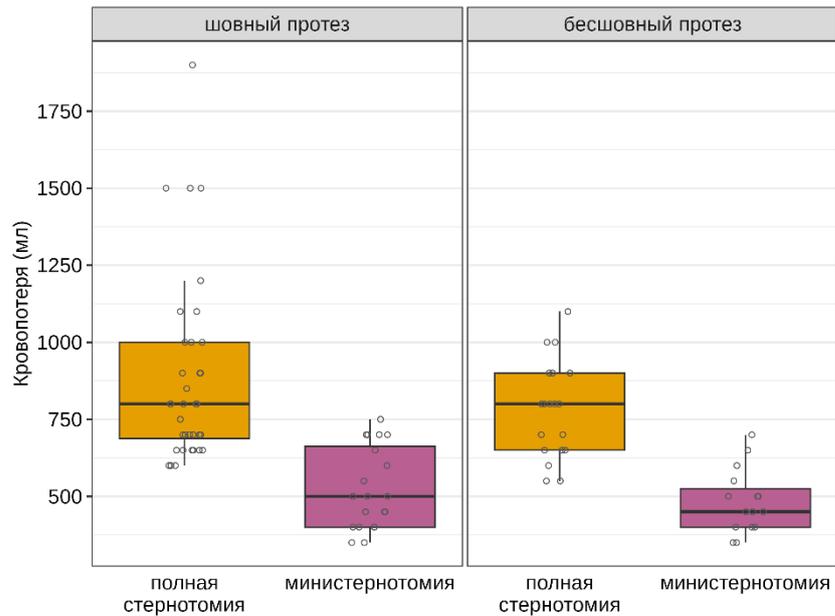


Рисунок 39 – Объем интраоперационной кровопотери в подгруппах в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Была отмечена тенденция к меньшей потребности в трансфузии эритроцитарной взвеси в подгруппах шовного и бесшовного протеза через J-образную министернотомию ($p = 0,079$). При этом объем трансфузии эритроцитарной взвеси был статистически значимо выше при проведении шовного протезирования через полную стернотомию по сравнению с подгруппой бесшовного протеза через J-образную министернотомию ($p = 0,018$). Частота и объем трансфузии свежзамороженной плазмы был статистически значимо меньше при бесшовном протезировании через J-образную министернотомию по сравнению с подгруппой шовного протеза и полной стернотомии ($p = 0,004$ и $p = 0,004$ соответственно) [38].

Сравнительный анализ данных раннего послеоперационного периода в отделении реанимации.

В «Таблице 27» приведен анализ результатов лечения в подгруппах в зависимости от типа доступа и использованного протеза.

Таблица 27 – Характеристика послеоперационного периода в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Длительность ИВЛ, ч Me [Q1 – Q3]	10 [9 – 14,5]	6 [5 – 9,3]	14 [9,5 – 24,3]	7,5 [6 – 12,5]	<0,001
Кровопотеря по дренажам, мл Me [Q1 – Q3]	150 [115 – 300]	100 [80 – 150]	150 [147,5 – 305]	100 [50 – 105]	<0,001
Трансфузия компонентов крови, n (%):	10 (52,6)	2 (13,3)	21 (58,3)	3 (15)	0,045
- эритроцитарная взвесь, n (%)	10 (52,6)	2 (13,3)	21 (58,3)	3 (15)	0,045
- эритроцитарная взвесь, мл Me [Q1 – Q3]	320 [290 – 547,5]	305 [302,5 – 307,5]	320 [290 – 600]	310 [310 – 450]	0,914
- свежзамороженная плазма, n (%)	4 (21,1)	1 (6,7)	7 (19,4)	2 (10)	0,599
- тромбоконцентрат, n (%)	1 (5,3)	0 (0)	2 (5,6)	1 (5)	0,918
- криопреципитат, n (%)	0 (0)	0 (0)	2 (5,6)	1 (5)	>0,999
Время пребывания в реанимации, ч Me [Q1 – Q3]	41 [22,5 – 56]	43 [23,8 – 55,5]	45 [23,9 – 52,5]	36 [22 – 69]	0,878

Была обнаружена меньшая длительность ИВЛ среди пациентов из подгруппы бесшовного и шовного протеза и J-образной министернотомии по сравнению подгруппой шовного протеза и полной стернотомии ($p < 0,001$ и $p = 0,009$ соответственно). Среди пациентов, которым было выполнено бесшовное протезирование, выполнение оперативного вмешательства через J-образную министернотомию было ассоциировано с меньшей длительностью ИВЛ чем через полную стернотомию ($p = 0,017$). «Рисунок 40» [38].

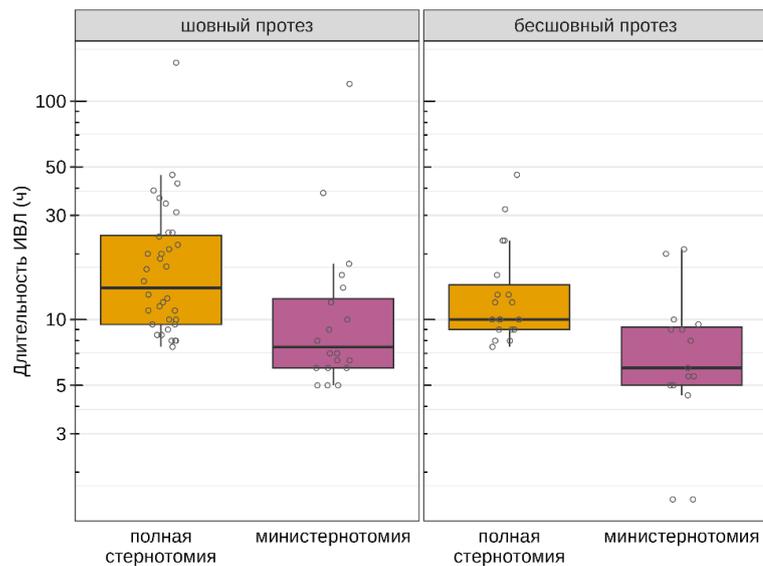


Рисунок 40 – Длительность искусственной вентиляции легких в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Объем кровопотери по дренажам в полости перикарда и переднего средостения был статистически значимо больше у пациентов, которым было выполнено шовное протезирование через полную стернотомию по сравнению с подгруппами шовного и бесшовного протеза через J-образную министернотомию ($p < 0,001$). Послеоперационный объем кровопотери также был статистически значимо больше у пациентов, которым была выполнено бесшовное протезирование через полную стернотомию по сравнению с пациентами из подгруппы шовного ($p = 0,002$) и бесшовного протеза ($p = 0,022$) через J-образную министернотомию «Рисунок 41» [38].

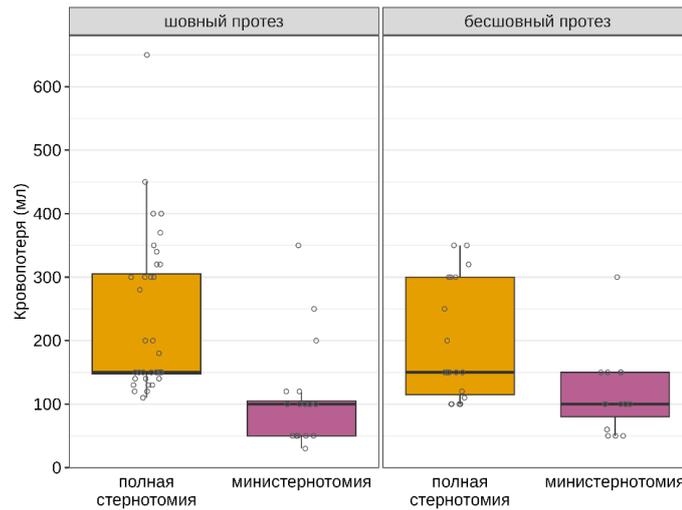


Рисунок 41 – Объем послеоперационной кровопотери в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Частота трансфузии компонентов крови была статистически значимо больше у подгруппы шовного протеза и полной стернотомии по сравнению с подгруппами шовного и бесшовного протеза через J-образную министернотомию ($p = 0,024$ и $p = 0,016$ соответственно). Послеоперационная частота трансфузии компонентов крови также была статистически значимо больше у пациентов, которым была выполнено бесшовное протезирование через полную стернотомию по сравнению с пациентами из подгруппы шовного ($p=0,011$) и бесшовного протеза ($p=0,007$) через J-образную министернотомию [38].

Частота проведения трансфузии эритроцитарной взвеси была статистически значимо выше при проведении шовного и бесшовного протезирования через полную стернотомию по сравнению с проведением бесшовного протезирования через J-образную министернотомии ($p = 0,016$ и $p = 0,007$ соответственно) и шовного протезирования через J-образную министернотомию ($p = 0,024$ и $p = 0,011$ соответственно) [38].

Осложнения раннего послеоперационного периода, койко-день и летальность.

Статистически значимой разницы в частоте развития осложнений в раннем послеоперационном периоде между подгруппами выявлено не было «Таблица 28».

Таблица 28 – Осложнения послеоперационного периода в подгруппах в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Впервые возникшая фибрилляция предсердий, n (%)	5 (26,3)	4 (26,7)	3 (8,3)	5 (26,3)	0,168
Рестернотомия (кровотечение), n (%)	0 (0)	0 (0)	2 (5,6)	1 (5,3)	0,884
Острая почечная недостаточность, n (%)	0 (0)	0 (0)	2 (5,6)	1 (5,3)	0,886
Острый инфаркт миокарда, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (5,3)	0,6
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	0 (0)	1 (6,7)	2 (5,6)	0 (0)	0,495
Потребность в репротезировании АК, n (%)	0 (0)	0 (0)	1 (2,9)	0 (0)	>0,999

Таблица 29 – Исходы оперативного вмешательства в подгруппах в зависимости от доступа и типа протеза

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 19	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 36	J-образная министернотомия n = 20	
Послеоперационный койко-день, сутки Me [Q1 – Q3]	8 [7 – 10,8]	8 [7 – 13,5]	9 [7 – 12]	8 [7 – 9,5]	0,878
30-ти дневная госпитальная летальность, n (%)	1 (5,3 %)	0 (0 %)	3 (8,3 %)	1 (5 %)	0,918

Потребность в репротезировании АК возникла только у 1-го пациента с транспротезной регургитацией 2 ст., которому был имплантирован шовный протез «Braile Biomedica» 23-го размера через полную срединную стернотомию ($p > 0,999$).

Летальный исход в течение 30-ти дней после операции среди пациентов, которым была проведена имплантация шовного протеза наблюдался в 3 (8,3 %) случаях при доступе через полную стернотомию и в 1 (2,9 %) случае среди пациентов, которым была проведена J-образная министернотомия, и в 1 (5,3 %) случае при имплантации бесшовного протеза через полную срединную стернотомию ($p = 0,645$) «Таблица 29» [38].

Статистически значимых различий в отношении времени до летального исхода в зависимости от доступа и типа протеза выявлено не было (отношение рисков (HR) 1,98 [95 % ДИ: 0,4, 9,8], $p = 0,694$) «Рисунок 42».

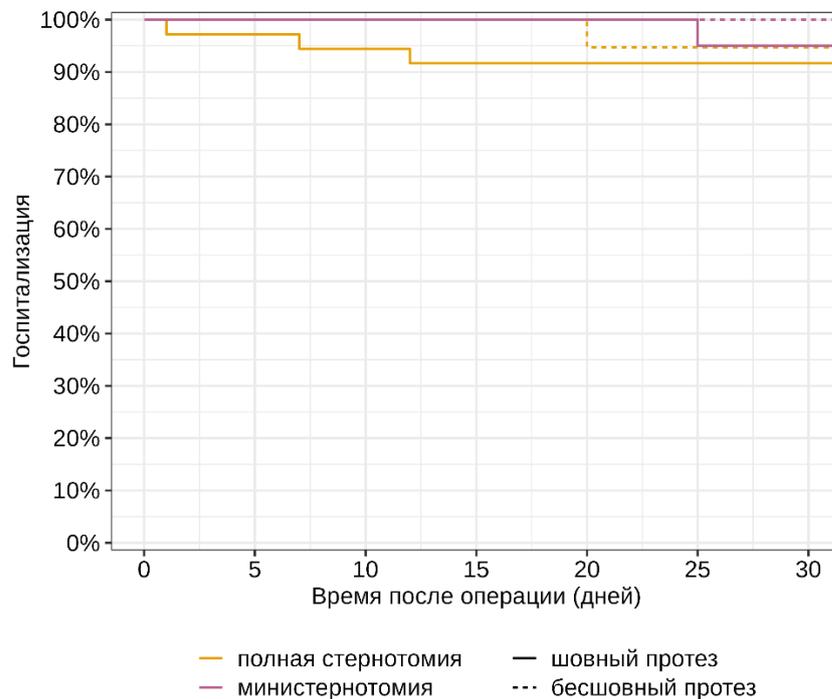


Рисунок 42 – Кривые Каплана-Мейера для выживаемости пациентов в зависимости от доступа и типа протеза

Сравнительный анализ данных эхокардиографии в раннем послеоперационном периоде.

В «Таблице 30» представлены результаты эхокардиографического исследования после оперативного вмешательства в подгруппах пациентов, выполненного непосредственно перед выпиской, в связи с чем в таблицу не вошли данные пациентов с летальным исходом.

Таблица 30 – Результаты эхокардиографического исследования в раннем послеоперационном периоде в зависимости от доступа и типа фиксации протеза

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 18	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 33	J-образная министернотомия n = 19	
Транспротезная регургитация: - отсутствует - 1 степени, n (%) - 2 степени, n (%)	15 (83,3) 3 (16,7) 0 (0)	14 (93,3) 1 (6,7) 0 (0)	18 (54,5) 14 (42,4) 1 (3%)	7 (36,8) 12 (63,2) 0 (0)	0,002
Парапротезная регургитация, n (%)	0 (0)	0 (0)	7 (21,2)	9 (47,4)	<0,001
ФВ ЛЖ, % M (SD)	56,1 (± 4,1)	60,5 (± 3,2)	56,1 (± 9,5)	57,4 (± 7,9)	0,255
Δ ФК ЛЖ, % M (SD)	1,7 (± 4,8)	2,3 (± 2)	0 (± 9)	-0,1 (± 11,1)	0,721
Сравнение ФВ ЛЖ в динамике (до и после операции) p =	0,132	<0,001	0,985	0,984	–
Максимальный градиент на протезе АК, мм рт. ст. Me [Q1 – Q3]	22 [18 – 24]	17 [14,5 – 22]	21 [16,4 – 28]	22,5 [18,8 – 29,8]	0,126
Δ максимального градиента, мм рт. ст. Me [Q1 – Q3]	-75 [-95 – -59]	-67 [-87 – -58]	-63 [-82 – -47,5]	-61,5 [-70,8 – -52,8]	0,189
Сравнение максимального градиента на протезе АК (до и после операции) p =	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	–
Конечно-диастолический объем ЛЖ, мл Me [Q1 – Q3]	84 [79 – 96]	78 [64,5 – 90]	90 [78 – 106,5]	80,5 [71,8 – 104,5]	0,282

Продолжение таблицы 30

Характеристика	Бесшовный протез		Шовный протез		p
	Полная стернотомия n = 18	J-образная министернотомия n = 15	Полная стернотомия n = 33	J-образная министернотомия n = 19	
Δ конечно-диастолического объема ЛЖ, мл Ме [Q1 – Q3]	-10 [-22 – -3]	-14 [-27 – -1]	-18 [-33 – -2]	-11 [-17,3 – 0]	0,408
Сравнение конечно-диастолического объема ЛЖ (до и после операции) p =	0,007	0,008	<0,001	0,029	–
Конечно-систолический объем ЛЖ, мл Ме [Q1 – Q3]	37 [32 – 41]	28 [23,5 – 40,5]	35 [29 – 46,5]	34 [29 – 44,8]	0,135
Δ конечно-систолического объема ЛЖ, мл Ме [Q1 – Q3]	2 [-4,5 – 3,5]	-1 [-6,5 – 6]	-7 [-19 – 1]	-0,5 [-4 – 8,3]	0,031
Сравнение конечно-систолического объема ЛЖ (до и после операции) p =	0,888	0,826	0,004	0,936	–

Парапротезная регургитация отмечалась статистически значимо чаще среди пациентов, которым выполнялась шовное протезирование через J-образную министернотомия по сравнению с бесшовным протезированием через J-образной министернотомией ($p = 0,017$) и через полную срединную стернотомию ($p = 0,006$). Статистически значимой связи фракции выброса ЛЖ и ее изменения после оперативного вмешательства с типом доступа и фиксации протеза выявлено не было ($p = 0,255$ и $p = 0,721$ соответственно). Схожие результаты наблюдались и в отношении максимального градиента на протезе АК ($p = 0,09$ и $p = 0,083$ соответственно) и конечно-диастолического объема ЛЖ ($p = 0,282$ $p = 0,408$ соответственно). Статистически значимое снижение конечно-систолического объема ЛЖ было отмечено только среди пациентов подгруппы шовного протеза и полной серединой стернотомии ($p = 0,004$). При этом, изменение данного показателя в этой группе было существенно более выраженным по сравнению с пациентами подгруппы шовного протеза и J-образной министернотомии ($p = 0,083$).

4.4 Клинические наблюдения

Клиническое наблюдение № 1.

Пациентка Г., 71 г. в 2018 г. поступила в кардиохирургическое отделение НИИ СП им. Н.В. Склифосовского с жалобами на одышку при минимальной физической нагрузке. Со слов пациента в течение длительного времени отмечает повышение артериального давления максимально до 200/100 мм рт.ст.. В 2009 г. перенесла острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу, с полным регрессом неврологического дефицита. В анамнезе сахарный диабет 2 типа, инсулиннезависимый. В мае 2017 г. острый инфаркт миокарда, выполнена коронарография с последующим стентированием инфарктассоциированной артерии. По данным амбулаторного ЭхоКГ выявлен АС.

При поступлении общее состояние удовлетворительное. Аускультативно в проекции АК выслушивается систолический шум с проведением на сосуды шеи. Площадь поверхности тела 1,92 м², ИМТ 26,4 (рост 174 см, вес 80 кг).

В плане предоперационной подготовки выполнены инструментально-лабораторные исследования. По данным электрокардиографии ритм синусовый с частотой сердечных сокращений 68 уд/мин. Рентгенография органов грудной клетки: грубой патологии не выявлено. По данным ЭхоКГ: диаметр корня аорты 2,8 см, восходящий отдел аорты 3,4 см. АК – двухстворчатый, за счет рудиментарной комиссуры, створки уплотнены, включения кальция в тело створок, максимальный градиент на АК 65 мм рт. ст., средний градиент 41 мм рт. ст., амплитуда раскрытия АК 5 мм, регургитация 1 ст., ФК АК 23 мм. Левое предсердие 35 мм и 58 мл, правое предсердие 40 мл. Конечно-диастолический объем ЛЖ 93 мл, конечно-систолический объем ЛЖ 37 мл, ФВ ЛЖ 60%. Толщина межжелудочковой перегородки 1,2 см, толщина задней стенки ЛЖ 1,1 см., локальная сократимость: не нарушена. Митральный и трикуспидальный клапан: створки без особенностей, регургитация 1 степени. Систолическое давление легочной артерии 32 мм рт. ст. По данным коронарографии гемодинамически значимых стенозов не выявлено.

На основании данных обследования произведен расчет хирургического риска по шкале EuroScore II - 1,98 % и по шкале STS - 2,11 %. Учитывая показания и информирование согласие пациента в плановом порядке выполнено протезирование АК биологическим протезом шовной фиксации.

Интраоперационно: Операция выполнена через срединную стернотомия. Канюлированы восходящая аорта и нижняя полая вена двухуровневой канюлей через ушко правого предсердия. ИК в режиме нормотермии с антеградной защитой миокарда кардиopleгическим раствором на основе крови. После пережатия аорты выполнена поперечная аортотомия. Визуализирован трехстворчатый АК, отверстие клапана щелевидной формы, створки дегенеративно изменены, спаяны по комиссурам, ограничены в подвижности, значительно кальцинированы по фиброзному кольцу (кальциноз 3 степени). После иссечения створок АК выполнена декальцинация ФК АК. Полость ЛЖ промыта 400 мл холодного физиологического

раствора. Со стороны ЛЖ 15-ю П-образными швами на прокладках прошито ФК АК с последующим прошиванием манжеты протеза и завязывания швов имплантирован биологический протез «Braille Biomedica» – 25. После ревизии имплантированного протеза наложен двухрядный шов аорты. После снятия зажима с аорты и одного разряда дефибриллятора восстановилась сердечная деятельность – узловой ритм с ЧЖС 30 в минуту. К миокарду правого желудочка и диафрагме подшиты эпикардальные электроды и с целью оптимизации гемодинамики навязан ритм электрокардиостимулятора с частотой желудочковых сокращение 80 в минуту. После окончания ИК и деканюляции, выполнено дренирование полости перикарда и переднее средостение. Послойно ушита операционная рана (грудина сведена 8-ю одиночными проволочными швами). Кровопотеря интраоперационная составила 800 мл, с возмещением проводилась трансфузия 520 мл эритроцитарной взвеси и 600 мл свежезамороженной плазмы. Длительность операции 245 минут, время ИК - 96 мин, время пережатия аорты - 70 мин.

Пациентка на ИВЛ и медикаментозной седации в стабильном состоянии переведена в отделение кардиохирургической реанимации, гемодинамика поддерживалась умеренной инотропной и вазопрессорной поддержки (добутамин 4,0 мкг/кг/мин, норадреналин 30 нг/кг/мин) начатой интраоперационно. Продолжительность ИВЛ составила 10 часов, кровопотеря по дренажам - 350 мл, трансфузия эритроцитарной взвеси - 320 мл, длительность нахождения в реанимации - 46 ч.

В раннем послеоперационном периоде отмечен эпизод пароксизма фибрилляции предсердий, купированный медикаментозно. На 7 сутки выполнено контрольное ЭхоКГ: конечно-диастолический объем ЛЖ - 80 мл, конечно-систолический объем ЛЖ - 34 мл, ФВ ЛЖ - 55-58 %. Максимальным градиент на протезе АК – 20,0 мм рт. ст., регургитация - 1 ст. Послеоперационная рана зажила первичным натяжением. В стабильном состоянии выписана на 9 сутки после оперативного вмешательства.

Клиническое наблюдение № 2.

Пациентка П. 74 г. в 2021 г. госпитализирована в кардиохирургическое отделение НИИ СП им. Н.В. Склифосовского. При поступлении жалобы на одышку и болевые ощущения в области грудной клетки при умеренной физической нагрузке, и эпизоды головокружения. Со слов пациента в течение длительного времени - артериальная гипертензия с максимальным артериальным давлением 190/100 мм рт. ст. Ухудшение состояния в течение последнего года в виде вышеперечисленных жалоб. По данным амбулаторного ЭхоКГ выявлен сочетанный порок АК с преобладанием стеноза. Из анамнеза пациента известно о наличии узлового зоба, доброкачественное новообразование в левой молочной железе с мастэктомия левой молочной железы (лучевая терапия), хроническая обструктивная болезнь легких и сахарный диабет 2 типа, инсулиннезависимый. Ожирение 2 степени (рост 163 см, вес 95 кг, индекс массы тела 35,8, площадь поверхности тела 2,01 м²).

В плане предоперационной подготовки выполнено обследование пациента. ЭКГ: ритм синусовый, правильный с ЧСС 68 в минуту. ЭхоКГ: корень аорты 3,8 см, восходящий отдел аорты 3,8 см. Левое предсердие 4,0 см, 80 мл. Конечнодиастолический объем ЛЖ 92 мл, конечно-систолический объем ЛЖ 30 мл, ФВ ЛЖ 66%. Толщина межжелудочковой перегородки 1,6 см, толщина задней стенки ЛЖ 1,4 см. Правое предсердие 45 мл, правый желудочек 2,5 см. Аортальный клапан: трехстворчатый, створки уплотнены, деформированы, кальцинированы, максимальный градиент на АК – 97 мм рт. ст., средний 56 мм рт. ст., амплитуда раскрытия 4 мм, ФК 20 мм, регургитация 1 ст. Митральный и трикуспидальный клапан: без особенностей, регургитация до 1 ст. Систолическое давление легочной артерии 27 мм рт. ст. По данным коронарографии без гемодинамически значимых стенозов; По данным ультразвукового исследования брахицефальных артерий в левой внутренней сонной артерии стеноз до 55 %.

На основании данных обследования выполнен расчет риска оперативного вмешательства по шкале EuroScore II 4,73 % и по шкале STS 4,91 %. Учитывая средний риск, показания и информационное согласие пациента принято решение о

выполнение ПАК с использованием щадящих методов – имплантация протеза «Perceval S» в условиях ИК через J-образную министрнотомию.

Интраоперационно: Выполнена J-образная министрнотомия с выходом в 4-ое межреберье справа. Канюлированы восходящий отдел аорты и правое предсердие через ушко плоской двухуровневой канюлей. Начато нормотермическое ИК с антеградной защитой миокарда путём однократного введения холодного кардиopleгического раствора на основе крови в корень аорты. Дренирование сердца осуществляли через правую верхнюю лёгочную вену. Пережатие аорты выполнено стандартным зажимом с последующей поперечной аортотомией выше гребня аорты. Визуализировано отверстие АК щелевидной формы. Створки АК дегенеративно изменены, значительно ограничены в подвижности, наибольшая зона кальцинации была в области ФК АК (кальциноз 3 степени). После иссечения створок АК, выполнена декальцинация ФК (удалены конгломераты кальция, выступающие за ФК АК). Полость ЛЖ промыта 400 мл холодного физиологического раствора. С помощью специальных измерителей произведен подбор оптимального размера протеза «Perceval S» и сборка протеза на доставляющем устройстве. На надкрышки фиброзного кольца наложены три направляющих шва, с последующим продеванием в петли протеза. С помощью направляющих швов на «салазках» протез «Perceval S» - М низведен в устье аорты и позиционирован на уровне фиброзного кольца. Удалено доставляющее устройство и направляющие швы, биопротез раскрылся симметрично. При помощи баллона выполнена постдилатация протеза. Выполнена ревизия протеза и устья коронарных артерий с последующим наложением двухрядного шва аорты. После снятия зажима с аорты и одного разряда дефибрилятора восстановилась сердечная деятельность – синусовый ритм с ЧСС 65 в минуту. Окончено ИК с деканюляцией аорты и правого предсердия. Гемодинамика оставалась стабильной на фоне умеренной инотропной поддержки (допамин 4 мкг/кг/мин, норадреналин 30 нг/кг/мин). Послойно зашиты операционные раны (грудина сведена 4-мя одиночными проволочными швами). Длительность ИК - 50 минут, длительность пережатия аорты 24 минуты, длительность операции 155 минут, кровопотеря

интраоперационная 400 мл, трансфузия компонентов крови не проводилась. По данным интраоперационного чреспищеводного ЭхоКГ протез в аортальной позиции, парапротезная регургитация в полость ЛЖ отсутствует, пиковый градиент на ПАК – не более 10 мм рт. ст.

Пациентка на ИВЛ и медикаментозной седации в стабильном состоянии переведена в отделение реанимации. Продолжительность ИВЛ составила 8 часов, кровопотеря по дренажам 50 мл, длительность нахождения в отделении реанимации 21 час. В раннем послеоперационном периоде по данным ЭКГ - синусовый ритм с ЧСС 57 уд/мин. ЭхоКГ конечно-диастолический объем ЛЖ - 50 мл, конечно-систолический объем ЛЖ 21 мл, ФВ ЛЖ - 62%. Пиковый градиент на протезе АК – 15,0 мм рт. ст, транспротезная регургитация - 0 ст.

Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, послеоперационная рана зажила первичным натяжением. В удовлетворительном состоянии пациентка выписана на 7 сутки после оперативного вмешательства.

ГЛАВА 5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

АС на сегодняшний день является наиболее распространенным первичным заболеванием клапанов сердца, требующая хирургической коррекции [45]. Отсутствие лечения при стенозе АК вызывает левожелудочковую недостаточность и смерть, причем до 40 % пациентов умирают в течение 1 года после появления симптомов [137]. Медикаментозная терапия не позволяет значительно улучшить состояние пациентов и поэтому хирургическое вмешательство на АК является единственным вариантом лечения, который изменяет прогноз [23]. С увеличением продолжительности жизни населения увеличивается и количество пожилых пациентов с сопутствующей патологией, у которых развивается дегенеративный стеноз АК, требующий хирургической коррекции [50].

Увеличение общей продолжительности жизни населения, преобладание дегенеративного аортального порока в структуре кардиохирургической патологии у пациентов старшего возраста, наличие у подобной категории пациентов тяжелой сопутствующей патологии приводит к поиску методик, отвечающих наибольшему профилю эффективности и безопасности для успешного лечения [211].

На сегодняшний день к периоперационным предикторам результата, открытого ПАК относят продолжительность ИК, время пережатия аорты, продолжительность операции, объем периоперационной кровопотери и трансфузии компонентов крови, продолжительность ИВЛ [38, 80, 86, 93, 126, 159, 239]. Отечественные коллеги провели исследование для выявления предикторов смертности при ПАК у пациентов с АС. Основные предикторами выделили наличие у пациента сахарного диабета, ожирения, уровень гемоглобина ниже 120 г/л и гематокрита ниже 39 %. Также длительность ИК и пережатия аорты влияли на развитие осложнений и летальность. По мнению авторов минимизация вышеуказанных предикторов и использование концепции мультидисциплинарного командного обсуждения пациента снизит риски неблагоприятного исхода [194]. С этих позиций ТИАК могла бы стать альтернативой открытому ПАК, так как полностью исключает сам факт ИК и пережатия аорты, а при ушивании

артериального доступа системой типа ProGlide и влияние ИВЛ. Однако, сама по себе процедура не лишена недостатков, среди которых наиболее опасными являются смещение кальциевых масс с перекрытием устьев коронарных артерий, эмболический синдром, разрыв фиброзного кольца АК аортального клапана, расслоение аорты, стойкие нарушения сердечного ритма требующие имплантации ЭКС. Результаты методики по определению не могут быть аналогичны «открытой» хирургической коррекции порока ввиду сохранения собственного изменённого клапана и неполного контакта протеза с ФК с развитием парапротезной регургитации. Сама методика не может быть выполнима у 100 % пациентов из-за индивидуальных анатомических особенностей корня аорты и состояния периферических сосудов, через которые осуществляется доставка протеза, а также высокая стоимость самого вмешательства, не позволяет использовать ТИАК рутинно.

Учитывая вышеизложенное, были пересмотрены показания к выбору метода ПАК и согласно рекомендациям ESC / EACTS от 2021 г. только у пациентов с высоким риском или старше 75-ти лет методом выбора оперативного вмешательства является ТИАК. А в отношении пожилых пациентов среднего риска выбор метода вмешательства решается индивидуально и при выборе открытого хирургического ПАК, требует использования «щадящих» подходов [42]. Одним из данных подходов является применение мини-доступов при ПАК, а именно верхней J-образной министернотомии.

С момента первого описания в 1997 г. L.H. Sohn и соавт. двух мини-доступов, одним из которых являлась J-образная министернотомия, по сегодняшний день накоплен огромный мировой опыт использования данного доступа при ПАК [38, 78]. Множество проведённых исследований выявили преимущество J-образной министернотомии перед полной срединной стернотомией во многих аспектах [38, 46, 207].

T.A. Rayner и соавт. провели метаанализ 12 исследований, куда были включены 1101 пациентов, кому оперативное вмешательство было выполнено через J-образную министернотомию и 1405 пациентов с полной срединной

стернотомий. Авторы не выявили различий в послеоперационной летальности, однако количество рестернотомии по поводу кровотечения в группе министернотомии было статистически значимо ниже, чем в группе полной срединной стернотомии. Частота трансфузий доз компонентов крови, количество случаев возникновения послеоперационной почечной недостаточности, время пребывания в отделении реанимации и послеоперационный койко-день были значительно меньше для пациентов с J-образной министернотомией [38, 174].

В нашем исследовании также были отображены преимущества J-образной министернотомии перед классической полной срединной стернотомией у пациентов старше 65-ти лет. Интраоперационно объем кровопотери ($p < 0,001$), частота трансфузии компонентов крови ($p < 0,001$) в том числе частота и объем трансфузии эритроцитарной взвеси ($p = 0,016$ и $p = 0,005$ соответственно) и свежезамороженной плазмы ($p < 0,001$ и $p = 0,003$ соответственно) были статистически значимо меньше в группе пациентов с J-образной министернотомией. В раннем послеоперационном периоде длительность ИВЛ ($p < 0,001$), объем кровопотери ($p < 0,001$) и частота трансфузии компонентов крови ($p < 0,001$), в том числе эритроцитарной взвеси ($p = 0,018$) были статистически значимо меньше в группе пациентов с J-образной министернотомией при сопоставимых значениях послеоперационных осложнений, частоты выполнения репротезирований и госпитальной летальности. Отсутствие разницы во времени прибывания в отделении реанимации и послеоперационном койко-дне между группами в нашем исследовании связано с тем, что в начале внедрения методики пациенты после J-образной министернотомии проходили лечение по принятому общему регламенту минимального времени пребывания в реанимации и минимального послеоперационного койко-дня. На сегодняшний день, благодаря накопленному опыту и преимуществу J-образной министернотомии в виде ранней активизации, пациенты после оперативного вмешательства при плановом течении переводятся из отделения реанимации в госпитальное отделение на следующий день, а послеоперационный койко-день в среднем составляет 6 суток [38].

Выбор локализации доступа для J-образной министернотомии при изолированном ПАК по мнению разных хирургов различается между 3-м и 4-м межреберьем, и оптимальный доступ не определен, вследствие чего чаще всего выбор межреберья определяется предпочтением хирурга [39, 91]. На данный момент в зарубежных или отечественных источниках отсутствуют данные о сравнении результатов ПАК через J-образную министернотомию в различных межреберьях [39].

В рамках нашего исследования был проведен вторичный анализ результатов ПАК через J-образную министернотомию в 3-м и 4-м межреберье, который был опубликован ранее [39]. По результатам нашего исследования министернотомия в 4-м межреберье было статистически значимо ассоциирована с меньшей длительностью проведения ИВЛ у пациентов по сравнению с доступом в 3-м межреберье ($p = 0,007$). Различий в продолжительности ИК, времени пережатия аорты, продолжительности операции, объёме периоперационной кровопотери, длительности пребывания в реанимации, частоте развития осложнений, летальности и послеоперационного койко-дня между доступами в 3-м и 4-м межреберье при J-образной министернотомии выявлено не было ($p > 0,05$). Отмечена тенденция к большей частоте интраоперационной потребности в трансфузии эритроцитарной взвеси при локализации доступа в 4-м межреберье ($p = 0,51$), что скорее всего связано со статистически значимым низким уровнем гемоглобина перед оперативным вмешательством у данной группы пациентов $133,3 \pm 13,8$ и $119,9 \pm 9,3$ соответственно, $p = 0,004$ [38, 39].

Несмотря на отсутствие исследований, где сравнивались бы результаты ПАК через J-образную министернотомию в 3-м и 4-м межреберье на сегодняшний день накоплен большой опыт отдельного применения данных локализаций доступа J-образной министернотомии [105, 114]. Так М. Вагг и соавт. при ПАК через J-образную министернотомию в 3-м межреберье у 45-ти пациентов получили следующие результаты: время пережатия аорты $76,24 \pm 8,65$ мин, время ИК $100,51 \pm 12,33$ мин, продолжительность операции $203,16 \pm 25,62$ мин. Двум пациентам выполнена конверсия в полную срединную стернотомию (в одном случае из-за

плохой визуализации, во втором случае из-за кровотечения). Объем послеоперационной кровопотери составил $349,31 \pm 74,83$ мл, трансфузия одной дозы эритроцитарной взвеси выполнена в 1 (2,2 %) случае, а двух доз в 7 (15,6 %) случаях. Время пребывания в отделении реанимации $3,07 \pm 0,45$ дня и общее пребывание в стационаре – $7,09 \pm 0,4$ койко-дня. Летальных исходов не было [39, 59].

A.R. Liu и соавт. для выполнения J-образной министрнотомии у 198 пациентов использовали 4-е межреберье и получили следующие результаты: время пережатия аорты $72,8 \pm 29,4$ мин, время ИК $89,8 \pm 42$ мин, продолжительность операции $212,6 \pm 103,0$ мин. Объем послеоперационной кровопотери составил $142,6 \pm 79,8$ мл (периоперационная кровопотеря $459,3 \pm 306,3$ мл) трансфузия 400 мл эритроцитарной взвеси выполнена в 11 (5,6 %) случаях. Время пребывания в отделении реанимации 48 (24 – 72) часа и общее пребывание в стационаре – $7,6 \pm 2,7$ койко-дня. Летальных исходов не было [39, 129].

Размер кожного разреза при J-образной министрнотомии, согласно ряду авторов, разниться от 5 см до 10 см [39, 105, 108]. И вопрос о выборе межреберья при J-образной министрнотомии, от которого напрямую зависит и размер кожного разреза, до сих пор остается актуальным, учитывая, что одним из преимуществ данного доступа для пациента является косметический эффект. Философский вопрос, который встает перед хирургом при выполнении миниинвазивного доступа это выбор между снижением удобства и ограничении экспозиции операционного поля за счет меньшего размера доступа или улучшение экспозиции рабочего поля и комфорта за счет увеличения размера мини-доступа [12, 39, 46]. При этом, данный выбор не должен влиять на безопасность и результат оперативного вмешательства. Многие авторы в своих исследованиях описывают частое использование периферической канюляции для улучшения экспозиции при J-образной министрнотомии в 3-м межреберье, в нашем исследовании также у 4-х пациентов использовалась периферическая канюляция (бедренно-бедренная схема) при доступе через 3-е межреберье. В связи с чем не стоит забывать про возможные осложнения, связанные с выполнением доступа в паховой области,

такие как инфекция, гематома и лимфоцеле, которые более часто возникают у пациентов с ожирением [39, 193]. Использование J-образной министернотомии в 4-м межреберье снижает влияние кривой обучаемости на результат операции, а экспозиция при данном доступе позволяет выполнить весь спектр вмешательств на сердце, а также разрешить возможные осложнения [39, 46, 48].

Исходя из этого, на наш взгляд выбор в пользу 3-го межреберья может быть сделан в случае возможности выполнения безопасного оперативного вмешательства через кожный разрез в 5 – 6 см и быть в приоритете у более молодых пациентов. А у пожилых пациентов при выполнении верхней J-образной министернотомии исходя из результатов нашего исследования и коллег предпочтительнее локализация доступа в 4-м межреберье для снижения рисков развития осложнений за счет лучшей экспозиции и маневренности, и для достижения максимального преимущества мини-доступа [39].

Явными преимуществами J-образной министернотомии перед полной серединой стернотомией является статистически значимое уменьшение объема периперационной кровопотери, частоты трансфузии компонентов крови и продолжительности ИВЛ, которые являются предикторами результата ПАК. Так периперационная трансфузия эритроцитарной взвеси ассоциируется с повышением 30-ти дневной летальности [173]. М. Tang и соавт. провели исследование влияния периперационной трансфузии эритроцитарной взвеси на отдаленную выживаемость. В исследование были включены 32 581 пациента из 4-х центров Дании в период с 2000 по 2019 гг. после оперативного вмешательства на сердце. Так трансфузия даже 1-й – 2-х доз эритроцитарной взвеси статистически значимо снижает отдаленную выживаемость [203]. Большую ценность представляет работа М.У. MMed и соавт., где представлено изучение влияния трансфузии эритроцитарной взвеси, свежезамороженной плазмы и тромбоконцентрата как в отдельности, так и в комбинации на результат кардиохирургических вмешательств у 8238 пациентов. Переливание эритроцитов и/или свежезамороженной плазмы и/или тромбоцитов было связано с развитием инфекционного процесса, который включал сепсис, пневмонию, нагноение

стернотомной раны. А также трансфузия приводила к увеличению летальности в связи с дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточностью, и синдромом полиорганной недостаточности. Так трансфузия одной дозы эритроцитарной взвеси связано с 5,83-кратным увеличением риска смерти и увеличением риска развития инфекционного процесса в 2,31 раза. Трансфузия одной дозы свежезамороженной плазмы была связана с 3,5-кратным увеличением риска смертности и 1,57-кратным увеличением риска инфекций. Что касается трансфузии одной дозы тромбоконцентрата, то это было связано с 2,78-кратным увеличением риска смерти, но не с увеличением риска инфекции, что вероятнее всего связано со способностью тромбоцитов усиливать иммунную защиту против бактериальной и вирусной инфекции. При этом переливание 2-х доз тромбоконцентрата увеличивала риски развития инфекционного процесса, что требует дальнейшего изучения [139].

А. Sankar и соавт., выявили связь пролонгированного ИВЛ (> 24 часа) с развитием осложнений и летальности в послеоперационном периоде у 4084 кардиохирургических пациентов среднего и высокого риска. Наиболее частыми осложнениями на фоне длительного ИВЛ были острая почечная недостаточность, делирий, развитие инфекционного процесса и инфаркт миокарда. Пролонгированное ИВЛ ассоциировалось с увеличением 30-ти дневной летальности. Вероятность выживания через 6 месяцев после оперативного вмешательства составила 81 % для группы пролонгированного ИВЛ по сравнению с 97 % для группы без длительного ИВЛ [187]. Учитывая, что данные показатели являются факторами, влияющими на результат оперативного вмешательства, снижение влияния данных факторов играет ключевую роль при ПАК у пожилых пациентов среднего и высокого риска для достижения лучшего результата и делает J-образную министернотомию в 4-м межреберье альтернативой полной стернотомии у данной группы пациентов.

Несмотря на превосходные результаты и преимущества J-образной министернотомии, по данным ряда авторов и нашего исследования, при данном доступе отмечается увеличение времени операции в сравнении с оперативным

вмешательством через полную срединную стернотомию ($p = 0,046$) [38, 189]. Увеличение общей продолжительности операции складывается из более длительного времени пережатия аорты и ИК ($p = 0,008$ и $p < 0,001$ соответственно) за счет определенного снижения визуализации и неудобства при декальцинации и прошивания ФК, и завязывания узлов для фиксации протеза [38, 97]. Увеличение данных временных показателей вызывает некоторые опасения относительно развития осложнений у пациентов со средним и высоким уровнем риска, так как данные показатели являются факторами риска развития неблагоприятных исходов [38, 53, 173].

Так увеличение времени пережатия аорты более 60-ти минут является независимым фактором риска развития низкого сердечного выброса, длительной вентиляции легких, почечных осложнений, увеличения частоты трансфузии компонентов крови, летального исхода и длительного пребывания в стационаре. При этом увеличение длительности пережатия аорты после 60 мин на 1 мин ассоциируется с увеличением летальности на 2 % [53, 113, 173]. Так поздняя выживаемость в течение 25-ти лет связана именно с длительностью пережатия аорты $\geq 63,0$ мин, а не продолжительностью ИК [202].

Ю.В. Белов и соавт. выявили зависимость послеоперационных осложнений от продолжительности ИК. Так уже после 90 мин ИК, увеличивался объем кровопотери, требующей в последующем трансфузии эритроцитарной взвеси и свежзамороженной плазмы. Длительность ИК способствовало развитию острой почечной и дыхательной недостаточности. Частота потребности в кардиотонической поддержке и энцефалопатии также увеличивалось в зависимости от длительности ИК. Время ИК приближенное к 120 мин ассоциировалось с возрастанием летальности в 4 раза, а при превышении времени ИК 180 мин в 6 раз [4].

У пациентов, у которых в послеоперационном периоде развилась бактериальная инфекция (чаще семейство *Enterobacteriaceae*) было более длительное ИК, что влияло на показатели ранней и поздней выживаемости [218]. Развитие бактериальной инфекции ассоциировалось со статистически значимым

увеличением летальности, частоты неврологических осложнений, острой почечной недостаточности, проведения сеанса заместительной почечной терапии. А в свою очередь бактериальная инфекции чаще развивалась при времени пережатия аорты >120 мин, время ИК >120 мин, и общей продолжительность операции >300 мин [141].

С целью снижения длительности пережатия аорты и ИК, сегодня разными медицинскими корпорациями предложены всевозможные усовершенствования протезов АК, ускоряющие их имплантацию, в частности бесшовный протез для быстрой имплантации «Perceval S».

В 2020 г. Т. Fischlein и соавт. опубликовали данные первого многоцентрового исследования сравнения результатов, изолированного ПАК клапанами шовной фиксации и бесшовным протезом «Perceval S» PERSIST-AVR (Perceval Sutureless Implant Versus Standard-Aortic Valve Replacement). Всего в исследование вошли 910 пациентов из 12-ти центров за период с 2016 по 2018 гг., 457 пациентов у которых было использованы протезы шовной фиксации и 453 пациента с имплантацией бесшовного протеза «Perceval S». По результатам исследования, бесшовный протез чаще использовался при мини-доступах (50,4 % и 47,3 % соответственно) и характеризовался меньшим временем пережатия аорты ($48,5 \pm 24,7$ мин и $65,2 \pm 23,6$ мин, соответственно, $p < 0,001$) и ИК ($71,0 \pm 34,1$ мин и $87,8 \pm 33,9$ мин, соответственно, $p < 0,001$) в сравнении с протезами шовной фиксации. Частота возникновения церебральных и сердечно-сосудистых осложнений, летальность и гемодинамические показатели клапанов шовной фиксации и бесшовного протеза «Perceval S» в послеоперационном периоде и через 1 год наблюдения были сопоставимы. При этом частота имплантаций кардиостимуляторов была выше при использовании бесшовного протеза (11,1 % против 3,6 % через 1 год) [95].

В нашем исследовании мы также провели сравнительный анализ результатов использования шовных и бесшовного протеза «Perceval S». Использование бесшовного протеза характеризовалось меньшим временем пережатия аорты (42 [35,5 – 51,5] мин и 53 [46 – 68] мин соответственно, $p < 0,001$), искусственного кровообращения (65,5 [55 – 75] мин и 76,5 [67,8 – 96,3] мин соответственно, $p <$

0,001) и продолжительностью операции (65,5 [55 – 75] мин и 76,5 [67,8 – 96,3] мин соответственно, $p < 0,001$) в сравнении с имплантацией шовных протезов.

Частота впервые возникшей фибрилляции предсердий была выше при имплантации шовных протезов в сравнении с бесшовным протезом ($p = 0,023$). При этом частота возникновения блокады левой ножки пучка Гиса статистически значимо не различалось между группами ($p = 0,185$), потребности в имплантации ЭКС во всех группах пациентов не было. Что вероятнее всего связано с тем, что мы производили тщательную декальцинацию ФК у всех пациентов, правильный подбор оптимального размера протеза, время раздувания баллона при имплантации бесшовного протеза составляло 40 сек, при меньшем давлении, согласно пересмотренным рекомендациям производителя протеза и опыту коллег [26]. Также согласно исследованиям отечественных коллег из ЦВКГ им. П.В. Мандрыки, имеющих наибольший опыт имплантации бесшовного протеза «Perceval S» в нашей стране, соблюдение всех рекомендаций при имплантации протеза «Perceval S» не приводит к увеличению имплантаций ЭКС в сравнении с протезами шовной фиксации [9, 10].

Имплантация бесшовного протеза «Perceval S» в нашем исследовании характеризовалась отсутствием парапротезной регургитации и меньшей частотой транспротезной регургитации ($p < 0,001$) по данным послеоперационного ЭхоКГ. При этом при имплантации шовных протезов в 17 (30,4 %) случаях отмечалась парапротезная регургитация до 1 ст. Парапротезная регургитация может приводить к гемолизу, нарастанию сердечной недостаточности, а при нарастании степени регургитации приводит к реоперации [48, 183]. При этом наличие любой степени парапротезной регургитации независимо связано с увеличением ранней и поздней летальности [54]. Степень тяжести парапротезной регургитации пропорциональна риску развития летальности от всех причин после ПАК [170].

Учитывая результаты исследований ряда клиник, в которых сообщалось о том, что после имплантации бесшовного протеза «Perceval S» пациенты имели склонность к понижению уровню тромбоцитов крови [145, 186], мы также провели

сравнительный анализ уровня тромбоцитов в до и послеоперационном периодах. Уровень тромбоцитов в послеоперационном периоде при использовании шовного и бесшовного протеза статистически значимо не отличалось ($p = 0,761$) и при этом уровень тромбоцитов оставался в пределах нормы ($155,5 (132,8-203,5) \times 10^9/\text{л}$). Учитывая, что за основу бесшовного протеза «Perceval S» взят бескаркасный протез «Freedom Solo», который известен снижением уровня тромбоцитов в послеоперационном периоде [137, 222] вероятнее всего данный факт при имплантации «Perceval S» связан с особенностями турбулентного потока через створки протеза «Freedom Solo» и нитиноловым анкерным каркасом, а также активацией агрегации тромбоцитов как в случае с протезами для ТИАК [51, 279]. При этом стоит отметить, что снижение уровня тромбоцитов в нашем исследовании и зарубежных коллег не был ассоциирован с увеличением частоты кровотечений, трансфузий тромбоконцентрата и летальности [243, 222].

I. Panagiotopoulos и соавт. провели сравнительный анализ ПАК шовными протезами и бесшовным протезом «Perceval S». Время пережатия аорты и ИК, частота трансфузии компонентов крови и время пребывания в отделении реанимации было значимо меньше при использовании бесшовного протеза «Perceval S». Послеоперационный койко-день и частота имплантации кардиостимулятора не различались между группами. Они также пришли к выводу, что вышеуказанные преимущества протеза «Perceval S» позволяют снизить внутригоспитальные расходы в сравнении с шовными протезами [39, 158].

Исследователи, изучающие эффективность имплантации бесшовного протеза «Perceval S» при тяжелом стенозе АК у пациентов с высоким и очень высоким хирургическим риском, сообщают об улучшении результатов хирургического вмешательства и благоприятных профилях безопасности при сопоставимых показателях смертности при использовании классических биологических протезов [189, 196]. Наиболее важными в этом направлении являются результаты регистра SURD-IR (Sutureless and Rapid-Deployment Aortic Valve Replacement International Registry) с анализом более 4500 пациентов, которые также продемонстрировали сокращение времени пережатия аорты и времени ИК,

что фактически было связано с улучшением гемодинамического статуса пациентов по сравнению с классическими шовными биопротезами [67].

Главное преимущество бесшовного протеза в сравнении с протезами шовной фиксации, является снижение времени пережатия аорты и ИК, которые являются факторами риска развития неблагоприятных исходов. Учитывая данный факт, мы имплантировали бесшовный протез «Perceval S» 19-ти пациентам группы среднего риска через полную стернотомию [38]. С момента освоения в нашем отделении методики миниинвазивного доступа при изолированном ПАК, в группе пациентов среднего риска при имплантации бесшовного протеза, при отсутствии противопоказаний доступ осуществляется через верхнюю J-образную министрнотомию, для снижения объема периперационной кровопотери и трансфузии компонентов крови и быстрой активизации пациента. ПАК бесшовным протезом «Perceval S» через J-образную министрнотомию было выполнено у 15-ти пациентов среднего риска.

Для сравнения эффективности комбинации данных «щадящих» методов, мы выполнили попарное сравнение между пациентами низкого риска, которым выполнена имплантация шовного протеза через полную срединную стернотомию и J-образную министрнотомию и пациентами среднего риска, у которых выполнена имплантация бесшовного протеза «Perceval S» через полную срединную стернотомию и J-образную министрнотомию [38].

Как и в исследовании проведенным D. Neşpor и соавт., статистически значимое снижение времени поперечного зажима аорты, ИК и продолжительности операции при доступе через J-образную министрнотомию ($p = 0,002$, $p = 0,001$ и $p = 0,006$ соответственно), нами было достигнуто за счет использования бесшовного протеза с сохранением преимуществ J-образной министрнотомии в меньшей периперационной кровопотере и частоте трансфузий компонентов крови ($p < 0,001$ и $p = 0,013$ соответственно) в том числе эритроцитарной взвеси ($p = 0,018$) в сравнении с имплантацией протезов через полную срединную стернотомию [38, 149]. При этом время ИВЛ среди пациентов из подгруппы J-образной министрнотомии с использованием бесшовного протеза была статистически

значимо ниже по сравнению с подгруппами бесшовного протеза и полной стернотомии ($p = 0,017$), и шовного протеза и полной стернотомии ($p < 0,001$). Различий в отношении частоты развития осложнений, времени пребывания в отделении реанимации и послеоперационного койко-дня между группами низкого и среднего риска выявлено не было [38].

В подгруппе низкого риска с использованием полной срединной стернотомии и шовного протеза летальность была у 3-х пациентов (8,3 %), в подгруппе J-образной министернотомии и шовного протеза у 1-го пациента (5 %). В подгруппе среднего риска полной срединной стернотомии и бесшовного протеза «Perceval S» летальный исход был у 1 пациента (5,3 %), а при J-образной министернотомии и имплантации бесшовного протеза «Perceval S» летальности не было. Общемировая летальность при изолированном ПАК, как и в нашем исследовании варьирует от 3-х до 4-х % и может достигать 14-ти % у пациентов пожилого возраста [38, 69, 157].

Согласно рекомендациям ESC/EACTS от 2021 г. основанных на результатах многоцентровых исследований, у пациентов промежуточного риска со стенозом АК рекомендован выбор между ТИАК и открытым ПАК [49, 201]. При этом во многих многоцентровых исследованиях сравнения ТИАК и открытого ПАК, где говорится о схожих результатах вмешательств, имеются недостатки в сопоставимости групп сравнения. Так в исследовании пациентов низкого риска PARTNER 3, в группе открытой хирургической коррекции АС у 26,4 % пациентов выполнено сопутствующее вмешательство (аортокоронарное шунтирование, процедура Лабиринт, закрытие ушка левого предсердия, расточка ФК АК, протезирование или пластика митрального или трикуспидального клапанов и т.д.) [146]. В двух проспективных рандомизированных исследованиях PARTNER II и SURTAVI, сообщается, что TAVI не уступает открытому ПАК у пациентов промежуточного риска. При этом в группе пациентов открытого ПАК была высокая частота предшествующего аортокоронарного шунтирования, так в исследовании PARTNER II – 23,6 %, а в исследовании SURTAVI – 16,0 %, что влияет на результат открытого ПАК [147]. Кроме того, во время операции в группе

открытого ПАК в исследовании PARTNER II у 14,5 % пациентов выполнено аортокоронарное шунтирование и у 9,1 % выполнено сопутствующие вмешательства (расточка корня аорты, протезирование или пластика митрального или трикуспидального клапанов и т.д.) [12, 127]. А в исследовании SURTAVI при открытом ПАК у 27,8 % пациентов также выполнено сопутствующее вмешательство (аортокоронарное шунтирование, расточка ФК АК и т.д.) [175]. Вышеперечисленное вызывает беспокойство о сопоставимости подобранных пациентов в группе открытого ПАК в данных исследованиях и объективности полученных результатов.

При этом результаты последних многоцентровых исследований сравнения «реальных» результатов, открытого ПАК и ТИАК у пациентов различных групп риска не выявили явных преимуществ ТИАК. Напротив, при ТИАК была выше частота значимой парапротезной регургитации, имплантации ЭКС и отдалённой летальности [89, 179, 192].

На сегодняшний день, зная преимущества имплантации бесшовного протеза «Perceval S» проведены исследования сравнения результатов ТИАК и имплантации бесшовного протеза «Perceval S» у разных групп риска. G. Santarpino и соавт. провели анализ результатов изолированного ПАК с использованием протезов быстрой имплантации у пациентов низкого ($n = 500$), промежуточного ($n = 901$), высокого ($n = 500$) и очень высокого ($n = 156$) риска [12, 189]. У 74,1 % пациентов использовался мини-доступ с имплантацией в большинстве случаев бесшовного протеза «Perceval S», особенно у пациентов высокого и очень высокого риска. Полученные данные о госпитальной летальности были сравнены с данными известных многоцентровых исследований по результатам ТИАК у разных групп риска. У пациентов из группы низкого риска уровень летальности был ниже, чем зафиксированный в исследовании результатов ТИАК – NOTION (1,5 % против 2,1 %). При сравнении с результатами исследования пациентов промежуточного риска ТИАК PARTNER 2, была сопоставимая летальность 0,9 %. В группе высокого риска когорты А исследования PARTNER летальность была почти в 2 раза выше, чем в группе высокого риска в исследовании G. Santarpino и соавт. (3,4 % против

1,8 %). Также в группе очень высокого риска при сравнении с соответствующей когортой В исследования PARTNER летальность была ниже почти в 2 раза (2,6 % против 5 %). По мнению авторов полученные результаты сравнения оставляют открытым вопрос выбора оптимального метода вмешательства при АС и требуют проведение новых исследований «реальных» результатов ТИАК и открытого ПАК в сопоставимых группах пациентов [189].

С. Muneretto и соавт. в 2020 г. опубликовали результаты сравнения ПАК у пациентов промежуточного риска с использованием бесшовного протеза «Perceval S» и ТИАК в сопоставимых группах из 291 пациента. При имплантации бесшовного протеза «Perceval S» в сравнении с ТИАК была ниже 30-ти дневная летальность (1,7 % против 5,5 %, $p = 0,024$), частота имплантации ЭКС (5,5 % против 10,7 %, $p = 0,032$), параклапанная регургитация ≥ 2 ст. (1,3 % против 9,8% $p < 0,001$). В период наблюдения в течение 5-ти лет также при имплантации бесшовного протеза «Perceval S» была ниже частота развития острого нарушения мозгового кровообращения (1,4 % против 5,3 %, $p = 0,010$), частота развития сердечно-сосудистых осложнений ($23,5 \% \pm 4,1 \%$ против $39,0 \% \pm 5,6 \%$, $p = 0,002$), а также летальность от всех причин ($16,1 \% \pm 4,1 \%$ против $28,9 \% \pm 5,3 \%$, $p = 0,006$). Многовариантная регрессия Кокса выявила, что ТИАК является независимым предиктором 5-ти летней летальности и развития значимых сердечно-сосудистых осложнений [147]. В последующем, в 2023 г. С. Muneretto и соавт. опубликовали результаты многоцентрового исследования ПАК у пациентов промежуточного риска с использованием бесшовного протеза «Perceval S» и ТИАК в сопоставимых группах уже по 517 пациентов. Имплантация бесшовного протеза «Perceval S» сохранила те же преимущества в сравнении с ТИАК, что и в ранее опубликованном исследовании [146].

Результаты реальных исследований сравнения ТИАК и открытого ПАК не выявили преимуществ ТИАК перед открытым ПАК. При этом в исследованиях выявлено преимущество имплантации бесшовного протеза «Perceval S» в сравнении с ТИАК у пациентов низкого и среднего риска.

В нашем исследовании использование J-образной министернотомии при ПАК в комбинации с имплантацией бесшовного протеза «Perceval S» у пациентов среднего риска позволило снизить влияние переоперационных предикторов результата (время пережатия аорты и ИК, продолжительность операции, объем периоперационной кровопотери и трансфузии компонентов крови, длительность ИВЛ). И получить сопоставимые результаты с результатами хирургического лечения пациентов низкого риска с использования классических подходов, в отношении пребывания в отделении реанимации, частоты развития осложнений и послеоперационного койко-дня, при этом снизив 30-ти дневную летальность [38]. Использование J-образной министернотомии с имплантацией бесшовного протеза «Perceval S» позволяет оставаться открытой хирургии АК «золотым стандартом» коррекции АС [189].

ВЫВОДЫ

1. Применение J-образной министернотомии в сравнении с доступом через полную срединную стернотомию при протезировании аортального клапана у пациентов старше 65-ти лет несмотря на увеличение времени пережатия аорты ($p = 0,008$) и искусственного кровообращения ($p < 0,001$), продолжительности операции ($p = 0,046$) демонстрирует преимущество в снижении продолжительности искусственной вентиляции легких ($p < 0,001$), меньшей интра- и послеоперационной кровопотере ($p < 0,001$) и потребности в трансфузии компонентов крови на всех этапах ($p < 0,001$ и $p = 0,009$ соответственно) включая эритроцитарную взвесь ($p = 0,016$ и $p = 0,018$ соответственно) и интраоперационную трансфузию свежзамороженной плазмы ($p = 0,005$).

2. При имплантации бесшовного протеза «Perceval S» отмечена статистически меньшее время пережатия аорты, искусственного кровообращения и операции ($p < 0,001$), при отсутствии первично возникшей фибрилляции предсердий ($p = 0,027$) и парапротезной регургитации ($p < 0,05$) в сравнении с биологическими шовными протезами, при сопоставимой частоте развития клапан-ассоциированных осложнений.

3. Увеличение времени искусственного кровообращения и пережатия аорты, продолжительности операции при доступе через J-образную министернотомию в сравнении с полной срединной стернотомией статистически значимо может быть снижено за счет использования бесшовного протеза ($p = 0,01$, $p = 0,002$ и $p = 0,006$ соответственно) с сохранением преимуществ J-образной министернотомии.

4. Имплантация протеза бесшовной фиксации «Perceval S» при протезировании аортального клапана через J-образную министернотомию у пациентов среднего риска старше 65-ти лет, позволяет снизить влияние периоперационных предикторов результата и получить сопоставимые результаты с вмешательством у пациентов низкого риска через полную срединную стернотомию с использованием шовного протеза.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При изолированном ПАК предпочтение следует отдавать J-образной министернотомии, как доступу с лучшими непосредственными результатами и меньшими рисками развития осложнений в раннем послеоперационном периоде.

2. У пациентов среднего риска старше 65-ти лет при выполнении J-образной министернотомии локализация доступа в 4-м межреберье улучшает экспозицию и маневренность в ране, для снижения рисков развития осложнений при сохранении преимуществ J-образной министернотомии.

3. При планировании доступа через J-образную министрнотомию, использование КТ-ангиографии органов грудной клетки с 3-х мерным моделированием или калькулятора «Прогнозирование технической сложности операций на грудной аорте из J-образной министернотомии», позволяет минимизировать частоту конверсий в полную срединную стернотомию из-за плохой визуализации или недостаточной маневренности.

4. Бесшовный протез «Perceval S» безопасен и может быть использован для уменьшения времени поперечного зажима аорты, искусственного кровообращения и продолжительности операции, в особенности при J-образной министернотомии.

5. Для улучшения результатов, изолированного ПАК у пациентов среднего риска старше 65-ти лет целесообразно использование комбинации бесшовного протеза через верхнюю J-образную министернотомию в 4-м межреберье.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АС – Аортальный стеноз

АК – Аортальный клапан

ИВЛ – Искусственная вентиляция легких

ИК – Искусственное кровообращение

ЛЖ – Левый желудочек

ПАК – Протезирование аортального клапана

ТИАК – Транскатетерная имплантация аортального клапана

ФВ – Фракция выброса

ФК – Фиброзное кольцо

ЭКС – Электрокардиостимулятор

ЭхоКГ – Эхокардиография

EuroScore II – European System for Cardiac Operative Risk Evaluation

STS-PROM – Society of Thoracic Surgeons Predicted Risk of Mortality

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекаян, Б.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2020 год / Б.Г. Алекаян, А.М. Григорьян, А.В. Стаферов, Н.Г. Карапетян // Эндоваскулярная хирургия. – 2021. – № 8 (специальный выпуск).
2. Белов, Ю.В. Протезирование аортального клапана из минидоступа / Ю.В. Белов, Г.И. Салагаев, А.В. Лысенко, П.В. Леднев // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2017. – № 12. – С. 66-69.
3. Белов, Ю.В. Протезирование аортального клапана из минидоступа / Ю.В. Белов, А.Б. Степаненко, А.П. Генс, Г.В. Бабалян // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 1998. – Т. 157. – № 3. – С. 47-49.
4. Белов, Ю.В. Продолжительность искусственного кровообращения как предиктор ранних результатов после операции на сердце / Ю.В. Белов, А.И. Катков, И.А. Винокуров [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2015. – № 5. – С. 4-13.
5. Бокерия, Л.А. Биопротезы в сердечно-сосудистой хирургии. Современное состояние проблемы / Л.А. Бокерия, В.П. Подзолков, А.И. Малашенков // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2002. – № 1. – С. 4-11.
6. Бокерия, Л.А. Врожденные аномалии (пороки) системы кровообращения у населения России и их оперативное лечение (2005-2014 годы) / Л.А. Бокерия, И.Н. Ступаков, Р.Г. Гудкова [и др.] // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2016. – Т. 58. – № 4. – С. 202-206.
7. Бокерия, Л.А. Использование спиральной компьютерной томографии для выбора доступа при миниинвазивных операциях у больных с приобретенными пороками сердца / Л.А. Бокерия, И.И. Скопин, Б.Е. Нарсия, И.Н. Седов // Эндоскопическая хирургия. – 1999. – № 5. – С. 3-5
8. Бокерия, Л.А. Транскатетерная имплантация аортального клапана: первый опыт в России / Л.А. Бокерия, Б.Г. Алекаян, М.Г. Пурсанов [и др.] // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2011. – № 2. – С. 4-10.

9. Борисов, И.А. Бесшовные биологические протезы в хирургии аортального стеноза / И.А. Борисов, В.В. Далинин, А.А. Серговенцев, П.Е. Крайнюков // Клиническая медицина. – 2020. – Т. 98. – № 6. – С. 440-448.

10. Борисов, И.А. Вшиваемые и бесшовные биологические протезы при аортальном стенозе. Опыт 4 лет наблюдения / И.А. Борисов, В.В. Далинин, В.Б. Симоненко // Клин. и эксперимент. хир. Журн. им. акад. Б.В. Петровского. – 2019. – Т. 7. – № 1. – С. 44-53.

11. Борисов, И.А. Оценка риска кардиохирургических операций у пациентов старческого возраста / И.А. Борисов, А.С. Рудаков, М.А. Рудакова, В.В. Далинин // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2017. – Т. 10. – № 2. – С. 40-46.

12. Брешенков, Д.Г. Оценка результатов хирургического лечения аневризм грудной аорты из мини-доступа.: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2021.

13. Владимиров В.В. Сравнительная оценка методов имплантации протезов аортального клапана у больных старше 75 лет с аортальным стенозом.: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2019.

14. Владимиров, В.В. Первый опыт репротезирования аортального клапана по методике «valve in valve» у пациента с дисфункцией биологического протеза / В.В. Владимиров, Л.С. Коков, С.С. Ниязов [и др.] // Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2021. – Т. 10. – № 3. – С. 582-588.

15. Гайфулин, Р.А. Стратификация предоперационного риска у больных пожилого возраста в кардиохирургической клинике / Р.А. Гайфулин, С.В. Иванов, Е.Н. Гайфулина // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2020. – Т. 19. – № 2. – С. 97-103.

16. Далинин В.В. Хирургическое лечение аортального стеноза у пациентов пожилого и старческого возраста с применением бесшовных биологических протезов.: Дис. ... д-ра. мед. наук. М.; 2020.

17. Далинин В.В. Хирургическое лечение аортального стеноза у пациентов пожилого и старческого возраста с применением бесшовных биологических протезов.: Автореферат Дис. ... д-ра. мед. наук. М.; 2020.
18. Далинин, В.В. Прогностическая значимость понятия «дряхласть» в кардиохирургии / В.В. Далинин, И.А. Борисов // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2018. – Т. 11. – № 5. – С. 82-85.
19. Далинин, В.В. Распространенность и клиническое значение двустворчатого аортального клапана / В.В. Далинин, И.А. Борисов, А.А. Серговец [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2021. – Т. 14. – № 6. – С. 471-476.
20. Далинин, В.В. Особенности применения бесшовного протеза Perceval S при аортальном пороке в сочетании с ишемической болезнью сердца / В.В. Далинин, И.А. Борисов, Н.О. Травин // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2018. – Т. 11. – № 2. – С. 15-18.
21. Далинин, В.В. Информационно-программный комплекс оценки и оптимизации применяемых методов лечения «Регистр имплантации бесшовных протезов аортального клапана» / В.В. Далинин, С.И. Чешейко, Н.О. Травин, А.А. Серговец // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2018. – № 37. – С. 41-45.
22. Джидзалова, Д.Х. Транскатетерная имплантация аортального клапана: от ранее неоперабельных больных до пациентов низкого хирургического риска / Д.Х. Джидзалова, Б.Ш. Бердибеков, К.В. Петросян // Креативная кардиология. – 2021. – Т. 15. – № 4. – С. 440-455.
23. Диагностика пороков аортального клапана: учебное пособие / Т.М. Рипп, Н.В. Реброва, И.В. Долгалёв, П.Е. Месько. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2020. – 70 с.
24. Доути Д.Б. Кардиохирургия. Техника выполнения операций – МЕДпресс-информ Россия. – 2014. – 628 с.
25. Ибрагимов, М.С. Бескаркасные биологические протезы и аутоперикард в лечении стеноза аортального клапана / М.С. Ибрагимов, Т.В. Асатрян, И.И.

Скопин // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2022. – Т. 23. – № 2. – С. 183-197.

26. Имплантация бесшовного протеза аортального клапана PERCEVAL S: Методические рекомендации / Далинин В.В., Борисов И.А. – Москва, 2017. – 27 с., ил.

27. Карпова, Н.Ю. Кальцинированный аортальный стеноз: известные факты и перспективные исследования / Н.Ю. Карпова, М.А. Рашид, Н.С. Чипигина [и др.] // Клиницист. – 2020. – Т. 14. – № 1-2. — С. 34-41.

28. Клестер, Е.Б. Анализ частоты встречаемости и характера сопутствующих заболеваний как фактора риска развития осложнений и неблагоприятного исхода при аортокоронарном шунтировании у пациентов пожилого и старческого возраста / Е.Б. Клестер, В.А. Елыкомов, К.В. Клестер // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2022. – Т. 24. – № 4. – С. 10-15.

29. Комаров, Р.Н. Современные подходы к минимально инвазивной хирургии аортального клапана / Р.Н. Комаров, О.О. Огнев, А.М. Исмаилбаев [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2022. – Т. 26. – № 3. – С. 31-40.

30. Крайнюков, П.Е. Первый опыт применения бесшовного протеза аортального клапана Perceval S / П.Е. Крайнюков, В.В. Далинин, И.А. Борисов, О.В. Афонасков // Военно-медицинский журнал. – 2016. – Т. 337. – № 8. – С. 28-34.

31. Кузьмина, О. К. Ремоделирование миокарда при поражениях клапанов сердца // Сибирское медицинское обозрение. – 2017. – Т. 104. – № 2. – С. 5-14.

32. Курашов, М.С. Корреляция периоперационных факторов и объёма кровопотери у пациентов при кардиохирургических вмешательствах / М.С. Курашов, А.В. Марочков, А.С. Кулик [и др.] // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2023. – Т. 22. – № 5. – С. 46-51.

33. Ларина, В.Н. Встречаемость гериатрических синдромов у амбулаторных пациентов старшего возраста / В.Н. Ларина, Е.В. Кудина, М.Г. Головки [и др.] // Лечебное дело. – 2019. – № 2. – С. 13-20.

34. Мидинов А.Ш Мини-стернотомия при хирургическом лечении пороков аортального клапана у больных с ожирением.: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2018.

35. Минимально инвазивная хирургия приобретенных пороков сердца: монография / Л.А. Бокерия, И.И. Скопин, Б.Е. Нарсия, И.Н. Седов / Москва: Издательство НЦССХ. – 2004. – 68 с.
36. Мироненко, В.А. Непосредственные результаты протезирования аортального клапана и восходящей аорты в модификации N. Kouchoukos при аневризме и расслоении восходящего отдела аорты / В.А. Мироненко, С.В. Рычин, Ц.В. Бадмаев [и др.] // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 65. – № 2. – С. 191-196.
37. Мироненко, М.Ю. Трехмерная чреспищеводная эхокардиография при планировании реконструктивных вмешательств на аортальном клапане / М.Ю. Мироненко, Р.М. Муратов, В.А. Мироненко [и др.] // Креативная кардиология. – 2023. – Т. 17. – № 2. – С. 279-295.
38. Ниязов, С.С. Протезирование аортального клапана через J-образную министернотомию у пациентов старше 65 лет / С.С. Ниязов, А.И. Ковалев, С.Ю. Камбаров // Креативная кардиология. – 2023. – Т. 17. – № 4. – С. 514-524.
39. Ниязов, С.С. Сравнительный анализ протезирования аортального клапана посредством J-образной министернотомии в 3-м и 4-м межреберье у пациентов старше 65 лет / С.С. Ниязов, А.И. Ковалев, С.Ю. Камбаров // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. – 2023. – Т. 18. – № 4. – С. 16-21.
40. Оганов, Р.Г. Коморбидная патология в клинической практике. Клинические рекомендации. / Р.Г. Оганов, И.Н. Денисов, В.И. Симаненков [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2017. – Т. 16. – № 6. – С. 5-56.
41. Попов, В.В. Особенности полиморбидной патологии у лиц пожилого и старческого возраста с артериальной гипертензией / В.В. Попов, И.А. Новикова, М.В. Трохова // Российский кардиологический журнал. – 2021. – Т. 26. – № 4. – С. 18-25.
42. Рабочая группа по ведению пациентов с клапанной болезнью сердца Европейского общества кардиологов (ЕОК, ESC) и Европейской ассоциации кардио-торакальной хирургии (EACTS) рекомендации ESC/EACTS 2017 по

лечению клапанной болезни сердца (текст доступен в электронной версии) // Российский кардиологический журнал. – 2018. – № 7. – С. 103-155.

43. Смирнова Е.А., Терехина А.И., Филоненко С.П., Муранчик Е.Н. Кальцинированный клапанный аортальный стеноз: возможности и осложнения хирургического лечения / Е.А. Смирнова, А.И. Терехина, С.П. Филоненко, Е.Н. Муранчик // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2021. – Т. 29. – №1. – С. 147-160.

44. Соколов, В.В. Сравнительная оценка методов протезирования аортального клапана у больных старше 70 лет с аортальным стенозом / В.В. Соколов, М.В. Пархоменко, А.И. Ковалёв [и др.] // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. – 2018. – Т. 7. – №3. – С. 227-233.

45. Хавандеев, М.Л. Минимальноинвазивные подходы при протезировании аортального клапана.: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2022.

46. Чарчян, Э.Р. Миниинвазивный подход в хирургии грудной аорты: опыт одного центра / Э.Р. Чарчян, Д.Г. Брешенков, Ю.В. Белов // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2019. – Т. 12. – № 6. – С. 522-535.

47. Чарчян, Э.Р. Патент на изобретение 2773613 С1, 06.06.2022. Способ планирования хирургического вмешательства / Э.Р. Чарчян, Д.Г. Брешенков, А.Б. Степаненко, Ю.В. Белов // Заявка № 2021102535 от 04.02.2021.

48. Чернов, И.И. Коррекция многоклапанных пороков сердца из минидоступа / И.И. Чернов, С.А. Макеев, Д.Ю. Козьмин, Д.Г. Тарасов // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал им. акад. Б.В. Петровского. – 2018. – № 1. – С. 21-26.

49. 2021 Рекомендации ESC/EACTS по ведению пациентов с клапанной болезнью сердца // Российский кардиологический журнал. – 2022. – Т. 27. – № 7. – С. 371-434.

50. Adams, HS.L. Contemporary review of severe aortic stenosis / HS. L Adams, S. Ashokkumar, A. Newcomb [et al.] // Intern Med J. – 2019. – Vol. 49. – № 3. – P. 297-305.

51. Albacker, T.B. Thrombocytopenia associated with Perceval sutureless aortic valve replacement in elderly patients: a word of caution // *Heart Surg Forum.* – 2015. – Vol. 18. – № 3. – P. 93-97.
52. Al-Githmi, I.S. Acute kidney injury after open heart surgery / I.S. Al-Githmi, A.A. Abdulqader, A. Alotaibi [et al.] // *Cureus.* – 2022. – Vol. 14. – № 6. – e25899.
53. Al-Sarraf, N. Cross-clamp time is an independent predictor of mortality and morbidity in low - and high-risk cardiac patients / N. Al-Sarraf, L. Thalib, A. Hughes [et al.] // *Int J Surg.* – 2011. – Vol. 9. – № 1. – P. 104-109.
54. Ando, T. Does mild paravalvular regurgitation post transcatheter aortic valve implantation affect survival? A meta-analysis / T. Ando, A. Briasoulis, T. Telila [et al.] // *Catheter Cardiovasc Interv Off J Soc Card Angiogr Interv.* – 2018. – Vol. 91. – № 1. – P. 135-147.
55. Aranda-Michel, E. Midterm outcomes of subcoronary stentless porcine valve versus stented aortic valve replacement / E. Aranda-Michel, V. Bianco, k. Dufendach [et al.] // *J Card Surg.* – 2020. – Vol. 35. – № 11. – P. 2950-2956.
56. Attia, R.Q. Surgical pericardial heart valves: 50 Years of evolution / R.Q. Attia, S.G. Raja // *Int J Surg.* – 2021. – Vol. 94. – 106121.
57. Aymard, T. Clinical experience with the second-generation 3f Enable sutureless aortic valve prosthesis / T. Aymard, A. Kadner, N. Walpoth [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2010. – Vol. 140. – № 2. – P. 313-316.
58. Azeredo, L.G. Late outcome analysis of the Braile Biomédica® pericardial valve in the aortic position / L.G. Azeredo, E.T. Veronese, J.A. Santiago [et al.] // *Rev Bras Cir Cardiovasc.* – 2014. – Vol. 29. – № 3. – P. 316-321.
59. Bakr Ali, M.K. Mini-sternotomy versus conventional sternotomy in aortic valve replacement surgery; A comparative study / M.K. Bakr Ali, M.M. Abdelaal, W. Elfeky [et al.] // *J Pak Med Assoc.* – 2023. – Vol. 73. – № 4. – P. 56-60.
60. Baumgartner, H.C. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography / H.C.

Baumgartner, JC-C Hung, J. Bermejo [et al.] // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. – 2017. – Vol. 18. – 254275.

61. Benjamin, E.J. Heart disease and stroke statistics—2017 update: a report from the American Heart Association / E.J. Benjamin, M.J. Blaha, S.E. Chiuve [et al.] // *Circulation*. – 2017. – Vol. 135. – № 10. – P. e146-e603.

62. Berretta, P. Sutureless and rapid deployment versus sutured aortic valve replacement: a propensity-matched comparison from the Sutureless and Rapid Deployment International Registry / P. Berretta, M. Andreas, B. Meuris [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg*. – 2022. – Vol. 62. – № 2. – e378.

63. Biancari, F. Trifecta versus Perimount Magna Ease aortic valve prostheses / F. Biancari, A. Valtola, T. Juvonen [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 2020. – Vol. 110. – № 3. – P. 879-888.

64. Biasco, L. Access sites for TAVI: patient selection criteria, technical aspects, and outcomes / L. Biasco, E. Ferrari, G. Pedrazzini [et al.] // *Front Cardiovasc Med*. – 2018. – Vol. 5. – 88.

65. Borde, D. The application of European system for cardiac operative risk evaluation II (EuroSCORE II) and Society of Thoracic Surgeons (STS) risk-score for risk stratification in Indian patients undergoing cardiac surgery / D. Borde, U. Gandhe, N. Hargave [et al.] // *Ann Card Anaesth*. – 2013. – Vol. 16. – № 3. – P. 163-166.

66. Boti, B.R. Minimal invasive aortic valve replacement: associations of radiological assessments with procedure complexity / B.R. Boti, V.G. Hindori, E.L. Schade [et al.] // *J Cardiothorac Surg*. – 2019. – Vol. 14. – № 1. – P. 173.

67. Bouma, B.J. To operate or not on elderly patients with aortic stenosis: the decision and its consequences / B.J. Bouma, R.B. van Den Brink, J.H. van Der Meulen [et al.] // *Heart*. – 1999. – Vol. 82. – № 2. – P. 143-148.

68. Braghiroli, J. Transcatheter aortic valve replacement in low-risk patients: a review of PARTNER 3 and Evolut low risk trials / J. Braghiroli, K. Kapoor, T.P. Thielhelm [et al.] // *Cardiovasc Diagn Ther*. – 2020. – Vol. 10. – № 1. – P. 59-71.

69. Bridgewater, B. The 4th European Association for Cardio-Thoracic Surgery adult cardiac surgery database report / B. Bridgewater, R. Kinsman, P. Walton [et al.] // *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. – 2011. – Vol. 12. – № 1. – P. 4-5.
70. Carpentier, A. From valvular xenograft to valvular bioprosthesis (1965–1977). // *Med. Instrum.* – 1977. – Vol. 11. – P. 98-101.
71. Catterall, F. Warfarin in patients with mechanical heart valves / F. Catterall, P.R. Ames, C. Isles // *BMJ*. – 2020. – Vol. 371. – m3956.
72. Chalmers, J. A need for speed? Bypass time and outcomes after isolated aortic valve replacement surgery / J. Chalmers, M. Pullan, N. Mediratta, M. Poullis // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. – 2014. – Vol. 19. – № 1. – P. 21-26.
73. Chien, S. Benefits of rapid deployment aortic valve replacement with a mini upper sternotomy / S. Chien, C. Clark, S. Maheshwari [et al.] // *J Cardiothorac Surg*. – 2020. – Vol. 15. – № 1. – P. 226.
74. Christ, T. The St. Jude Toronto stentless bioprosthesis: 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.
75. Cioffi, G. Prognostic value of inappropriately high left ventricular mass in asymptomatic severe aortic stenosis / G. Cioffi, P. Faggiano, E. Vizzardi [et al.] // *Heart*. – 2011. – Vol. 97. – P. 301-307.
76. Coffey, S. The prevalence, incidence, progression, and risks of aortic valve sclerosis: a systematic review and meta-analysis / S. Coffey, B. Cox, M.J. Williams // *J Am Coll Cardiol*. – 2014. – Vol. 63. – P. 2852-2861.
77. Cohn, L.H. Minimally invasive aortic valve surgery: technical considerations and results with the parasternal approach / L.H. Cohn // *J Card Surg*. – 1998. – Vol. 13. – № 4. – P. 302-305.
78. Cohn, L.H. Minimally invasive cardiac valve surgery improves patient satisfaction while reducing costs of cardiac valve replacement and repair / L. H. Cohn, D.H. Adams, G. S. Couper [et al.] // *Ann Surg*. – 1997. – Vol. 226. – № 4. – P. 421-426.

79. Conte, J.V. Complications after self-expanding transcatheter or surgical aortic valve replacement / J.V. Conte, J. Hermiller Jr, J.R. Resar [et al.] // *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* – 2017. – Vol. 29. – № 3. – P. 321-330.
80. Cosgrove, D.M. Minimally invasive approach for aortic valve operations / D.M. Cosgrove, J.F. Sabik JF // *Ann Thorac Surg.* – 1996. – Vol. 62. – №2. – P. 596-597.
81. Coti, I. Surgical minimally invasive techniques for mitral valve repair—cannulation techniques and the Vienna approach / I. Coti, T. Haberl, G. Laufer, M. Andreas // *J Vis Surg.* – 2018. – Vol. 4. – 126.
82. d'Arcy, J.L. Valvular heart disease: the next cardiac epidemic / J.L. d'Arcy, B.D. Prendergast, J.B. Chambers [et al.] // *Heart.* – 2011. – Vol. 97. – №2. – P. 91-93.
83. De Somer, F. Venous drainage--gravity or assisted? / F. De Somer // *Perfusion.* – 2011. – Vol. 26. – № 11. – P. 15-19.
84. Di Eusanio, M. Sutureless and Rapid-Deployment Aortic Valve Replacement International Registry (SURD-IR): early results from 3343 patients / M. Di Eusanio, K. Phan, P. Berretta [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2018. – Vol. 54. – № 4. – P. 768-773.
85. Di Eusanio, M. Sutureless Aortic Valve Replacement International Registry (SU-AVR-IR): design and rationale from the International Valvular Surgery Study Group (IVSSG) / M. Di Eusanio, K. Phan, D. Bouchard [et al.] // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2015. – Vol. 4. – № 2. – P. 131-139.
86. Doenst, T. Aortic cross-clamp time correlates with mortality in the mini-mitral international registry / T. Doenst, P. Berretta, N. Bonaros [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2023. – Vol. 63. – № 6. – ezad147.
87. Doty, D.B. Full-spectrum cardiac surgery through a minimal incision: mini-sternotomy (lower half) technique / D.B. Doty, G.B. DiRusso, J.R. Doty [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 1998. – Vol. 65. – № 2. – P. 573-577.
88. Ehrlich, W. Do patients want minimally invasive aortic valve replacement? / W. Ehrlich, W. Skwara, W. Klövekorn [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2000. – Vol. 17. – № 6. – P. 714-717.

89. Enezate, T.H. Transcatheter versus surgical aortic valve replacement in patients with non-high surgical risk severe aortic stenosis: A systematic review / T.H. Enezate, A. Kumar, M.A. Fadel [et al.] // *Cardiovasc Revasc Med.* – 2017. – Vol. 18. – № 5. – P. 40-48.

90. Fabre, O. Recent improvement in operative techniques lead to lower pacemaker rate after Perceval implant / O. Fabre, M. Radutoiu, I. Carjaliu [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2022. – Vol. 35. – № 2. – P. 1-7.

91. Faraz, A. Comparison between mini-sternotomy and full sternotomy for aortic valve replacement: A 10-year retrospective study / A. Faraz, N. Fundano, A.I. Qureshi [et al.] // *Cureus.* – 2022. – Vol. 14. – № 11. – P. 31627.

92. Fauchier, L. Incidence and outcomes of infective endocarditis after transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement / L. Fauchier, A. Bisson, J. Herbert [et al.] // *Clin Microbiol Infect.* – 2020. – Vol. 6. – № 10. – P. 1368-1374.

93. Fernandez-Zamora, M.D. Prolonged mechanical ventilation as a predictor of mortality after cardiac surgery / M.D. Fernandez-Zamora, A. Gordillo-Brenes, E. Banderas-Bravo [et al.] // *Respir Care.* – 2018. – Vol. 63. – № 5. – P. 550-557.

94. Fiedler, A.G. Surgical treatment of valvular heart disease: Overview of mechanical and tissue prostheses, advantages, disadvantages, and implications for clinical use / A.G. Fiedler, G. Tolis Jr. // *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* – 2018. – Vol. 20. – № 1. – P. 7.

95. Fischlein, T. Perceval sutureless implant versus standard-aortic valve replacement investigators. Sutureless versus conventional bioprostheses for aortic valve replacement in severe symptomatic aortic valve stenosis / T. Fischlein, T. Folliguet, B. Meuris [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2021. – Vol. 161. – № 3. – P. 920-932.

96. Fishbein, M.C. Late postoperative anatomic observations after insertion of Hufnagel caged-ball prostheses in descending thoracic aorta / M.C. Fishbein, W.C. Roberts // *Chest.* – 1975. – Vol. 68. – № 1. – P. 6-11.

97. Gaede, L., Transcatheter-based aortic valve replacement vs. isolated surgical aortic valve replacement in 2020 / L. Gaede, J. Blumenstein, C. Eckel [et al.] // *Grothusen Clin Res Cardiol.* – 2022. – Vol. 111. – № 8. – P. 924-933.
98. Généreux, P. Valve academic research consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research / P. Généreux, N. Piazza, M.C. [et al.] // *Alu Eur Heart J.* – 2021. – Vol. 42. – № 19. – P. 1825-1857.
99. Glauber, M. Sutureless and rapid deployment valves: implantation technique from A to Z-the INTUITY Elite valve / M. Glauber, A. Miceli, L. Di Bacco [et al.] // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2020. – Vol. 9. – № 5. – P. 417-423.
100. Glauber, M. Sutureless and rapid deployment valves: implantation technique from A to Z-the Perceval valve / M. Glauber, A. Miceli, L. di Bacco // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2020. – Vol. 9. – № 4. – P. 330-340.
101. Goldbarg, S.H. Insights into degenerative aortic valve disease / S.H. Goldbarg, S. Elmariah, M.A. Miller [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2007. – Vol. 50. – № 13. – P. 1205-1213.
102. Grossi, E.A. Evolution of operative techniques and perfusion strategies for minimally invasive mitral valve repair / E.A. Grossi, D.F. Loulmet, C.F. Schwartz [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2012. – Vol. 143. – P. 68-70.
103. Gundry, S.R. Facile minimally invasive cardiac surgery via ministernotomy / S.R. Gundry, O.H. Shattuck, A.J. Razzouk [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 1998. – Vol. 65. – № 4. – P. 1100-1104.
104. Haeussler, A. Thrombocytopenia after implantation of the Perceval, Intuity, and Sapien aortic valve prostheses / A. Haeussler, V. Ntinopoulos, L. Rings [et al.] // *Thorac Cardiovasc Surg.* – 2023. – Vol. 71. – № 7. – P. 550-556.
105. Hancock, H.C. Mini-sternotomy versus conventional sternotomy for aortic valve replacement: a randomised controlled trial / H.C. Hancock, R.H. Maier, A. Kasim [et al.] // *BMJ Open.* – 2021. – Vol. 11. – № 1. – e041398.
106. Harken, D.E. Aortic valve replacement with a caged ball valve / D.E. Harken, W.J. Taylor, A.A. Lefemine [et al.] // *Am J Cardiol.* – 1962. – Vol. 9. – P. 292-299.

107. Heimansohn, D. Aortic valve replacement using a Perceval sutureless aortic bioprosthesis / D. Heimansohn, S. Moainie // *Operat Techniq Thorac Cardiovasc Surg.* – 2016. – Vol. 21. – № 4. – P. 282-305.

108. Hlavicka, J. Partial upper sternotomy for aortic valve replacement provides similar mid-term outcomes as the full sternotomy / J. Hlavicka, D. Janda, P. Budera [et al.] // *J Thorac Dis.* – 2022. – Vol. 14. – № 4. – P. 857-865.

109. Huda, S.A. Management of life-threatening bleeding in patients with mechanical heart valves / S.A. Huda, S. Kahlow, M.H. Jilani // *Cureus.* – Vol. 13. – № 6. – e15619.

110. Hufnagel, C.A. The surgical correction of aortic regurgitation preliminary report / C.A. Hufnagel, W.P. Harvey // *Bull Georgetown Univ Med Cent.* – 1953. – Vol. 6. – № 3. – P. 60-61.

111. Ilardi, F. Impact of aortic stenosis on layer-specific longitudinal strain: relationship with symptoms and outcome / F. Ilardi, S. Marchetta, C. Martinez [et al.] // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* – 2020. – Vol. 21. – № 4. – P. 408-416.

112. Iung, B. Degenerative calcific aortic stenosis: a natural history / B. Iung, A. Vahanian [et al.] // *Heart.* – 2012. – Vol. 98. – № 4. – P. 7-13.

113. Jucá, F.G. Difference between cardiopulmonary bypass time and aortic cross-clamping time as a predictor of complications after coronary artery bypass grafting / F.G. Jucá, F.L. Freitas, M. Goncharov [et al.] // *Braz J Cardiovasc Surg.* – 2024. – Vol. 39. – № 2. – e20230104.

114. Kaczmarczyk, M. Ministernotomy for aortic valve replacement improves early recovery and facilitates proper wound healing - forced propensity score matching design with reference full sternotomy / M. Kaczmarczyk, J. Pacholewicz, A. Kaczmarczyk [et al.] // *Kardiochir Torakochirurgia Pol.* – 2022. – Vol. 19. – № 1. – C. 1-10.

115. Kaleda, V.I. Simple technique for central venous cannulation with cannula-free wound in minimally invasive aortic valve surgery / V.I. Kaleda, A.P. Nissen, A.V. Molochkov [et al.] // *Innovations (Phila).* – 2020. – Vol. 15. – № 4. – P. 369-371.

116. Kheradvar, A. Emerging trends in heart valve engineering: Part II. Novel and standard technologies for aortic valve replacement / A. Kheradvar, E.M. Groves, C.J.Goergen [et al.] // *Ann Biomed Eng.* – 2015. – Vol. 43. – № 4. – P. 844-857.

117. Kirmani, B.H. Minimal access aortic valve surgery / B.H. Kirmani, E. Akowuah [et al.] // *Journal of Cardiovascular Development and Disease.* – 2023. – Vol. 10. – № 7. – P. 739-743.

118. Krasniqi, L. Long-term survival after Carpentier-Edwards Perimount aortic valve replacement in Western Denmark: a multi-centre observational study / L. Krasniqi, M.P. Kronby, L.P. Riber [et al.] // *J Cardiothorac Surg.* – 2021. – Vol. 16. – № 1. – 130.

119. Kruse, J. Femoral or axillary cannulation for extracorporeal circulation during minimally invasive heart valve surgery (FAMI): protocol for a multi-center prospective randomized trial / J. Kruse, M. Silaschi, M. Velten [et al.] // *J Clin Med.* – 2023. – Vol. 12. – № 16. – 5344.

120. Kulacoglu, U.K. Ministernotomy in aortic root and arch surgery: early outcomes / U.K. Kulacoglu, M. Kaya // *Braz J Cardiovasc Surg.* – 2023. – Vol. 38. – № 1. – P. 15-21.

121. Kumar, P. Novel insights into identifying patients at risk for developing calcific aortic stenosis: clinical implications. / P. Kumar, S. Aedma, P. Varadarajan, R.G. Pai [et al.] // *J Am Soc Echocardiogr.* – 2023. – Vol. 36. – № 1. – P. 50-52.

122. Kurazumi, H. Validation of the JapanSCORE versus the logistic EuroSCORE for predicting operative mortality of cardiovascular surgery in Yamaguchi University Hospital / H. Kurazumi, A. Mikamo, G. Fukamitsu [et al.] // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2011. – Vol. 59. – № 9. – P. 599-604.

123. Lamelas, J. Cannulation strategies for minimally invasive cardiac surgery / J. Lamelas, C. Aberle, A.E. Macias, A. Alnajar // *Innovations (Phila).* – 2020. – Vol. 15. – № 3. – P. 261-269.

124. Lancellotti, P. Risk stratification in asymptomatic moderate to severe aortic stenosis: the importance of the valvular, arterial and ventricular interplay / P. Lancellotti, E. Donal, J. Magne [et al.] // *Heart.* – 2010. – Vol. 96. – P. 1364-1371.

125. LaPar, D.J. Predictors of operative mortality in cardiac surgical patients with prolonged intensive care unit duration / J.R. Gillen, I.K. Crosby, R.G. Sawyer [et al.] // *J Am Coll Surg.* – 2013. – Vol. 216. – № 6. – P. 1116-1123.

126. Lee, T.H. Chang CH. Assessment of cardiopulmonary bypass duration improves novel biomarker detection for predicting postoperative acute kidney injury after cardiovascular surgery / T.H. Lee, C.C. Lee, J.J. Chen [et al.] // *Clin Med.* – 2021. – Vol. 10. – № 13. – 2741.

127. Leon, M.B. PARTNER 2 investigators. Transcatheter or surgical aortic-valve replacement in intermediate-risk patients / M.B. Leon, C.R. Smith, M.J. [et al.] // *Mack N Engl J Med.* – 2016. – Vol. 374. – № 17. – P.1609-1620.

128. Lindman, B.R. Calcific aortic stenosis / B.R. Lindman, M.A. Clavel, P. Mathieu [et al.] // *Nat Rev Dis Primers.* – 2016. – Vol. 2. – 16006.

129. Liu, R. Comparing mini-sternotomy to full median sternotomy for aortic valve replacement with propensity-matching methods / R. Liu, J. Song, J. Chu [et al.] // *Front Surg.* – 2022. – Vol. 9. – 972264.

130. Loor, G. Imaging and minimally invasive aortic valve replacement / G. Loor, E.E. Roselli [et al.] // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2015. – Vol. 4. – № 1. – P. 62-66.

131. Lorell, B.H. Left ventricular hypertrophy: pathogenesis, detection, and prognosis / B.H. Lorell, B.A. Carabello [et al.] // *Circulation.* – 2000. – Vol. 102. – P. 470-479.

132. MacCarthy, P. Extended statement by the British Cardiovascular Intervention Society President regarding transcatheter aortic valve implantation / P. MacCarthy, D. Smith [et al.] // *Muir Interv Cardiol.* – 2021.– Vol. 16. – e03.

133. Maeda, S. Long-term survival after surgical or transcatheter aortic valve replacement for low or intermediate surgical risk aortic stenosis: Comparison with general population / S. Maeda, K. Toda, K. Shimamura [et al.] // *J Cardiol.* – 2023. – Vol. 81. – № 1. – P. 68-75.

134. Makkar, R.R. PARTNER 2 investigators. Five-year outcomes of transcatheter or surgical aortic-valve replacement / R.R. Makkar, V.H. Thourani, M.J. Mack [et al.] // *N Engl J Med.* – 2020. – Vol. 382. – № 9. – P. 799-809.

135. Meco, M. Sutureless Perceval Aortic Valve Versus Conventional Stented Bioprostheses: Meta-Analysis of Postoperative and Midterm Results in Isolated Aortic Valve Replacement / M. Meco, A. Montisci, A. Miceli [et al.] // *J Am Heart Assoc.* – 2018. – Vol. 7. – № 4. – e006091.

136. Meyer A. Minithoracotomy versus full sternotomy for isolated aortic valve replacement: Propensity matched data from two centers // A. Meyer, A. van Kampen, P. Kiefer [et al.] // *J Card Surg.* – 2021. – Vol. 36. – № 1. – P. 97-104.

137. Miceli, A. Evaluation of platelet count after isolated biological aortic valve replacement with Freedom Solo bioprosthesis / A. Miceli, D. Gilmanov, M. Murzi [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2012. – Vol. 41. – № 1. – P. 69-73.

138. Miceli, A. Minimally invasive aortic valve replacement with Perceval S sutureless valve: early outcomes and one-year survival from two European centers / A. Miceli, G. Santarpino, S. Pfeiffer [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2014. – Vol. 148. – № 6. – P. 2838-2843.

139. MMed Ming, Yue. Transfusion of red blood cells, fresh frozen plasma, or platelets is associated with mortality and infection after cardiac surgery in a dose-dependent manner / Yue MMed Ming, Liu Jing MMed, Zhang Fengjiang [et al.] // *Anesthesia & Analgesia.* – 2020. – Vol. 130. – № 2. – P. 488-497.

140. Modi, P. Minimally invasive video-assisted mitral valve surgery: a 12-year, 2-center experience in 1178 patients / P. Modi, E. Rodriguez, W.C. Hargrove [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2009. – Vol. 137. – № 6. – P. 1481-1487.

141. Mork, C. Prolonged cardiopulmonary bypass time as predictive factor for bloodstream infection / C. Mork, B. Gahl, F. Eckstein, D.A. Berdajs // *Heliyon.* – 2023. – Vol. 9. – № 6. – e17310.

142. Moscarelli, M. A pooled analysis of pacemaker implantation after Perceval sutureless aortic valve replacement / M. Moscarelli, G. Santarpino, T. Athanasiou [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2021. – Vol. 33. – № 4. – P. 501-509.

143. Moscoso Ludueña, M. Complications and conversions in minimally invasive aortic valve surgery / M. Moscoso Ludueña, A.J Rastan, // *Ann. Cardiothorac. Surg.* – 2015. – Vol. 4. – P. 94-98.

144. Mourad, F. Mini sternotomy and mini thoracotomy for aortic valve replacement: Is there a difference? / F. Mourad, M. Abd Al Jawad // Heart Surg Forum. – 2021. – Vol. 24. – № 5. – P. E855-E859.

145. Mujtaba, S.S. Thrombocytopenia after aortic valve replacement: comparison between sutureless Perceval S valve and Perimount Magna Ease bioprosthesis / S.S. Mujtaba, S. Ledingham, A.R. Shah [et al.] // Braz J Cardiovasc Surg. – 2018. – Vol. 33. – № 2. – P. 169-175.

146. Muneretto, C. Sutureless and rapid deployment vs. transcatheter valves for aortic stenosis in low-risk patients: mid-term results / C. Muneretto, L. Di Bacco, M. Di Eusanio [et al.] // Journal of Clinical Medicine. – 2023. – Vol. 12. – № 12. – P. 40-45.

147. Muneretto, C. Sutureless versus transcatheter aortic valves in elderly patients with aortic stenosis at intermediate risk: A multi-institutional study / C. Muneretto, M. Solinas, T. Folliguet [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2022. – Vol. 163. – № 3. – P. 925-935.

148. Murzi, M. Antegrade and retrograde perfusion in minimally invasive mitral valve surgery with transthoracic aortic clamping: a single-institution experience with 1632 patients over 12 years / M. Murzi, A.G. Cerillo, T. Gasbarri [et al.] // Interact Cardiovasc Thorac Surg. – 2017. – Vol. 24. – № 3. – P. 363-368.

149. Nešpor, D. Our experience with surgical minimally invasive aortic valve replacement / D. Nešpor, J. Ondrášek [et al.] // Štěrbá Cor Vasa. – 2018. – Vol. 60. – № 6. – P. 589-596.

150. Ogami, T. Minimally invasive versus conventional aortic valve replacement: The network meta-analysis / T. Ogami, Y. Yokoyama, H. Takagi [et al.] // J Card Surg. – 2022. – Vol. 37. – № 12. – P. 4868-4874.

151. Okamura, H. Long-term outcomes after aortic valve replacement using a 19-mm bioprosthesis / H. Okamura, S. Kusadokoro, M. Mieno [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2022. – Vol. 61. – № 3. – P. 625-634.

152. Ommen, S.R. 2020 AHA/ACC Guideline for the diagnosis and treatment of patients with hypertrophic cardiomyopathy: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on

clinical practice guidelines / S.R. Ommen, S. Mital, M.A. Burke MA [et al.] // *Circulation*. – 2020. – Vol. 142. – № 25. – P. e533-e557.

153. Onan, B. Coronary revascularization in robotic cardiac surgery / B. Onan // *Cardiovasc Surg Int*. – 2018. – Vol. 5. – P. 48-59.

154. Ontario Health (Quality). Transcatheter aortic valve implantation in patients with severe, symptomatic aortic valve stenosis at intermediate surgical risk: A health technology assessment // *Ont Health Technol Assess Ser*. – 2020. – Vol. 20. – № 2. – P. 1-121.

155. Otto, C.M. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines / C.M. Otto, R.A. Nishimura, R.O Bonow [et al.] // *J Am Coll Cardiol*. – 2021. – Vol. 77. – P. 25-197.

156. Pagano, D. 2017 EACTS/EACTA Guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery / D. Pagano, M. Milojevic, M.I. Meesters [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg*. – 2018. – Vol. 53. – № 1. – P. 79-111.

157. Pai, R.G. Survival benefit of aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis with low ejection fraction and low gradient with normal ejection fraction / R.G. Pai, P. Varadarajan, A. Razzouk // *Ann Thorac Surg*. – 2008. – Vol. 86. – P. 1781-1789.

158. Panagiotopoulos, I. Perceval S, sutureless aortic valve: cost-consequence analysis / I. Panagiotopoulos, N. Kotsopoulos, G.I. Verras [et al.] // *Kardiochir Torakochirurgia Pol*. – 2022. – Vol. 19. – № 1. – P. 22-27.

159. Paone, G. Membership of the Michigan Society of Thoracic and Cardiovascular Surgeons. Transfusion of 1 and 2 units of red blood cells is associated with increased morbidity and mortality / G. Paone, D.S. Likosky, R. Brewer [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 2014. – Vol. 97. – № 1. – P. 87-93.

160. Parnell, A. Anaesthesia for minimally invasive cardiac surgery / A. Parnell, M. Prince // *BJA Educ*. – 2018. – Vol. 18. – № 10. – P. 323-330.

161. Pibarot, P. PARTNER 2 investigators. Structural deterioration of transcatheter versus surgical aortic valve bioprostheses in the PARTNER-2 trial / P.

Pibarot, J. Ternacle, W.A. Jaber [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2020. – Vol. 76. – № 16. – P. 1830-1843.

162. Pilgrim, T. Early versus newer generation devices for transcatheter aortic valve implantation in routine clinical practice: a propensity score matched analysis / T. Pilgrim, JK. T. Lee, C.J. O'Sullivan [et al.] // *Open Heart.* – 2018. – Vol. 5. – № 1. – e000695.

163. Poullis, M. The validity of the original EuroSCORE and EuroSCORE II in patients over the age of seventy / M. Poullis, M. Pullan, J. Chalmers, N. Mediratta // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2015. – Vol. 20. – № 2. – P. 172-177.

164. Pozzi, M. Total percutaneous femoral vessels cannulation for minimally invasive mitral valve surgery / M. Pozzi, R. Henaine, D. Grinberg [et al.] // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2013. – Vol. 2. – № 6. – P. 739-743.

165. Rahimi, S. Factors associated with long-term mechanical ventilation in patients undergoing cardiovascular surgery / S. Rahimi, A. Abdi, N. Salari, S. Shohaimi, M. Naghibeiranvand // *BMC Cardiovasc Disord.* – 2023. – Vol. 23. – № 1. – P. 276.

166. Rajab, T.K. Mid-term follow-up after aortic valve replacement with the Carpentier Edwards Magna Ease prosthesis / T.K. Rajab, J.M. Ali, J. Hernández-Sánchez [et al.] // *J Cardiothorac Surg.* – 2020. – Vol. 15. – № 1. – 209.

167. Rajappan, K. Mechanisms of coronary microcirculatory dysfunction in patients with aortic stenosis and angiographically normal coronary arteries / K. Rajappan, O.E. Rimoldi, D.P. Dutka [et al.] // *Circulation.* – 2002. – Vol. 105. – P. 470-476.

168. Ramchandani, M. Cannulation strategies and pitfalls in minimally invasive cardiac surgery / M. Ramchandani, O. Al Jabbari, W.K. Abu Saleh, B. Ramlawi // *Methodist Debaquey Cardiovasc J.* – 2016. – Vol. 12. – № 1. – P. 10-13.

169. Ramos, J. Large-scale assessment of aortic stenosis: facing the next cardiac epidemic? / J. Ramos, J.M. Monteagudo, T. González-Alujas [et al.] // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* – 2018. – Vol. 19. – № 10. – P. 1142-1148.

170. Randall, M. Paravalvular leak: A systemic review / M. Randall, O. Betageri, S. Hanayneh, R.D. Anderson // *Curr Cardiol Rev.* – 2022. – Vol. 18. – № 6. – e110522204571.

171. Ranucci, M. Aortic cross-clamp time, new prostheses, and outcome in aortic valve replacement / M. Ranucci, A. Frigiola, L. Menicanti [et al.] // *J Heart Valve Dis.* – 2012. – Vol. 21. – № 6. – P. 732-739.

172. Rao, P. Aortic valve replacement through right thoracotomy / P. Rao, A. Kumar // *Texas Heart Institute Journal.* – 1993. – P. 307-308.

173. Räsänen, J. Sex differences in red blood cell transfusions and 30-Day mortality in cardiac surgery: A single center observational study / J. Räsänen, S. Ellam, J. Hartikainen [et al.] // *J Clin Med.* – 2023. – Vol. 12. – № 24. – 7674.

174. Rayner, T.A. Minimally invasive versus conventional surgery of the ascending aorta and root: a systematic review and meta-analysis / T.A. Rayner, S. Harrison, P. Rival [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2020. – Vol. 57. – № 1. – P. 8-17.

175. Reardon, M.J. SURTAVI investigators. Surgical or transcatheter aortic-valve replacement in intermediate-risk patients / M.J. Reardon, N.M. Van Mieghem, J.J. Popma [et al.] // *N Engl J Med.* – 2017. – Vol. 376. – № 14. – P. 1321-1331.

176. Risteski, P.S. Prospective randomized evaluation of stentless vs. stented aortic biologic prosthetic valves in the elderly at five years / P.S. Risteski, S. Martens, A. Rouhollahpour [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2009. – Vol. 8. – № 4. – P. 449-453.

177. Rocha, R.V. Aortic valve replacement with pulmonary hypertension: Meta-analysis of 70 676 patients / R.V. Rocha, J.O. Friedrich, K. Hong [et al.] // *Journal of Cardiac Surgery.* – 2019. – Vol. 34. – № 12. – P. 1617-1625.

178. Rodríguez-Caulo, E.A. Quality of life after ministernotomy versus full sternotomy aortic valve replacement / E.A. Rodríguez-Caulo, A. Guijarro-Contreras, A. Guzón [et al.] // *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* – 2021. – Vol. 33. – № 2. – P. 328-334.

179. Rosato, S. Transcatheter aortic valve implantation compared with surgical aortic valve replacement in low-risk patients / S. Rosato, F. Santini, M/ Barbanti [et al.] // *Circ. Cardiovasc. Interv.* – 2016. – Vol. 9. – e003326.

180. Rosengart, T.K. Percutaneous and minimally invasive valve procedures: a scientific statement from the American Heart Association Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, Council on Clinical Cardiology, Functional Genomics and

Translational Biology Interdisciplinary Working Group, and Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary working group / T.K. Rosengart, T. Feldman, M.A. Borger [et al.] // *Circulation*. – 2008. – Vol. 117. – № 13. – P.1750-1767.

181. Ross, D.N. Aortic valve replacement. – *Lancet*. – 1966. – Vol. 27. – P. 461-463.

182. Ross, D.N. Homograft replacement of the aortic valve. // *Lancet*. – 1962. – Vol. 8. – P. 487.

183. Ruiz, C.E. Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis: an expert statement / C.E. Ruiz, R.T. Hahn, A. Berrebi [et al.] // *J Am Coll Cardiol*. – 2017. – Vol. 69. – № 16. – P. 2067-2087.

184. Sahu, A.K. Etiology and distribution of isolated aortic stenosis in Indian patients - A study from a large tertiary care hospital in north India / A.K. Sahu, P. Sagar, R. Khannav [et al.] // *Indian Heart J*. – 2020. – Vol. 72. – № 4. – P. 272-277.

185. Salis, S. Cardiopulmonary bypass duration is an independent predictor of morbidity and mortality after cardiac surgery / S. Salis, V.V. Mazzanti, G.J. Merli [et al.] // *Cardiothorac Vasc Anesth*. – 2008. – Vol. 22. – № 6. – P. 814-822.

186. Sánchez, E. Thrombocytopenia after aortic valve replacement with Perceval S sutureless bioprosthesis / E. Sánchez, J.A. Corrales, P. Fantidis [et al.] // *J Heart Valve Dis*. – 2016. – Vol. 25. – № 1. – P. 75-81.

187. Sankar, A. Prolonged mechanical ventilation after cardiac surgery: substudy of the transfusion requirements in cardiac surgery III trial / A. Sankar, A.J. Rotstein, B. Teja [et al.] // *Can J Anaesth*. – 2022. – Vol. 69. – № 12. – P. 1493-1506.

188. Santangelo, G. An update on new generation transcatheter aortic valves and delivery systems / G. Santangelo, A. Ielasi, M. Pellicano [et al.] // *J Clin Med*. – 2022. – Vol. 11. – № 3. – 499.

189. Santarpino, G. Operative outcome of patients at low, intermediate, high and 'very high' surgical risk undergoing isolated aortic valve replacement with sutureless and rapid deployment prostheses: results of the SURD-IR registry / G. Santarpino, P. Berretta, T. Fischlein [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg*. – 2019. – Vol. 56. – № 1. – P. 38-43.

190. Santarpino, G. Sutureless versus transcatheter aortic valve replacement: A multicenter analysis of "real-world" data / G. Santarpino, R. Lorusso, M.J. Moscarelli [et al.] // *Cardiol.* – 2022. – Vol. 79. – № 1. – P. 121-126.

191. Sardar, P. Transcatheter versus surgical aortic valve replacement in intermediate-risk patients: Evidence from a meta-analysis / P. Sardar, A. Kundu, S. Chatterjee [et al.] // *Catheter Cardiovasc Interv.* – 2017. – Vol. 90. – № 3. – P. 504-515.

192. Schaefer, A. Transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement in low-risk patients: A propensity score-matched analysis / A. Schaefer, N. Schofer, A. Goßling [et al.] // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2019. – Vol. 56. – P. 1131–1139.

193. Semsroth, S. Comparison of two minimally invasive techniques and median sternotomy in aortic valve replacement / S. Semsroth, R. Matteucci Gothe, Y.R. Raith [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2017. – Vol. 104. – № 3. – P. 877-883.

194. Shvartz, V. Predictors of mortality following aortic valve replacement in aortic stenosis patients / V. Shvartz, M. Sokolskaya, A. Petrosyan [et al.] // *Pathophysiology.* – 2022. – Vol. 29. – № 1. – P. 106-117.

195. Soppa, G. Trainees can learn minimally invasive aortic valve replacement without compromising safety / G. Soppa, M. Yates, A. Viviano [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2015. – Vol. 20. – № 4. – P. 458-462.

196. Souaf-Khalafi, S. Aortic valve replacement with sutureless Perceval S bioprosthesis: single-center experience / S. Souaf-Khalafi, A.L. Fernandez-Gonzalez, M.A. Baluja-Gonzalez // *Cir Cardiovasc.* – 2019. – Vol. 26. – P. 92-97.

197. Springhetti, P. Diagnostic contexts of Echocardiographic Nonapical Window / P. Springhetti, G. Benfari, S. Nistri [et al.] // *JACC Case Rep.* – 2024. – Vol. 11. – № 9. – 102287.

198. Stassen, J. Sex-related differences in medically treated moderate aortic stenosis / J. Stassen, S.M. Pio, S.H. Ewe [et al.] // *Struct Heart.* – 2022. – Vol. 6. – № 3. – 100042.

199. Stegmeier, P. Thrombocytopenia after implantation of the Perceval S aortic bioprosthesis / P. Stegmeier, M. Schlömicher, H. Stiegler [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2020. – Vol. 160. – № 1. – P. 61-68.

200. STS Short-term / Operative risk calculator adult cardiac surgery database - all procedures <https://acsdriskcalc.research.sts.org/> (дата обращения 21.09.2023/ accessed September 21, 2023).

201. Svensson, L.G. Minimal-access aortic and valvular operations, including the "J/j" incision / L.G. Svensson, R.S. D'Agostino // *Ann Thorac Surg.* – 1998. – Vol. 66. – № 2. – P. 431-435.

202. Swinkels, B.M. Effect of aortic cross-clamp time on late survival after isolated aortic valve replacement / B.M. Swinkels, J.M. Ten Berg, J.C. Kelder [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2021. – Vol. 32. – № 2. – P. 222-228.

203. Tang, M. Fewer transfusions are still more-red blood cell transfusions affect long-term mortality in cardiac surgery / M. Tang, H.B. Ravn, J.J. Andreasen [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2023. – Vol. 63. – № 4. – ead101.

204. Tavakoli, R. Biological aortic valve replacement: advantages and optimal indications of stentless compared to stented valve substitutes. A review / R. Tavakoli, P. Danial, A.H. Oudjana // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2018. – Vol. 66. – № 5. – P. 247-256.

205. The EuroSCORE risk calculator. Royal Papworth Hospital. <https://www.euroscore.org/> (дата обращения 21.09.2023/ accessed September 21, 2023).

206. Tomaselli, G.F. 2020 ACC Expert consensus decision pathway on management of bleeding in patients on oral anticoagulants: A report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee / G.F. Tomaselli, K.W. Mahaffey, A. Cuker [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2020. – Vol. 76. – № 5. – P. 594-622.

207. Torkey, M.A. J-ministernotomy for aortic valve replacement: a retrospective cohort study / M.A. Torkey, A.A. Arafat, H.F. Fawzy, [et al.] // *Cardiothorac Surg.* – 2021. – Vol. 29. – № 16.

208. Tsui, S. Eight-year outcomes of aortic valve replacement with the Carpentier-Edwards PERIMOUNT Magna Ease valve / S. Tsui, M. Rosenbloom, J. Abel [et al.] // *J Card Surg.* – 2022. – Vol. 37. – № 12. – P. 4999-5010.

209. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.

210. Vahanian, A. ESC/EACTS Scientific Document Group, ESC National Cardiac Societies, 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) / A. Vahanian, F. Beyersdorf, F. Praz [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2022. – Vol. 43. – № 7. – P. 561-632.

211. Vahanian, A. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease / A. Vahanian, F. Beyersdorf, F. Praz F. [et al.] // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2021. – Vol. 60. – P. 727-800.

212. Van Mieghem, N.M. SURTAVI trial investigators. Self-expanding transcatheter vs surgical aortic valve replacement in intermediate-risk patients: 5-year outcomes of the SURTAVI randomized clinical trial / N.M. Van Mieghem, G.M. Deeb, L. Søndergaard [et al.] // *JAMA Cardiol.* – 2022. – Vol. 7. – № 10. – P. 1000-1008.

213. Van Praet, K.M. Minimally invasive surgical aortic valve replacement via a partial upper ministernotomy / K.M. Van Praet, G. Nersesian, M. Kukucka [et al.] // *Multimed Man Cardiothorac Surg.* – 2022. – Vol. 2. – 2022.

214. Vendramin, I. The dawn of surgical treatment of aortic insufficiency / I. Vendramin, U. Bortolotti, A.D. Milano, U. Livi // *J Card Surg.* – 2022. – Vol. 37. – № 12. – P. 5676-5678.

215. Vrandecic, M. Retrospective clinical analysis of stented vs. stentless porcine aortic bioprostheses / M. Vrandecic, F.A. Fantini, B.G. Filho // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2000. – Vol. 18. – P. 46-53.

216. Wanchaitanawong, W. Diagnostic role of aortic valve calcium scoring in various etiologies of aortic stenosis / W. Wanchaitanawong, R. Kanjanavanit, T. Srisuwan [et al.] // *Sci Rep.* – 2023. – Vol. 13. – № 1. – 8019.

217. Wang, Y. Midterm outcome of transcatheter versus surgical aortic valve replacement in low to intermediate risk patients: A meta-analysis of randomized controlled trials / Y. Wang, Y. Zhou, L. Zhang, J. Zhu // *J Cardiol.* – 2018. – Vol. 71. – № 6. – P. 534-539.

218. Wang, Y.C. Cardiopulmonary bypass time predicts early postoperative Enterobacteriaceae bloodstream infection / Y.C. Wang, H.Y. Wu, C.Y. Luo, T.W. Lin // *Ann Thorac Surg.* – 2019. – Vol. 107. – № 5. – P. 1333-1341.

219. Woldendorp, K. Perioperative transfusion and long-term mortality after cardiac surgery: a meta-analysis / L. Manuel, A. Srivastava, M. Doane [et al.] // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2023. – Vol. 71. – № 6. – P. 323-330.

220. Yamamoto, Y. Mönckeberg's sclerosis / Y. Yamamoto, Y. Ishikawa, M. Shimpo, M. Matsumura // *J Gen Fam Med.* – 2020. – Vol. 22. – № 1. – P. 55-56.

221. Yan A.T. Association between cardiovascular risk factors and aortic stenosis: The CANHEART aortic stenosis study / A.T. Yan, M. Koh, KK. J. Chan [et al.] // *Am Coll Cardiol.* – 2017. – Vol. 69. – № 12. – P.1523-1532.

222. Yerebakan, C. Thrombocytopenia after aortic valve replacement with Freedom Solo stentless bioprosthesis / C. Yerebakan, A. Kaminski, B. Westphal [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008. – Vol. 7. – № 4. – P. 616-620.

223. Youssef, G. Risk factors for the development and progression of thoracic aorta calcification: the multi-ethnic study of atherosclerosis / G. Youssef, M. Guo, R.L. McClelland [et al.] // *Acad Radiol.* – 2015. – Vol. 22. – P. 1536-1545.

224. Zheng, J. Association between cardiopulmonary bypass time and 90-day post-operative mortality in patients undergoing arch replacement with the frozen elephant trunk: a retrospective cohort study / J. Zheng, S.D. Xu, Y.C. Zhang [et al.] // *Chin Med J (Engl).* – 2019. – Vol. 132. – № 19. – P. 2325-2332.

225. Zheng, S. Chinese cardiovascular surgery registry. Is the European system for cardiac operative risk evaluation useful in Chinese patients undergoing heart valve

surgery? / S. Zheng, Z. Zheng, H.G. Fan, S.S. Hu // *Chin Med J (Engl)*. – 2012. – Vol. 125. – № 20. – P. 3624-3628.

226. Zheng, Z. Chinese CABG registry study. SinoSCORE: a logistically derived additive prediction model for post-coronary artery bypass grafting in-hospital mortality in a Chinese population / Z. Zheng, L. Zhang, X. Li, S. Hu // *Front Med*. – 2013. – Vol. 7. – № 4. – P. 477-485.

227. Zientara, A. Thrombocytopenia after sutureless and standard stented aortic valve replacement: a retrospective analysis of risk factors, clinical course, and early outcome / A. Zientara, M.Y. Salmasi, B. Milan-Chhatrisha [et al.] // *J Cardiothorac Surg*. – 2024. – Vol. 19. – № 1. – 219.

228. Zilberszac, R. Asymptomatic severe aortic stenosis in the elderly / R. Zilberszac, H. Gabriel, M. Schemper M [et al.] // *JACC: Cardiovascular Imaging*. – 2017. – Vol. 10. – № 1. – P. 43-50.