

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ХИРУРГИИ  
им. академика Б.В. ПЕТРОВСКОГО**

На правах рукописи

**БРЕШЕНКОВ ДЕНИС ГЕННАДЬЕВИЧ**

**ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ  
АНЕВРИЗМ ГРУДНОЙ АОРТЫ ИЗ МИНИ-ДОСТУПА**

14.01.26 – сердечно-сосудистая хирургия

**Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук**

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

Москва - 2021

## Оглавление

<b>Список использованных сокращений.....</b>	<b>4</b>
<b>Введение .....</b>	<b>6</b>
<b>Глава 1. Обзор литературы .....</b>	<b>13</b>
1.1. Анатомия грудной клетки, грудины и грудной аорты.....	13
1.2. Этиология, патогенез и показания к хирургии .....	15
1.3. Эволюция малоинвазивной хирургии .....	17
1.4. Определение и история малоинвазивной кардиохирургии.....	19
1.5. Преимущества и ограничения малоинвазивной хирургии .....	22
<b>Глава 2. Материалы и методы.....</b>	<b>31</b>
2.1. Характеристика клинического материала и дизайн исследования.....	31
2.2. Предоперационная диагностика и критерии отбора пациентов для мини-доступа.....	40
2.3. Предоперационное МСКТ-планирование .....	46
2.4. Характеристика хирургических вмешательств и оперативная тактика.....	54
<i>Характеристика хирургических вмешательств в группе ПС.....</i>	<i>54</i>
<i>Характеристика хирургических вмешательств в группе МС .....</i>	<i>56</i>
2.5. Контрольные точки исследования и критерии сравнения в послеоперационном периоде 57	57
2.6. Статистический анализ .....	61
<b>Глава 3. Оперативная техника и хирургическая тактика малоинвазивных вмешательств .....</b>	<b>62</b>
3.1. Нюансы выполнения мини-стернотомии .....	62
3.2. Вскрытие перикарда, экспозиция рабочего поля .....	70
3.3. Тактика канюляции при выполнении малоинвазивного вмешательства.....	71
3.4. Хирургическое вмешательство .....	78
3.5. Дренажное, установка эпикардальных электродов .....	87
3.6. Техника остеосинтеза грудины после мини-стернотомии .....	87
<b>Глава 4. Результаты.....</b>	<b>90</b>
4.1. Определение предикторов удобства вмешательства .....	90

4.2.	Ранние послеоперационные результаты .....	100
4.3.	Кривая обучения .....	109
4.4.	Оценка различных методик стерноррафии мини-стернотомного доступа.....	110
4.5.	Болевой синдром.....	112
4.6.	Функция аортального клапана после клапансохраняющих вмешательств .....	113
4.7.	Отдаленные послеоперационные результаты.....	116
4.8.	Качество жизни в послеоперационном периоде.....	118
<b>Заключение.....</b>		<b>125</b>
<b>Выводы.....</b>		<b>137</b>
<b>Практические рекомендации.....</b>		<b>138</b>
<b>Список литературы: .....</b>		<b>140</b>

## Список использованных сокращений

АД – артериальное давление  
АН – аортальная недостаточность  
АПГМ – антеградная перфузия головного мозга  
БиПГМ – бигемисферальная перфузия головного мозга  
МоноПГМ – моногемисферальная перфузия головного мозга  
БЦВ – брахиоцефальные ветви  
БЦС – брахиоцефальный ствол  
ВА – восходящая аорта  
ВАШ – визуально-аналоговая шкала  
ДСТ – дисплазия соединительной ткани  
ИВЛ – искусственная вентиляция легких  
ИБС – ишемическая болезнь сердца  
ИК – искусственное кровообращение  
ИМ – ишемия миокарда  
КТ – компьютерная томография  
ЛП – левое предсердие  
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография  
НГА – нисходящая грудная аорта  
НПА – наружная подвздошная артерия  
ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения  
ОБА – общая бедренная артерия  
ОБВ – общая бедренная вена  
ОПА – общая подвздошная артерия  
ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии  
ОСА – общая сонная артерия  
ОФВ1 – объем форсированного выдоха за 1 секунду  
ПАК – протезирование аортального клапана  
ПкЛА – подключичная артерия  
СКФ – скорость клубочковой фильтрации  
СТГ – синотубулярный гребень  
ТИА – транзиторная ишемическая атака  
УЗИ – ультразвуковое исследование  
ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких  
ФКАК – фиброзное кольцо аортального клапана  
ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких  
ХБП – хроническая болезнь почек

ЦА – циркуляторный арест

ЧП ЭхоКГ – чреспищеводная эхокардиография

ЭКГ – электрокардиограмма

ЭКС - электрокардиостимулятор

ЭхоКГ – эхокардиография

ЕТ – операция Elephant Trunk («Хобот Слона»)

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

MACE – major adverse cardiac events, основные неблагоприятные сердечно-сосудистые события

ROI – region of interest, компьютерная томография с анализом области интереса.

TEVAR – thoracic endovascular aortic repair (эндоваскулярное лечение грудного отдела аорты)

Th – грудной позвонок

## Введение

### Актуальность проблемы

Прогрессивный рост средней продолжительности жизни населения в совокупности с улучшением методов диагностики патологии грудной аорты и охвата населения привели к росту числа вмешательств на грудной аорте, а накопление опыта и совершенствование хирургической тактики, обеспечения и протоколов ведения пациентов снизили летальность на госпитальном этапе. В настоящий момент полная продольная стернотомия остается «золотым стандартом» при вмешательствах на грудной аорте. Однако за последнее десятилетие малоинвазивный подход в хирургии стал весьма популярным. Не обошла стороной данная тенденция и специалистов в области кардиохирургии. Обусловлено это в первую очередь желанием экстраполировать доказанные в других областях преимущества операций из мини-доступа, в частности снижение хирургической травмы, болевого синдрома и короткие сроки реабилитации. В ежегодном докладе German Heart Surgery Report за 2019 году более 53,6 % вмешательств на митральном клапане и до 35,1 % на аортальном клапане выполнено с использованием малотравматичных технологий, что доказывает растущую популярность среди специалистов ввиду определённых преимуществ методики [78]. Это направление привлекает хирургов в первую очередь желанием экстраполировать на кардиохирургию доказанные в других областях преимущества операций из мини-доступа, в частности снижение болевого синдрома, снижение хирургической травмы и быстрое восстановление. Изначально бурный энтузиазм к малоинвазивной хирургии останавливали опасения относительно ухудшения экспозиции рабочего поля при сложных вмешательствах, увеличение времени искусственного кровообращения, ишемии миокарда и тем самым увеличение рисков для пациента. Однако благодаря совершенствованию предоперационной диагностики и планирования, инновациям в методах перфузии, а также разработке специализированных хирургических инструментов и

робототехники в совокупности с накопленным опытом, у кардиохирургии появился необходимый ресурс и методы реализации малоинвазивной хирургической философии.

В 2008 году Американская ассоциация кардиологов определила термин «малоинвазивная кардиохирургия» как «операция, выполненная из минимального разреза на грудной клетке, исключая полную стернотомию»[23, 26, 54, 66, 79]. Исходя из этого к малоинвазивной кардиохирургии следует относить не специфические вмешательства на сердце, а в первую очередь концепцию стремления минимизировать объём хирургической травмы во время операции с целью улучшения результата, быстрой реабилитации в соответствии с желанием и удовлетворенностью пациента. Несмотря на распространенность, доля малоинвазивных вмешательств составляет малую часть от всего объёма операций на сердце, однако рост доказательной базы преимуществ операций из мини-доступа может побудить хирургов к использованию малотравматичных технологий с целью улучшения не только косметических результатов, но и клинических.

В зарубежной и отечественной литературе представлено ограниченное количество данных об операциях на грудной аорте из мини-доступа в отличие от вмешательств при изолированном аортальном пороке. Результаты хирургии аортального клапана показывают достоверные преимущества в виде значительно более короткого времени нахождения пациентов в отделении реанимации и отделении, более быструю реабилитацию пациента [66]. Также некоторые авторы отмечают снижение таких определяющих клинический исход осложнений как частота послеоперационного инфаркта миокарда, инсульта[81], фибрилляции предсердий, глубокая стернальная инфекция[53]. В крупных исследованиях пациенты с протезированием аортального клапана из мини-доступа достоверно реже требовали переливание компонентов крови[44, 64], обезболивания опиоидными анальгетиками [11], пролонгированной ИВЛ [9]. Многие авторы, как и следовало ожидать, докладывают о большей удовлетворенности пациента

косметическим эффектом[64], снижением ограничений в физической нагрузке и отсутствием болевого синдрома, зачастую связанного с доступом.

Согласно данным самого крупного на сегодняшний день систематического обзора Cochrane Library 2017 г., основанного на данных 7 проспективных рандомизированных клинических исследований, сравнение 2-х групп пациентов с изолированным протезированием аортального клапана из мини-стернотомии и стандартной стернотомии показало отсутствие достоверных различий в показателях госпитальной летальности, времени искусственного кровообращения, пережатия аорты, частоты серьёзных осложнений, количества койко-дней в отделении. Однако снижение послеоперационной кровопотери, времени, проведенного в реанимации и улучшение функции лёгких доказывают необходимость применения малотравматичных технологий в хирургии аортального клапана[36].

Полная срединная стернотомия – стандартный доступ для реконструкции корня, восходящего отдела и дуги аорты. Однако учитывая перечисленные преимущества мини-доступов, догма в отношении единственного возможного доступа срединной стернотомии в хирургии грудной аорты в современном кардиохирургическом сообществе ставится под сомнение. Тем не менее остаются нерешенные проблемы, связанные с экспозицией, стратегией перфузии, кривой обучения, использованием специального инструментария, возможного увеличения времени интраоперационных показателей, а также необходимость надёжного тщательного гемостаза и определения строгого алгоритма вмешательства с принципами профилактики специфических осложнений.

**Цель исследования:**

Оценить преимущества и недостатки применения мини-стернотомии при хирургическом лечении аневризм грудной аорты.

**Задачи исследования:**



1. Оценить ближайшие и отдалённые результаты вмешательств на грудной аорте из мини-доступа;
2. Сравнить результаты малоинвазивного хирургического лечения аневризм грудной аорты с традиционным подходом с использованием полной стернотомии;
3. Определить предикторы технической сложности малоинвазивных вмешательств и создать автоматизированный алгоритм планирования технической сложности операции в зависимости от МСКТ-анатомии аорты, характера патологии и типа вмешательства;
4. На основании полученных результатов разработать протокол малоинвазивного хирургического лечения у пациентов с патологией грудной аорты.

### **Научная новизна**

В ходе выполнения работы проведен сравнительный анализ ближайших и отдаленных результатов, определены преимущества и недостатки малоинвазивных и традиционных вмешательств на грудной аорте с детальным исследованием показателей послеоперационного периода, включая болевой синдром, качество жизни и косметический эффект.

При оценке результатов хирургического лечения 226 больных с аневризмами грудной аорты определены показания и противопоказания к выполнению малоинвазивных вмешательств, а разработан алгоритм выбора канюляции и перфузии при вмешательствах из мини-доступа.

### **Практическая значимость работы**

Разработан, описан и внедрен в клиническую практику протокол хирургического лечения патологии грудной аорты из мини-доступа с учетом клинических и анатомо-морфологических особенностей пациента.

Определен оптимальный метод остеосинтеза грудины после J-образной верхнесрединной мини-стернотомии.

Определены предикторы технической сложности малоинвазивной операции на корне и восходящем отделе аорты. Создан и апробирован автоматизированный алгоритм планирования технического удобства операции в зависимости от предоперационных характеристик пациента. Данный алгоритм запатентован и реализован в формате онлайн-калькулятора. Представленные алгоритмы внедрены в практику отделения кардиохирургии I ФГБНУ «РЦНХ им. акад. Б.В. Петровского» с целью улучшения результатов хирургического лечения пациентов с аневризмами грудной аорты.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Малоинвазивное хирургическое лечение аневризм грудной аорты обеспечивает сопоставимые результаты в раннем и отдаленном послеоперационном периоде в сравнении с традиционным подходом, в том числе у пациентов с сложными вмешательствами на корне аорты и дуге аорты.

2. Вмешательства на грудной аорте из J-образной мини-стернотомии обеспечивает снижение интраоперационной кровопотери, послеоперационной кровопотери по дренажам, время ИВЛ в ОРИТ и сроки реабилитации пациента в ОРИТ и стационаре.

3. J-образная мини-стернотомия обеспечивает снижение болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде, а также ассоциирована с меньшей частотой использования опиоидных анальгетиков.

4. Малоинвазивные вмешательства на грудной аорте ассоциированы с более быстрым восстановлением показателей качества жизни и удовлетворенностью пациента косметическим результатом по сравнению с традиционными.

5. Предоперационное планирование – важный и неотъемлемый этап малоинвазивного вмешательства на грудной аорте, обеспечивающий безопасность

пациента и позволяющий нивелировать эффект «кривой обучения», особенно у начинающих специалистов.

6. Независимыми предикторами технического удобства вмешательства на грудной аорте из J-образной мини-стернотомии являются: анатомическое взаимоотношение аорты и грудины по данным МСКТ, возраст, ожирение, диаметры аорты, длина разреза кожи – >7,5 см.

### **Внедрение результатов исследования в практику**

Результаты исследования внедрены в работу отделения реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», и широко применяются при лечении пациентов с патологией грудной аорты.

### **Апробация диссертации**

Диссертационная работа апробирована 26 февраля 2021 года на объединенной научной конференции Института кардио-аортальной хирургии ФГБНУ «РНЦХ им. академика Б.В. Петровского».

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточной репрезентативностью клинического материала: проанализированы результаты хирургического лечения 226 пациентов с аневризмами грудной аорты с 2011 по 2020 годы. Полученные в диссертационной работе положения и выводы основаны на результатах современного статистического анализа.

Результаты диссертационной работы доложены на XIV, XV и XVI Всероссийских съездах сердечно-сосудистых хирургов на базе Национального Медицинского Исследовательского Центра Сердечно-Сосудистой Хирургии им. А.Н. Бакулева (Москва, 2016 - 21 гг.), на международной объединенной конференции STS/EACTS Latin America Cardiovascular Surgery Conference (Картахена, Колумбия, 2018 г.), на 26-ом международном Ежегодном собрании

Азиатского общества Сердечно-сосудистых и Торакальных хирургов (Москва, 2018), на ежегодном съезде Международного Общества Малоинвазивной Кардиохирургии (Нью-Йорк, США, 2019 г.) и на 33-ем и 34-ом Ежегодном собрании общества Европейской Ассоциации Кардио-Торакальных хирургов (Лиссабон, Португалия, 2019 г.), (Барселона, Испания, 2020).

### **Публикации**

По материалам исследования опубликовано 13 печатных работ, из них 5 - в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 150 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, который включает в себя 93 источника (19 отечественных и 74 зарубежных). Работа содержит 16 таблиц и иллюстрирована 52 рисунками.

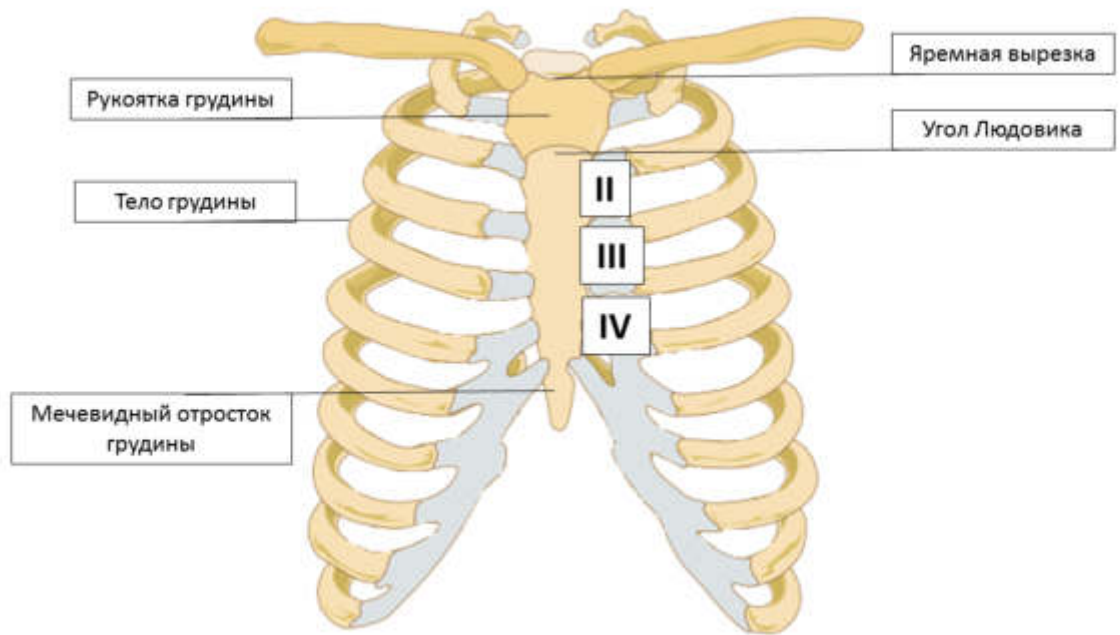
## Глава 1. Обзор литературы

Наряду с остальным хирургическим сообществом, сердечно-сосудистая хирургия находится в процессе непрерывного развития оперативной техники, подходов и технологий. То, что началось в 1990-х годах с первых сообщений о малоинвазивной хирургии аортального клапана, стремительно охватило и повлияло почти на все области сердечно-сосудистой хирургии. Эта эволюция хирургической философии постоянно стимулируется накоплением опыта, доказанными преимуществами и разработками инструментов и техники. С ростом интереса пациентов к минимально инвазивным операциям для хирургов как никогда важно быть в курсе современных малоинвазивных подходов в кардиохирургии, а также в хирургии аорты. Однако это бурное развитие стало возможным лишь только после накопления определённого опыта стандартных вмешательств, глубокого теоретического и практического анализа топографической анатомии, хирургической техники, тактики канюляции, методов защиты органов и других технологий при выполнении вмешательств из минидоступа.

### 1.1. Особенности анатомии грудной клетки

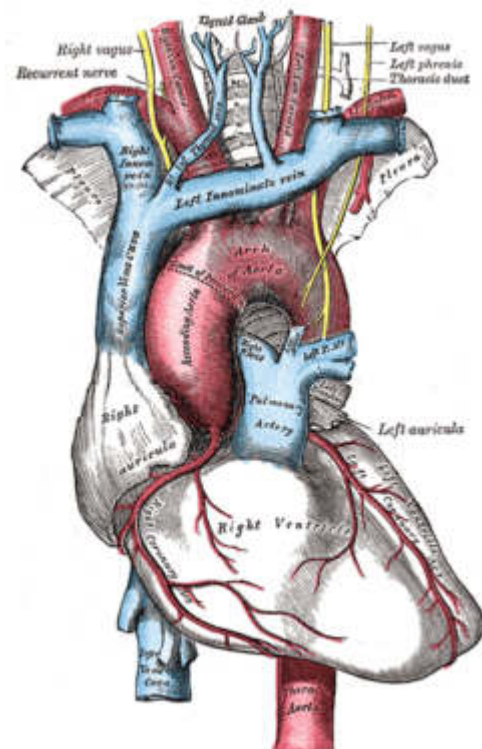
**Грудная клетка** включает в себя: грудную стенку (грудина, ребра, грудной отдел позвоночника), полость перикарда, две плевральные полости, средостение и органы, расположенные в нём.

**Грудина** состоит из трёх частей: рукоятки, тела и мечевидного отростка. При выполнении доступа важно определить проекции яремной вырезки, угол Людовика (сочленение рукоятки и тела грудины), который также является местом прикрепления II ребра, IV-ое межреберье и середину тела грудины. В области яремной вырезки зачастую располагается яремная венозная дуга и межключичная связка, которые обязательно нужно визуализировать и пересечь для безопасного выделения ретростеральной поверхности рукоятки грудины (**Рис 1.1.**).



**Рис. 1.1. Анатомия передней грудной стенки**

**Грудная аорта** берёт своё начало от выходного отдела левого желудочка в проекции грудинно-реберного сочленения III-го грудного позвонка (Th). Затем она направляется вверх и вправо, до уровня Th2 грудинно-реберного сочленения, где изгибается влево и кзади и достигает нижней границы Th4. Впоследствии грудная аорта нисходит в заднем средостении по левой боковой поверхности позвонков Th5-Th12, где она переходит через «аортальное окно» диафрагмы в ретроперитонеальное пространство. С учетом трех различных ориентаций грудная аорта делится на 3 части: восходящая аорта, дуга аорты и нисходящая аорта (**Рис 1.2**)[6, 32, 77].



**Рис. 1.2. Синтопия грудной аорты и её ветвей.**  
([https://theodora.com/anatomy/the\\_aorta.html](https://theodora.com/anatomy/the_aorta.html))

Знание анатомии аорты и ее ветвей имеет первостепенное значение, особенно для хирургов, планирующих выполнять малоинвазивные вмешательства, чтобы избежать летальных осложнений и случаев вынужденной конверсии в полную стернотомию.

### 1.2. Этиология, патогенез и показания к хирургии

**Аневризма грудной аорты** является жизнеугрожающим состоянием, а ежегодная заболеваемость насчитывает 10,4 случая на 100 000 населения[65]. Эта патология требует незамедлительного хирургического лечения для предотвращения летальных осложнений, таких как разрыв или расслоение аорты. Аневризма грудной аорты в литературе также известна как «тихий убийца», ведь только в 5-10% случаев у пациента выявляются какие-либо симптомы[40]. Основными симптомами, указывающими на наличие аневризмы, являются: дисфония, дисфагия, одышка, кашель и редко болевой синдром при эрозии грудной стенки. Пациенты с острым течением заболевания зачастую могут испытывать выраженную кинжальную боль в результате расслоения аорты или

формирующегося надрыва[55]. Ежегодная частота острого аортального синдрома (ОАС) составляет 3.5 случаев на 100,000 населения, а 30-дневная летальность при хирургическом лечении составляет 9,1% (от 5.4% для пациентов с аневризмом ВА до 10,7% для пациентов с вмешательством на дуге аорты)[14]. Подобная статистика делает улучшение результатов хирургии грудной аорты одной из самых актуальных в области сердечно-сосудистой хирургии[35, 43, 56].

### Показания к хирургическому лечению

Этиология и патогенез аневризмы в настоящий момент является ведущим фактором, от которого напрямую зависят сроки вмешательства. По данным современных рекомендаций в настоящее время показания к хирургическому лечению аневризм грудной аорты определяются размерами и факторами, связанными с этиологией, семейным анамнезом и сопутствующей сердечной патологией или дисфункцией клапана (**таблица 1.1**). Стоит отметить, что для пациентов с ДСТ, семейным анамнезом или БАК для хирургического лечения установлен более низкий порог диаметра аорты, так как именно эти пациенты подвержены более высокому риску аортальных событий, чем пациенты со спорадическими случаями[35, 43, 56]. Возможно, в будущем по мере улучшения хирургического подхода (в том числе и за счёт внедрения малоинвазивных технологий) и результатов лечения, снижение пороговых значений диаметра аорты станет возможным.

**Таблица 1.1.**

**Таблица 1.1. Показания к хирургическому лечению аневризм грудной аорты в зависимости от размера и этиологии (*ESC guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases 2014*) [5]**

Характеристика пациентов	Показания к хирургическому лечению аневризм корня и ВА
<b>Общая популяция</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диаметр <math>\geq 55</math> мм</li> <li>• Скорость роста аневризмы <math>&gt; 0.5</math> см/год</li> <li>• Симптомные пациенты</li> </ul>



<b>Пациенты с ДСТ</b> <i>(синдром Марфана, синдром Льюиса-Дитца, синдром Элерса-Данлоса)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диаметр <math>\geq 50</math> мм (для синдрома Льюиса-Дитца <math>&gt; 44-46</math> мм)</li> <li>• Диаметр <math>\geq 45</math> мм (при семейном анамнезе расслоения)</li> <li>• Скорость роста аневризмы <math>&gt;3-5</math> мм/год</li> </ul>
<b>Бикуспидальный АК</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диаметр <math>\geq 50</math> мм</li> <li>• Симптомные пациенты</li> <li>• Скорость роста аневризмы <math>&gt;5</math> мм/год</li> </ul>
<b>Необходимость коррекции сердечной патологии</b> (в т.ч. аортального клапана) или <b>реваскуляризации миокарда</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диаметр <math>\geq 45</math> мм</li> </ul>
<b>Изолированная аневризма дуги аорты</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диаметр <math>\geq 55</math> мм</li> </ul>

### 1.3. Эволюция малоинвазивной хирургии

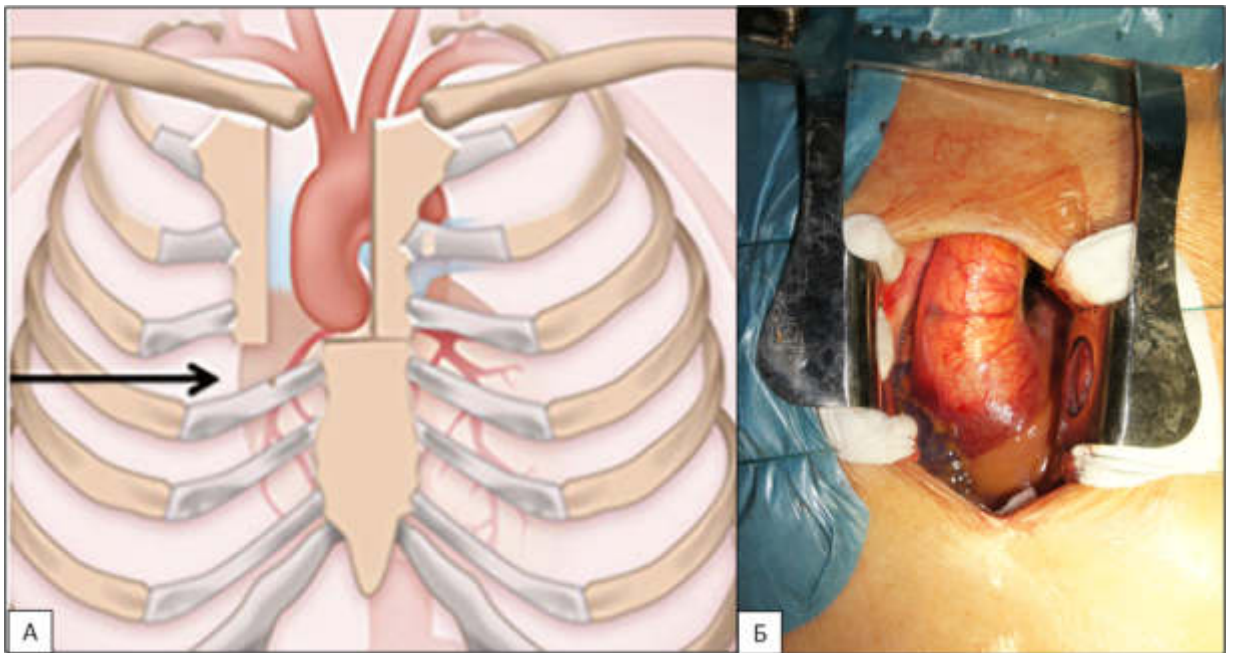
**Малоинвазивная кардиохирургия** непрерывно эволюционировала и претерпевала многочисленные изменения в технике, подходах и философии, в первую за счёт эволюции методов искусственного кровообращения (ИК), разработки новых доступов и технологий, которые привели её к современному состоянию. С момента своего первого успешного использования С. Брюхоненко в 1926 году[33] и Дж. Гиббоном в 1953 году[63] аппарат ИК подарил возможность кардиохирургам выполнять сложные реконструктивные вмешательства на остановленном сердце. Истоки же малоинвазивной хирургии относятся к 1950-м годам[21], когда были описаны первые лапароскопические вмешательства в абдоминальной хирургии. В настоящее время лапароскопические, роботехирургические и полностью эндоскопические процедуры стали золотым стандартом практически во всех областях абдоминальной хирургии, гинекологии, урологии и даже в нейрохирургии[2, 78]. В свою очередь растущий интерес и отличные результаты малоинвазивного подхода в других областях хирургии побудил к первым вмешательствам на клапанах сердца из мини-доступа[59]. С развитием малоинвазивных технологий, кардиохирурги стремились снизить

проявления системного воспалительного ответа путём снижения объёма циркулирующей крови в аппарате, новых покрытий и фильтров. Тем самым канюли становились меньше, а материалы обеспечивали оптимальное рабочее пространство за счёт отсутствия перегибов магистралей [47]. Активное использования инсуффляции углекислого газа в операционное поле позволило снизить риск воздушной эмболии. Прогресс интраоперационной диагностики позволил не только обеспечить постоянный мониторинг структур сердца в режиме реального времени, надёжный контроль удаления воздуха из камер сердца, но и навигацию при постановке канюль и проводников в сердце и магистральные сосуды.

Желание выполнения вмешательств на сердце и грудной аорте из минидоступа сподвигло многих к поиску альтернативных схем канюляции. Центральная канюляция по Сельдингеру с использованием прямых канюль и периферическая канюляция (подключичная, бедренная артерии) являются достойными альтернативами друг другу, несмотря на то, что многие авторы отмечают достоверно большее количество эмболических осложнений при периферической канюляции. Ещё одним направлением стала разработка новых методов защиты миокарда, головного мозга и висцеральных органов при вмешательствах на грудной аорте[34].

В целях снижения частоты дыхательных осложнений, стерномедиастинитов, дигисценции грудины и болевого синдрома кардиохирургами было предложено и отработано множество альтернативных полной стернотомии доступов к структурам сердца и магистральным сосудам. Травматичные парастернальные доступы[2], поперечная стернотомия[48], Т-образная мини-стернотомия [37] стали результатом выраженного болевого синдрома, раневых осложнений, дигисценции грудины, нестабильного остеосинтеза. Данные подходы усложняли выполнение конверсии в полную стернотомию и зачастую требовали лигирования внутренних грудных артерий (ВГА). В настоящее время оптимальным и общепризнанным доступом для реконструкции грудной аорты и структур сердца является J-

**образная мини-стернотомия**, которая позволяет обеспечить минимальную травматичность, техническую простоту и косметический эффект (**Рис. 1.3**). Помимо большого спектра разрабатываемых мини-доступов, появились инновационные технологии и девайсы, позволившие расширить спектр возможных вмешательств.



**Рис. 1.3. Верхнесрединная частичная J-образная мини-стернотомия:** А – схематическое изображение (*адоптированный рисунок, собственность: Shah VN, Orlov OI, Orlov C, Sicouri S, Takebe M, Plestis KA.*); Б – интраоперационный вид корня и восходящего отдела аорты из J-образной мини-стернотомии в IV-ом межребрье .

#### 1.4. Определение и история малоинвазивной кардиохирургии

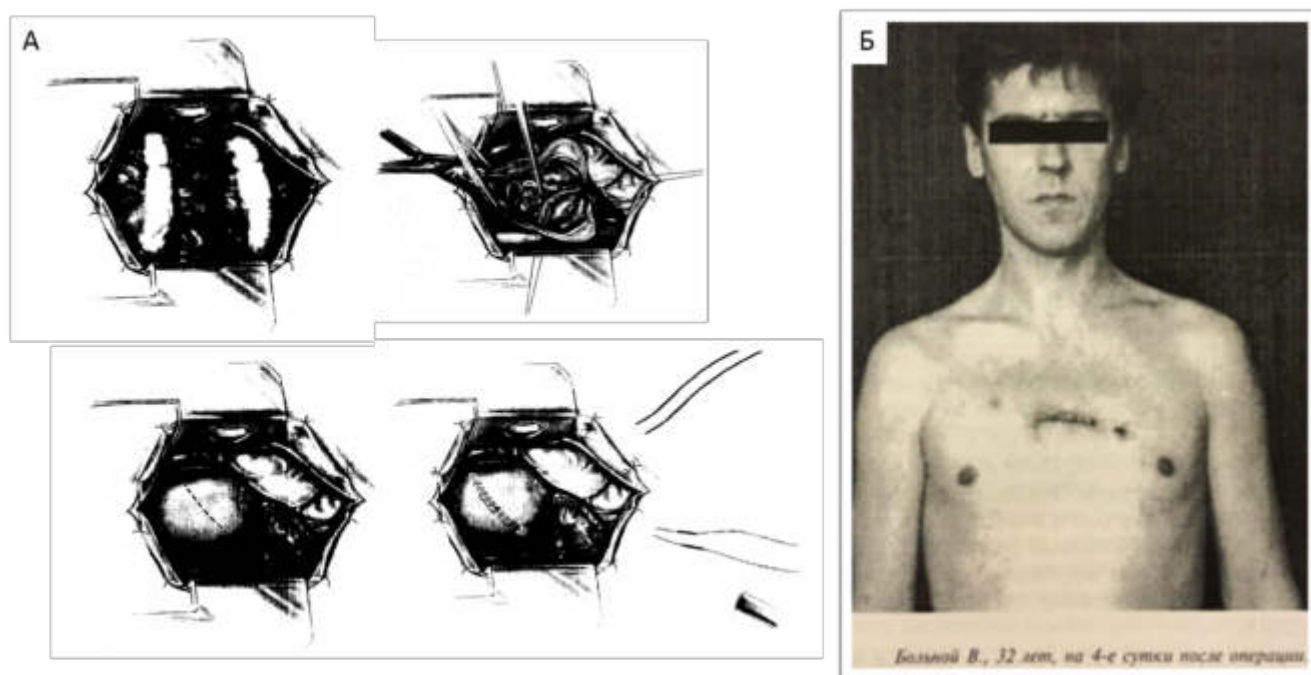
##### **Определение понятия малоинвазивное вмешательство**

В 2003 году Общество торакальных хирургов (STS) определило термин **«малоинвазивная кардиохирургия»** как **«любая процедура, выполняемая без применения искусственного кровообращения и полной стернотомии в качестве доступа»**[80]. Однако можно выделить лишь единичные операции, попадающие под эти критерии - транскатетерную имплантацию аортального клапана (TAVI) и реваскуляризация миокарда из мини-торакотомии (MIDCAB,

ТЕСАВ). Таким образом, в 2008 году Американская ассоциация кардиологов пересмотрела это определение как *«операция, выполненная из минимального разреза на грудной клетке, исключая полную стернотомию»*[78]. Исходя из этого, к малоинвазивной кардиохирургии следует относить не специфические вмешательства на сердце, а в первую очередь концепцию стремления минимизировать объём хирургической травмы во время операции с целью улучшения результата, быстрой реабилитации в соответствии с желанием и удовлетворенностью пациента. Несмотря на распространённость и растущую популярность, в настоящее время доля малоинвазивных вмешательств составляет малую часть от всего объёма операций на сердце, однако рост доказательной базы преимуществ операций из мини-доступа может побудить хирургов к использованию малотравматичных технологий с целью улучшения не только косметических результатов, но и клинических.

### **Малоинвазивная хирургия грудной аорты**

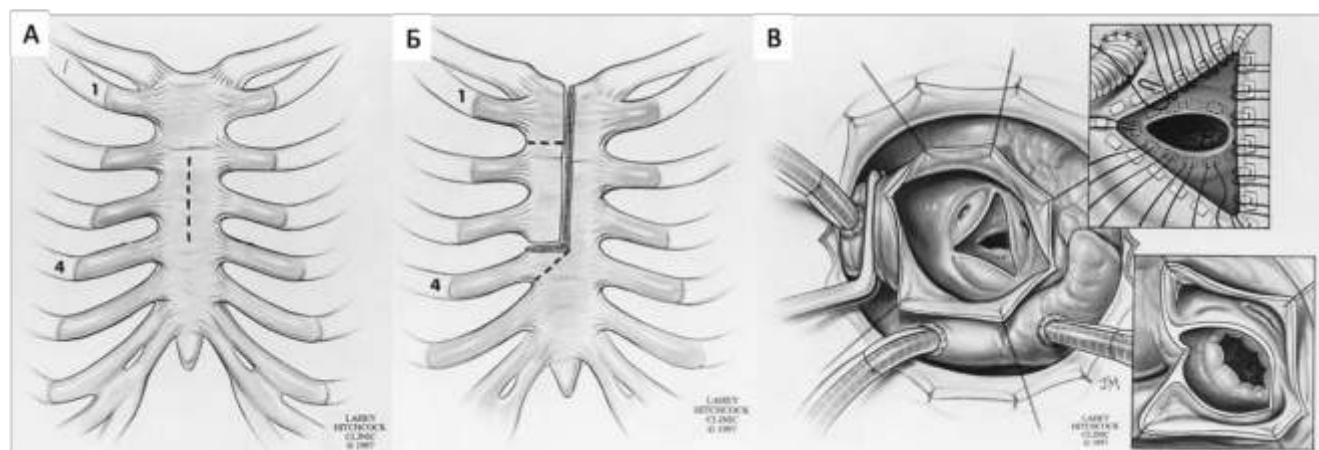
Развитие малоинвазивной хирургии аорты началось с операций на аортальном клапане и ознаменовано появлением первого сообщения Kumar и соавт. об успешном протезировании аортального клапана из правосторонней передней мини-торакотомии в 1993 году. Автором были представлены 2 молодые пациентки 20 и 25 лет с изолированным стенозом аортального клапана, которым с целью косметического эффекта кожный разрез выполнялся в субмаммарной борозде[34]. В дальнейшем в 90-х годах появились сообщения о замене аортального клапана у 25-ти пациентов из правостороннего парастернального доступа размером 10 см, который выполнялся от нижнего края 2-го до верхнего края 5-го рёбра с полным пересечением головок 3-го и 4-го ребёр (**Рис. 1.5 А**)[2]. Первое же отечественное сообщение о протезировании аортального клапана из мини-доступа было опубликовано в 1998 г. Ю.В. Беловым и соавт., которые в качестве доступа использовали поперечную стернотомию в 3-м межреберье (**Рис. 1.5 Б**)[86].



**Рис. 1.5. Первый опыт малоинвазивных вмешательств на аортальном клапане.** А – Kumar и соавт. протезирование аортального клапана из парастернального доступа в 1993 г. (*адоптированный рисунок, собственность: Cosgrove, D. M., & Sabik, J. F. (1996)*); Б – Первый отечественный опыт малоинвазивной замены аортального клапана из поперечной мини-стернотомии в 3-ем межреберье (*адоптированный рисунок собственность: Белов Ю.В., Степаненко А.Б., Генс А.П., Бабалян Г.В. (1998)*).

Верхнесрединная J-образная мини-стернотомия в IV-ом межреберье впервые была применена L.G. Svensson в 1997 г. для вмешательств на аортальном клапане, корне аорты, митральном клапане, ритмконвертирующих вмешательствах [85]. Данная статья стала настоящим прорывом в обществе сторонников малоинвазивного подхода. Автор подробно описал применение “J”, “J”, “C”, “L” – мини-стернотомий, стратегию канюляции, доступы к клапанам в зависимости от объёма вмешательства, возможность выделения левой и правой внутренних грудных артерий и коронарного шунтирования, а также обозначил определённые преимущества каждого из доступов (**Рис. 1.6А**). По мере накопления опыта и совершенствования методики малоинвазивные вмешательства полностью охватили хирургию корня и восходящего отдела аорты. Так Sun и соавт. в 2000 г.

представили ретроспективное сравнение группы из 8 пациентов с синдромом Марфана, которым выполнялась операция Bentall-DeVono из верхнесрединной мини-стернотомии с группой стандартной стернотомии. Исследование показало потенциальные преимущества мини-доступа в снижении кровопотери, болевого синдрома, улучшении функции лёгких, удовлетворенности пациента косметическим результатом[88]. Стоит отметить также, что во всех предыдущих сообщениях авторы отмечают возможность вмешательства на дуге аорты из мини-стернотомии. Однако первое сообщение датируется 2001 г., когда L. G. Svensson описал 3 случая успешных операций «хобота слона» выполненных из J-образной мини-стернотомии[8, 13, 27, 60, 83, 90].



**Рис. 1.6. Первые малоинвазивные вмешательства на корне аорты, выполненные L.G. Svensson в 1997 г. А – Локация кожного разреза; Б – Варианты выполнения мини-стернотомии; В – Экспозиция операционного поля. (рисунок адаптированный собственностью: Svensson, L. G. (1997)).**

### 1.5. Преимущества и ограничения малоинвазивной хирургии

Несмотря на то, что в настоящий момент полная продольная стернотомия остается «золотым стандартом» при вмешательствах на грудной аорте, за последнее десятилетие малоинвазивный подход в хирургии стал весьма популярным. Обусловлено это в первую очередь желанием экстраполировать доказанные в других областях преимущества операций из мини-доступа, в

частности снижение хирургической травмы, болевого синдрома и короткие сроки реабилитации.

В литературе в настоящее время происходит накопление данных об операциях на грудной аорте из мини-доступа, тогда как результаты хирургии аортального клапана показывают достоверные преимущества у большой группы пациентов в виде значительно более короткого времени госпитализации и ускоренную реабилитацию пациента[70]. Также некоторые авторы отмечают снижение таких определяющих клинический исход осложнений как частота послеоперационного инфаркта миокарда, инсульта[50], фибрилляции предсердий[12, 83], глубокой стеральной инфекции[50]. В крупных исследованиях пациенты с протезированием аортального клапана из мини-доступа достоверно реже требовали переливание компонентов крови[92], обезболивания опиоидными анальгетиками[60], пролонгированной искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ)[66]. Многие авторы, как и следовало ожидать, докладывают о большей удовлетворенности пациента косметическим эффектом[64], снижением ограничений в физической нагрузке и отсутствием болевого синдрома, зачастую связанного с доступом.

Согласно данным самого крупного на сегодняшний день систематического обзора Cochrane Library (2017 г.), основанного на данных 7 проспективных рандомизированных клинических исследований, сравнение 2-х групп пациентов с изолированным протезированием аортального клапана из мини-стернотомии и стандартной стернотомии показало отсутствие достоверных различий в показателях госпитальной летальности, времени ИК, пережатия аорты, частоты серьёзных осложнений, количества койко-дней в отделении. Однако снижение послеоперационной кровопотери, времени, проведенного в реанимации и улучшение функции лёгких, доказывают необходимость применения малотравматичных технологий в хирургии аортального клапана [27, 50, 64].

### **Летальность и MACE**

Многие исследования не показали достоверного преимущества в показателях 30-дневной летальности при операции на корне и восходящей аорте из мини-доступа в сравнении с полной стернотомией[79]. Однако стоит отметить ограничение в оценке данного показателя ввиду редкости данного события во многих работах (до 1,5%). В последнем метаанализе 2019 г. Rayner и соавт., включивший данные 2506 пациентов с патологией корня и восходящего отдела аорты, несмотря на большее число летальных случаев в группе полной стернотомии на госпитальном этапе, общая летальность была минимальной и достоверно не отличалась в общей когорте (Относительный риск (RR) = 1.74, 95% CI 0,7 – 4,37; P=0,24). Также было доказано, что сопутствующее вмешательство на дуге аорты не являлось фактором риска летального исхода (P = 0,772)[54]. В современной литературе имеются данные о снижении 30-дневной летальности у пациентов с патологией корня и восходящего отдела аорты в группе малоинвазивного подхода. Так в недавнем метаанализе 2018 г. Harkey и соавт., представили достоверное преимущество по данному показателю у пациентов с мини-доступом (0,411% vs. 1,34%, p = 0,02). Стоит также отметить, что в большинстве случаев представленные исследования являлись нерандомизированными, а стандартизация выполнения методики отсутствовала, что является ограничением данного метаанализа[54, 79].

Стоит также отметить, что в обоих крупных исследованиях отсутствовала достоверная разница в частоте неврологических событий и периоперационных инфарктов, тогда как почечная недостаточность развивалась достоверно чаще в группе полной стернотомии (2,78% vs. 3,36%, p = 0,001)[54].

### **Кровопотеря, ре-эксплорации по поводу кровотечения и потребность в гемоконпонентах**

Многие авторы считают именно этот показатель основным при определении преимуществ мини-доступа над полной стернотомией. Уменьшение раневой поверхности, снижение хирургической травмы и капельной кровопотери как интраоперационной, так и по дренажам в ранние сроки после операции,



способствуют снижению данных показателей в группе мини-стернотомии. Рассматривая приведенные ранние крупные исследования, стоит отметить, что не все авторы предоставляют данные о кровопотере и расходе гемокомпонентов. Так в исследовании Narkey и соавт., несмотря на достоверное снижение количества переливаемой эритроцитарной массы в группе мини-доступа ( $1,92 \pm 3,17$  доз vs.  $2,75 \pm 5,64$  доз,  $p = 0,01$ ), в сравнение вошли всего лишь 289 из 974 пациентов[79]. В другом, приведенном выше исследовании, также отмечалось достоверное снижение необходимости переливания крови для малоинвазивной группы и составило в среднем от 1,3 до 6,7 доз для полной стернотомии и от 0,89 до 4,9 доз[28].

Многие авторы считают, что малоинвазивные вмешательства в кардиохирургии сопряжены с высоким риском конверсий и послеоперационных кровотечений, ввиду ограниченной визуализации в операционном поле, наличия труднодоступных для ревизии зон после пуска кровотока, а также техническая сложность проведения гемостаза [58]. Однако, стоит отметить, что данные работы относятся к этапам становления методики, а многие современные исследования утверждают, что в первую очередь данная проблема обусловлена влиянием «кривой обучения»[3, 54, 64, 79]. В последних же крупных работах не было выявлено разницы в частоте ре-эксплораций по поводу кровотечения, что еще раз говорит о безопасности методики[54, 79].

### **Время вмешательства и кривая обучения**

Еще одним важным и, казалось бы, напрямую зависящим от доступа фактором являются временные показатели (время ИК, пережатия аорты, циркуляторного ареста (ЦА) для вмешательств на дуге аорты). Ограниченное операционное поле, увеличение трудоемкости вмешательства, выполнение манипуляций до возобновления сердечной деятельности (установка дренажей, фиксация эпикардиальных электродов, гемостаз в зонах недоступных после пуска кровотока и др.) должны непосредственно увеличивать время манипуляций и определяющих показателей. Однако, согласно данным последних исследований,

результаты разнятся как в пользу мини-доступа, так и в пользу полной стернотомии, а данные значимо гетерогенны, что не позволяет сделать какой-либо окончательный вывод[84]. Несомненно, наиболее весомым фактором, влияющим на временные показатели, остаётся «кривая обучения». Так Shrestha и соавт.[54], также была рассмотрена проблема, влияния эффекта «кривой обучения» на результаты методики. Он предлагает использовать «step-by-step» метод преодоления этого явления в малоинвазивной кардиохирургии. По его мнению, хирурги, используя этот метод, должны получать первоначальный опыт малоинвазивных вмешательств путем выполнения более простых операций, к примеру, классических малоинвазивных ПАК. После выполнения достаточного количества таких процедур (> 100 процедур) хирург может перейти к следующему этапу в виде изолированных протезирований ВА и, наконец, перейти к выполнению малоинвазивных операций с реконструкцией корня, ВА и дуги аорты.

### **Дыхательная функция и раневая инфекция**

Сохранение каркасности грудной клетки, несомненно, является одним из самых желаемых преимуществ, которое обеспечивает не только сохранение дыхательной функции, но и, что немаловажно, способствует стабильному остеосинтезу и предупреждению дигисценции грудины, как в раннем, так и в отдаленном периоде. В метаанализе Naray и соавт.[22] показали отсутствие достоверного различия во времени вентиляции лёгких после операции ( $p = 0,1$ ). Что касается показателей функции лёгких в послеоперационном периоде, то во многих исследованиях авторы оценивали показатель объём форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1) (или как абсолютный показатель, либо как процент от прогнозируемого). Так Aris и соавт. в рандомизированном исследовании выполняли оценку данного показателя до операции и на момент выписки, тем самым отметив снижение без достоверно значимого различия в группах полной и мини-стернотомии[64]. При оценке данного показателя существуют большие разногласия в сроках проведения тестов в послеоперационном периоде, однако, несмотря на разный период проведения тестов, в систематическом обзоре Kirmani

и соавт.[54] стандартизировали время измерения ОФВ1 с сохранением гетерогенности данных и показали достоверное улучшение ОФВ1 в группе минидоступа (Медиана = 1,98 %, 95% ДИ: 0,62 - 3,33).

Еще одним немаловажным преимуществом минимально инвазивной кардиохирургии является снижение частоты развития раневой инфекции. Министернотомия, по мнению многих авторов, имеет преимущества за счёт меньшего объёма раневой поверхности, времени экспозиции раны, частоты дигисценции грудины, меньшей кровопотери и времени в ОРИТ. В большинстве исследований авторы уделяют большое внимание оценке и сравнению данного показателя. Так, в упомянутом выше метаанализе, Harky и соавт.[74] показали отсутствие достоверных различий ( $p = 0,96$ ) в частоте развития раневой инфекции. Также, в недавнем рандомизированном клиническом исследовании (РКИ) Mini-Stern авторы показали достоверное увеличение общих раневых осложнений в группе полной стернотомии (Отношение шансов (ОШ) = 0,312; 95% ДИ: 0,097 – 1,005;  $p = 0,0511$ ), однако при определении частоты глубокой раневой инфекции показатели в обеих группах достоверно не отличались[64]. Основной же проблемой при оценке данного показателя в систематическом обзоре, по мнению Kirmani и соавт. стало отсутствие в некоторых исследованиях подобных событий в одной из сравниваемых групп, подобный факт не позволил добиться достоверной статистической оценки, даже при исключении данных сообщений [91].

### **Время пребывания в реанимации и стационаре**

Суммирующим эффектом большинства преимуществ в виде снижения кровопотери, количества МАСЕ, времени интраоперационных показателей, улучшения дыхательной функции и снижение болевого синдрома является показатель нахождения пациента в ОРИТ и в отделении. Длительный период пребывания в стационаре также достоверно коррелирует с большим количеством осложнений и летальных исходов[8, 19, 50, 54, 60, 79, 90], так что быстрая реабилитация является несомненным преимуществом малоинвазивного подхода. В большинстве исследований авторы считают эти показатели ведущими в концепции

сравнения объёма хирургической травмы при мини-стернотомии. Также данные показатели напрямую связаны и с экономической эффективностью малоинвазивных вмешательств. Во всех крупных исследованиях при сравнении обеих методик в хирургии корня и ВА, для миниинвазивного подхода оба показателя были достоверно ниже в сравнении с (р <0,05), что соответствует современным результатам других областей малоинвазивной кардиохирургии[39].

### **Болевой синдром**

Оценка болевого синдрома является одним из самых перспективных направлений в сравнении полной и мини-стернотомии, однако в то же время остаётся самым субъективным фактором. Несмотря на разногласия во времени оценки болевого синдрома, отсутствует также стандартизация в методах определения интенсивности болевого синдрома. Так многие авторы ориентируются на шкалы болевого синдрома, заполняемые как самими пациентами[24], так и медперсоналом[39], другая часть авторов старается в целях объективизации полученных данных ориентироваться на дозировку введенных анальгетиков[30]. Даже, несмотря на такой подход, существует эффект несоответствия, так Calderon и соавт. использовали, помимо визуально-аналоговых шкал (ВАШ) болевого синдрома, управляемые пациентом помпы-инъекторы с опиоидными анальгетиками, в результате чего получили эффект несоответствия: в группе мини-стернотомии при более высоких показателях болевого синдрома, количество введенных анальгетиков было достоверно меньше, чем в группе полной стернотомии. Авторы связывают этот факт с тем, что пациенты в группе мини-стернотомии психологически ощущали меньшую травму и объём вмешательства и не использовали помпу-инъектор[64, 79]. Крупные же исследования не показали достоверных различий в болевом синдроме у пациентов с полной и мини-стернотомией[89].

### **Качество жизни**

Оценка качества жизни пациента также является субъективным показателем, который указывает на степень комфорта пациента в послеоперационном периоде и

удовлетворенности результатом кардиохирургического вмешательства. Факторы, влияющие на качество жизни, могут варьировать от косметического результата и вида послеоперационных рубцов до грубого нарушения физического и социального функционирования. Концепция оценки качества жизни опирается сугубо на субъективное восприятие пациентом его функционирования и благополучия. Несмотря на то, что некоторые показатели качества жизни могут являться объективными, субъективное восприятие пациента необходимо для перевода этих показателей в реальное качество жизни[57]. Основным методом оценки качества жизни является применение опросников (SF-12, SF-36 и др.) в определенный временной период. Также стоит отметить, что многие авторы отмечают отсутствие корреляции между качеством жизни и такими показателями, как длительность пребывания в ОРИТ и стационаре, осложнения и др.[54, 79]. Данные литературы сильно разнятся как в пользу мини-доступа, так и в пользу традиционного. К сожалению, в данном вопросе практически отсутствует стандартизация, с чем связано отсутствие в крупных обзорах и метаанализах оценки подобных показателей[57]. Более того многие авторы утверждают, что помимо ухудшения качества жизни после операции, миниинвазивные вмешательства могут и улучшить её[78].

### **Косметический результат**

С начала становления кардиохирургии срединная стернотомия являлась единственным доступом, а большинство хирургов были сосредоточены на показателях летальности и осложнений. Однако на современном этапе в связи с улучшением хирургических технологий и результатов вмешательств, на первый план выходят такие показатели как косметический результат, качество жизни и психоэмоциональное состояние после проведенного вмешательства. Несомненно, эстетический результат является одним из ведущих преимуществ малоинвазивного вмешательства, а косметический эффект напрямую зависит от субъективного восприятия пациентом его внешнего вида и психоэмоционального настроения. К примеру, пионеры миниинвазивного подхода Kumar и соавт. свои первые

малоинвазивные вмешательства у молодых пациенток выполняли с целью косметического эффекта из передней мини-торакотомии с разрезом в субмаммарной борозде[68]. Однако не стоит забывать, что при минимизации кожного разреза, техническая сложность выполнения вмешательства растет обратнопропорционально. С целью обеспечения косметического результата активно развиваются технологии в виде использования видеоскопического оборудования, роботических систем, периферической перфузии и специализированных инструментов, и канюль. Грубый постстернотомный рубец может обеспечить не только снижение самооценки и эмоциональное расстройство пациента после успешного вмешательства, но и вызвать значимое ухудшение качества жизни при определенных обстоятельствах, особенно у молодых пациентов и женщин[69]. У пациентов имеется три типа ожиданий перед хирургическим вмешательством: 1) необходимость хирургического лечения заболевания и надежда на успех; 2) психологический стресс; 3) социальные переживания[68, 69]. Таким образом, если величина и локализация рубца может повлиять на психическое функционирование пациента, то этот фактор необходимо учитывать при проведении операции. Психологическое функционирование и косметический эффект редко рассматриваются в литературе, с чем связано ограниченное количество исследований, оценивающих данный фактор. Психоэмоциональное состояние и удовлетворенность пациента может не только влиять на осложнения и летальность, но и способствовать выздоровлению пациента. В кардиохирургии для пациента остро ощутимы положительные и негативные ожидания: с одной стороны – регрессия симптоматики, улучшение качества и продолжительности жизни, с другой – высокие риски серьезных осложнений, летального исхода и изменения внешнего вида. Так Massetti и соавт. показали на группе молодых пациенток с коррекцией дефекта межпредсердной перегородки из мини-торакотомии, что основным в сознании пациенток оставалось ожидание излечения сердечной патологии, однако в конечном результате результат определялся внешним видом после операции: чувство разочарование возникало у

пациенток в результате покупки нижнего белья, одежды, занятий спортом и другой социальной деятельности[84].

Сравнительный анализ результатов малоинвазивного подхода в хирургии корня и восходящего отдела аорты не дает однозначного ответа о том стоит ли выполнять подобные вмешательства и у каких пациентов, учитывая кардинальные различия в хирургическом подходе, стратегиях канюляции, защиты миокарда, определении показаний у многих авторов. Данные факторы зачастую продиктованы личными предпочтениями хирурга и его опытом выполнения схожих вмешательств из полной стернотомии. При выполнении малоинвазивных вмешательств из мини-стернотомии хирург должен иметь достаточный опыт традиционных вмешательств на аорте, прежде чем приступать к мини-доступам. К примеру, Shrestha и соавт.[17]сообщают, что выполнили более 500 операций David из традиционного доступа и более 200 миниинвазивных ПАК, прежде чем начали выполнять вмешательства на грудной аорте из мини-доступа. Этот подход позволил отработать рутинный протокол малоинвазивных вмешательств на грудной аорте и свел к минимуму проблему перехода к мини-доступу. Кроме того, авторы сообщают, что изначально старались отбирать пациентов низкого риска, чтобы не компрометировать малоинвазивную методику.

## **Глава 2. Материалы и методы**

### **2.1. Характеристика клинического материала и дизайн исследования**

#### **Дизайн исследования**

Первое вмешательство на грудной аорте из J-образной мини-стернотомии в отделении хирургии аорты и её ветвей ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского было выполнено в марте 2016 г.[16], а первое вмешательство на дуге аорты из мини-доступа в октябре 2017 года[7]. С тех пор показания для вмешательств расширялись, а процент выполненных вмешательств из мини-доступа рос и составил в июне 2020 г., 41,8 % от всех вмешательств на грудной аорте с 2016 года (**Рис. 2.1**). Всего за данный период выполнено 178 операций при патологии корня,

восходящего отдела и дуги аорты из мини-доступа и 279 операций из срединной полной стернотомии.

**Критериями включения** являлись: аневризмы корня и восходящего отдела аорты, первичное плановое вмешательство в объеме операции Bentall-DeBono, операции David, протезирование полудуги, возраст менее 75 лет.

**Критериями исключения** являлись: ОАС, расслоение аорты, пациенты с полной заменой дуги аорты и многоклапанной коррекцией (коррекция более 1-го клапана сердца), выраженная коморбидность, аневризмы грудного и торакоабдоминального отдела аорты, требующие этапного лечения.



**Рис. 2.1. Рост доли малоинвазивных вмешательств с момента первого вмешательства в 2016 году.**

Был проведен анализ 881 клинического наблюдения (623 (70,7%) ретроспективно, 258 (29,3%) проспективно) пациентов с аневризмами корня и восходящего отдела аорты с 2011 по 2020 годы. Из которых пролечено с применением малоинвазивных технологий – 178 пациентов (20,2%). Согласно критериям исключения из исследования были исключены 655 (74,3%) клинических наблюдений.



Согласно дизайну исследования (Рис 2.2), пациенты были разделены на 2 группы: I группа «Полной стернотомии (ПС)» (n = 149, 65,9%) и II группа «Министернотомии (МС)» (n = 77, 34,1%).



**Рис. 2.2. Дизайн исследования.**

С целью исключения влияния на результат исследования различий исходных клинических параметров, в группах была проведена «псевдорандомизация» (propensity score matching анализ (PSM) между обычными «Unmatched» группами с использованием метода поиска «ближайшего соседа» (nearest neighbor matching) в отношении подбора пар 1:1[82]. Суммарно после проведения PSM в исследование было включено 154 клинических наблюдений (105 (68,2%) ретроспективно, 49 (31,8%) проспективно) пациентов с аневризмами корня и восходящего отдела аорты с 2011 по 2020 годы.

В свою очередь для объективности оценки результатов вмешательств после проведения псевдорандомизации группы были дополнительно разделены на 2 подгруппы с в зависимости от типа операции (операция David и операция Bentall-DeBono): **Ia группа (n = 43)** – пациенты с операцией Bentall-DeBono из ПС, **Ib группа (n = 34)** – пациенты с операцией David из ПС, **IIa группа (n = 43)** – пациенты с операцией Bentall-DeBono из МС, **IIb группа (n = 34)** – пациенты с операцией David из МС.

Дополнительно для оценки возможности, безопасности и определения преимуществ вмешательств на дуге аорты из верхнесрединной J-образной министернотомии в сравнении с традиционным доступом из общей когорты вмешательств на дуге аорты с 2011 по 2020 год ( $n = 358$ ) были отобраны пациенты с протезированием полудуги аорты ( $n = 155$ ) и были сформированы группы: **Iс группа,  $n = 134$  (86%)** – пациенты с протезированием полудуги аорты из ПС, **IIс группа,  $n = 21$  (14%)** – пациенты с протезированием полудуги аорты из МС. Было проведено дополнительное сравнение таких интраоперационных показателей как ЦА, время перфузии головного мозга, кровопотеря и др.

#### Клиническая характеристика больных

Всего в исследование включено 226 пациентов с аневризматической болезнью (в группе I –  $n = 149$  (100%) и в группе II –  $n = 77$  (100%),  $p = 1,000$ ). Средний возраст в группах I и II составил 52 (40-63) лет и 53 (40,5-62) с ( $p = 0,21$ ) соответственно. СТД определялась в 75 случаях (в группе I –  $n = 51$  (34%) и в группе II –  $n = 24$  (31,2%),  $p = 0,644$ ), БАК – в 63 случаях (в группе I –  $n = 39$  (26%) и в группе II –  $n = 24$  (31,2%),  $p = 0,428$ ). Выраженная аортальная недостаточность отмечалась у 115 пациентов (в группе I –  $n = 100$  (67 %) и в группе II –  $n = 54$  (70,1%),  $p = 0,645$ ), тогда как порок АоК – в 37 случаях (в группе I –  $n = 28$  (18,8%) и в группе II –  $n = 9$  (11,8%),  $p = 0,172$ ). В группе ПС отмечалось достоверно большее число пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) – 43(28,8%) vs. 3(3,9%),  $p < 0,001$ . Также достоверно больше в группе ПС было пациентов с фибрилляцией предсердий – 25(16,8%) vs. 5(6,5%),  $p = 0,031$ . Данные отличия в первую очередь связаны с тем, что сопутствующая реваскуляризация миокарда и выполнение ритм-конвертирующих операций являлись противопоказаниями к выполнению министернотомии. Сопутствующая митральная недостаточность (МН) 2 ст. и более встречалась в 67 случаях ( $n = 47$  (31,5%) в группе I и  $n = 20$  (26 %) в группе II,  $p = 0,385$ ).

Для проведения оценки результатов вмешательств на дуге аорты анализу было подвергнуто 358 пациентов с аневризмами дуги аорты. Всего, согласно

критериям исключения, было исключено 203 пациента (57%) (в основном с полной заменой дуги аорты). Были сформированы 2 группы пациентов с полной стернотомией (n = 134, 86%) и мини-стернотомией (n = 21, 14%) и также проведена «псевдорандомизация» по аналогичной методике (Рис. 2.3).



**Рис. 2.3. Дизайн проведения исследования оценки результатов малоинвазивного лечения патологии дуги аорты.**

При определении пар на этапе проведения «псевдорандомизации» в качестве конфаундеров (факторов, влияющих на исход) были использованы 35 параметров: гендерные, антропометрические (рост, вес, индекс массы тела (ИМТ), избыточная масса тела, площадь поверхности тела (ППТ), анамнестические (курение, онкозаболевания в анамнезе), генетические (СТД), нозологические (аневризматическая болезнь, степень АН, порок АоК), локализация патологии (корень аорты, восходящий отдел аорты, дуга аорты), коморбидные (хроническая обструктивная болезнь лёгких (ХОБЛ) (средняя ст. тяжести – ОФВ1/ФЖЕЛ  $\leq$  70% от должного, ОВФ1  $\leq$  от должного), хроническая болезнь почек (ХБП) (3 ст. и более – СКФ менее 60 мл/мин/1.73 м<sup>2</sup>), хроническая сердечная недостаточность (ХСН) (III-IV ФК NYHA), ФВ (%), сахарный диабет, фибрилляция предсердий (ФП), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) в анамнезе), сопутствующая патология (артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь

сердца (ИБС), МН 2 ст. и более). Предоперационные параметры групп до и после проведения «псевдорандомизации» подробно представлены в **Табл. 2.1**.

Далее для окончательного анализа были сформированы следующие «Matched» группы соответствующих пар: Ia (n = 43) и Па (n = 43), Ib (n = 34) и Пб (n = 34) (**Табл. 2.2**), Ic (n = 21) и Пс (n = 21) (**Табл. 2.3**).

**Таблица 2.1. Предоперационные параметры пациентов групп I (n=149) и II (n=77) до и после проведения «псевдорандомизации».**

Таблица 2.1

N (%), mean±SD, Median (Q1-Q3)	Unmatched группы			Matched группы		
	ПС (I группа) (n=149)	МС (II группа) (n=77)	p	ПС (I группа) (n=77)	МС (II группа) (n=77)	p
Возраст	52(40-63)	53(40,5-62)	0,566	55(37-62)	53(40,5-62)	0,824
Пол, мужской	118(79)	66(85,7)	0,233	60(77,9)	66(85,7)	0,210
Рост, м	1,76(1,69 – 1,81)	1,76(1,72 – 1,82)	0,117	1,76(1,7 – 1,82)	1,76(1,72 – 1,82)	0,251
Вес, кг	84,2±14,7	87,4±15,3	0,133	83,9±14,8	87,4±15,3	0,154
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	27,4±4,66	27,2±4,47	0,757	27,1(23,8-30,3)	26,6(24,4-30,5)	0,526
Избыточная масса тела	43(28,9)	22(28,6)	0,964	22(28,6)	22(28,6)	1,000
ППТ, м <sup>2</sup>	2,02±0,193	2,06±0,206	0,159	2,02±0,193	2,06±0,206	0,194
СТД	51(34)	24 (31,2)	0,644	28(36,4)	24 (31,2)	0,496
ИБС в анамнезе	43(28,8)	3(3,9)	<0,001	22(28,6)	3(3,9)	<0,001
Артериальная гипертензия	105(71)	45(58,4)	0,070	52(67,5)	45(58,4)	0,243
Онкозаболевание в анамнезе	12(8,1)	6(7,8)	0,946	6(7,8)	6(7,8)	1,000
ОНМК в анамнезе	10(6,7)	1(1,3)	0,074	5(6,5)	1(1,3)	0,096
Курение	51(34,2)	31 (40,3)	0,372	24(31,2)	31 (40,3)	0,239
ХОБЛ	23(15,4)	9(11,7)	0,444	9(11,7)	9(11,7)	1,000
Сахарный диабет	8(5,4)	3(3,9)	0,626	5(6,5)	3(3,9)	0,468
Периферический атеросклероз	26(17,5)	21(27,3)	0,085	11(14,3)	21(27,3)	0,047
Бicuspidальный AoK	39 (26)	24 (31,2)	0,428	20(26)	24 (31,2)	0,476
ФВ ЛЖ (%)	57±6,82	58±5,29	0,2087	56,8±7,13	58±5,29	0,134
ХСН> II ФК NYHA	46(30,9)	17(22,1)	0,163	22(28,6)	17(22,1)	0,354
Нарушения проводимости	25(16,8)	7(9,1)	0,117	12(15,6)	7(9,1)	0,221

ФП	25(16,8)	5(6,5)	0,031	12(15,6)	5(6,5)	0,072
ХБП $\geq 3$ ст.	13(8,7)	6(7,8)	0,811	7(9,1)	6(7,8)	0,772
Степень АН:						
0 –	1(1,3)	0(0)	0,308	1(1,3)	0(0)	1,00
1 –	28(18,8)	11(14,3)	0,396	16(20,8)	11(14,3)	0,362
2 –	20(13,4)	12(15,6)	0,659	12(15,6)	12(15,6)	1,000
3 –	67(45)	38(49,4)	0,532	32(41,6)	38(49,4)	0,332
4 –	32(21,5)	16(20,8)	0,904	16(20,8)	16(20,8)	1,000
Аортальная недостаточность $\geq 3$ ст.	100(67)	54(70,1)	0,645	48(62,3)	54(70,1)	0,307
Аортальный стеноз	28(18,8)	9(11,8)	0,172	15(19,5)	9(11,8)	0,194
Кальциноз АоК	28(18,8)	7(9,1)	0,057	14(18,2)	7(9,1)	0,100
Аневризма корня аорты	132(88,6)	59(76,6)	0,032	66(83,1)	59(76,6)	0,216
Аневризма ВА	129(87)	61(79,2)	0,153	65(84,4)	61(79,2)	0,403
Аневризма дуги аорты	18(12)	5(6,5)	0,188	8(10,4)	5(6,5)	0,385
Митральная недостаточность $\geq 2$ ст.	47(31,5)	20(26)	0,385	25(32,5)	20(26)	0,376

**Таблица 2.2. Предоперационные параметры пациентов групп Ia (n=43) и IIa (n=43) с операцией Bentall-DeBono, групп Ib (n=34) и IIb (n=34) с операцией David после проведения «псевдорандомизации».**

**Таблица 2.2**

N (%), mean $\pm$ SD	Операция Bentall-DeBono			Операция David		
	ПС (Ia группа) (n=43)	МС (IIa группа) (n=43)	p	ПС (Ib группа) (n=34)	МС (IIb группа) (n=34)	p
Возраст	57(43-64,5)	56(44-65,5)	1,000	55(35,3-59)	42,5(32-57,8)	0,458
Пол, мужской	32(74,4)	36(83,7)	0,289	28(82,4)	30(88,2)	0,493
Рост, м	1,75 $\pm$ 0,077	1,76 $\pm$ 0,077	0,364	1,79(1,74 – 1,85)	1,79(1,74 – 1,89)	0,404
Вес, кг	82,2 $\pm$ 15,3	88,9 $\pm$ 13,6	0,035	86,4 $\pm$ 14	85,6 $\pm$ 17,2	0,835
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	26,9 $\pm$ 4,75	28,6 $\pm$ 4,14	0,085	27,2(24-31,4)	26,4(22,9-29,1)	0,285
Избыточная масса тела	11(25,6)	16(37,2)	0,245	11(32,4)	6(17,6)	0,161
ППТ, м <sup>2</sup>	1,99 $\pm$ 0,194	2,07 $\pm$ 0,181	0,066	2,06 $\pm$ 0,19	2,05 $\pm$ 0,23	0,96

СТД	9(20,9)	9(20,9)	1,000	20(58,8)	15 (44,1)	0,225
ИБС в анамнезе	17(39,5)	2(4,7)	<0,001	5(14,7)	1(2,9)	0,087
Артериальная гипертензия	28(65,1)	26(60,5)	0,655	25(73,5)	18(52,9)	0,078
Онкозаболевание в анамнезе	5(11,6)	5(11,6)	1,000	1(2,9)	1(2,9)	1,000
ОНМК в анамнезе	3(7)	1(2,3)	0,306	2(5,9)	0(0)	0,151
Курение	13(30,2)	18(41,9)	0,261	11(32,4)	13(38,2)	0,612
ХОБЛ	6(14)	7(16,3)	0,763	3(8,8)	2(5,9)	0,642
Сахарный диабет	4(9,3)	2(4,7)	0,397	1(2,9)	1(2,9)	1,000
Периферический атеросклероз	8(18,6)	11(25,6)	0,436	3(8,8)	9(26,5)	0,056
Бикуспидальный АоК	15(34,9)	16(37,2)	0,822	4(11,8)	9(26,5)	0,123
ФВ ЛЖ (%)	56,7±7,8	57,3±5,55	0,668	57,2±6,24	59,7±4,8	0,069
ХСН> II ФК NYHA	16(37,2)	11(25,6)	0,245	6(17,6)	5(14,7)	0,742
Нарушения проводимости	10(23,3)	4(9,3)	0,08	2(5,9)	2(5,9)	1,000
ФП	10(23,3)	5(11,6)	0,155	5(14,7)	0(0)	0,02
ХБП ≥ 3 ст.	7(16,3)	5(11,6)	0,543	0(0)	1(2,9)	0,314
Степень АН:						
0 –	1(2,3)	0(0)	0,315	-	-	-
1 –	8(18,6)	4(9,3)	0,214	8(23,5)	7(20,6)	0,770
2 –	8(18,6)	6(14)	0,560	4(11,8)	6(17,6)	0,494
3 –	15(34,9)	23(53,5)	0,083	17(50)	15(44,1)	0,628
4 –	11(25,6)	10(23,3)	0,802	5(14,7)	6(17,6)	0,742
Аортальная недостаточность ≥3 ст.	26(60,5)	33(76,7)	0,104	22(64,7)	21(61,8)	0,801
Аортальный стеноз	14(32,6)	7(16,3)	0,079	2(5,9)	2(5,9)	0,194
Кальциноз АоК	13(30,2)	7(16,3)	0,126	0(0)	0(0)	0,100
Аневризма корня аорты	38(86)	32(74,4)	0,165	28(79,4)	27(79,4)	1,000
Аневризма ВА	39(90,7)	38(88,4)	0,725	26(76,5)	24(70,6)	0,582
Аневризма дуги аорты	5(11,6)	5(11,6)	1,000	3(8,8)	0(0)	0,076
Митральная недостаточность ≥ 2 ст.	16(37,2)	12(27,9)	0,385	10(29,4)	7(20,6)	0,401

**Таблица 2.3. Предоперационные параметры пациентов групп Ic (n = 134) и Ic (n = 21) с операцией на дуге аорты до и после проведения «псевдорандомизации»**

**Таблица 2.3**

N (%), mean±SD	Unmatched группы			Matched группы		
	ПС (I группа) (n=134)	МС (II группа) (n=21)	p	ПС (Ic группа) (n=21)	МС (Ic группа) (n=21)	p
Возраст	51,5±9,8	47±12,1	0,0642	51,81 ±12,14	47±12,1	0,231
Пол, мужской	94 (70)	11 (47,6)	0,049	10(47,6)	10(47,6)	1,000
Рост, м	1,79±0,2	1,8±0,11	0,8235	1,78±0,17	1,8±0,11	0,653
Вес, кг	81,3±16,7	84,7±14,3	0,3786	82,6±15,3	84,7±14,3	0,648
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	26,7±9	28,5±5	0,373	27,9±6,08	28,5±5	0,600
Избыточная масса тела	78(58,2)	11(52,4)	0,616	12(57,1)	11(52,4)	0,757
ППТ, м <sup>2</sup>	2,01±0,31	2,04±0,25	0,6735	2,03±0,28	2,04±0,25	0,903
СТД	34(25,4)	8(38,1)	0,223	9(42,9)	8(38,1)	0,754
ИБС в анамнезе	19(14)	0(0)	0,0001	3(14,3)	0(0)	0,073
Артериальная гипертензия	89 (66)	12 (57)	0,407	14(66,7)	12 (57)	0,526
Онкозаболевание в анамнезе	17(12,7)	2(9,5)	0,32	3(14,3)	2(9,5)	0,569
ОНМК в анамнезе	9(6,7)	1(4,8)	0,78	2(9,6)	1(4,8)	0,369
Курение	56(42)	12 (57)	0,63	11(52,4)	12 (57)	0,356
ХОБЛ	24(18)	4(19)	0,900	3(14,3)	4(19)	0,679
Сахарный диабет	12(9)	2(9,5)	0,933	3(14,3)	2(9,6)	0,634
Периферический атеросклероз	67(50)	5(23,8)	0,026	10(47,6)	5(23,8)	0,108
Бикуспидальный АоК	35(26)	7(33,3)	0,490	5(23,8)	7(33,3)	0,495
ФВ ЛЖ (%)	58±4,91	57,4±6,13	0,6159	57,8±6,24	57,4±6,13	0,835
ХСН> IIФКНУНА	21(15,6)	4 (19)	0,696	8(38)	4 (19)	0,172
Нарушения проводимости	24(17,9)	3(14,3)	0,684	2(9,6)	3(14,3)	0,634
ФП	10(7)	2(9,6)	0,36	1(4,8)	2(9,6)	0,589
ХБП ≥ 3 ст.	14(10)	2(9,6)	0,898	3(14)	2(9,6)	0,634
АН ≥ 3 ст.	61(45)	13(57)	0,56	9(42,8)	13(57)	0,217
Аортальный стеноз	6(4,4)	1(4,8)	0,954	3(14)	1(4,8)	0,294
Аневризма дуги аорты	118(88,1)	21(100)	0,095	18(85,7)	21(100)	0,073
МН ≥ 2 ст.	16(11,9)	2(9,6)	0,748	2(9,6)	2(9,6)	1,000

*ИМТ – индекс массы тела, АоК- аортальный клапан, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких (средняя ст. тяжести – ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ ≤ 70% от должного, ОВФ<sub>1</sub> ≤ от должного), ФВ – фракция выброса (по данным трансторакальной ЭХОКГ), ЛЖ – левый желудочек, ФП – фибрилляция*

*предсердий, ХСН – хроническая сердечная недостаточность (ФК по NYHA), ХБП – хроническая болезнь почек (3 ст.– СКФ менее 60 мл/мин/1.73 м<sup>2</sup>), ВА – восходящая аорта.*

Несмотря на то, что в большинстве случаев, различия групп удалось нивелировать за счёт проведения псевдорандомизации, в некоторых группах даже после ее проведения сохранились достоверные различия по некоторым параметрам: в группах Ventall-DeVono (Ia vs. IIa: вес –  $82,2 \pm 15,3$  vs.  $88,9 \pm 13,6$ ,  $p = 0,035$ ; ИБС в анамнезе –  $17(39,5)$  vs.  $2(4,7)$ ,  $p < 0,001$ ), в группах David (Ib vs. IIb: ФП –  $5(14,7)$  vs.  $0(0)$ ,  $p = 0,02$ ).

## 2.2. Предоперационная диагностика и критерии отбора пациентов для минидоступа

### **Физикальный осмотр**

Во время предоперационного физикального осмотра необходимо уделить особое внимание на антропометрические показатели, телосложение пациента, вес, степень ожирения, а также врожденные и приобретенные деформации грудной клетки. Данные параметры позволят уже на данном этапе определить состояния способные вызвать определенные трудности при выполнении вмешательства. Так, несмотря на то что наличие *выраженных деформаций грудной клетки* встречается довольно редко, данное состояние может зачастую являться абсолютным противопоказанием к выполнению мини-стернотомии.

Пациенты с нормо- и гиперстеничным телосложением могут иметь определённые преимущества над *долихоморфным телосложением* за счёт более краниального расположения сердца в грудной клетке и оптимальной экспозиции.

Зачастую хирургическая экспозиция во многом может зависеть от степени разведения краев грудины ретрактором, что в свою очередь зависит от ригидности грудной клетки и размеров межреберьев. *Повышенная ригидность грудной клетки* (пациенты с анкилозирующим спондилитом (болезнью Бехтерева), травмы и операции на грудной клетке в анамнезе, молодые гиперстеничные (особенно



мускулистые) пациенты в сочетании с узкими межреберными промежутками могут значительно снизить возможность разведения краев грудины и привести к травмам грудины и уменьшению рабочего поля и свободы манипуляций в ране.

Рубцы в области грудной клетки или области бедра (неупомянутые в анамнезе) могут свидетельствовать о возможном спаечном процессе или дислокации структур. Наличие спаечного процесса в полости перикарда, хоть и не является абсолютным противопоказанием, требует определённого опыта хирурга и частичной смены тактики, в том числе и на интраоперационном этапе.

### **Основные методы обследования**

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

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

2) *Трансторакальную эхокардиографию (ТТЭхоКГ)* всем пациентам на аппарате «VIVID-7 Dimension» (General Electric, США). Обязательными являлись оценка функции ЛЖ, определение нарушения локальной и глобальной сократимости ЛЖ, объёмов камер сердца, наличия дефектов перегородок и анатомо-функционального состояния клапанов сердца.

3) *Дуплексное сканирование периферических артерий и вен* обязательно проводилась всем пациентам с целью оценки состояния аорто-подвздошного и подвздошно-бедренного сегментов, брахиоцефальных артерий, в том числе поражения каротидного бассейна, также оценивалась проходимость системы глубоких вен нижних конечностей, а также состояние подкожных вен и сафено-

феморального соустья. Исследование проводилось на аппарате «Logic 7» (General Electric, США).

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

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

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

Обязательным и наиболее важным исследованием являлась *мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ)* грудной и брюшной аорты с целью оценки морфологии и размеров структур корня, восходящего отдела и дуги аорты, анатомического взаимоотношения структур сердца, грудной аорты и грудной клетки, выраженность кальциноза и/или атероматоза стенки аорты, ФКАК и переход на другие структуры, наличие расслоения аорты с определением анатомии расслоения, проходимости брахиоцефальных ветвей, состояние аорто-подвздошного сегмента (для определения возможности периферической канюляции), планирования объёма вмешательства, а также определения вероятной технической сложности вмешательства. Исследование выполнялось лежа на спине с введением контрастного вещества через венозный катетер со скоростью 4 мл/сек с обязательной кардиосинхронизацией для обеспечения детализации исследуемых структур аорты и сердца, а также для точности измерения планиметрических показателей взаимоотношения структур сердца, грудной аорты и грудной клетки.

### **Предоперационный протокол отбора пациентов**

В настоящее время, несмотря на большое количество крупных исследований, изучающих преимущества J-образной мини-стернотомии при операциях на сердце и аорте, отсутствует единый стандартизированный протокол для

структурированной предоперационной оценки и планирования возможности выполнения малоинвазивного вмешательства. Несмотря на то, что в представленном исследовании отсутствовали абсолютные противопоказания, основанные на планиметрических и стереометрических предоперационных показателях взаимоотношений структур грудной клетки, существует ряд клинических, анатомо-геометрических и специфических патологических состояний, способных значимо усложнить выполнение вмешательства, сделать его небезопасным для пациента или привести к вынужденной интраоперационной конверсии.

**Абсолютными противопоказаниями** к выполнению малоинвазивной операции являлись:

**1) Выраженные деформации грудной клетки.** Выраженное смещение структур сердца и грудной аорты латерально, каудально или кзади от проекции мини-стернотомии могут существенно усложнить доступ к корню и ВА. Еще одним ограничением подобного состояния является возможная выраженная ригидность грудной клетки, которая дополнительно может снизить объем операционного поля и изменить «угол атаки», ввиду трудностей разведения краев грудины ретрактором, что также может привести к травме тела грудины. Примером может быть сочетание *rectus excavatum* (до 90% всех врожденных деформаций) с Haller-индексом  $> 3.2$  (на МСКТ:  $\max$  поперечный размер /  $\max$  переднезадний размер) (I ст.) с дислоцированной аневризмой корня аорты (**Рис. 2.4**)

**2) Состояние после пневмонэктомии.** Пневмонэктомия в отдаленном периоде может привести к выраженной дислокации органов средостения, в том числе сердца и грудной аорты, что делает вмешательство потенциально опасным. Пациенты после пневмонэктомии уже имеют повышенный риск послеоперационных осложнений, а длительная и трудоемкая операция еще больше увеличит риск[86].

**3) «Фарфоровая» аорта.** Состояние выраженного кальциноза корня и ВА само по себе относится к вмешательству высокого хирургического риска, требующего

надежного безопасного выполнения реконструкции и гемостаза, что в свою очередь требует полной свободы манипуляций и широкого операционного поля.

**4) Острый аортальный синдром.** Еще одной специфической патологией аорты, связанной с высокими хирургическими рисками, является ОАС. Вероятность разрыва аорты, на этапе стернотомии, мобилизации и канюляции, состояние мальперфузии различных сосудистых бассейнов, ургентность ситуации, а также необходимость хорошей экспозиции и быстроты выполнения этапов операции делает полную стернотомию безопасным методом выбора у данной категории пациентов. Однако в литературе существуют сообщения о выполнении вмешательств у данной группы пациентов из мини-доступа[3]

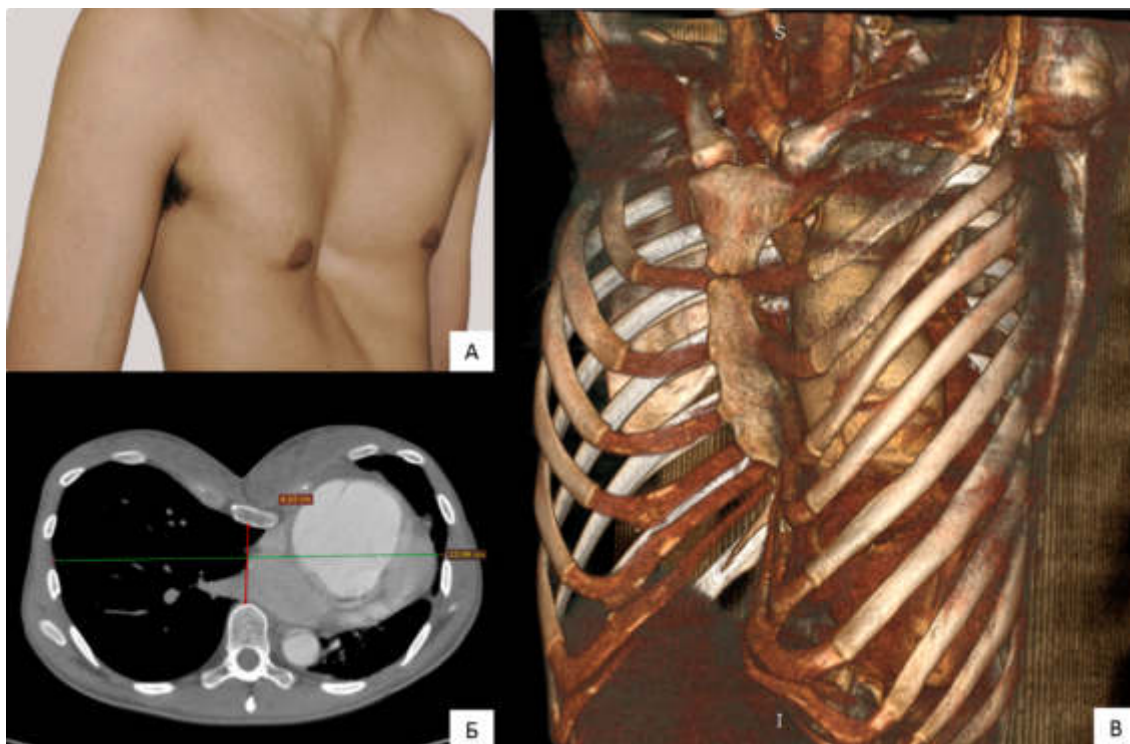
**5) Необходимость реваскуляризации миокарда.** Наличие ИБС, требующее сочетанной реваскуляризации миокарда, в бассейне передней межжелудочковой (ПМЖА) или огибающей артерии (ОА) является технически невыполнимым в большинстве случаев. Некоторые авторы описывают техническую возможность выполнения реваскуляризации бассейна правой коронарной артерии (ПКА)[75, 88]. Еще одной достойной альтернативой, делающей данное противопоказание относительным, может быть гибридное вмешательство: открытая реконструкция корня и ВА и эндоваскулярное лечение ИБС.

В случае необходимости выполнения экстренной реваскуляризации миокарда может потребоваться конверсия в полную стернотомию. В нашем опыте в 3-х случаях (1,69%) потребовалось экстренное шунтирование (2 - бассейн ПКА, 1 – ПКА + ПМЖА), из которых конверсия потребовалась у 2-м пациентам (1,1%).

**6) Сочетанные ритм-конвертирующие вмешательства.** Еще одной категорией специфических патологий являются нарушения ритма сердца, требующие открытого сочетанного вмешательства, ввиду невозможности воздействия на часть структур сердца.

**7) Транспозиция органов средостения «Situs viscerum inversus».** Определенной проблемой как для опытного, так и для начинающего хирурга может стать транспозиция органов грудной клетки. Нестандартная хирургическая ситуация в сочетании с ухудшением экспозиции корня аорты может заставить

хирурга отказаться от мини-стернотомии еще на этапе предоперационного планирования, ввиду своей небезопасности.



**Рис. 2.4. Клинический пример: пациент 29 лет с *pectusexcavatum* и аневризмой корня и восходящего отдела аорты и расслоением.** А) Внешний вид больного; Б) Аксиальный срез МСКТ в проекции IV-го межреберья (Haller-индекс = 5.1); В) 3D-реконструкция МСКТ грудной клетки пациента.

**Относительными противопоказаниями** для выполнения операции из мини-доступа могут являться:

**1) Повторные вмешательства.** Повторное вмешательство не является противопоказанием для малоинвазивной хирургии, а зачастую может иметь определенные преимущества у отдельных групп пациентов [8, 46, 76]. Преимуществами являются сохранение целостности нижней половины грудины и отсутствие необходимости выполнения кардиолиза.

**2) Состояние после лучевой терапии, перикардита в анамнезе.** Наличие изменений ткани аорты и структур сердца после проведения лучевой терапии и выраженный спаечный процесс в полости перикарда, увеличивает риски мобилизации корня аорты, а также определяет отсутствие возможности

центральной венозной канюляции, дренажа левого желудочка и фиксации эпикардиальной стимуляции.

**3) Ожирение.** В литературе отсутствует единое мнение о данной категории пациентов, с одной стороны избыточное количество жировой ткани в надгрудном пространстве, в тканях средостения и области корня аорты могут усложнить вмешательство, тогда как с другой в норме у пациентов с ожирением сердце располагается более краниально в сравнении с обычными пациентами, что улучшает экспозицию корня и ВА [8, 29].

### 2.3. Предоперационное МСКТ-планирование

С целью определения анатомо-топографических противопоказаний, предикторов технической сложности вмешательства и обеспечения автоматизированного прогнозирования технической сложности малоинвазивных вмешательств на корне и ВА из мини-стернотомии на основании МСКТ-планирования были проспективно проанализированы предоперационные данные МСКТ грудной аорты 114 пациентов с патологией корня и ВА, пролеченных в отделении хирургии аорты и её ветвей ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского с января 2018 г. по апрель 2020 г. Все пациенты были прооперированы одним хирургом. Все исследования были выполнены амбулаторно до госпитализации по месту жительства пациентов. Критериями включения в исследование являлись следующие параметры: выполнение исследования на 64-хрезовом и выше МСКТ-аппарате, с напряжением трубки не менее 120 kV, толщиной томографического среза не более 5 мм и толщиной реконструированного среза не более 1 мм; проведение исследования в положении лежа с отведенными за голову руками с внутривенным контрастированием не менее 100 мл, введенным со скоростью 4 мл/сек через венозный катетер; наличие артериальной фазы исследования сканированной от уровня угла нижней челюсти до уровня бедренных артерий с обязательной ЭКГ-синхронизацией (преимущественно изображения, отобранные в середину диастолы (60-70% интервала RR), когда АоК закрыт); характеристикой

разрешения полученных изображений не менее 512\*512 пикселей и глубиной изображения не менее 16 бит.

Таким образом, в исследование было включено 49 предоперационных МСКТ-исследований пациентов. Подробная характеристика выполненных операций и предоперационных параметров представлена в Табл. 2.4.

Таблица 2.4.

**Таблица 2.4. Характеристика предоперационных параметров и выполненных вмешательств, изученных для определения предикторов удобства вмешательства из мини-стернотомии.**

Исследуемые параметры	Ср. значение /Медиана	Ст. отклонен ие /Межкв. интервал	Кр. Шапиро -Уилка
<b>Стереометрические МСКТ-параметры</b>			
<i>Расстояние от кожи до устья левой коронарной артерии (ЛКА) в аксиальной плоскости, см</i>	10,3	1,27	0,066
<i>Расстояние от яремной вырезки грудины до уровня центра ФКАК в сагиттальной плоскости, см</i>	14	1,69	0,709
<i>Угол от проекции центральной сагиттальной оси проведенной через центр грудины и устьем ЛКА, °</i>	14,4	5,24	0,933
<i>Расстояние от проекции сагиттальной оси проведенной через центр грудины до дальней точки устья ЛКА, мм</i>	20,5	7,36	0,883
<i>Угол между плоскостью ФКАК и плоскостью грудины, °</i>	46	12,2	0,088
<i>Угол между вектором корня аорты и плоскостью грудины, °</i>	45,6	13,2	0,055
<i>Угол девиации ВА во фронтальной плоскости, °</i>	38,3	32 - 42,3	0,005
<b>Анатомические МСКТ-параметры</b>			
<i>Высота устья ЛКА, мм</i>	12,8	3,79	0,192
<i>Диаметр ФКАК, мм</i>	27,8	3,73	0,523
<i>Макс. диаметр корня аорты, мм</i>	45	38 - 50	<0,01
<i>Макс. диаметр ВА, мм</i>	49,3	9,2	0,46
<i>Макс. диаметр аорты на уровне БЦС, мм</i>	36,6	7,23	0,139

<i>Макс. диаметр аорты на уровне левой ОСА, мм</i>	30,6	26 – 35	0,011
<i>Макс. диаметр аорты на уровне левой ПкЛА, мм</i>	26	23-30	0,03
<i>Наличие кальциноза корня и/или ФКАК, n (%)</i>	22(44,9)	-	-
<b>Исходные характеристики пациента</b>			
<i>Рост, м</i>	1,72	0,1	0,326
<i>Вес, кг</i>	84,2	13,8	0,329
<i>ИМТ, кг/м<sup>2</sup></i>	27,5	23 – 32	0,042
<i>Площадь поверхности тела (ППТ), м<sup>2</sup></i>	2	0,187	0,9
<i>Возраст, лет</i>	52,3	38 - 67	0,006
<i>Пол (мужской), n (%)</i>	32(65,3)		
<b>Выполненные операции</b>			
<i>Операция ПВА, n (%)</i>	5(10,2)	-	-
<i>Операция ПАК + ПВА, n (%)</i>	16(32,7)	-	-
<i>Операция David, n (%)</i>	11(22,4)	-	-
<i>Операция Bentall-DeBono, n (%)</i>	17(34,7)	-	-
<i>Протезирование полудуги, n (%)</i>	9(18,4)	-	-
<i>Реконструкция МК, n (%)</i>	7(14,3)	-	-
<b>Периоперационные параметры</b>			
<i>Кожный разрез, см</i>	7	6-7,5	<0,001
<i>Канюляция (центральная), n (%)</i>	3(6,1)	-	-
<i>Удобства оперирующего хирурга, 5-тибальная шкала;</i>	4,34	4 - 5	<0,001
<i>Время ИК, мин</i>	115	85-136	<0,001
<i>Время ИМ, мин</i>	88,9	64-110	0,012
<i>Интраоперационная кровопотеря, мл</i>	600	550-800	<0,001
<i>Длительность операции, час</i>	4,07	0,98	0,108
<i>Конверсия (и/о / при ре-эксплорации), есть</i>	1(2)	-	-
<i>П/о осложнения (МАСЕ, АВ-блок III ст.), есть</i>	4(8,2)	-	-
<i>Ре-эксплорация по причине кровотечения, есть</i>	5(10,2)	-	-
<i>Глубокая раневая инфекция, есть</i>	5(10,2)	-	-
<i>Болевой синдром, 5-тибальная шкала</i>	1,35	1 - 1,8	<0,001



В программе RadiAnt DICOM Viewer v. 2020.1 (Medixant, Польша) были измерены следующие стереометрические МСКТ-параметры (Рис. 2.5):

- а) «Глубина»** – *Расстояние от кожи до устья левой коронарной артерии (ЛКА) в аксиальной плоскости, см* – расстояние на аксиальных срезах от центральной точки на коже до центра устья ЛКА, измеренное с помощью инструмента «Length» (Рис. 2.5А);
- б) «Дистанция»** – *Расстояние от яремной вырезки грудины до уровня центра ФКАК в сагиттальной плоскости, см* – расстояние на сагиттальных срезах от уровня рукоятки грудины перпендикуляр до уровня ФКАК в проекции межжелудочковой перегородки, измеренное с помощью инструмента «Length» (Рис. 2.5Б);
- в) - Угол между проекцией центральной сагиттальной оси, проведенной через центр грудины и устьем ЛКА, °** – расстояние на аксиальных срезах от центральной точки на груди до самой отдаленной точки устья ЛКА, измеренное с помощью инструмента «Deviation»;
- **«Девияция»** – *Расстояние от проекции сагиттальной оси, проведенной через центр грудины до дальней точки устья ЛКА, мм* – расстояние на аксиальных срезах от центральной точки на сагиттальной оси до самой отдаленной точки устья ЛКА (ΔН), измеренное с помощью инструмента «Deviation» (Рис. 2.5В);



**Рис. 2.5. Стереометрические МСКТ-параметры:** **А** - Расстояние от кожи до устья левой коронарной артерии (ЛКА) в аксиальной плоскости, см; **Б** - Расстояние от яремной вырезки грудины до уровня центра ФКАК в сагиттальной плоскости, см; **В** - Угол от проекции центральной сагиттальной оси, проведенной через центр грудины и устьем ЛКА, ° и расстояние от проекции сагиттальной оси, проведенной через центр грудины до дальней точки устья ЛКА, мм

- г) Угол между плоскостью ФКАК и плоскостью грудины, ° – на сагиттальных срезах угол между осью задней кортикальной пластины грудины проведенной от сочленения рукоятки и тела и плоскостью ФКАК, измеренный с помощью инструмента «Cobb angle» (Рис. 2.5Г);
- д) Угол между центральным вектором корня аорты и плоскостью грудины, ° – на сагиттальных срезах угол между осью задней кортикальной пластины грудины проведенной от сочленения рукоятки и тела и центральной осью корня аорты, измеренный с помощью инструмента «Cobb angle» (Рис. 2.5Д);

е) Угол девиации восходящей аорты во фронтальной плоскости, ° – на фронтальных срезах угол отклонения ВА, измеренный с помощью инструмента «Deviation» (Рис. 2.5Е).

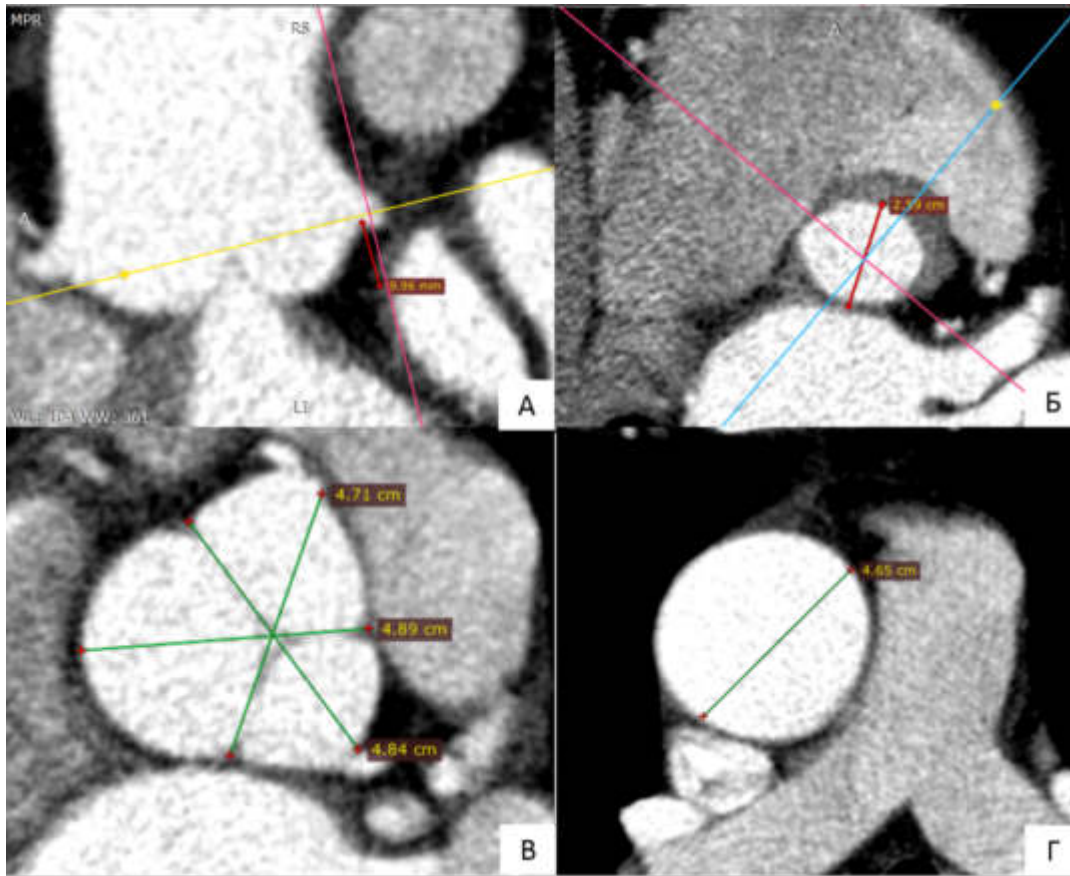


**Рис. 2.5. Стереометрические МСКТ-параметры:** Г - Угол между плоскостью ФКАК и плоскостью грудины, °; Д - Угол между центральным вектором корня аорты и плоскостью грудины, °; Е - Угол девиации восходящей аорты во фронтальной плоскости, °

Также была оценена группа **анатомических МСКТ-параметров** (Рис. 2.6), измеренных в режиме 3D мультипланарной (МПП) реконструкции:

- а) *Высота устья ЛКА, мм* – высота расположения устья ЛКА от уровня ФКАК, измеренная в режиме мультипланарной реконструкции (MPR) (Рис. 2.6А);
- б) *Диаметр ФКАК, мм* (Рис. 2.6Б);
- в) *Макс. диаметр корня аорты, мм* (Рис. 2.6В);

г) Макс. диаметр ВА, мм (Рис. 2.6Г);



**Рис. 2.6. Анатомические МСКТ-параметры. А - Высота устья ЛКА, мм; Б - Диаметр ФКАК, мм; В - Макс. диаметр корня аорты, мм; Г - Макс. диаметр ВА, мм**

д) Макс. диаметр дуги аорты на уровне БЦС, мм;

е) Макс. диаметр дуги аорты на уровне левой ОСА, мм;

ж) Макс. диаметр дуги аорты на уровне левой ПкА, мм;

з) Наличие кальциноза корня и/или ФКАК (определялось при переходе кальциноза на прилежащие структуры (МЖП, переднюю створку МК, корень аорты, устья коронарных артерий)).

Еще одной группой параметров для анализа являлись **исходные характеристики пациента:**

а) Рост, м;

б) Вес, кг;

в) ИМТ, кг/м<sup>2</sup>;

г) Площадь поверхности тела (ППТ), м<sup>2</sup>;

д) *Возраст, лет;*

е) *Пол*

Для оценки влияния независимых исходных данных пациента на результат в качестве зависимых переменных использовались следующие **периоперационные параметры:**

а) *Оценка удобства оперирующего хирурга, 5-тибальная шкала;*

б) *Время ИК, мин;*

в) *Время ИМ, мин;*

г) *Интраоперационная кровопотеря, мл;*

д) *Длительность операции, час;*

е) *Конверсия (интраоперационная/в том числе и при ре-эксплорации);*

ж) *Послеоперационные осложнения (МАСЕ, АВ-блокада III ст.);*

з) *Ре-эксплорация по причине кровотечения;*

и) *Глубокая раневая инфекция;*

к) *Кожный разрез, см* – в случае увеличения кожного разреза учитывался исходный кожный разрез.

**Оценка технической сложности** выполнения вмешательства была проанализирована субъективно одним оперирующим хирургом по пятибалльной шкале удобства непосредственно после операции:

**1** – **«абсолютно неудобно»** (потребовалась конверсия);

**2** – **«неудобно»** (значительное увеличение времени вмешательства, влияет на качество исполнения, экспозиция повлияла на вид/тактику вмешательства);

**3** – **«умеренно удобно»** (увеличение времени вмешательства, плохая экспозиция, необходимость применения дополнительных нестандартных вспомогательных швов/приемов/инструментов, увеличение кожного разреза более 2 см);

**4** – **«незначительные неудобства»** (незначимое увеличение времени вмешательства, необходимость изменения положения стола, ретрактора, дополнительного разведения, увеличения кожного разреза до 2 см);

**5 – «удобно»** (сопоставимая традиционному вмешательству экспозиция, мини-доступ не влиял на показатели, отсутствовала необходимость использования дополнительных вспомогательных швов/приемов/инструментов).

Также с целью создания бинарной модели данных мы разделили пациентов на группы «удобно» (5 баллов) и «неудобно» (1-4 балла). На предоперационном этапе оперирующий хирург не был осведомлен о параметрах пациента с целью получения более объективной оценки. Также для оценки связи субъективной оценки и достоверности при анализе был проведен корреляционный анализ между оценкой хирурга и периоперационными параметрами.

Для тестирования данных на нормальность распределения был использован критерий Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения данные были представлены в виде среднего арифметического (mean)  $\pm$  среднеквадратичное отклонение (SD) и 95% доверительного интервала (ДИ), в остальных случаях – медиана (Me) и межквартильный размах (IQR, 25-75% квартилей (Q<sub>1</sub>-Q<sub>3</sub>)). На начальном этапе, для определения связи между оценками технической сложности и исследуемыми параметрами был проведен корреляционный анализ по Спирмену для ненормального распределения и по Пирсону для нормального. Для вероятностного прогнозирования были отобраны параметры с коэффициентом  $r \geq 0,15$  и проведен регрессионный анализ с оптимальным шкалированием (Regression with Optimal Scaling (CATREG)) с определением «коэффициентов важности», которые были переведены в баллы. Следующим этапом был определен пороговый балл, при котором определялось бы увеличение вероятности технически сложного случая, а также с помощью ROC-анализа определены оптимальные исходные параметры для «удобного» вмешательства на основе чего была создана автоматизированная программа в формате онлайн-калькулятора, позволяющая определить вероятность «удобного» и «неудобного» пациента для выполнения вмешательства из мини-доступа.

#### 2.4. Характеристика хирургических вмешательств и оперативная тактика

### **Характеристика хирургических вмешательств в группе ПС**

Все вмешательства в группе ПС стандартно выполнялись в условиях сбалансированного многокомпонентного наркоза из продольной срединной стернотомии с использованием ИК. В большинстве случаев ( $n = 61, 79,2\%$ ) использовалось центральное подключение аппарата ИК («грудная аорта – правое предсердие»). В ряде случаев при гигантских аневризмах использовалось периферическое подключение «общая бедренная артерия – общая бедренная вена»; при вмешательствах на атриовентрикулярных клапанах – отдельная канюляция полых вен. Стандартно устанавливался дренаж ЛЖ через правую верхнюю легочную вену для обеспечения «сухого рабочего поля» и эвакуации воздуха из ЛЖ.

Во всех случаях использовалась антеградная кардиopleгия. Неселективная кардиopleгия через кардиopleгическую канюлю применялась при сохранной функции аортального клапана, тогда как при недостаточности проводилась селективная кардиopleгия с использованием баллонных катетеров или адаптированных кардиopleгических канюль. В большинстве случаев использовалась тепловая кровяная кардиopleгия по оригинальной методике Calafiore ( $n = 39, 50,6\%$ )[61], тогда как в остальных случаях фармакохолодовая кардиopleгия раствором «Кустодиол» ( $n = 16, 20,8$ ) (в объеме до 3000 мл) с обязательной эвакуацией раствора из правого предсердия или раствором «Консол» (в объеме до 400 мл каждые 30 мин) ( $n = 22, 28,57\%$ ).

Окончательный объем и вид вмешательства на корне аорты определялся с учетом данных ЧПЭХОКГ после ревизии хирургом корня аорты и аортального клапана. При отсутствии органических изменений аортального клапана (кальциноз, атероматоз, вегетации или дефекты створок) и/или выраженной аннулоэктазии выполнялось клапансохраняющее вмешательство – операция David или пластика корня аорты и аортального клапана. При наличии противопоказаний выполнялось клапануносящее вмешательство – операция Bentall-DeBono или отдельное протезирование восходящего отдела аорты и аортального клапана.

В случае расширения дуги аорты ( $d$  на уровне БЦС более 45 мм) методом выбора у молодых пациентов являлось протезирование полудуги аорты или

формирование дистального анастомоза в условиях короткого циркуляторного ареста (ЦА), антеградной моно-/бигемисферальной перфузии головного мозга (АПГМ) через баллонные катетеры 12 Fr с объёмной скоростью перфузии 8-12 мл/мин/кг массы тела (в некоторых случаях без АПГМ) и умеренной гипотермии 28-30 °С.

В качестве мониторинга защиты головного мозга протоколно использовался ультразвуковой транскраниальный доплерографический (ТКД) контроль кровотока в средней мозговой артерии (СМА) (Ангиодин, БИОСС, Россия) и региональная церебральная оксиметрия (rSO<sub>2</sub>) (FORE-SIGHT, CAS Medical System, США) в лобных долях головного мозга.

При наличии патологии митрального клапана доступ выполнялся транссептально через левое предсердие в межпредсердной борозде Waterstone с сохранением целостности правого предсердия. После ревизии хирургом состояния митрального клапана при наличии показаний выполнялась пластика либо протезирование. В случае необходимости вмешательства трикуспидальном клапане выполнялся отдельный доступ через стенку правого предсердия.

Всего в анализе участвовало 149 пациентов с вмешательством на корне и ВА, выполненных из полной стернотомии согласно критериям включения. Посредством «псевдорандомизации» было отобрано 77 пациентов: 43 пациента с операцией Bentall-DeVono (группа Ia), 34 пациента с операцией David (группа Ib). Также из данной когорты была сформирована группа Ic с вмешательствами в объёме протезирования полудуги (134 пациента до «псевдорандомизации» и 21 пациент после). Среди сочетанных вмешательств в 18,2% случаев выполнялась реваскуляризация миокарда (1 сосуд), в 5,2% случаев радиочастотная абляция устьев легочных вен, в 3,9% случаев пластика митрального клапана. Подробная характеристика хирургических вмешательств в группе ПС представлена в главе 4 «Результаты».

### **Характеристика хирургических вмешательств в группе МС**



Подробному описанию оперативной техники и хирургической тактики особенностей малоинвазивных вмешательств на корне и восходящем отделе аорты посвящена Глава 3.

Все вмешательства в данной группе выполнялись из J-образной верхнесрединной мини-стернотомии в IV-межреберье, также в условиях ИК. Всего в анализе участвовало 178 пациентов с вмешательством на корне и восходящем отделе аорты, выполненных из мини-стернотомии, из которых согласно критериям включения, было отобрано 77 пациентов. Посредством «псевдорандомизации» было отобрано 43 пациента с операцией Bentall-DeVono (группа IIa), 34 пациента с операцией David (группа IIb). Также из данной когорты была сформирована группа IIc с вмешательствами в объёме протезирования полудуги аорты (n = 21). Подробная характеристика сочетанных хирургических вмешательств в группе MC представлена в главе 4 «Результаты».

2.5. Контрольные точки исследования и критерии сравнения в послеоперационном периоде

### **Интраоперационные критерии сравнения**

Среди **интраоперационных критериев сравнения** были использованы следующие показатели:

1. *Время ИК, мин;*
2. *Время ИМ, мин;*
3. *Время ЦА, мин (для пациентов группы Ic/Ic);*
4. *Интраоперационная кровопотеря, мл;*
5. *Длительность операции от кожного разреза до ушивания раны (“skin-to-skin”), ч;*
6. *Конверсия в полную стернотомию;*
7. *Формирование фистулы по Cabrol (для пациентов группы IIb/IIb);*
8. *Кривая обучения временных параметров и кровопотери (для пациентов группы MC);*

### **Критерии сравнения в раннем послеоперационном периоде**

Среди критериев сравнения в раннем послеоперационном периоде были использованы следующие показатели:

1. *Ре-эксплорация по поводу кровотечения;*
2. *Конверсия в послеоперационном периоде –* кровотечение, рестерноррафия и др.;
3. *Тампонада сердца –* состояние, потребовавшее пункции/ревизии;
4. *Выпотной перикардит –* увеличение в раннем п/о периоде выпота перикарда более 1 см по одной из стенок сердца;
5. *Отделяемое по дренажам за 2-е суток п/о периода, мл;*
6. *Время ИВЛ после операции, ч;*
7. *ИВЛ более 48 часов после операции;*
8. *Дыхательная недостаточность (ДН) –* SatO<sub>2</sub> 75–89%, PaO<sub>2</sub> 40–59 мм рт. ст., необходимость неизвазивной масочной вентиляции (BiPAP), инсуффляции O<sub>2</sub>, реинтубации;
9. *Острый коронарный синдром (ОКС) –* наличие новых зон акинеза и/или гипокинеза с повышением ферментов (тропонина) с характерными изменениями на ЭКГ;
10. *Неврологические события –* появление новой неврологической симптоматики, подтвержденной после осмотра невролога и визуализации очага по результатам МСКТ/МРТ головного мозга;
11. *Острая почечная недостаточность (ОПН) –* согласно критериям KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury (повышение SCr на  $\geq 0,3$  мг/дл ( $\geq 26,5$  мкмоль/л) в течение 48 часов; или повышение SCr до  $\geq 1,5$  раз по сравнению с исходным уровнем (если это известно, или предполагается, что это произошло в течение предшествующих 7 дней); или объем мочи  $<0,5$  мл/кг/час за 6 часов)[31];
12. *Атриовентрикулярная блокада III ст. (АВ-блокада);*
13. *Установка электрокардиостимулятора (ЭКС);*
14. *Фибрилляция предсердий (ФП) –* впервые выявленная ФП;

15. *Болевой синдром* – оценивался максимальный болевой синдром по 5-тибалльной шкале пациентами на 5-е сутки после операции (5 – нестерпимая боль, анальгезия не помогает; 4 – нестерпимая боль, необходима опиоидная анальгезия/блокада; 3 – умеренный болевой синдром, в движении, проходит в покое (требуется назначение НПВС и других неопиоидных анальгетиков); 2 – незначительный болевой синдром, больше в области стояния дренажей (не требует обезболивания); 1 – боли нет.
16. *Опиоидная анальгезия* – потребность в опиоидных анальгетиках для анальгезии;
17. *Поверхностная раневая инфекция (ПРИ)* – случай инфекции мягких тканей без явлений стерномедиастинита и/или инфекции протеза аорты;
18. *Глубокая раневая инфекция (ГРИ)* – случай инфекции с явлениями стерномедиастинита и/или инфекции протеза аорты;
19. *Инфекция протеза аорты/инфекционный эндокардит*;
20. *Лихорадка неясного генеза* – повышение температуры тела более 38 °С (в течение 2-х суток и более) без выявленной этиологической причины;
21. *Койко-день, проведенный в отделении кардиореанимации (ОРИТ), сутки* – количество дней в ОРИТ с момента операции до перевода в отделение;
22. *Койко-день, проведенный в стационаре, сутки* – количество дней, проведенных с момента операции до выписки пациента;
23. *Аортальная недостаточность (АН) после* – АН на момент выписки из стационара (для пациентов групп Па/Пб);
24. *30-дневная летальность* – все случаи летального исхода в период 30 дней после операции;
25. *Госпитальная летальность* – все случаи летального исхода в госпитальный период после операции.

## Критерии сравнения в отдаленном послеоперационном периоде

Среди критериев сравнения в отдаленном послеоперационном периоде были использованы следующие показатели:

1. *Отдаленная выживаемость* – показатель выживаемости, рассчитанный с помощью кривых Каплана-Майера и лог-рангового анализа Мантеля-Кокса;
2. *Отдаленная свобода от реопераций на грудной аорте* – показатель отсутствия реопераций, рассчитанный с помощью кривых Каплана-Майера и лог-рангового анализа Мантеля-Кокса;
3. *Отдаленная свобода от выраженной аортальной недостаточности (АН > 3 ст.)* – показатель отсутствия АН > 3 ст., рассчитанный с помощью кривых Каплана-Майера и лог-рангового анализа Мантеля-Кокса (для пациентов групп Ib/IIb);
4. *Отдаленная свобода от реопераций на аортальном клапане*, рассчитанный с помощью кривых Каплана-Майера и лог-рангового анализа Мантеля-Кокса (для пациентов групп Ib/IIb);
5. *Болевой синдром по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ)* через 1 месяц после операции и через полгода в покое и в движении.

## Оценка качества жизни пациентов в среднеотдаленном периоде

**Оценка качества жизни** пациента проводилась согласно общепринятой методике с помощью опросника **Medical Outcomes Study 36 – Item Short Form Health Survey (MOS SF-36)**. Опрос проводился до операции, непосредственно после выписки из стационара и спустя 1 год после операции. Результаты оценки качества жизни представлены в виде сравнения результатов опросника SF-36 в указанные временные периоды. Опросник, состоящий из 36 отдельных пунктов, сгруппирован по восьми группам: *физическое функционирование (PF)*, *социальное функционирование (SF)*, *ролевое функционирование, связанное с физическим состоянием (RP)*, *ролевое функционирование, вызванное эмоциональным состоянием (RE)*, *психическое здоровье (MH)*, *энергия / жизненная*

сила (*VT*), телесные боли (*P*) и общее состояние здоровья (*GH*), а также единый пункт, касающийся изменения состояния здоровья. В совокупности восемь шкал можно объединить в две надгруппы более высокого порядка, представляющие **физические и ментальные аспекты качества жизни**. Также исследование было дополнено опросником для пациентов, состоявшим из критериев: оценки косметического результата по 5-тибалльной шкале, вопросом важности косметического эффекта и предпочтения в важности выбора вида стернотомии, а также осведомленности пациента видами возможных доступов.

## 2.6. Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), GraphPad Prism 7.00 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA), jamovi Version 1.2 (Project, 2019). Количественные переменные представлены в виде среднее значение (mean)  $\pm$  стандартная ошибка (SD) в случае нормального распределения и медиана (Me) (межквартильный размах (IQR) 25% - 75% ( $Q_1 - Q_3$ )) для переменных с ненормальным распределением, качественные переменные в виде числовых значений с процентной долей от общего числа. Определение нормальности распределения переменных осуществлялось с помощью теста Шапиро-Уилка. Для сравнения количественных переменных в обеих независимых группах (ПС vs. МС) t-критерий Стьюдента использовался в случае параметрического анализа и нормальном распределении переменной в обеих группах. В случае ненормального распределения переменной хотя бы в одном случае использовались методы непараметрического анализа – критерий Уилкоксона (для зависимых выборок) и критерий Манна-Уитни (для независимых выборок). Для сравнения качественных переменных использовался точный критерий Фишера (min < 10 наблюдений) и тест  $\chi^2$  (min > 10 наблюдений). Данный критерий был использован для оценки различий осложнений и основных бинарных переменных. Для оценки значимости влияния фактора на исход был проведен факторный анализ с вычислением V Крамера и отношения шансов (ОШ) с доверительным интервалом (ДИ) 95%.

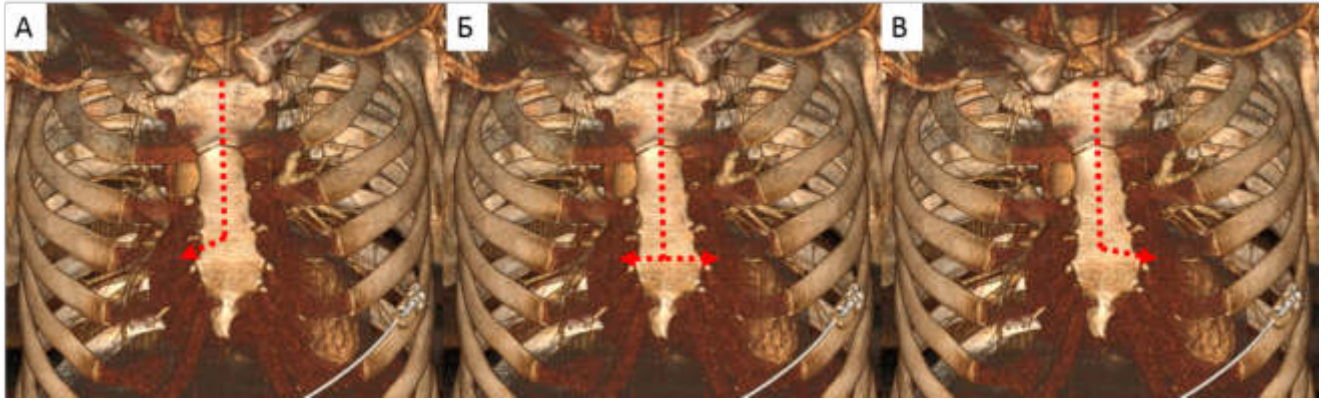
С целью увеличения достоверности полученных результатов, в группах был проведен propensity score matching анализ между группами с использованием метода поиска «ближайшего соседа» (nearest neighbor matching) в отношении подбора пар 1:1, учитывая предоперационные параметры, представленные выше. Оценка выживаемости, свободы от повторных вмешательств на грудной аорте и аортальном клапане и от выраженной аортальной недостаточности оценивался по методике Каплана-Майера и Лог рангового теста. Все статистические критерии производились двухвыборочно (two-tailed), достоверным считалось значение  $p$  менее 0,05.

### **Глава 3. Оперативная техника и хирургическая тактика малоинвазивных вмешательств**

#### 3.1. Ньюансы выполнения мини-стернотомии

##### **Варианты мини-доступов**

В литературе описан целый ряд мини-доступов для выполнения вмешательств на сердце и грудной аорте (правосторонняя мини-торакотомия[2], поперечная стернотомия[78], парастернальные доступы[90] и др.), однако наиболее распространенным малоинвазивным доступом при патологии грудной аорты и аортального клапана является **частичная верхнесрединная J-образная мини-стернотомия (Рис. 3.1А)**. Также среди хирургов пользуется популярностью **T-образная верхнесрединная мини-стернотомия (Рис. 3.1Б)[9]**, которая зачастую применяется в случае сочетанных вмешательств на митральном клапане, дуге аорты, а также рутинно при патологии восходящего отдела аорты[42]. Также стоит выделить еще один альтернативный доступ - **L-образную верхнесрединную мини-стернотомию (Рис. 3.1 А)**, которая по данным многих авторов является оптимальной для доступа к дуге аорты[87]. Нижнесрединные стернотомии применяются в основном в случае доступа к атриовентрикулярным клапанам, реваскуляризации миокарда, доступа к камерам сердца, а также в случае низкорасположенной восходящей аортой[15].



**Рис. 3.1. Виды верхнесрединных мини-стернотомий. А – J-образная; Б – T-образная; В – L-образная.**

При выборе межреберья мнение хирургов также разнится от 3-го до 5-го, однако исходя из нашей практики отмечено, что оптимальным является **4-ое межреберье** из которого возможно выполнение практически всего объёма вмешательств на грудной аорте и сердце, а основные неудобства и плохая экспозиция рабочего поля связаны в первую очередь с локализацией, размером кожного разреза и МСКТ-анатомией пациента[45]. Вопрос о размере кожного разреза до сих пор остаётся актуальным, ведь одним из явных преимуществ мини-доступа (в первую очередь для пациента) является его эстетичность. В данном вопросе и кроется суть малоинвазивной философии, где перед хирургом встаёт выбор: снижение травматичности при снижении удобства и ограничения экспозиции рабочего поля или хорошая экспозиция и комфорт при увеличении размера кожного разреза.

### **Виртуальное моделирование и локация кожного разреза**

Вне зависимости от стандартных показателей МСКТ-анатомии вероятность дислокации аортального клапана и корня аорты, возможно в случае выраженной деформации грудной клетки, особенностей антропометрии, а также аномалий развития пациента и/или отхождения сосудов. Данные состояния могут значительно усложнить выполнение операции и подвергнуть риску пациента в связи с увеличением времени ИК и ИМ и/или привести к конверсии в полную стернотомию продлением продольного распила (наиболее применимый вариант, так как обеспечивает универсальную доступность грудной аорты). Возможными

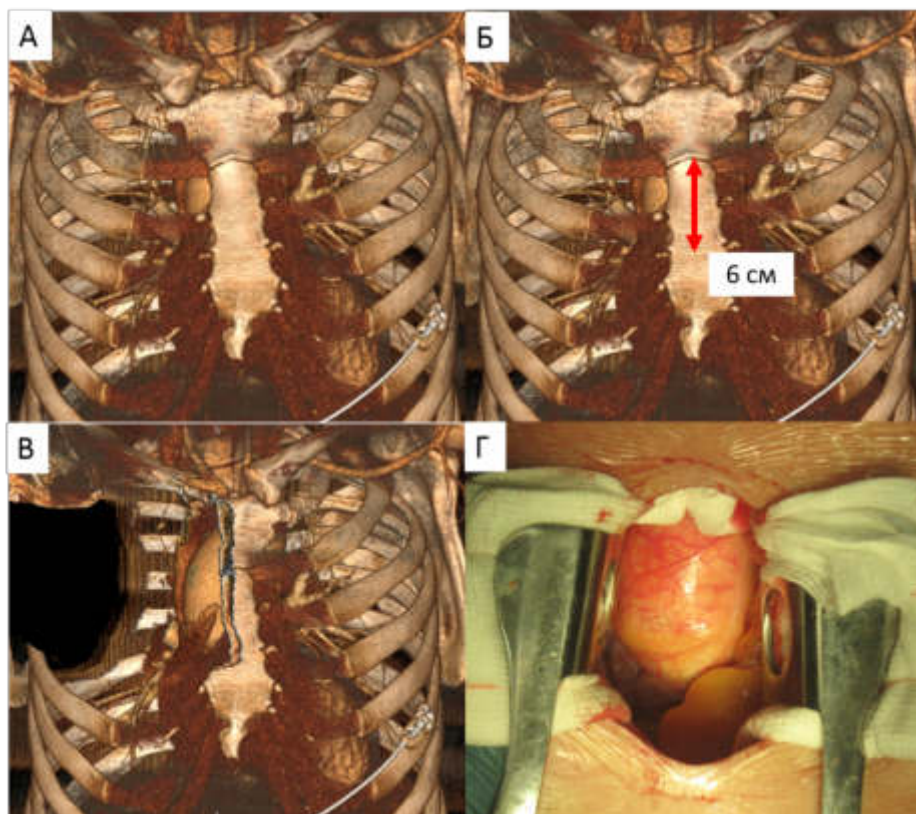
альтернативными вариантами на этапе планирования могут являться J-образная мини-стернотомия в V-ом межреберье справа (при каудальном смещении корня аорты), L-образная мини-стернотомия в IV, V-ом межреберье, T-образная мини-стернотомия в IV-ом межреберье слева (при смещении корня аорты влево во фронтальной плоскости). Во избежание подобных ситуаций, для определения локации кожного разреза, доступности структур корня и восходящего отдела аорты, а также моделирования возможной экспозиции особенно информативно использование 3D-моделирования данных МСКТ аорты.

Представление хирургу реалистичной трехмерной модели позволяет не только выбрать локацию кожного разреза и вариант мини-стернотомии, но и не допустить увеличения времени интраоперационных показателей и возможную конверсию. Также важно, в случае использования центральной венозной канюляции, оценить расположение ушка правого предсердия, однако данное положение является второстепенным ввиду возможностей периферической венозной канюляции. Для создания наиболее информативно полезной модели необходимо также обеспечить интерактивность и общую доступность в режиме реального времени в операционной как непосредственно перед кожным разрезом, так и во время операции. Эти преимущества позволяют хирургу продемонстрировать анатомию грудной аорты и грудной клетки всей бригаде, а также определиться с местом и размером кожного разреза соотнеся трехмерную модель с интраоперационными данными.

**Клинический пример.** Пациент 49 лет с диагнозом: *Аневризма корня и восходящего отдела аорты и комбинированным пороком аортального клапана.* Выполнена 3D-реконструкция МСКТ грудной аорты с контрастированием с выведением костных структур грудной клетки (**Рис. 3.2 А**). По срединной линии грудины в фронтальной плоскости проецируется кожный разрез от уровня сочленения рукоятки и тела грудины до нижнего края IV-го ребра и отсчитывается расстояние от яремной вырезки до начала кожного разреза (**Рис. 3.2 Б**). Следующим этапом для моделирования интраоперационной экспозиции корня и ВА в фронтальной плоскости с помощью инструмента “Scalpel” удаляется часть



грудины, соответствующая правой половине грудины при J-образной мини-стернотомии (так как левая половина грудины является условно неподвижной при разведении ретрактором) и оценивается расположение сосудистых структур и сердца (**Рис. 3.2 В**). Для примера соответствия трехмерной модели с интраоперационным видом на **рисунке 3.2 Г** представлено фото хирургической раны данного пациента.

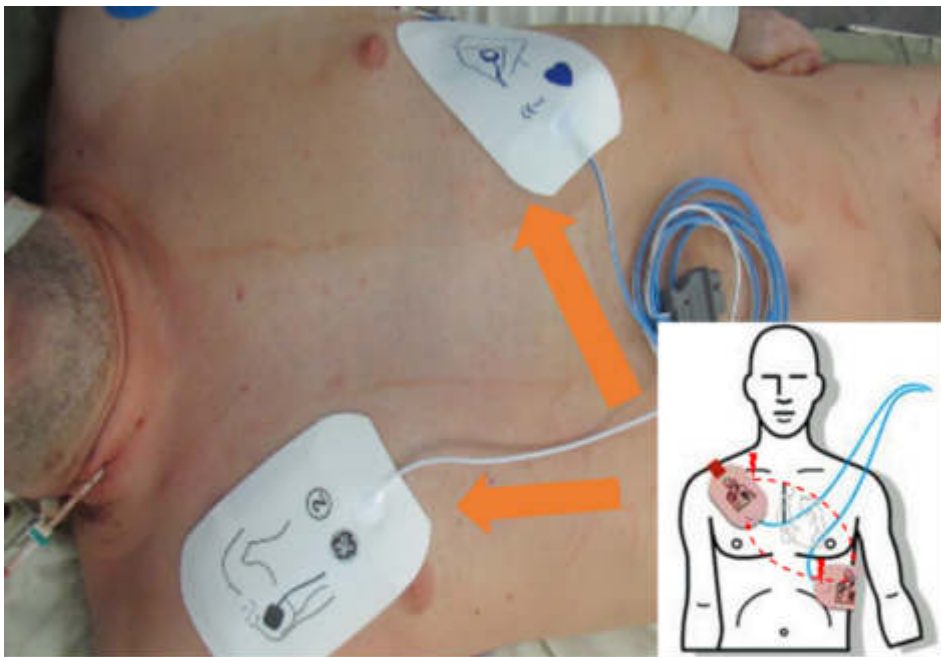


**Рис. 3.2** Предоперационное 3D-планирование и определение локации кожного разреза. **А** – 3D-реконструкция грудной клетки и грудной аорты в фронтальной плоскости; **Б** – проецирование кожного разреза во фронтальной плоскости; **В** – моделирование экспозиции корня и ВА из J-образной мини-стернотомии в IV-ом межреберье; **Г** – интраоперационный вид хирургической раны.

### **Техника мини-стернотомии**

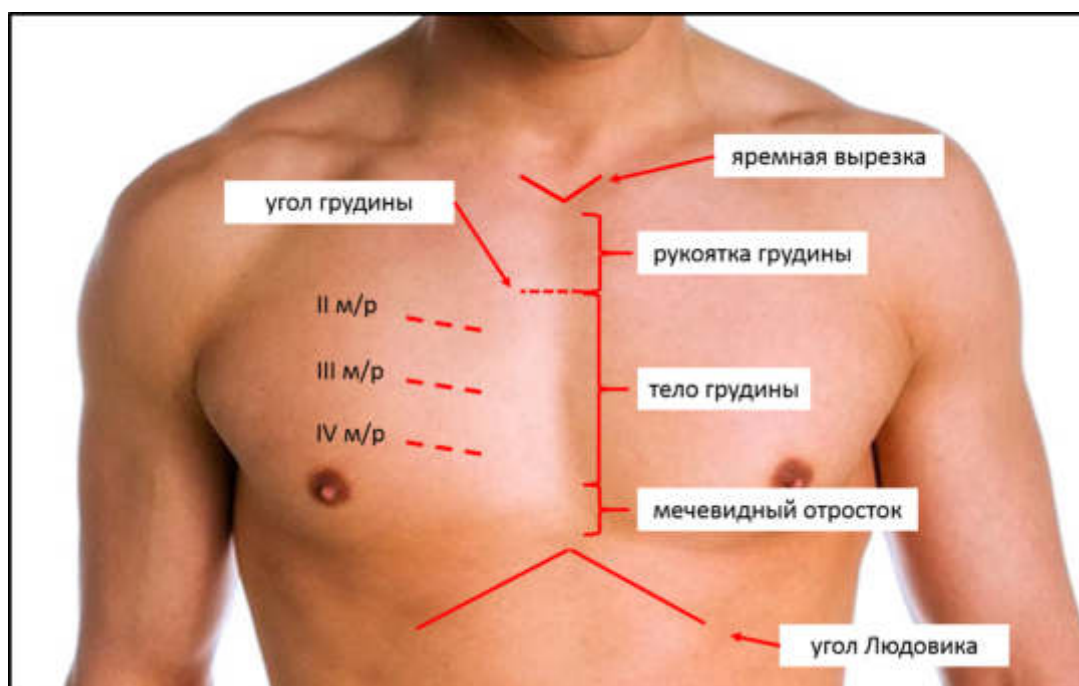
Важным условием успешного выполнения любого малоинвазивного вмешательства является обеспечение надежной дефибрилляции сердца. Ввиду невозможного проведения прямой дефибрилляции электродами - «ложками»,

единственным возможным методом является наружная дефибрилляция с использованием самоклеющихся электродов-пластин. Таким образом перед обработкой операционного поля необходимо разместить на теле пациента электроды-пластины для дефибрилляции (**Рис. 3.3**). В нашем исследовании были использованы электроды-пластины Philips Heart Start II (Китай) и General Electrics CARDIOSERV (Германия).



**Рис. 3.3** Установка самоклеющихся электродов-пластин для дефибрилляции до начала операции.

После обработки операционного поля необходимо определить костные ориентиры (рукоятку грудины и яремную вырезку, мечевидный отросток и разметить срединную линию грудины), пальпаторно определить четвертое межреберье. Отсчет удобнее всего выполнять, начиная со второго межреберья, которое обычно располагается ниже уровня угла грудины (сочленения рукоятки и тела грудины), в котором обычно располагается головка второго ребра (**Рис. 3.4**).



**Рис. 3.4 Костно-мышечные ориентиры при определении локации кожного разреза.**

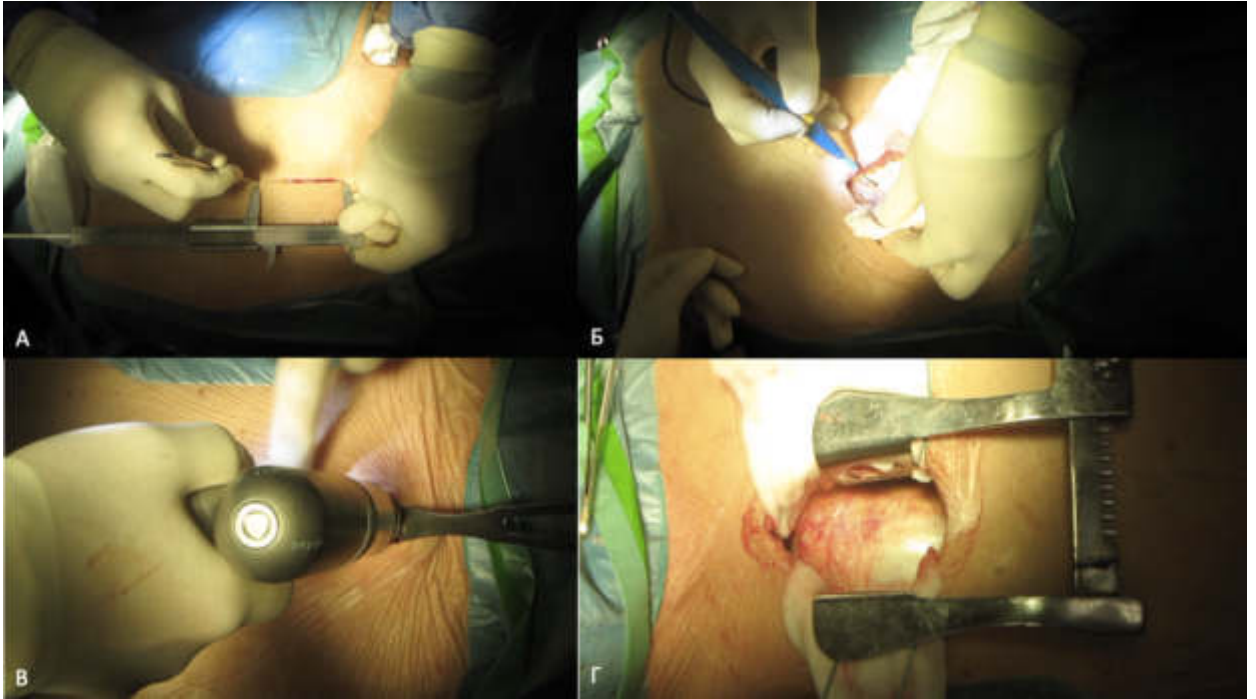
Следующим этапом проводится окончательная локация кожного разреза. Так, помимо непосредственной локализации разреза относительно яремной вырезки, важную роль играет длина кожного разреза, от которой по нашим данным приведенным ниже прямопропорционально зависит комфорт оперирующего хирурга в ране (Spearman's  $\rho = -0,44$ ,  $BF_{10} = 143,38$ ,  $p = ,002$ ) и обратнопропорционально зависят кровопотеря (Spearman's  $\rho = -0,384$ ,  $BF_{10} = 39,902$ ,  $p = 0,006$ ) и интраоперационные временные показатели: ИК (Spearman's  $\rho = -0,301$ ,  $p = 0,035$ ) и длительность операции (Spearman's  $\rho = -0,456$ ,  $BF_{10} = 125,747$ ,  $p = 0,001$ ).

При вмешательстве на аортальном клапане, корне и восходящем отделе аорты разрез минимальный (до 6 см), а отступ от яремной вырезки максимальный (обычно от уровня 2-го до 4-го ребра) (Рис. 3.5 А). Однако всегда необходимо учитывать данные МСКТ-планирования и анатомо-топографических особенностей конкретного пациента. Так, например, для пациентов с долихоморфным строением грудной клетки характерным является большой размер межреберьев, а расстояние между 2-м и 4-м ребром может достигать до 8-10 см, что особенно часто встречается у больных с синдромом Марфана. Таким образом, на основании

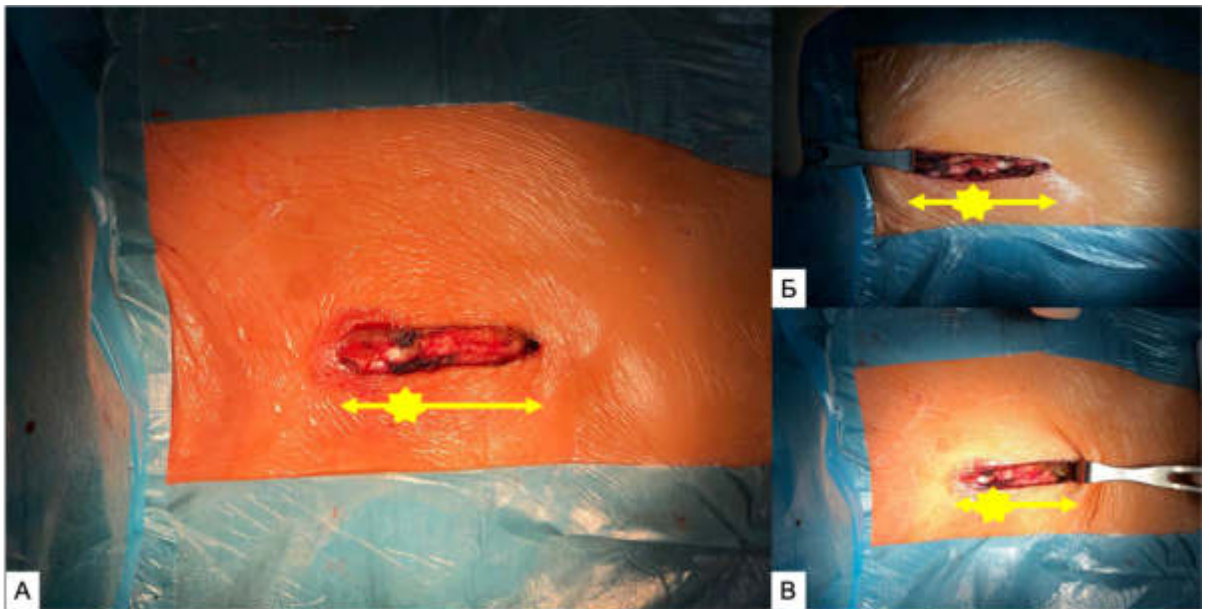
нашего опыта для предупреждения возможных технических трудностей, связанных с плохой экспозицией, у пациентов данной группы кожный разрез может быть увеличен, а локация кожного разреза должна проводиться строго на основании данных МСКТ. При необходимости вмешательства на дуге аорты кожный разрез также необходимо продлевать на несколько сантиметров вверх к яремной вырезке для обеспечения оптимальной экспозиции брахиоцефальных ветвей и области дистального анастомоза. Еще одной группой пациентов, требующей увеличения кожного разреза с целью снижения времени ИК и ИМ, являются пациенты с выраженной коморбидностью и сниженной фракцией сердца.

После выполнения кожного разреза ткани подкожной жировой клетчатки (ПЖК) разделяются с помощью электрокоагулятора до уровня собственной фасции груди. После пальпаторно во 2-ом межреберье определяется средняя линия грудины и точно электрокоагулятором маркируется до уровня надкостницы. После необходимо электрокоагулятором под визуальным контролем пересечь межключичную и частично ключично-грудинную связку и соединить точку средней линии на уровне 2-го межреберья и центр яремной вырезки. Стандартно пальцем мобилизуются ткани переднего средостения в области рукоятки грудины.

Для обеспечения мобильности и снижения тракционной травмы тканей доступа ранорасширителем, некоторые авторы предлагают мобилизовать по окружности ПЖК[20]. В нашем опыте большинству пациентов была выполнена частичная мобилизация краев большой грудной мышцы в пределах 2 см (**Рис. 3.5 Б**). Еще одной важной особенностью доступа является тот факт, что мобильность тканей в области верхнего и нижнего краев раны значительно отличаются (**Рис. 3.6 А**). В области рукоятки грудины ткани подвижны и после тщательной мобилизации обеспечивают должную экспозицию (**Рис. 3.6 Б**), тогда как в области нижнего края разреза из-за оставшегося сохранного тела грудины край раны менее мобилен (**Рис. 3.6 В**).



**Рис. 3.5. Этапы J-образной верхнесрединной мини-стернотомии: А – локация кожного разреза, Б – частичная мобилизация большой грудной мышцы, В – этап мини-стернотомии, Г – конечный вид выполненной мини-стернотомии с установленным ранорасширителем)**



**Рис. 3.6. Общий вид раны после мобилизации краев. (А). Подвижность верхнего (Б) и нижнего (В) краев раны (звездочкой указан уровень угла грудины).**

После мобилизации краёв большой грудной мышцы, электрокоагулятором прецизионно мобилизуются 4-ое межреберье до края грудины и прилежащие

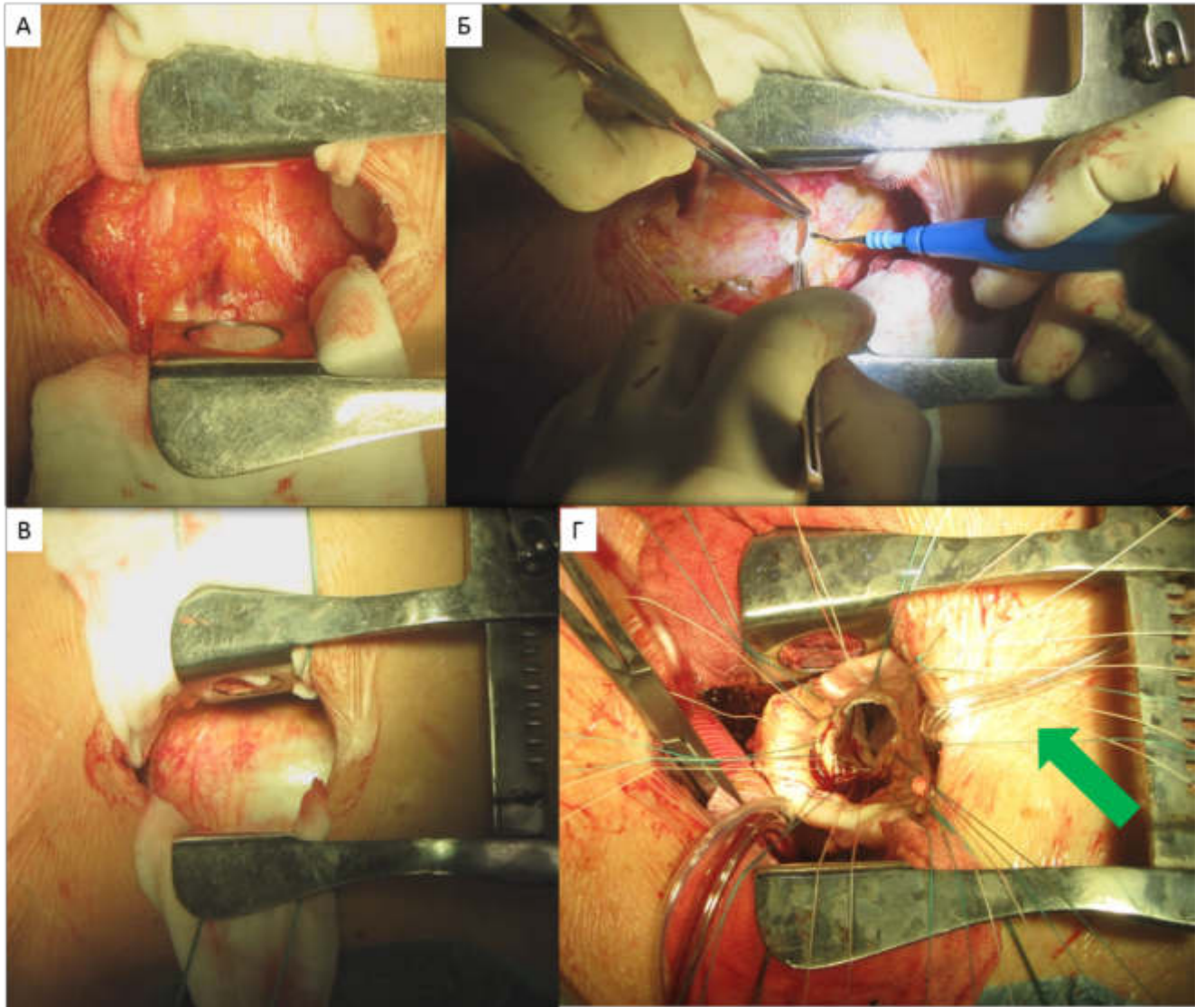
ткани. Проекция костного распила размечается электрокоагулятором в форме буквы «J» строго в центре 4-го межреберья. Стернотомом вводится в область яремной вырезки и выполняется тракция вверх в целях предупреждения возможной травмы безымянной вены, брахиоцефального ствола, перикарда и структур сердца. Затем одним движением стернотомом выполняется стернотомия по намеченной проекции с последовательной тракцией мягких тканей ассистентом по ходу движения стернотомом. Для выполнения мини-стернотомии обычно используется обычный стернотом как показано **на рисунке 3.5 В**. Однако многие авторы предпочитают для удобства использовать осциллирующую пилу, либо комбинацию с этапным распилом, где осциллирующая пила используется для распила правой половины грудины[72]. На этапе установки ретрактора анестезиолог должен обеспечить адекватную миорелаксацию, а разведение ранорасширителя должно быть плавным и постепенным, что предупредит переломы грудины, деформацию реберно-позвоночных суставов и тем самым выраженный болевой синдром после операции **(Рис. 3.5 Г)**.

### 3.2. Вскрытие перикарда, экспозиция рабочего поля

После выполнения гемостаза тканей грудины, продольно электрокоагулятором рассекаются ткани переднего средостения (жировая клетчатка, тимус), при необходимости частично удаляются, чтобы обеспечить полный обзор для хирурга **(Рис. 3.7 А)**. Перикард вскрывается продольно под визуальным контролем до уровня проекции устья правой коронарной артерии **(Рис. 3.7 Б)**. Перикард с обеих сторон подшивается 2-мя П-образными швами держалками и подтягивается максимально вверх и фиксируется к операционному белью **(Рис. 3.7 В)**.

Для облегчения эвакуации воздуха после пуска кровотока проводится постоянная инсуффляция углекислого газа со скоростью 5 л/мин через гибкий катетер, проведенный непосредственно в операционное поле через угол раны **(Рис. 3.7 Г)**, либо через загрудинное пространство в месте стояния будущего

медиастинального дренажа. Кроме того, используются стандартные методики эвакуации воздуха, применяемые при обычном доступе: положение Фовлера, заполнение камер сердца перед наложением последних швов атриотомии/аортотомии, дренирование корня аорты через кардиоплегическую канюлю или пункцию протеза аорты.



**Рис. 3.7. Вскрытие перикарда и экспозиция рабочего поля:** А – разведение краев грудины, мобилизация тканей средостения; Б – вскрытие перикарда; В – фиксация и заведение краев перикарда под бранши ретрактора; Г – установка катетера для подачи углекислого газа через край раны (указан зеленой стрелкой).

### 3.3. Тактика канюляции при выполнении малоинвазивного вмешательства

## Центральная канюляция

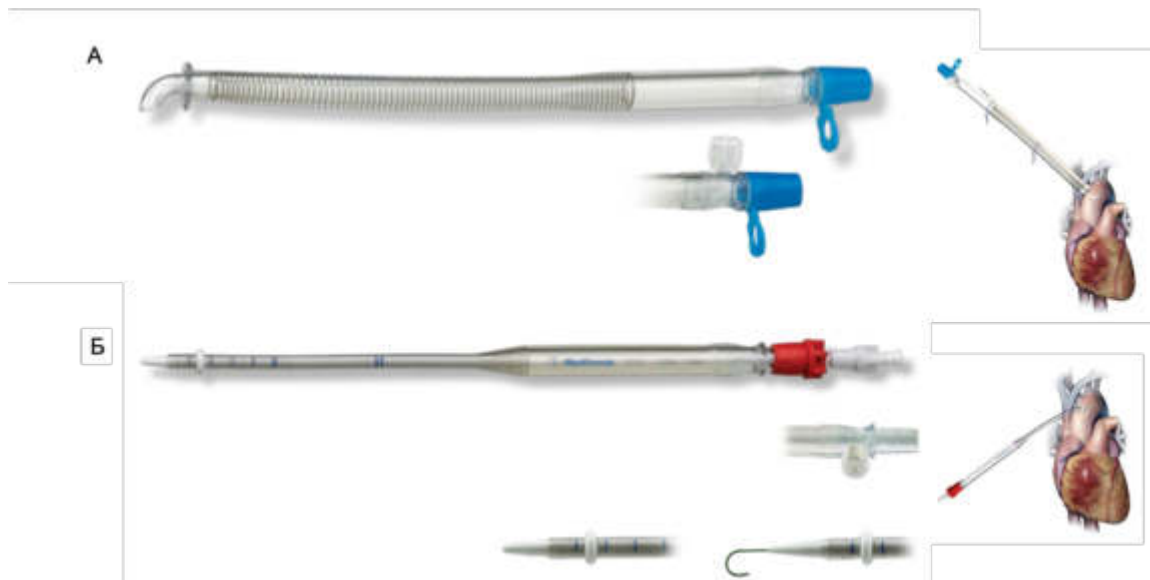
Многие авторы, ввиду потенциальных специфических проблем, связанных с бедренным доступом (лимфореи, травма бедренного нерва, инфекционных осложнений) стараются в полной мере избегать канюляции бедренных сосудов, тем самым отдавая преимущества **центральной канюляции** [23]. Еще одним весомым аргументом в пользу выбора канюляции грудной аорты является антеградная перфузия во время ИК. Наличие атеросклеротических изменений, аневризм, пристеночных тромбомасс, состояния «shaggy» торакоабдоминального отдела аорты (ТАА) делает ретроградную перфузию через бедренные сосуды жизнеугрожающей для пациента [11].

В случае выбора **центральной канюляции** в первую очередь выполняется оценка состояния дуги аорты и места планируемой канюляции по данным МСКТ перед вмешательством. У пациентов с пограничным расширением дуги аорты, а также при наличии измененной стенки в данном сегменте следует сделать выбор в пользу периферической канюляции. Также стоит отметить, что минимальный кожный разрез может заметно усложнить процедуру канюляции. Дополнительные канюли, находящиеся в рабочем поле, могут значительно ухудшить экспозицию и вызвать ограничения в работе хирурга. Так что в данном случае целесообразно увеличить кожный разрез (на 1-2 см) для снижения риска для пациента [18, 67].

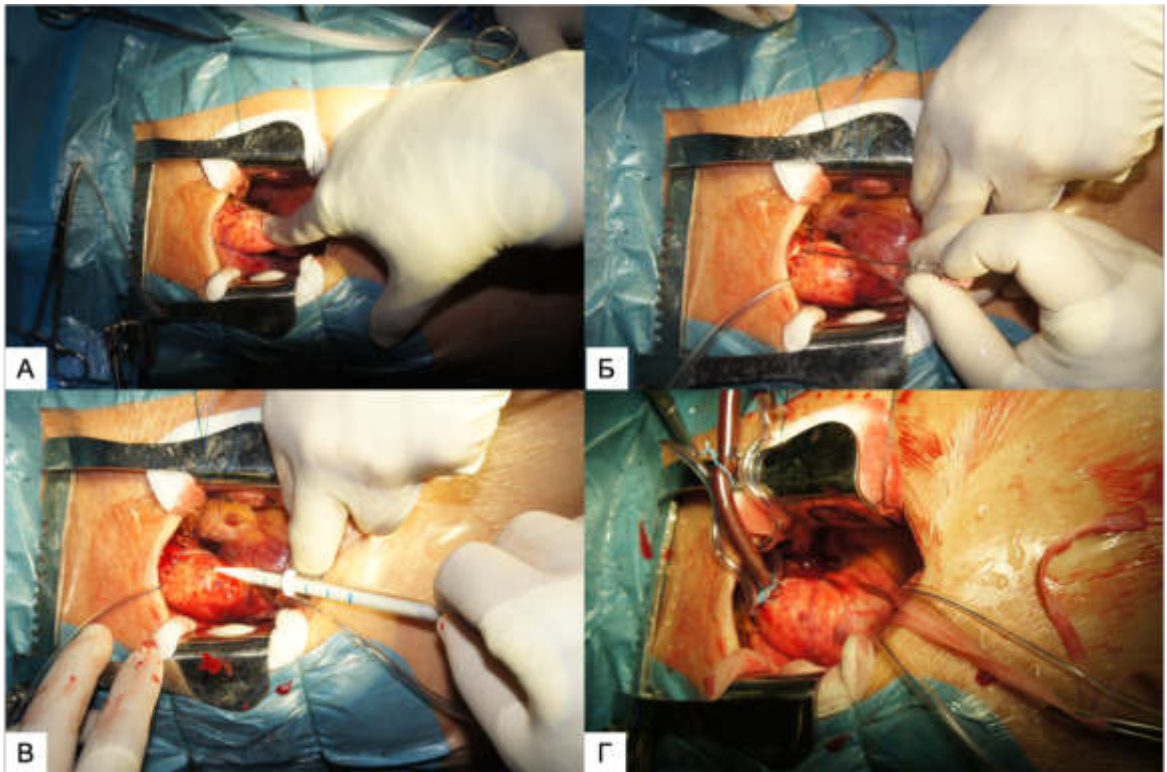
После фиксации перикарда тщательным образом выделяется дуга аорты, восходящий отдел аорты мобилизуется по окружности и берется на тесьму-держалку. При изолированном вмешательстве на аортальном клапане целесообразно выполнять канюляцию восходящего отдела аорты с использованием стандартной аортальной армированной канюли с угловым или прямым наконечником (DLP™ Curved Tip Arterial Cannulae, Medtronic, США) (**Рис. 3.8 А**). Однако при вмешательствах на корне и восходящем отделе аорты и канюляции дуги аорты данная канюля неприменима ввиду сложности при канюляции, а также потенциального ухудшения экспозиции в ране. В таких случаях стандартно используется периферическая артериальная армированная канюля 22 Fr со



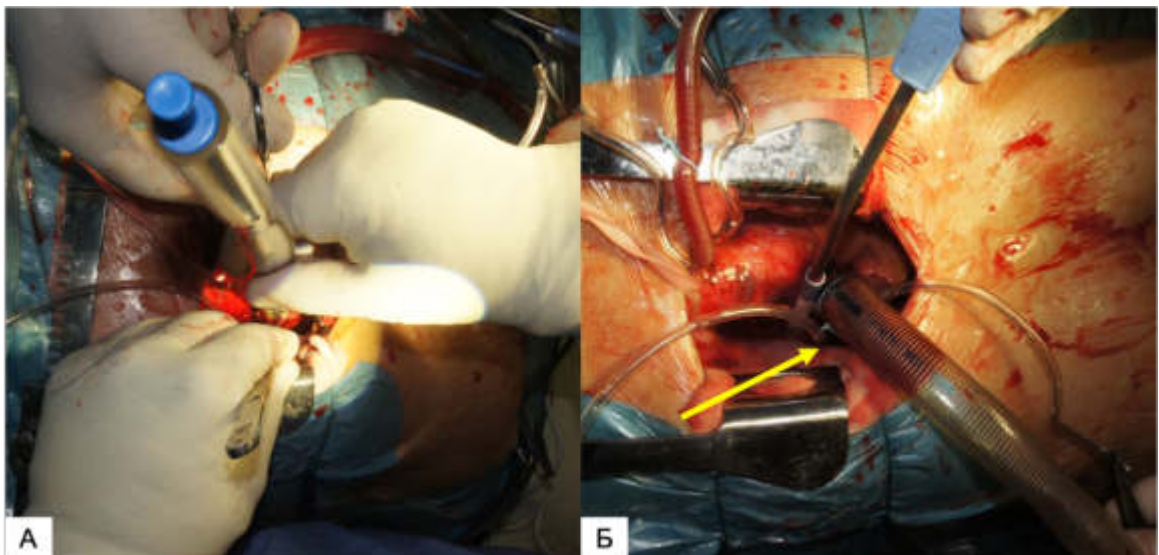
стиллетом (EOPA™ Arterial Cannulae, Medtronic, США) (Рис. 3.8 Б). После наложения двухуровневого кисета дуга аорты выводится вниз и вправо ассистентом (Рис. 3.9 А), пунктируется в центре наложенного кисета (Рис. 3.9 Б) и под контролем ЧПЭХОКГ проводник проводится в нисходящий отдел грудной аорты, после чего канюля по проводнику проводится в дугу (Рис. 3.9 В) и надежно фиксируется к турникету и ретрактору (Рис. 3.9 Г). Правое предсердие канюлируется стандартно через ушко двухступенчатой плоской венозной канюлей (Рис. 3.10). Некоторые авторы выводят венозную канюлю чрескожно с использованием специального наконечника для улучшения экспозиции в ране[62].



**Рис. 3.8. Канюли для артериальной канюляции. А – Стандартная аортальная армированная канюля с угловым наконечником; Б – Периферическая прямая артериальная армированная канюля со стилетом.**



**Рис. 3.9. Этапы установки артериальной канюли по Сельдингеру.** А – тракция восходящего отдела и дуги аорты вниз и вправо, Б – пункция дуги аорты в центре наложенного кисета, В – проведение канюли в аорту, Г – фиксация канюли после канюляции.

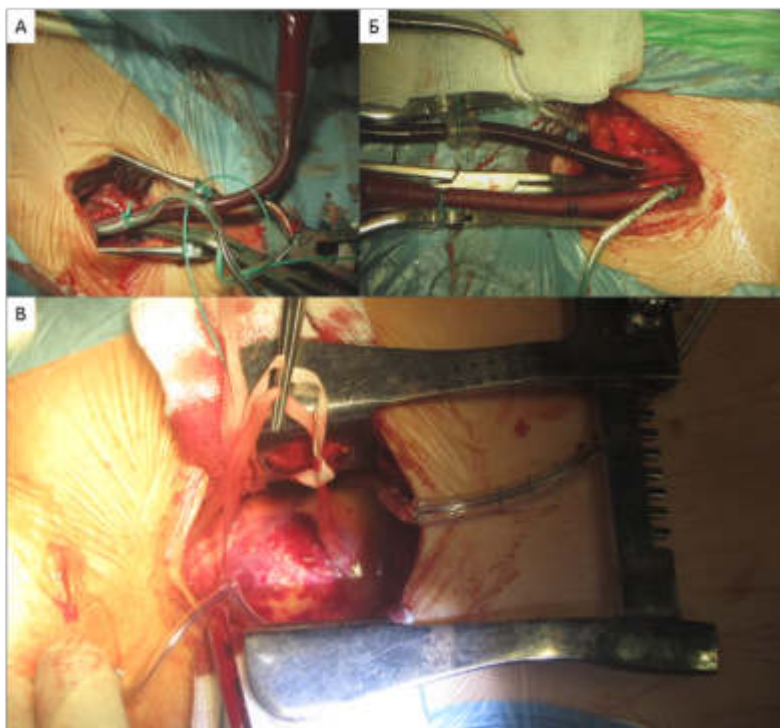


**Рис. 3.10. Центральная венозная канюляция.** А – Плоская двухступенчатая венозная канюля для центральной канюляции; Б – Экспозиция корня аорты после установки центральной венозной канюли.

### **Периферическая канюляция**

В большинстве случаев в нашем исследовании была использована канюляция бедренных сосудов (96%): *общая бедренная артерия (Рис. 3.11 А)* при патологии корня и восходящего отдела аорты, *правая подключичная артерия* при планируемом вмешательстве на дуге аорты (**Рис. 3.11 Б**). Помимо достижения максимального косметического результата, **бедренная канюляция** абсолютно показана в случае гигантских аневризм. Также наличие аневризмы большого диаметра может сделать невозможной центральную канюляцию ввиду выраженной дистопии правого предсердия и отсутствия доступности дуги аорты до начала ИК (**Рис. 3.11 В**). Для периферической венозной канюляции использовалась канюляция правого предсердия через общую бедренную вену классической многоступенчатой периферической венозной канюлей 23 - 25 Fr (Bio-Medicus Multi-Stage Femoral Venous, Medtronic, США) (**Рис. 3.12 А**). В данном случае под контролем ЧПЭХОКГ через ОБВ проводится соответствующей длины проводник в правое предсердие (**Рис. 3.13 А**). Далее канюля со стилетом проводится также под ЭХОКГ-контролем. После удаления стилета необходим контроль положения кончика канюли (**Рис. 3.13 Б**). В случае планируемого вмешательства на атриовентрикулярных клапанах используется двухуровневая канюля Carpentier для периферической канюляции, конец которой проводится в верхнюю полую вену, а полые вены обходят тесьмой и берут на турникет после начала ИК (**Рис. 3.12 Б**). Стоит помнить, что для обеспечения оптимального венозного возврата крови необходимо использовать устройства для активного венозного забора крови (центрифужный насос, вакуум)[67, 93]. В нашем исследовании во всех случаях мы использовали устройство для активного забора с центрифужными насосными головками BioMedicus Bio-Pump и Affinity™ CP (Medtronic, США) (**Рис. 3.12 В**) и центрифужным насосом крови Medtronic Bio-Console 560 Centrifugal Pump Speed Controller System (Medtronic, США) (**Рис. 3.12 Г**). Активный забор проводился на частоте оборотов от 900 до 1400 оборотов в минуту в зависимости от потребности расчетной скорости перфузии. В случае отсутствия данного оборудования либо при возникновении интраоперационных проблем с притоком крови альтернативой

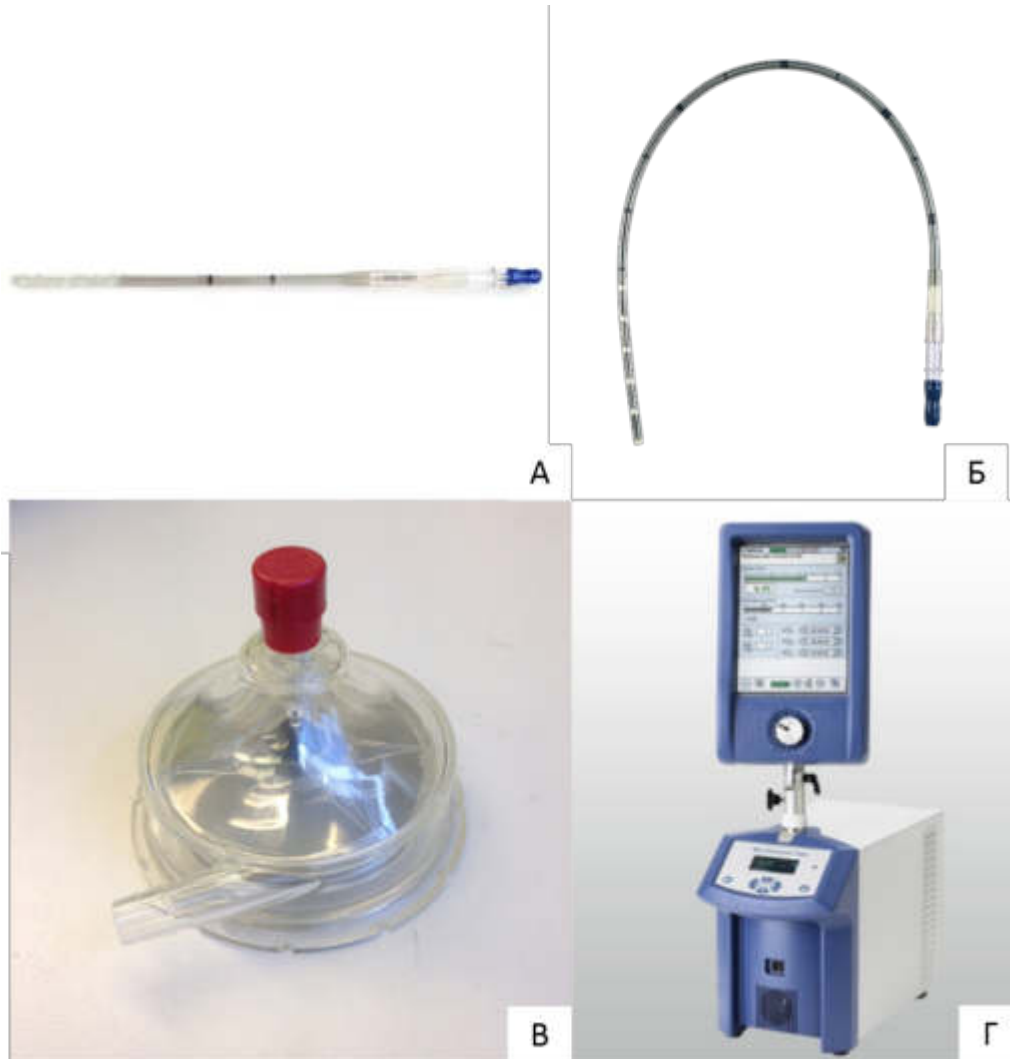
может быть раздельная канюляция верхней полой вены непосредственно из раны либо трансюгулярно[1].



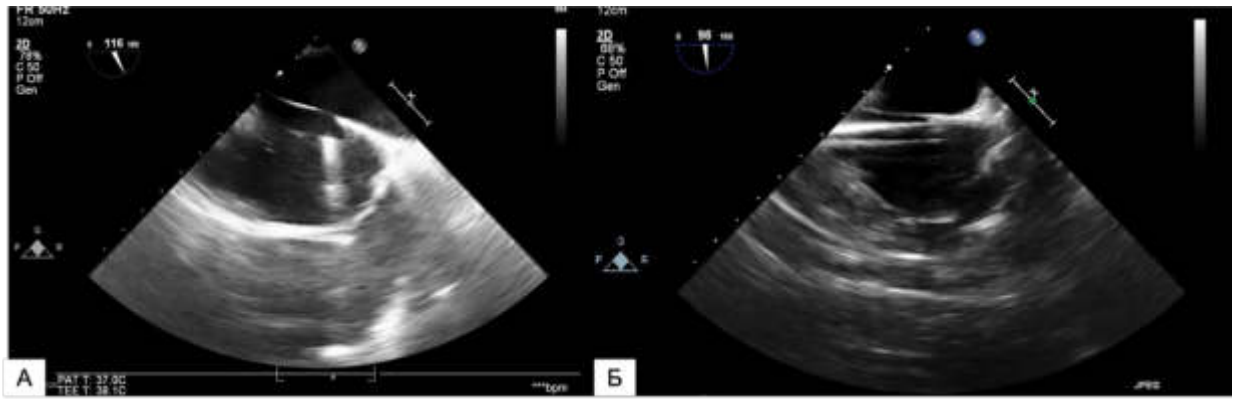
**Рис. 3.11. Периферическая канюляция:** **А** – канюляция ОБА и ОБВ; **Б** – канюляция правой подключичной артерии; **В** – вид гигантской аневризмы восходящего отдела аорты после вскрытия перикарда.

Для канюляции бедренных сосудов классически используются правые бедренные сосуды. Доступ выполняется классически в скарповском треугольнике в проекции ОБА. Далее мобилизуется передняя поверхность ОБА и ОБВ в области сафенофemorального соустья. Канюляция ОБВ и ОБА также осуществляется по методике Сельдингера (**Рис. 3.14 А, Б**), тогда как в случае выбора правой подключичной артерии канюляция осуществляется прямым методом с выполнением частичной поперечной артериотомии. В нашем исследовании для канюляции использовались периферические прямые артериальные канюли 18 - 22 Fr. Также стоит отметить, что при использовании бедренной канюляции и наличии устройств для гемостаза манипуляцию можно выполнять чрескожно с максимальным косметическим эффектом для пациента (**Рис. 3.14 В, Г**).

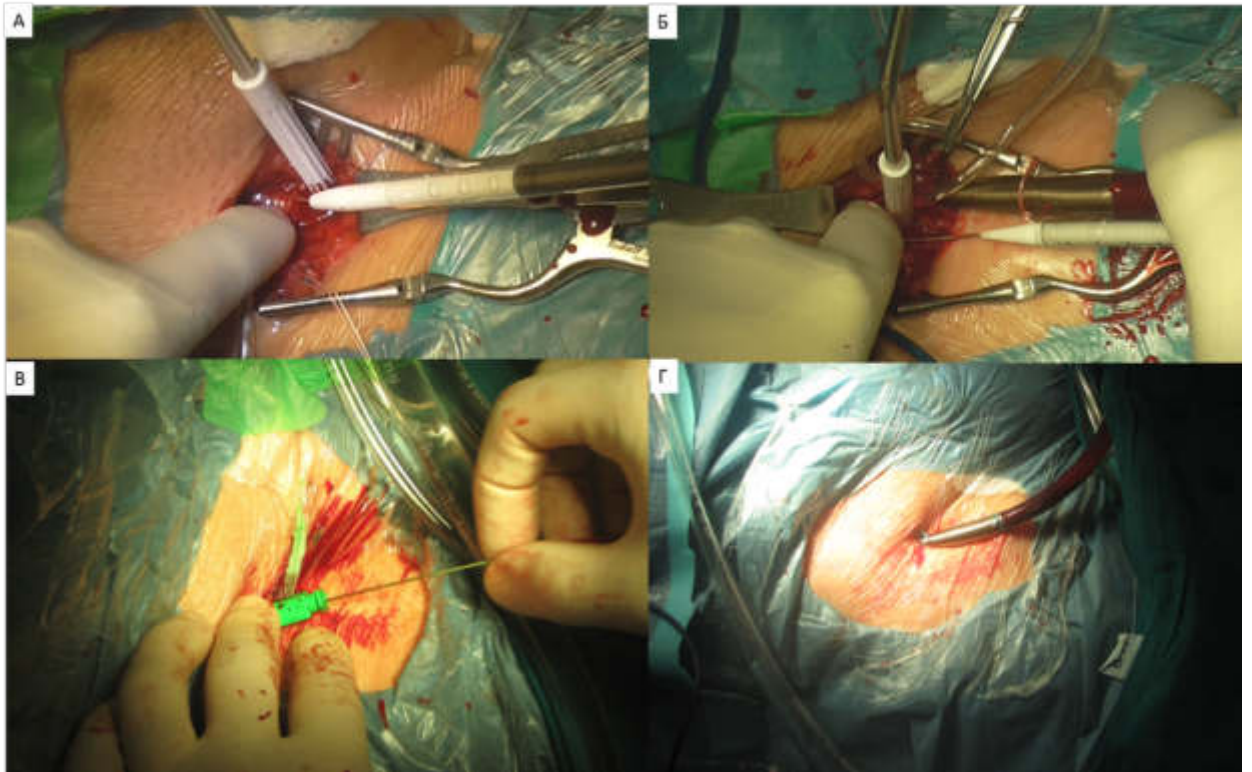
Дренирование левого желудочка проводится стандартно через правую верхнюю легочную вену канюлей 16 Fr (The DLP Left Vent Catheter, Medtronic, США)[29]. Многие авторы в случае невозможности классической установки дренажа ЛЖ, а также в случае выполнения вмешательства из мини-торакамии в качестве альтернативы используют дренирование легочной артерии как напрямую, так из чрескожное (через яремную вену)[25].



**Рис. 3.12. Венозная канюляция:** А – стандартная периферическая венозная канюля; Б – периферическая венозная канюля Carantier для отдельной канюляции полых вен; В – центрифужный насос Bio-Pump; Г – центрифужный насос крови Medtronic Bio-Console 560 Centrifugal PumpSpeed Controller System (Medtronic, США)



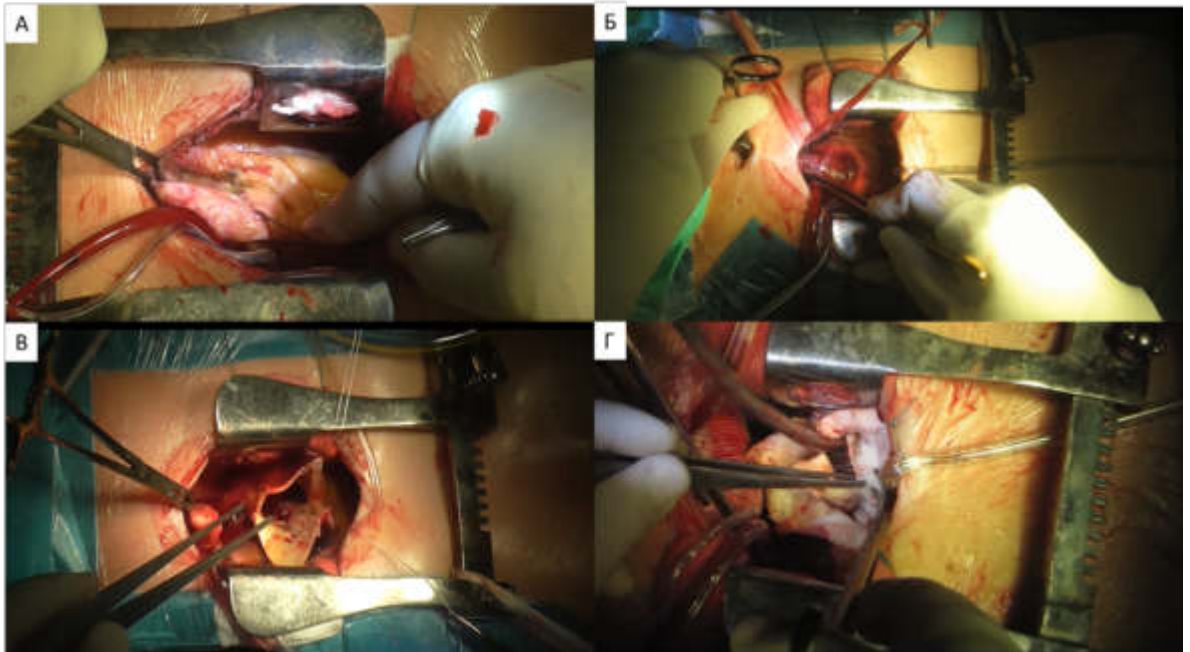
**Рис. 3.13 Контроль ЧПЭХОКГ при проведении венозной канюли в предсердие: А – вид правого предсердия в проекции; проведение проводника в правое предсердие; Б – визуализация венозной канюли в предсердии.**



**Рис. 3.14 Канюляция бедренных сосудов: А – канюляция ОБВ по методике Сельдингера; Б – канюляция ОБА по методике Сельдингера; В – пункция ОБВ; Г – чрескожная пункционная канюляция ОБВ по методике Сельдингера.**

#### 3.4. Хирургическое вмешательство

После выхода на полную расчетную скорость ИК, ВА подтягивается за тесьму и пережимается зажимом из раны (**Рис. 3.15 А**), либо через отдельный поперечный разрез в проекции яремной вырезки (**Рис. 3.15 Б**). Далее аорта вскрывается продольно и стенки аорты берутся на нити-держалки (**Рис. 3. 15 В**). Подтягивание за нити-держалки на стенках аорты позволяют вывести корень аорты в центр раны и обеспечить оптимальную экспозицию корня аорты для его мобилизации (**Рис. 3.15 Г**). Антеградная селективная кардиолегия проводится классически селективно или неселективно по методике Calafiore теплой кровью[38] или фармакохолодовой плегии раствором Кустодиол. После чего выполняется ревизия створок аортального клапана и принимается окончательное решение об объёме и виде вмешательства.

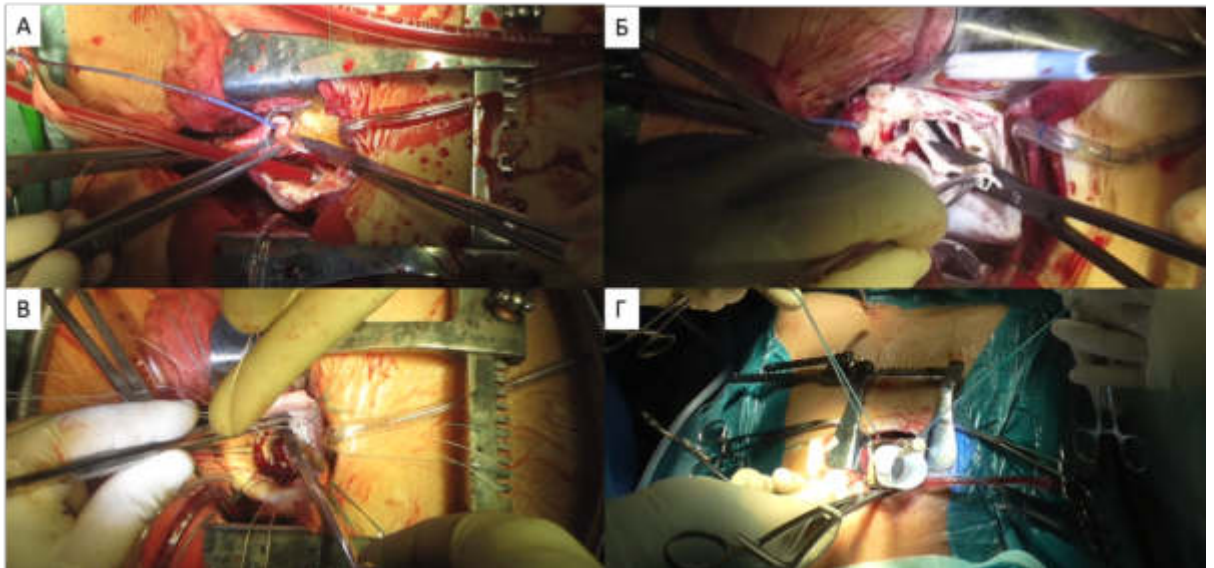


**Рис. 3.15.** Этапы выполнения наложения зажима и экспозиции корня аорты. **А** – Наложение зажима на аорту из раны; **Б** – Наложение зажима на аорту из дополнительного разреза; **В** – Аортотомия и наложение швов-держалок, **Г** – Экспозиция корня аорты и аортального клапана в ране.

### **Операция Ventall-DeVono**

После решения о выполнении клапануносящей операции, аорта подшивается к коже в области нижнего края раны (**Рис. 3.16 А**). Следующим этапов

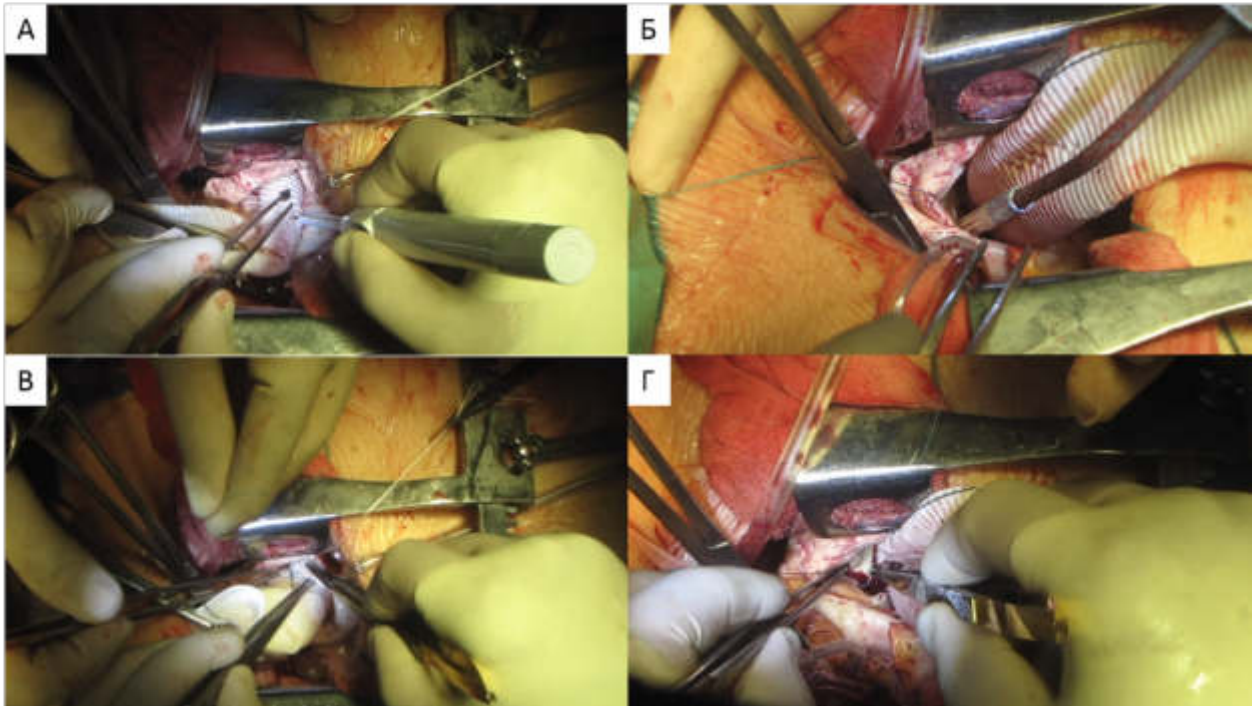
резецируются створки аортального клапана, при необходимости проводится декальцинация ФКАК и прилежащих структур (**Рис. 3.16 Б**). Клапансодержащий конduit классически имплантируется на П-образных швах с тефлоновыми прокладками полифиламентной нитью Ethibond 2/0 (**Рис. 3.16 В**). После проведения всех швов через манжету клапана, конduit опускается вниз к ФКАК. Швы завязываются поочередно, начиная с комиссуры между ПКС и ЛКС и продолжая против часовой стрелки (**Рис. 3.16 Г**). После чего фиксирующие держалки удаляются и корень аорты возвращается в нативное положение.



**Рис. 3.16** Этапы выполнения операции Bentall-DeVono: **А** – фиксация краев аневризмы к коже каудальной части раны; **Б** – удаление створок аортального клапана; **В** – имплантация клапансодержащего кондуита на отдельных П-образных швах; **Г** – позиционирование клапансодержащего кондуита в ФКАК.

При классическом исполнении операции мобилизация корня аорты частично требуется только в области устьев коронарных артерий. Для удобства имплантации устьев коронарных артерий используются швы-держалки: на эпикард в области выходного отдела правого желудочка для ПКА (**Рис. 3.17 А**) и на стенку аневризмы тотчас над устьем ЛКА (**Рис. 3.17 Б**) соответственно. Устья реимплантируются согласно классической методике Bentall-DeVono полипропиленовой нитью 5/0 или 6/0 (Prolene, Ethicon Inc., США) (**Рис. 3.17 В, Г**).



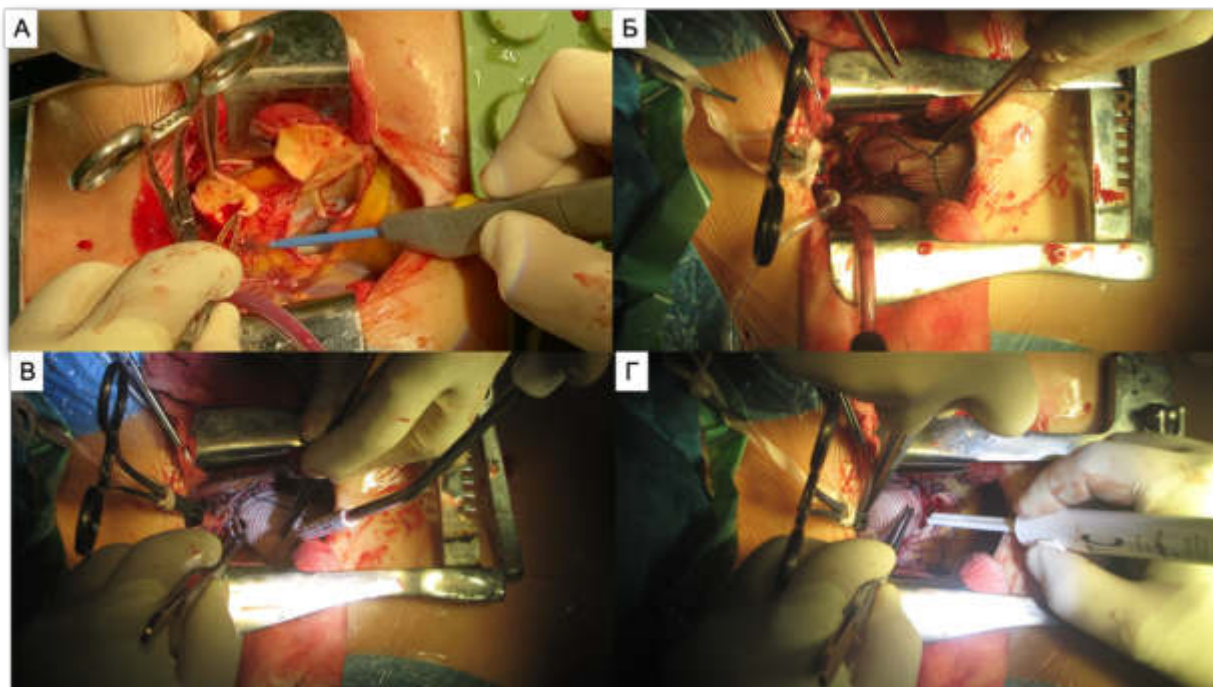


**Рис. 3.17. Выполнение операции Bentall-DeBono по классической методике:** А – шов-держалка на эпикард в области устья к ПКА; Б – шов-держалка на стенку аорты тотчас над устьем ЛКА; В – имплантация устья ЛКА по методике Bentall-DeBono; Г – имплантация устья ПКА по методике Bentall-DeBono.

При невозможности выполнения классического вмешательства корень аорты полностью мобилизуется до основания. Поочередно мобилизуются в форме кнопок устья правой и левой коронарных артерий и накладываются швы-держалки полипропиленовой нитью 4/0 (Prolene, Ethicon Inc., США) (**Рис. 3.18 А**). После тщательной термокоагуляции тканей, клапансодержащий конduit как описано выше имплантируется в позицию ФКАК и при необходимости с целью гемостаза формируется второй уровень обвивного непрерывного шва между манжетой и ФКАК полипропиленовой нитью 3/0 (Prolene, Ethicon Inc., США) (**Рис. 3.18 Б**).

Отверстие для имплантации формируется термокаутером, устья коронарных артерий реимплантируют согласно **оригинальной методификации Kouchoukos** используя непрерывный обвивной шов нитью полипропиленовой нитью 5/0 (Prolene, Ethicon Inc., США) (**Рис. 3.18 В**). Крайне важным является тот факт, что при реимплантации шов должен проходить через все слои устья и налегать сверху на борт оставленной ткани (**Рис. 3.18 Г**).

Далее формируется дистальный анастомоз без тефлоновой полоски-прокладки полипропиленовой нитью 4/0 (Prolene, Ethicon Inc., США). После чего проводится профилактика воздушной и материальной эмболии и пуск кровотока.



**Рис. 3.18.** Выполнение операции Bentall-DeVono в модификации Kouchoukos: А – мобилизация корня аорты и устьев коронарных артерий; Б – дополнительный ряд обвивного шва между ФКАК и манжетой кондуита; В – реимплантация устья ЛКА; Г – укладка шва при реимплантации устья ЛКА.

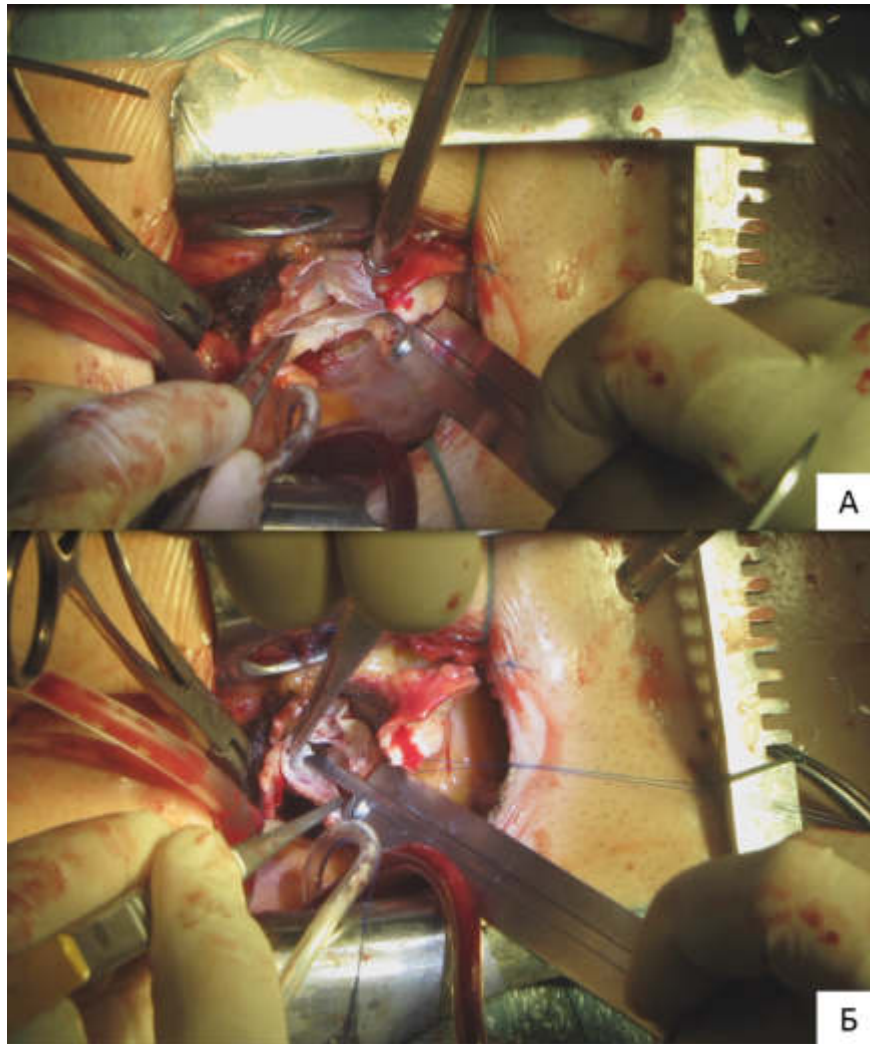
### Операция David

После вскрытия аорты производится мобилизация и подготовка к имплантации в протез аортального клапана. Накладываются шов с тефлоновой прокладкой полипропиленовой нитью 4/0 (Prolene, Ethicon Inc., США) в проекции комиссур с выделением коронарных артерий по типу «кнопок» изнутри просвета аорты. Устья коронарных артерий, также берутся на держалки и отводятся в сторону или фиксируются к коже.

При выборе диаметра протеза в большинстве случаев ориентировались либо на высоту комиссуры между НКС и ЛКС (**Рис. 3.19 А**)[52], либо на высоту створки АоК согласно оригинальной формуле Fiendel-David[49]:

**d протеза** = h комиссуры ЛКС/НКС (*El Khoury*)

**d протеза** = [(h створки \* 2) \* 2/3] + (2 \* толщину стенки аорты) (*Fiendel-David*)

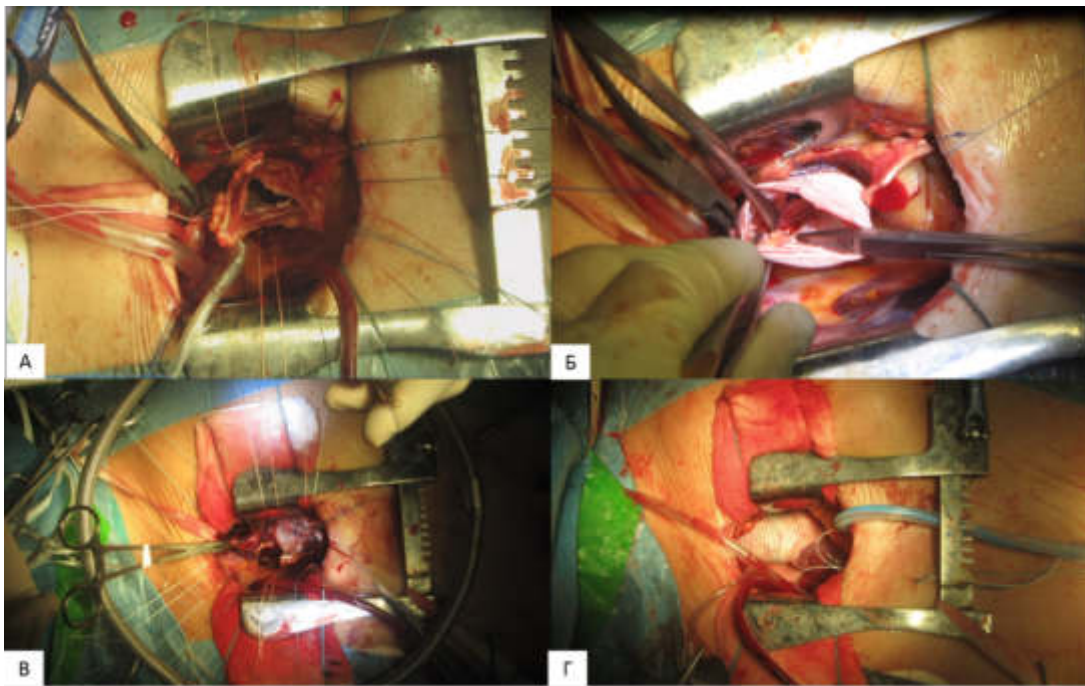


**Рис. 3.19. Выбор размера протеза для выполнения операции David:** А - измерение высоты комиссуры между ЛКС и НКС; Б - измерение высоты створки.

В большинстве случаев использовался дакроновый протез с синусами Вальсальвы (Uni-Graft® W SINUS, B. Braun, Германия или Gelweave Valsalva graft, Vascutek Inc., Шотландия). Средний диаметр выбранного протеза составил  $29,5 \pm 1,9$  мм (от 24 мм до 32 мм). Далее протез стандартно фиксируется снаружи корня аорты на 9 П-образных швах полифиламентной нитью 2/0 (Ethibond, Ethicon Inc., США) с прокладками проведенных изнутри-кнаружи (**Рис. 3.20 А**). Далее оставшийся бортик ткани синусов Вальсальвы реимплантируется в протез аорты

обвивным швом полипропиленовой нитью 4/0 (Prolene, Ethicon Inc., США) (**Рис. 3.20 Б**).

Устья коронарных артерий анатомично реимплантируются в протез стандартно по методике «кнопки» без использования тефлоновых прокладок полипропиленовой нитью 5/0 (Prolene, Ethicon Inc., США). Далее выполняется гидропроба с оценкой высоты и площади коаптации. В случаях пролапса створок, возможно выполнение центральной пликации свободного края створки с последующей проверкой (**Рис. 3.20 В**). По достижении адекватной коаптации формируется дистальный анастомоз с аортой, стандартно производится удаление воздуха из полостей сердца и снимается зажим с аорты (**Рис. 3.20 Г**). После оценки функции аортального клапана на ЧПЭХОКГ отключается ИК и проводится ушивание раны.

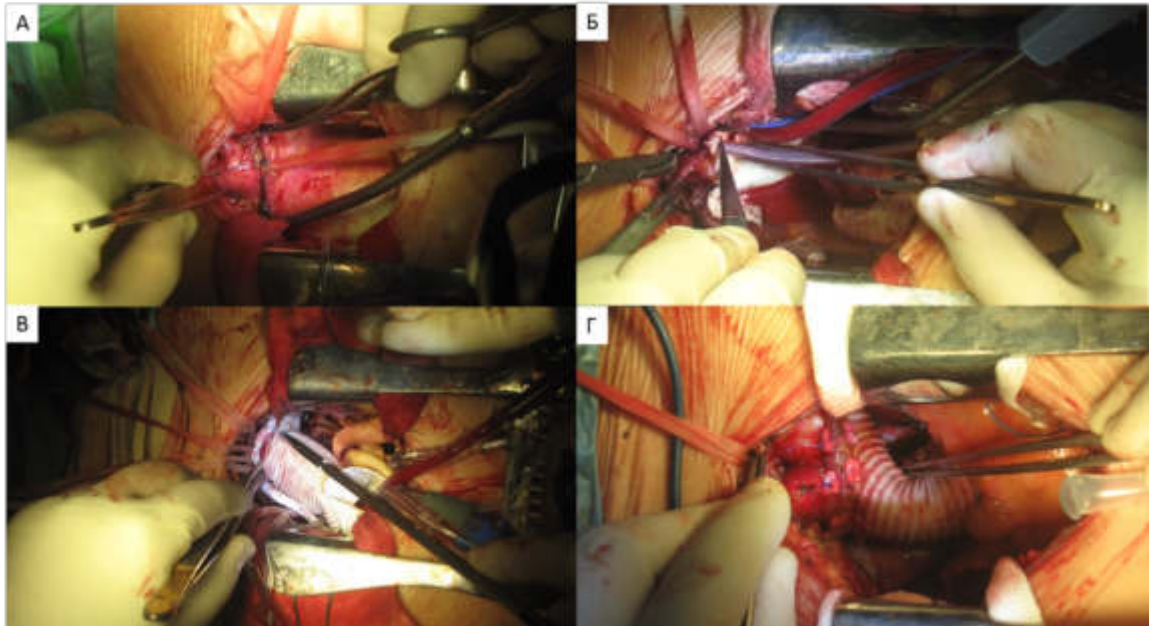


**Рис. 3.20.** Этапы операции David из мини-стернотомии: А – прошивание ФКАК; Б – имплантация аортального клапана в сосудистый протез; В – пликация створок аортального клапана; Г – конечный вид реконструкции.

### **Протезирование полудуги «Hemiarch»**

После принятия решения о реконструкции полудуги аорты и канюляции проводится системное охлаждение до умеренной гипотермии (28 – 30 °С). Мобилизуют дугу аорты и брахиоцефальные ветви на всем протяжении. Как только достигается целевая температура, ИК прекращается, и аорта вскрывается на всем протяжении до уровня неизмененных тканей (**Рис. 3.21 А**). Ткани аневризмы резецируются скошенно по типу «Hemiarch», после чего в БЦС и/или левую ОСА устанавливается баллонный катетер для проведения антеградной перфузии головного мозга (**Рис. 3.21 Б**). В большинстве случаев при вмешательстве из минидоступа в нашем исследовании применялась моногемисферальная перфузия, в случаях гипоперфузии дополнительно устанавливался второй баллонный катетер в левую ОСА или БЦС для обеспечения бигемисферальной перфузии.

Дистальный анастомоз при протезировании полудуги аорты формируется с использованием тефлоновой полоски-прокладки полипропиленовой нитью 3/0 (120 см) (Prolene, Ethicon Inc., США). Анастомоз начинают в области устья левой ПкЛА и продолжают с формированием задней стенки, после чего продолжают второй нитью (**Рис. 3.21 В**). После проведения профилактики эмболии, протез аорты пережимается, возобновляется ИК и начинается согревание пациента (**Рис. 3.21 Г**). Следующим этапом переходят к реконструкции корня аорты.



**Рис. 3.21. Этапы выполнения протезирования полудуги аорты из минидоступа:** А – вскрытие просвета и резекция аневризмы дуги аорты; Б – установка баллоного катетера для перфузии головного мозга в левую ОСА; В – формирование дистального анастомоза по методике «Hemiarch»; Г – конечный вид реконструкции.

### **Вмешательство на атриовентрикулярных клапанах**

Для вмешательства на митральном клапане после проведения кардиopleгии турникеты на венах затягиваются и вскрывается левое предсердие в области крыши тотчас позади аорты. В большинстве случаев в нашем исследовании доступ к митральному клапану осуществлялся транссептально с переходом на крышу левого предсердия по Guiradon[42]. В данном случае разрез выполняется от ушка правого предсердия на перегородку через овальную ямку на крышу левого предсердия. Данный доступ также обеспечивает оптимальную экспозицию для реконструкции трикуспидального клапана[27].

После выполненной реконструкции митрального клапана производится профилактика эмболии и дэаэрация полости левого предсердия и ушивание доступа двухрядных непрерывным обвивным швом полипропиленовой нитью 4/0 (Prolene, Ethicon Inc., США).

### 3.5. Дренирование, установка эпикардиальных электродов

После выполнения всей реконструкции до снятия зажима к передней стенке правого желудочка подшиваются электроды для наружной временной эпикардиальной кардиостимуляции. Эта процедура выполняется на этапе пережатия пока правый желудочек пустой и мобильный, что позволяет подшить электроды на достаточном расстоянии друг от друга и проконтролировать возможные источники кровотечения. Также на этом этапе в стандартной позиции под визуальным контролем устанавливается силиконовый перикардиальный дренаж 24 Fr. После чего проводится эвакуация воздуха, снимается зажим с аорты и проводится окончательный гемостаз.

Медиастинальный силиконовый дренаж 24 Fr проводится стандартно в за грудинное пространство с особой деликатностью и осторожностью во избежание возможной травмы тканей при помощи длинного зажима по типу Шамли. В литературе описано множество альтернативных методик дренирования при малоинвазивных вмешательствах: через правую плевральную полость [82], через яремную вырезку [34, 58, 82, 84, 87, 93], через парастернальное пространство [54, 64, 79] и др. Однако единый «золотой стандарт» до настоящего времени не определен. В нашем исследовании у большинства пациентов мы использовали стандартную методику с минимальным количеством осложнений, связанных с проведением дренажей и дренированием, у 18% пациентов дренирование осуществлялось через правую плевральную полость и лишь у 5 пациентов через яремную вырезку.

### 3.6. Техника остеосинтеза грудины после мини-стернотомии

После ушивания перикарда, в за грудинное пространство помещается медиастинальный дренаж и стандартно прошивается 2–мя одиночными швами

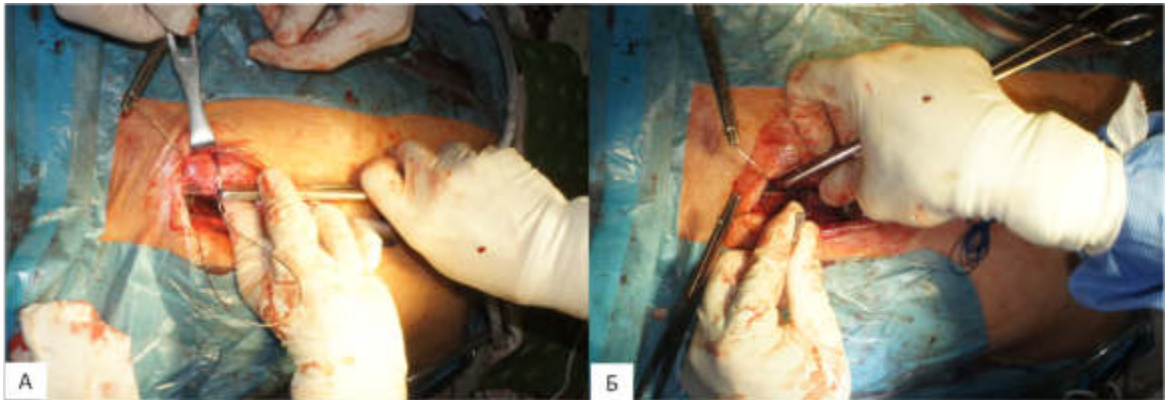
титановой проволокой рукоятка грудины на уровне отхождения ключицы и в 1-ом межреберье (**Рис. 3.22 А**).

Следующим этапом остеосинтез выполняется во 2-ом и 3-ем межреберьях. В нашем опыте на начальных этапах становления малоинвазивной хирургии активно применялась стабилизация J-распила диагональными швами с захватом 4-го межреберья слева или оставшегося тела грудины. Однако данная тактика полностью себя не оправдала ввиду увеличения времени выполнения остеосинтеза и повышенного риска кровотечения в труднодоступном месте. При этом данная методика не обеспечивала улучшения непосредственных и отдаленных результатов остеосинтеза. Таким образом в настоящее время данная тактика не используется и остеосинтез ограничивается уровнем 2-го и 3-го межреберьев. Также в нашем исследовании были использованы различные методики остеосинтеза на данном уровне. Все пациенты были разделены на три группы: пациенты с остеосинтезом титановой проволокой ( $n = 14, 17,5\%$ ), с остеосинтезом фиксаторами грудины ZipFix ( $n = 44, 55\%$ ) и с накостным остеосинтезом нитиноловыми скобами ( $n = 22, 27,5 \%$ ). С целью оценки оптимальной методики остеосинтеза было проведено исследование эффективности каждого вида остеосинтеза и влиянием на такие параметры как: время остеосинтеза («перикард-сведение грудины»), кровопотеря, рэксплорации по причине кровотечения, глубокая и поверхностная инфекция, выживаемость, отдаленная состоятельность грудины по данным 3D МСКТ.

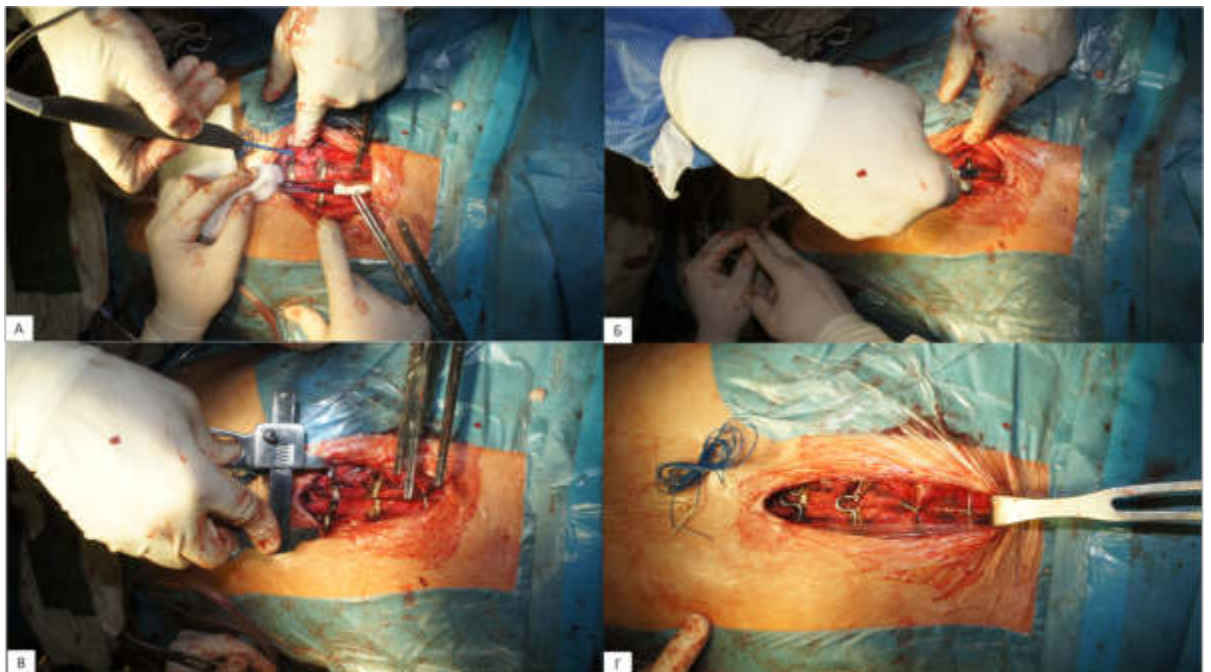
В случае использования проволоки или фиксаторов грудины ZipFix прошивание проводится стандартно с проведением иглы парастернально. При сведении краев грудины важно без особых усилий прецизионно сопоставить костные пластины с целью оптимального заживления в послеоперационном периоде (**Рис. 3.22 Б**). Использование же нитиноловых скоб для накостного остеосинтеза обеспечивает безопасный и надежный остеосинтез, требующий минимальное количество времени без необходимости дополнительного гемостаза. Данный подход наиболее практичен и может быть выполнен даже начинающими хирургами. В проекции межреберьев коагулятором выполняется рассечение



собственной грудной фасции и частично волокон большой грудной мышцы в зоне будущего стояния скобы (Рис. 3.33 А). Разметку выполняют во 2-ом и 3-ем межреберьях после чего сайзером измеряют размер скобы для отдельного межреберья (Рис. 3.23 Б). Скобы устанавливаются специальным держателем (Рис. 3.23 В) и подвергаются температурному воздействию теплой салфеткой. После сведения грудины (Рис. 3.23 Г) подключаются к активной аспирации дренажи и проводится послойное ушивание раны.



**Рис. 3.22.** Этапы остеосинтеза грудины проволочными лигатурами. А – прошивание рукоятки грудины; Б – сопоставление краев грудины.



**Рис. 3.23.** Остеосинтез с использованием нитиноловых скоб. А – формирование разметки и отверстий для установки скоб; Б – измерение сайзером

ширины грудины; **В** – установка скоб специальным держателем; **Г** – окончательный вид.

## Глава 4. Результаты

### 3.1. Определение предикторов технической сложности вмешательства

С целью определения наиболее значимых предикторов технической сложности выполнения малоинвазивного вмешательства был проведен корреляционно-регрессионный анализ. Также с целью определения достоверности используемой субъективной шкалы оценок технической сложности был проведен корреляционный анализ периоперационных параметров с оценкой сложности и для бинарных групп («удобно» - «неудобно») (Табл. 4.1). Для всех параметров отмечалась обратная связь, которая доказывала увеличение временных показателей и количества осложнений с увеличением сложности вмешательства. Достоверная корреляция со средней силой связи была выявлена для следующих факторов: длительность операции (Spearman's rho = -0,456,  $BF_{10} = 125,747$ ,  $p = 0,001$ ), и/о кровопотеря (Spearman's rho = -0,384,  $BF_{10} = 39,902$ ,  $p = 0,006$ ), время ИК (Spearman's rho = -0,301,  $p = 0,035$ ) (Рис. 4.1).

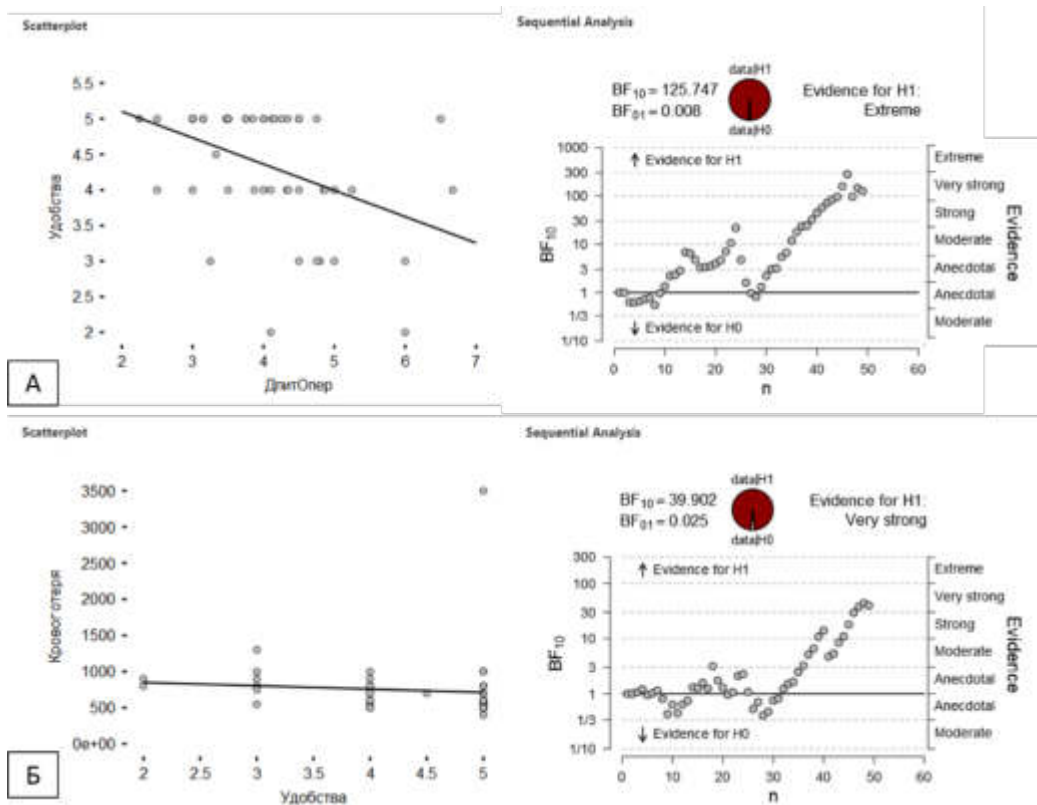
Таблица 4.1

**Таблица 4.1. Корреляция между шкалой оценок технической сложности и группами «удобно» - «неудобно» и периоперационными параметрами**

Коэффициент корреляции Спирмена (rho) при ненормальном распределении / Коэффициент корреляции Пирсона (rho) при нормальном распределении	Сложность, (оценка)		Группы «Удобно»-«Неудобно» (бинарное)			
	rho	p	rho	p	Cramer's V	ОШ
Длительность операции, ч	-0,456**	,001	-0,374	,008**	-	-
Кровопотеря, мл	-0,384**	,006	-0,324	,023*	-	-
ИК, мин	-0,301*	,035	-0,215	,127	-	-

ИМ, мин	-0,232	,109	0,152	,298	-	-
П/о осложнения	-0,157	,414	-	,241	,168	,267
Ре-эксплорация	-0,265	,066	-	,118	,223	,19
Конверсия	-0,219	,131	-	,283	,153	,283
Раневая инфекция	-0,134	,359	-	,537	,088	,556

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$



**Рис. 4.1. Точечная диаграмма (scatter plot) и байесовский фактор зависимости: А – длительности операции и Б – кровопотери в зависимости от оценки удобства хирурга.**

На техническую сложность же достоверно влияли следующие предоперационные факторы (Табл. 4.2) (Рис. 4.2): «Девияция» (расстояние от проекции сагиттальной оси проведенной через центр грудины до дальней точки устья ЛКА (Spearman's  $\rho = -0,394$ ,  $BF_{10} = 54,06$ ,  $p = ,005$ ) (Рис. 4.2 А), кожный разрез (Spearman's  $\rho = 0,44$ ,  $BF_{10} = 143,38$ ,  $p = ,002$ ) (Рис. 4.2 Б), d на уровне БЦС (Spearman's  $\rho = -0,378$ ,  $BF_{10} = 40,6$ ,  $p = ,007$ ) (Рис. 4.2 В), d на уровне левой ОСА (Spearman's  $\rho = -0,432$ ,  $BF_{10} = 42,68$ ,  $p = ,0009$ ) (Рис. 4.3 А), «Глубина» (расстояние от кожи до устья ЛКА в аксиальной плоскости (Spearman's  $\rho = -0,286$ ,

$BF_{10} = 4,76, p = ,047$ ) (Рис. 4.3 Б), «Дистанция» (расстояние от яремной вырезки грудины до уровня центра ФКАК в сагиттальной плоскости (Spearman's  $\rho = -0,286, BF_{10} = 4,265, p = ,046$ ) (Рис. 4.3 В), d ВА (Spearman's  $\rho = -0,242, BF_{10} = 0,237, p = ,094$ ), протезирование полудуги (ОШ = 0,19, V Крамера = 0,293,  $p = ,04$ ), избыточная масса тела (ОШ = 0,338, V Крамера = 0,259,  $p = ,07$ ), возраст (Spearman's  $\rho = -0,399, BF_{10} = 8,847, p = ,006$ ).

Таблица 4.2

**Таблица 4.2. Корреляция между шкалой оценок удобства и группами удобства, и предоперационными параметрами**

Коэффициент корреляции Спирмена ( $\rho$ ) при ненормальном распределении / Коэффициент корреляции Пирсона ( $\rho$ ) при нормальном распределении	Сложность, (оценка)		Группы «Удобно»-«Неудобно» (бинарное)			
	$\rho$	p	$\rho$	p	Cramer's V	ОШ
Девиация (расстояние сагиттальная плоскость до ЛКА)	-0,394**	0,005	-0,359*	0,011		
Глубина (кожа - ЛКА)	-0,286*	0,047	-0,288*	0,045	-	-
Дистанция (яремная вырезка - ФКАК)	-0,286*	0,046	-0,175	0,229	-	-
$\alpha$ сагиттальная ось – ЛКА	-0,224	0,121	-0,224	0,122	-	-
$\alpha$ грудины – ФКАК	0,105	0,472	0,082	0,575	-	-
$\alpha$ грудины – вектор корня Ао	-0,105	0,482	-0,124	0,395	-	-
$\alpha$ девиации ВА во фронт. плоскости	0,077	0,597	,106	0,496	-	-
Кожный разрез	0,44**	0,002	0,479***	<0,001	-	-
Операция David	-0,01	0,78	-	0,911	0,016	1,08
Операция Bentall-DeBono	0,015	0,92	-	0,556	0,084	1,43
Раздельное протезирование ПАК+ПВА	0,091	0,532	-	0,755	0,044	1,21
ПВА	-0,152	0,297	-	0,118	0,223	0,19
Центральная канюляция	0,229	0,114	-	0,093	0,24	7

+ вмешательство на МК	-0,125	0,393	-	0,559	0,084	0,62
+ протезирование полудуги	-0,342*	0,016	-	0,04*	0,293	0,19
Высота устья ЛКА	-0,285	0,074	-0,181	0,21	-	-
d ФКАК	0,122	0,43	0,184	0,125	-	-
d корня аорты	-0,027	0,853	0,041	0,758	-	-
d ВА	-0,2	0,168	-0,242	0,094	-	-
d на уровне БЦС	-0,378**	0,007	-0,299*	0,037	-	-
d на уровне левой ОСА	-0,432**	0,009	-0,296	0,056	-	-
d на уровне левой Пкла	-0,257	0,075	-0,209	0,15	-	-
Кальциноз	0,109	0,458	-	0,45	0,109	1,56
Рост	0,058	0,69	0,111	0,446	-	-
Вес	-0,151	0,3	-0,101	0,49	-	-
ИМТ	-0,172	0,237	-0,166	0,254	-	-
Избыточная масса тела	-0,266	0,07	-	0,07	0,259	0,338
Пол	0,057	0,699	-	0,224	0,174	2,09
Возраст	-0,399**	0,006	-0,320*	0,025	-	-

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

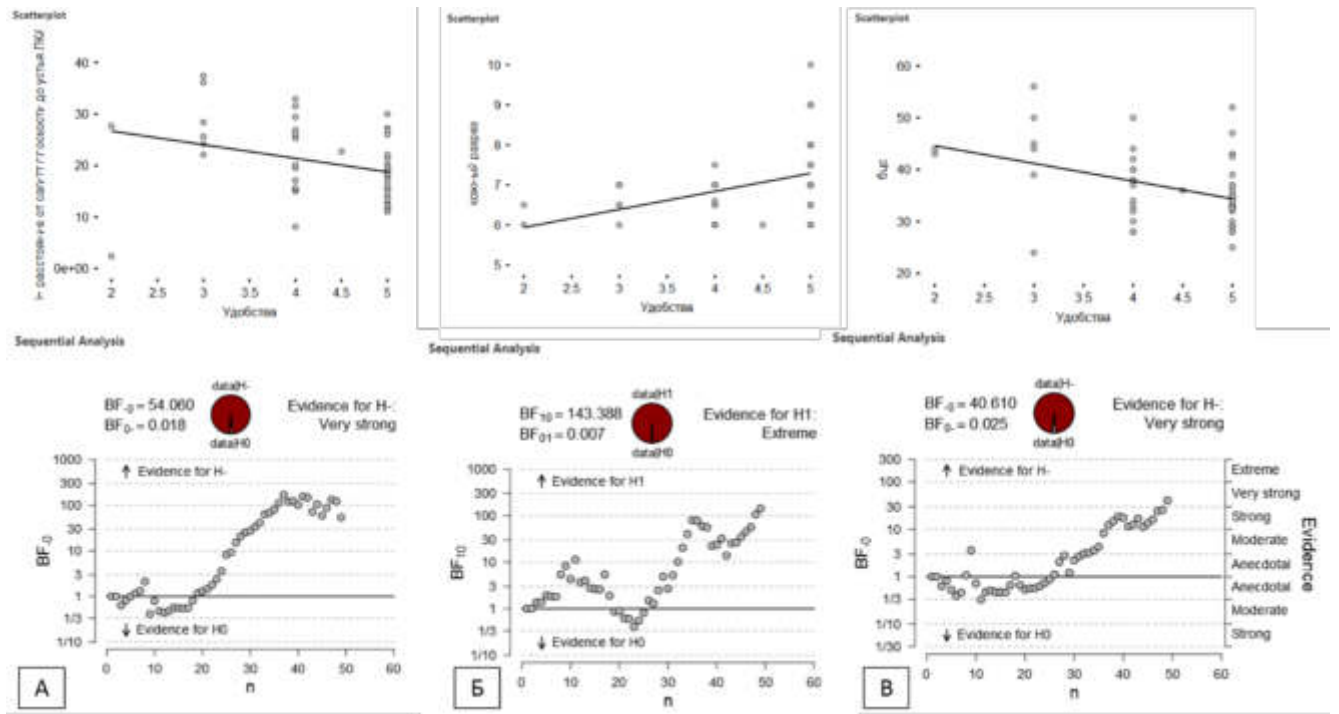
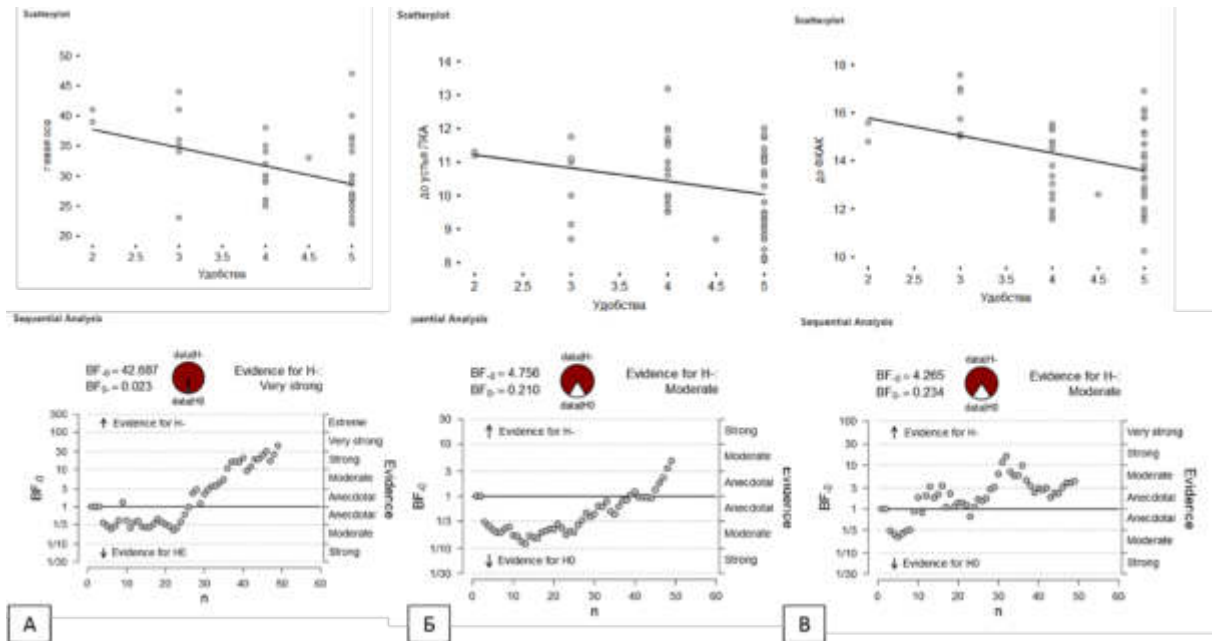


Рис. 4.2. Точечная диаграмма (scatter plot) и байесовский фактор зависимости: А – «Девиация» (расстояния «сагиттальная плоскость – ЛКА»), Б –

длины кожного разреза и **В** – d на уровне БЦС в зависимости от оценки удобства хирурга.



**Рис. 4.3. Точечная диаграмма (scatter plot) и байесовский фактор зависимости: А** – d на уровне левой ОСА; **Б** – расстояние от кожи до устья ЛКА в аксиальной плоскости; **В** – расстояние от яремной вырезки грудины до уровня центра ФКАК в сагиттальной плоскости в зависимости от оценки удобства хирурга.

С целью проведения категориального регрессионного анализа (CATREG) была определена бинарная переменная технической сложности, согласно которой пациенты были разделены на группы: «Удобно» ( $n = 26$  (53,1%) и «Неудобно» ( $n = 23$  (46,9%). В группу удобно вошли пациенты с оценкой 5 баллов (сопоставимая традиционному вмешательству экспозиция, мини-доступ не влиял на показатели, отсутствовала необходимость использования дополнительных вспомогательных швов/приемов/инструментов), тогда как в группу «Неудобно» вошли остальные пациенты.

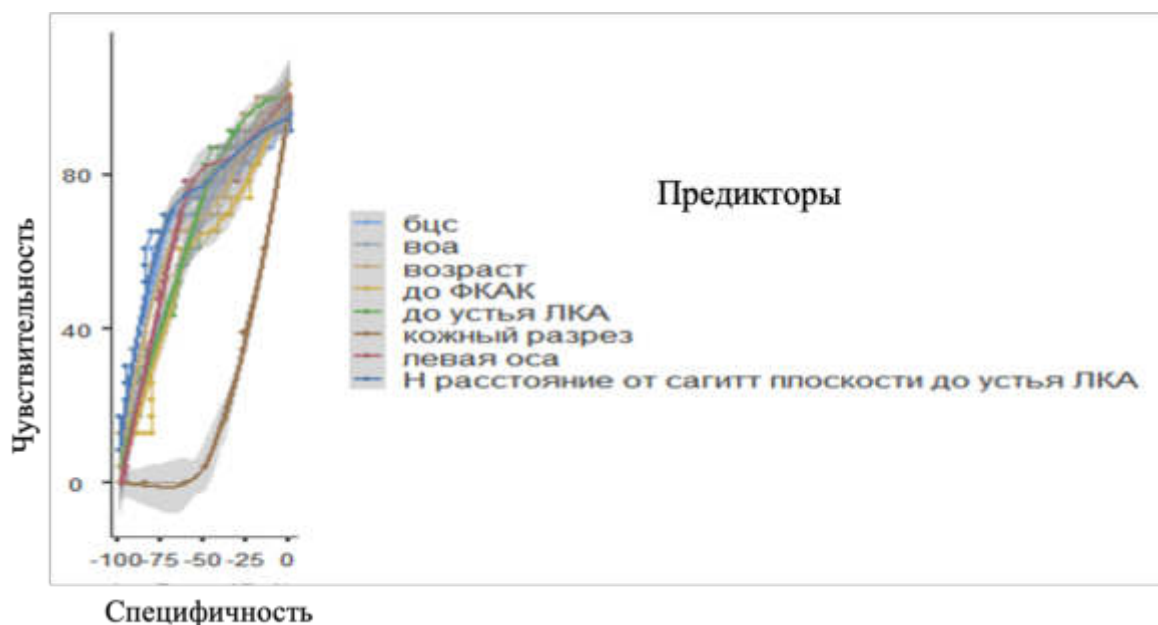
Для определения порогов отсечения и перевода количественных переменных в категориальные для всех количественных предикторов был проведен ROC-анализ с определением оптимальной точки отсечения (cut-point), специфичности, чувствительности и значения AUC (Табл. 4.3).

**Таблица 4.3**

**Таблица 4.3. Оценка предикторов технической сложности малоинвазивного вмешательства с определением пороговых значений с помощью ROC-анализа**

Факторы	Точка отсечения	Чувствительность, %	Специфичность, %	AUC
Девияция (h сагиттальная плоскость – ЛКА), см	22,1	65,22	80,77	0,721
Дистанция (h до ФКАК), см	14,5	60,87	65,38	0,589
Глубина (h до ЛКА), см	9,53	82,61	50	0,666
Возраст, лет	61	60,87	76,92	0,685
d на уровне ВА, мм	45	82,61	46,15	0,64
d на уровне БЦС, мм	37	65,22	73,08	0,681
d на уровне левой ОСА, мм	29	78,26	61,54	0,671
Кожный разрез, см	7,5	46,15	78,26	0,608

Для показателя «Девияция» (h сагиттальная плоскость – ЛКА) пороговым значением стало 22,1 см (чувствительность 65,2%, специфичность 80,77%, AUC = 0,721), для показателя «Глубина» (h до ЛКА) – 9,53 см (чувствительность 82,6%, специфичность 50%, AUC = 0,666), для показателя «Удаленность» (h до ФКАК) – 14,5 см (чувствительность 60,87%, специфичность 65,38%, AUC = 0,589), для d на уровне ВА – 45 мм (чувствительность 82,61%, специфичность 46,15%, AUC = 0,64), для d на уровне БЦС – 37 мм (чувствительность 65,22%, специфичность 73,08%, AUC = 0,681), для d на уровне левой ОСА – 29 мм (чувствительность 78,26%, специфичность 61,54%, AUC = 0,671), для возраста – 61 год (чувствительность 60,87%, специфичность 76,92%, AUC = 0,685), для длины кожного разреза – 7,5 см (чувствительность 46,15%, специфичность 78,26%, AUC = 0,608). В зависимости от пороговых значений все предикторы были преобразованы в категориальные переменные. На **рисунке 4.4** представлены ROC-кривые для количественных предикторов.



**Рис. 4.4. ROC-кривые для количественных предикторов.**

Следующим этапом был проведен категориальный регрессионный анализ с оптимальным шкалированием (CATREG) с использованием в качестве зависимой переменной группы «Удобно» - «Неудобно», а в качестве ковариат значимые предикторы, переведённые в формат категориальных переменных. В результате анализа были получены следующие коэффициенты важности (Importance) для предикторов (**Табл. 4.4**) и переведены в баллы для создания шкалы путем умножения на 100:

- «Девиация» (h сагиттальная плоскость – ЛКА) – 0,41 (41 балл);
- «Глубина» (h до ЛКА) – 0,062 (6 баллов);
- «Дистанция» (h до ФКАК) – 0,01 (1 балл);
- d на уровне ВА – -0,006 (1 балл);
- d на уровне БЦС – 0,268 (27 баллов);
- d на уровне левой ОСА – -0,040 (4 балла);
- Возраст – 0,108 (11 баллов);
- Длина кожного разреза – 0,057 (6 баллов);
- Протезирование полудуги – 0,075 (7 баллов);
- Избыточная масса тела – 0,054 (5 баллов).



**Таблица 4.4. Результаты категориального регрессионного анализа с оптимальным шкалированием (CATREG)**

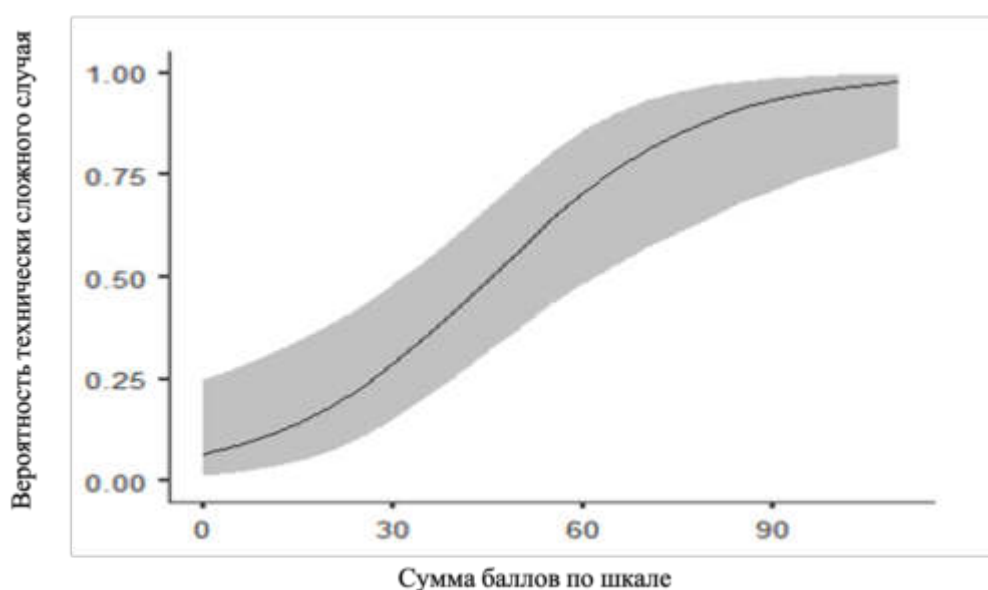
Предикторы	Точка отсечения	Станд. коэффициенты		P	F	Коэфф.важности	Баллы
		Бета	Ст. отклонение				
Девиация (h сагитт. плоскость – ЛКА), см	>22,1	,363	,149	,007	5,97	,411	+41
Дистанция (h до ФКАК), см	>14,5	,018	,096	,965	,036	,010	+1
Глубина (h до ЛКА), см	>9,53	,088	,100	,471	,774	,062	+6
Возраст, лет	>61	,131	,151	,477	,759	,108	+11
d на уровне ВА, мм	>45	,011	,095	,986	,014	-,006	+1
d на уровне БЦС, мм	>37	,261	,191	,173	1,87	,268	+27
d на уровне левой ОСА, мм	>29	,054	,129	,837	,179	-,040	+4
Кожный разрез, см	≤7,5	,167	,122	,175	1,86	,057	+6
Избыточная массатела	есть	,087	,099	,473	,768	,054	+5
Протезирование полудуги	есть	,107	,123	,480	,754	,075	+7

Следующим этапом для оценки качества и достоверности полученной шкалы был поведен бинарный логарифмический анализ между независимой переменной технической сложности и суммой баллов, согласно полученной шкале. В результате чего были получены коэффициенты уравнения вероятности риска неудобного случая, а также определённая связь между величинами. Общая точность теста составила 75,5 %, чувствительность – 73,1%, специфичность – 78,3 %, ОШ – 14,29 (95% ДИ: 3,05-66,89) (Табл. 4.5). Также было получено уравнение вероятности сложного случая:  $p = 1/(1+e^{-z})$  согласно которому можно было рассчитать вероятность в процентах (%) (Рис. 4.5).

**Таблица 4.5**

**Таблица 4.5. Бинарная логарифмическая регрессия суммы баллов и группы «Удобно» - «Неудобно».**

Оценка хирурга	Оценка программы		Процент верных предсказаний	Общая точность теста, %	ОШ (95% ДИ)
	Неудобный	Удобный			
Неудобный	18	5	73,1 (чувствительность)	75,5	14,29 (95% ДИ: 3,053-66,89)
Удобный	7	19	78,3 (специфичность)		



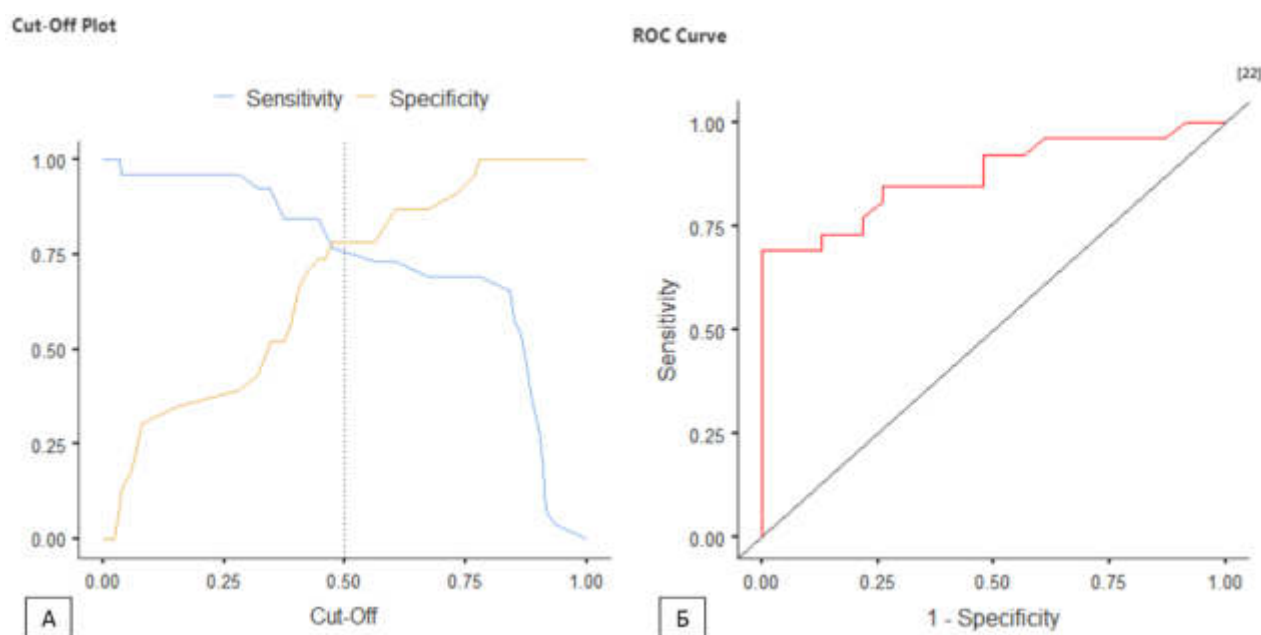
**Рис. 4.5. Логарифмическая регрессия зависимости технической сложности от суммы баллов.**

С целью определения балла, разделяющего пациентов на категории «Удобно» - «Неудобно», был проведен ROC-анализ суммы баллов пациентов и групп технической сложности, а также Cut-Off анализ. Пороговым баллом, связанным со значимым риском увеличения неудобного случая, стала сумма 44,1 балла с вероятностью неудобного случая 48,5% (Табл. 4.6). Также были построены Cut-Off (Рис. 4.6 А) и ROC (Рис. 4.6 Б) кривые для созданной шкалы технической сложности ( $AUC = 0,874$ ,  $R^2 = 0,342$  (McFadden`s),  $x^2 = 23,2$ ,  $p < 0,001$ ).

**Таблица 4.6. Определение пороговой суммы баллов шкалы технической сложности.**

Сумма баллов	Вероятность	SE	95% ДИ	
			Нижний	Верхний
11,7 <sup>-</sup>	0,122	0,0699	0,0394	0,321
44,1 <sup>μ</sup>	0,485	0,0934	0,3112	0,662
76,6 <sup>+</sup>	0,864	0,0807	0,6232	0,961

<sup>-</sup>mean – SD, <sup>μ</sup>mean; <sup>+</sup> mean + SD

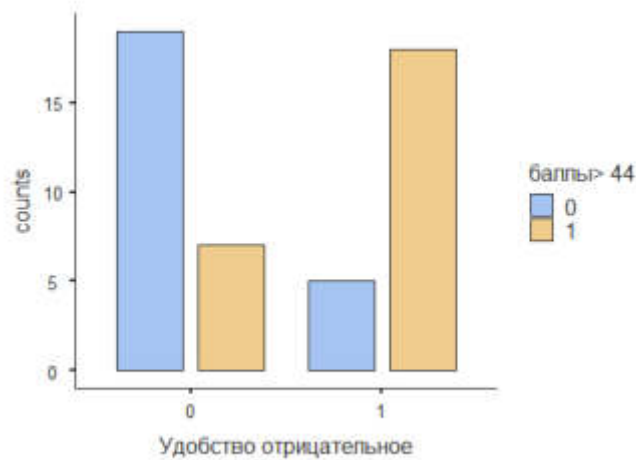


**Рис. 4.6. Оценка чувствительности и специфичности шкалы. А – Cut-Off график; Б – ROC-кривая модели шкалы определения технической сложности малоинвазивных вмешательств на корне аорты**

Из этого следует, что при достижении пороговой суммы баллов 44,1 риск неудобного случая – 48,5% оценивается как высокий.

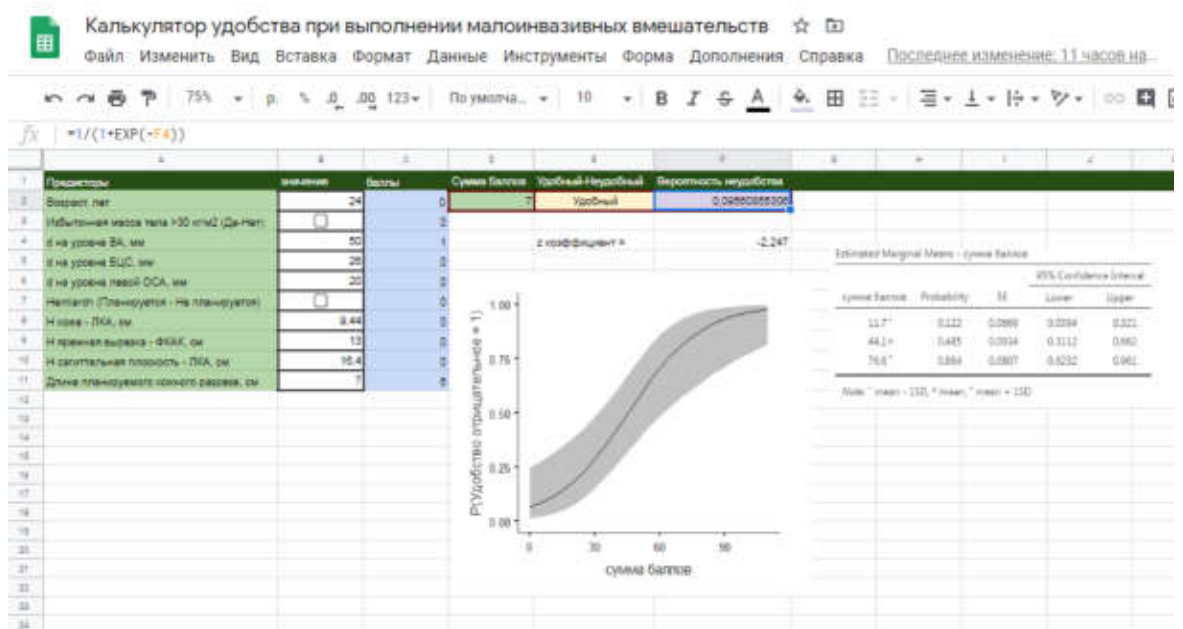
Для проведения проверки пациенты были распределены на две группы > 44 баллов (n=25, 51%) и <44 баллов (n=24, 49%). При проведении теста  $\chi^2$  в группе >

44 баллов было достоверно больше неудобных случаев ( $n=18$ , 78%) нежели чем в группе <44 баллов ( $n=5$ , 22%) ( $\chi^2 = 12,9$ ,  $V$  Крамера = 0,513,  $p < 0,001$ ) (Рис. 4.7).



**Рис. 4.7. Распределение пациентов в исследовании в зависимости от порового балла и технической .**

Чтобы обеспечить наибольшую практичность и популяризовать программу для прогнозирования технической сложности был создан онлайн-калькулятор на платформе Google Таблицы (Рис. 4.8).



**Рис. 4.8. Онлайн-калькулятор определения риска технически сложного случая при выполнении малоинвазивных вмешательств на корне аорты.**

### 3.2. Ранние послеоперационные результаты

По данным современной литературы наибольшее влияние среди преимуществ малоинвазивный подход оказывает именно на ранний послеоперационный период и восстановление пациента за счет уменьшения хирургической травмы и кровопотери[71, 73]. Несмотря на кажущуюся очевидность преимуществ мини-доступа многие авторы воздерживаются от формирования однозначных выводов по поводу таких параметров как болевой синдром, инфекционные осложнения, дыхательная функция, MACE и др. даже после проведения крупных рандомизированных исследований[10]. В первую очередь данная настороженность связана с различными подходами в выполнении мини-доступа и оценки результатов. Однако некоторые параметры могут казаться очевидными и прослеживаются во многих представленных в современной литературе данных.

В представленном исследовании приведен анализ трех групп пациентов с различными вмешательствами, выполненных из ПС и МС (группы Ventall-DeVono (a), David (b), протезирование полудуги (c)). Все группы были сформированы после проведения «псевдорандомизации» и были равнозначны по количеству и по большинству предоперационных факторов. Основными различающимися факторами являлись ИБС в анамнезе и ФП, что в первую очередь связано с тем, что данные состояния были одними из причин выбора традиционного вмешательства у пациента. Так необходимость выполнения сочетанного коронарного шунтирования (1 сосуд) или абляции устьев легочных вен требовало обязательного выполнения полной стернотомии. Например, в группе ПС достоверно чаще выполнялось коронарное шунтирование 1-ой артерии (МКШ/АКШ) - 12(27,9) vs. 0(0),  $p < 0,001$ , тогда как по остальным характеристикам сочетанных вмешательств группы достоверно не отличались. Стоит отметить, что в группах было сопоставимое количество протезирований полудуги аорты (в группах Ia/IIa - 8(18,6) vs. 6(13,9),  $p = 0,560$ , в группах Ib/IIb - 5(14,7) vs. 2(5,9),  $p = 0,232$ ).

Достоверно в группах имелись различия в частоте использования центральной канюляции (в группах Ia/IIa - 33(76,7) vs. 1(2,3),  $p < 0,001$ , в группах Ib/IIb - 28(82,4) vs. 2(5,9),  $p < 0,001$ ), использовании различных методик

кардиоплегии и стернотомии. При оценке же интраоперационных параметров (Табл. 4.7), как и ожидалось во всех группах малоинвазивного лечения были достоверно получены определенные преимущества в показателях объёма интраоперационной кровопотери (в группах Ia/IIa- 800(750-1000) мл vs. 800(600-800) мл,  $p = 0,0009$ ; в группах Ib/IIb - 950(800-1200) мл vs. 700(600-800) мл,  $p < 0,001$ ), объём послеоперационного дренажного отделяемого за 2-ое суток (группа I/II: 500(360-680) мл vs. 360(300-480) мл,  $p < 0,001$ ). Тогда как в показателях ИК и пережатия аорты при различных видах вмешательств (операция Bentall-DeVono и David) время было достоверно больше в группе мини-стернотомии (в группах Ia/IIa: время ИК – 88(76-101) мин vs. 102(91,5-113) мин,  $p = 0,002$ , время ИМ - 71(59-84) мин vs. 82(75-90) мин,  $p = 0,002$ ; в группах Ib/IIb: время ИК -  $130 \pm 25,5$  мин vs.  $141 \pm 19,6$  мин,  $p = 0,013$ , время ИМ – 108(100-118) мин vs. 123(111-135) мин,  $p = 0,002$ ).

Таблица 4.7

**Таблица 4.7 Интраоперационные параметры пациентов групп I (n=77) и II (n=77) с операцией Bentall-DeVono (Ia/IIa) и операцией David (Ib/IIb) после проведения «псевдорандомизации».**

N (%), mean SD	Операция Bentall-DeVono			Операция David		
	Полная стернотомия Группа Ia (n=43)	Мини-стернотомия Группа IIa (n=43)	P	Полная стернотомия Группа Ib (n=34)	Мини-стернотомия Группа IIb (n=34)	P
Центральная канюляция	33(76,7)	1(2,3)	<0,001	28(82,4)	2(5,9)	<0,001
Время ИК, мин	88(76-101)	102(91,5-113)	0,002	$130 \pm 25,5$	$141 \pm 19,6$	0,013
Время пережатия аорты, мин	71(59-84)	82(75-90)	0,002	108(100-118)	123(111-135)	0,002
Кардиоплегия:						
-Кровяная	26(60,5)	40(93)	<0,001	13(38,2)	33(97,1)	<0,001
-Кустодиол	9(20,9)	3(7)	0,062	7(20,6)	1(2,9)	0,024
-Консол	8(18,6)	0(0)	0,003	14(41,2)	0(0)	<0,001
Пластика створок	-	-	-	12(36,4)	15(44,1)	0,518
Фистула по Cabrol	8(18,6)	4(9,3)	0,213	-	-	-
Пластика МК	2(4,6)	0(0)	0,153	1(3)	0(0)	0,306
МКШ/АКШ (1 шунт)	12(27,9)	0(0)	<0,001	2(4,6)	0(0)	0,153
РЧА устьев легочных вен	2(4,6)	0(0)	0,153	2(4,6)	0(0)	0,153
Протезирование полудуги	8(18,6)	6(13,9)	0,560	5(14,7)	2(5,9)	0,232
Циркуляторный арест, мин	$14,9 \pm 4,05$	$14,8 \pm 4,54$	0,986	$13,3 \pm 2,58$	$20,5 \pm 2,12$	0,013

Кровопотеря, мл	800(750-1000)	800(600-800)	,0009	950(800-1200)	700(600-800)	<0,001
Ушивание грудины:						
-Проволочные лигатуры	12(27,9)	6(14)	0,112	21(61,8)	9(26,5)	0,003*
-Фиксаторы «ZipFix»	22(51,2)	27(62,8)	0,276	10(29,4)	14(41,2)	0,310
-Нитиноловые скобы	9(20,9)	10(20,3)	0,795	3(8,8)	11(32,4)	0,016*
Длительность операции, ч	4,39±0,751	4,33±0,896	0,723	4,74±0,774	4,77±0,606	0,854
Общие группы: Полной стернотомии и Мини-стернотомии						
	Полная стернотомия Группа I (n=77)			Мини-стернотомия Группа II (n=77)		p
Объём п/о отделяемого по дренажам, мл	500(360-680)			360(300-480)		<0,001
Экстубация через, ч	6(5-8,23)			5(4-7)		,002
Вентиляция более 48 часов	1(1,3)			1(1,3)		1,000
Койко день в реанимации	1,3±0,5			1,1±0,7		0,0431
Койко день в отделении	8,9±2,5			8,1±2,1		0,0331

Группы Ic и Ic были достоверно сопоставимы по виду основного вмешательства на корне аорты (группы Ic/Ic: раздельное протезирование ПАК + ПВА - 9(42,8) vs. 11(52,4),  $p = 0,537$ ; операция Bentall-DeVono -7(33,3) vs. 8(38),  $p = 0,748$ ; операция David - 5(23,8) vs. 2(9,6),  $p = 0,215$ ) и сочетанным вмешательствам (Ic/Ic: пластика МК - 2(9,6) vs. 1(4,8),  $p = 0,550$ ; МКШ/АКШ - 2(9,6) vs. 0(0),  $p = 0,148$ ; РЧА устьев легочных вен - 1(4,8) vs. 0(0),  $p = 0,312$ ). При оценке интраоперационных параметров в группах Ic/Ic (**Табл. 4.8**) достоверные различия отмечались в таких показателях как время ИК (больше в группе МС -  $151 \pm 49,6$  мин vs.  $122 \pm 38,2$  мин,  $p = 0,04$ ) при сопоставимых показателях ( $p > 0,05$ ) времени пережатия аорты, циркуляторного ареста (группы Ic/Ic:  $14,7 \pm 3,55$  мин vs.  $16,3 \pm 4,71$  мин,  $p = 0,2211$ ), перфузии головного мозга (группы Ic/Ic:  $12,4 \pm 3,89$  мин vs.  $14,6 \pm 4,1$  мин,  $p = 0,082$ ) и интраоперационной кровопотери (группы Ic/Ic:  $1171 \pm 650$  мл vs.  $1163 \pm 953$  мл,  $p = 0,9748$ ). Среди достоверных преимуществ также стоит отметить достоверно меньший объём послеоперационного отделяемого по дренажам за 2-ое суток (группы Ic/Ic:  $583 \pm 114$  мл vs.  $493 \pm 145$  мл,  $p = 0,031$ ) и связанную с этим более раннюю активизацию пациента в отделении.

Таблица 4.8

**Таблица 4.8 Интраоперационные результаты параметров пациентов групп Ic (n=21) и Ic (n=21) с протезированием полудуги аорты после проведения «псевдорандомизации».**

Интраоперационные результаты (протезирование полудуги аорты)			
N (%), mean SD	Полная стернотомия Группа Ic(n=21)	Мини-стернотомия Группа Ic(n=21)	p
Время ИК, мин	122±38,2	151±49,6	0,04
Время пережатия аорты, мин	92,9±21,1	105±29,3	0,1325
Циркуляторный арест, мин	14,7±3,55	16,3±4,71	0,2211
Время перфузии ГМ, мин	12,4±3,89	14,6±4,1	0,082
Гипотермия, С	28,52±0,8	28,2±0,4	0,1089
Кровопотеря, мл	1171±650	1163±953	0,9748
Раздельное протезирование ПАК + ПВА	9(42,8)	11(52,4)	0,537
Операция Bentall-DeBono	7(33,3)	8(38)	0,748
Операция David	5(23,8)	2(9,6)	0,215
Пластика МК	2(9,6)	1(4,8)	0,550
МКШ/АКШ	2(9,6)	0(0)	0,148
РЧА устьев легочных вен	1(4,8)	0(0)	0,312
Длительность операции, ч	4,87±0,853	5,09±1,03	0,255
Объём п/о отделяемого по дренажам, мл	583±114	493±145	0,031
Экстубация через, ч	7(5-11,3)	8,75(7,75-19,9)	0,2274
Вентиляция более 48 часов	1(4,8)	3(14)	0,6
Ср. койко-день в реанимации	1(1-2)	1(1-2,25)	0,3139
Ср. койко-день в отделении	8(8-10)	9(7,75-11,8)	0,1255

При оценке ранних клинических послеоперационных результатов достоверных преимуществ одной из методик выявлено не было (Табл. 4.9). Госпитальная летальность в группах I и II составила 0(0) vs. 1(1,3),  $p = 1,000$ ,  $V$  Крамера = 0,08, ОШ (95% ДИ) = 3,04; 0,122-75,8, тогда как 30-дневная выживаемость - 0(0) vs. 2(2,6),  $p = 0,497$ ,  $V$  Крамера = 0,115, ОШ (95% ДИ) = 5,13; 0,242-109 в группах I и II соответственно. Летальный исход в группе MC был связан с развитием внезапной сердечной смерти на вторые сутки после вмешательства. Частота MACE была сопоставима и составила в группах I и II среди неврологических событий - 0(0) vs. 1(1,3),  $p = 1,000$ ,  $V$  Крамера = 0,08, ОШ (95% ДИ) = 3,04; 0,122-75,8; случаев ОКС - 1(1,3) vs. 1(1,3),  $p = 1,000$ ,  $V$  Крамера = 0, ОШ (95% ДИ) = 1; 0,06-16,3 и случаев ОПН (3(3,9) vs. 1(1,3),  $p = 0,620$ ,  $V$  Крамера = 0,08, ОШ (95%



ДИ) = 0,325; 0,03-3,19) без случаев, потребовавших постоянных гемодиализ. Отмечалась тенденция к увеличению числа ре-эксплораций по поводу кровотечения в группе ПС (4(5,2) vs. 1(1,3),  $p = 0,367$ ,  $V$  Крамера = 0,11, ОШ (95% ДИ) = 0,240; 0,026-2,2. Частота конверсий в группе МС составила 2(2,6). В одном случае конверсия в полную стернотомию потребовалась пациенту для проведения аутовенозного протезокоронарного шунтирования ПКА, ввиду нарушения сократимости правого желудочка в бассейне ПКА после пуска кровотока, в другом случае конверсия была необходима для проведения тщательной ревизии и идентификации источника кровотечения в раннем послеоперационном периоде у пациента с кровотечением. В обоих случаях конверсия в полную стернотомию не повлияла на заживление грудины по данным МСКТ. Частота развития гемотампонады была сопоставима и составила 1,3% в обеих группах (1(1,3) vs. 1(1,3),  $p = 1,000$ ,  $V$  Крамера = 0, ОШ (95% ДИ) = 1; 0,06-16,3.

Время ИВЛ в ОРИТ было достоверно меньше в группе МС (группа I/II: 6(5-8,23) ч vs. 5(4-7),  $p = 0,002$ ), при том что число случаев, потребовавших продленной ИВЛ более 48 часов в группах не отличалось (группа I/II: 1(1,3) vs. 1(1,3),  $p = 1,000$ ). Также не отличалась частота развития дыхательной недостаточности в обеих группах (6(7,8) vs. 4(5,3),  $p = 0,746$ ,  $V$  Крамера = 0,05), однако шанс развития ДН в группе ПС был выше 1,5 раза (ОШ (95% ДИ) = 0,657; 0,18-2,43). По остальным исследуемым параметрам послеоперационного периода (п/о делирий, поперечная АВ-блокада, имплантация постоянного ЭКС, ревизия периферического доступа, ФП и др.) достоверных различий получено не было.

При сравнении частоты развития выпотного перикардита отмечалась тенденция к увеличению числа случаев в группе МС (13(16,9) vs. 22(28,6),  $p = 0,084$ ,  $V$  Крамера = 0,139, а шанс развития был в 2 раза выше в группе МС (ОШ (95% ДИ) = 1,97; 0,908-4,27). Однако явления фебрильной лихорадки  $> 38^{\circ} \text{C}$  в течении 2-х суток чаще встречались в группе ПС (32(41,6) vs. 26(33,8),  $p = 0,406$ ,  $V$  Крамера = 0,08, ОШ (95% ДИ) = 0,717; 0,373-1,38). При оценке показателей развития инфекции в раннем периоде стоит отметить, что достоверные различия отсутствовали (группа I/II: поверхностная раневая инфекция - 2(2,6) vs. 3(3,9),  $p =$

1,000, V Крамера = 0,0366, ОШ (95% ДИ) = 1,52; 0,247-9,36), тогда как шанс развития глубокой стеральной инфекции (группа I/II: 1(4,8) vs. 5(6,5), p = 0,209, V Крамера = 0,134) и системной инфекции/инфекции протеза (в том числе и в отдаленном периоде) (группа I/II: 0(0) vs. 3(3,9), p = 0,245, V Крамера = 0,141) увеличивался в группе МС в 5,25 (ОШ (95% ДИ) = 5,28; 0,6-46,3) и 7,28 (ОШ (95% ДИ) = 7,28; 0,37-143) раз соответственно.

В нашем исследовании также было отмечено достоверное снижение среднего времени пребывания в ОРИТ (группа I/II: 1,3±0,5 vs. 1,1±0,7, p = 0,0431) и в стационаре (группа I/II: 8,9±2,5 vs. 8,1±2,1, p = 0,0331), что совпадает с данными представленными в современной литературе[1, 9, 11, 15, 18, 19, 46].

Таблица 4.9

**Таблица 4.9 Ранние послеоперационные результаты пациентов групп I (n=77) и II (n=77) с операцией Bentall-DeBono (Ia/IIa) и операцией David (Ib/IIb) после проведения «псевдорандомизации».**

Ранние послеоперационные результаты (Операция Bentall-DeBono + David)					
N (%), mean SD	Полная стернотомия Группа Ia+b(n=77)	Мини-стернотомия Группа IIa+b(n=77)	P	V Крамера	ОШ (95% ДИ)
Неврологические события	0(0)	1(1,3)	1,000	0,08	3,04; 0,122-75,8
Инфаркт миокарда	1(1,3)	1(1,3)	1,000	0	1; 0,06-16,3
Дыхательная недостаточность	6(7,8)	4(5,3)	0,746	0,05	0,657; 0,18-2,43
ОПН	3(3,9)	1(1,3)	0,620	0,08	0,325; 0,03-3,19
СПОН	1(1,3)	0(0)	1,000	0,08	3,04; 0,122-75,8
Потребность в постоянном диализе	0(0)	0(0)	1,000	0	0
Системная инфекция (инфекция протеза) В том числе и в отдаленном периоде	0(0)	3(3,9)	0,245	0,141	7,28; 0,37-143
Рестернотомия по поводу кровотечения	4(5,2)	1(1,3)	0,367	0,11	0,240; 0,026-2,2
Конверсия в полную стернотомию (в том числе и в раннем п/о периоде)	-	2(2,6)	-	-	-
Выпотной перикардит	13(16,9)	22(28,6)	0,084	0,139	1,97; 0,908-4,27
Гемотампонада	1(1,3)	1(1,3)	1,000	0	1; 0,06-16,3
Фебрильная лихорадка > 38°С	32(41,6)	26(33,8)	0,406	0,08	0,717; 0,373-1,38
Поверхностная раневая инфекция	2(2,6)	3(3,9)	1,000	0,0366	1,52; 0,247-9,36
Глубокая стерральная инфекция	1(4,8)	5(6,5)	0,209	0,134	5,28; 0,602-46,3
Фибрилляция предсердий	15(19,5)	11(14,3)	0,519	0,0693	0,698; 0,294-1,61
Поперечная АВ-блокада	7(9,1)	3(3,9)	0,327	0,105	0,405; 0,101-1,63
Имплантиция постоянного ЭКС	5(6,5)	2(2,6)	0,442	0,0935	0,384; 0,072-2,04

Ревизия периферического доступа	0(0)	2(2,6)	0,499	0,110	4,40; 0,208-93,4
П/о делирий	1(1,3)	1(1,3)	1,000	0	1; 0,06-16,3
Госпитальная летальность	0(0)	1(1,3)	1,000	0,08	3,04; 0,122-75,8
30-дневная летальность	0(0)	2(2,6)	0,497	0,115	5,13; 0,242-109

Госпитальная летальности в группах I с и II с не было, а 30-дневная выживаемость составила 100%. Частота неврологических событий в группах Ic и IIc достоверно не отличалась и составила 0(0) vs. 1(4,8),  $p = 0,312$  соответственно, частота ОПН - 1 (4,8) vs. 1 (4,8),  $p = 1,000$ , при том, что не было отмечено потребности в послеоперационном диализе. Также в обеих группах не было отмечено случаев рестернотомии по причине кровотечения, гемотампонады, ОКС, СПОН и случаев ревизии периферического доступа (**Табл. 4.10**).

Время ИВЛ в группах достоверно не отличалось и составило 7(5-11,3) ч и 8,75 (7,75-19,9) ч ( $p = 0,2274$ ), также не отличалось число случаев продленной более 48 часов ИВЛ (группа Ic/IIc: 1(4,8) vs. 3(14),  $p = 0,6$ ) и частота развития дыхательной недостаточности (группа Ic/IIc: 2(9,6) vs. 3(14,3),  $p = 0,634$ ).

В группах также достоверно не отличалось число случаев выпотного перикардита (группа Ic/IIc: 2(9,6) vs. 4(19),  $p = 0,378$ ) и фебрильной лихорадки  $> 38$  °C более 2-х суток (группа Ic/IIc: 2(9,6) vs. 3(14,3),  $p = 0,634$ ). Также не отличались группы и по показателям развития поверхностной (группа Ic/IIc: 0(0) vs. 1(4,8),  $p = 0,312$ ) и глубокой стернальной инфекции (группа Ic/IIc: 1 (4,8) vs. 2(9,6),  $p = 0,550$ ), тогда как случаев развития системной инфекции (в том числе и в отдаленном периоде) отмечено не было.

Среднее время пребывания в ОРИТ составило в группах Ic и IIc – 1(1-2) день и 1(1-2,25) день ( $p = 0,3139$ ) соответственно, а среднее время пребывания в стационаре – 8(8-10) день и 9(7,75-11,8) день ( $p = 0,13$ ) соответственно. По остальным параметрам группы также достоверно не отличались (**Табл. 4.10**).

**Таблица 4.10**

**Таблица 4.10 Ранние послеоперационные результаты пациентов групп Ic (n=21) и IIc (n=21) с протезированием полудуги аорты после проведения «псевдорандомизации».**

Ранние послеоперационные результаты (протезирование полудуги аорты)			
N (%)	Полная стернотомия Группа Ic (n=21)	Мини-стернотомия Группа IIc (n=21)	P
Неврологические события	0(0)	1(4,8)	0.312
Инфаркт миокарда	0(0)	0(0)	1,000
Дыхательная недостаточность	2(9,6)	3(14,3)	0.634
ОПН	1 (4,8)	1 (4,8)	1,000
СПОН	0(0)	0(0)	1,000
Потребность в постоянном диализе	0(0)	0(0)	1,000
Системная инфекция	0(0)	0(0)	1,000
Рестернотомия по поводу кровотечения	0(0)	0(0)	1,000
Выпотной перикардит	2(9,6)	4(19)	0.378
Гемотампонада	0(0)	0(0)	1,000
Фебрильная лихорадка > 38°С	2(9,6)	3(14,3)	0.634
Поверхностная раневая инфекция	0(0)	1(4,8)	0.312
Глубокая стернальная инфекция	1 (4,8)	2(9,6)	0.550
Фибрилляция предсердий	3(14,3)	2(9,6)	0.634
Поперечная АВ-блокада	2(9,6)	0(0)	0.148
Имплантация постоянного ЭКС	1(4,8)	0(0)	0.312
Ревизия периферического доступа	0(0)	0(0)	1,000
П/о делириум	1(4,8)	1(4,8)	1,000
Госпитальная летальность	0(0)	0(0)	1,000
30-дневная летальность	0(0)	0(0)	1,000

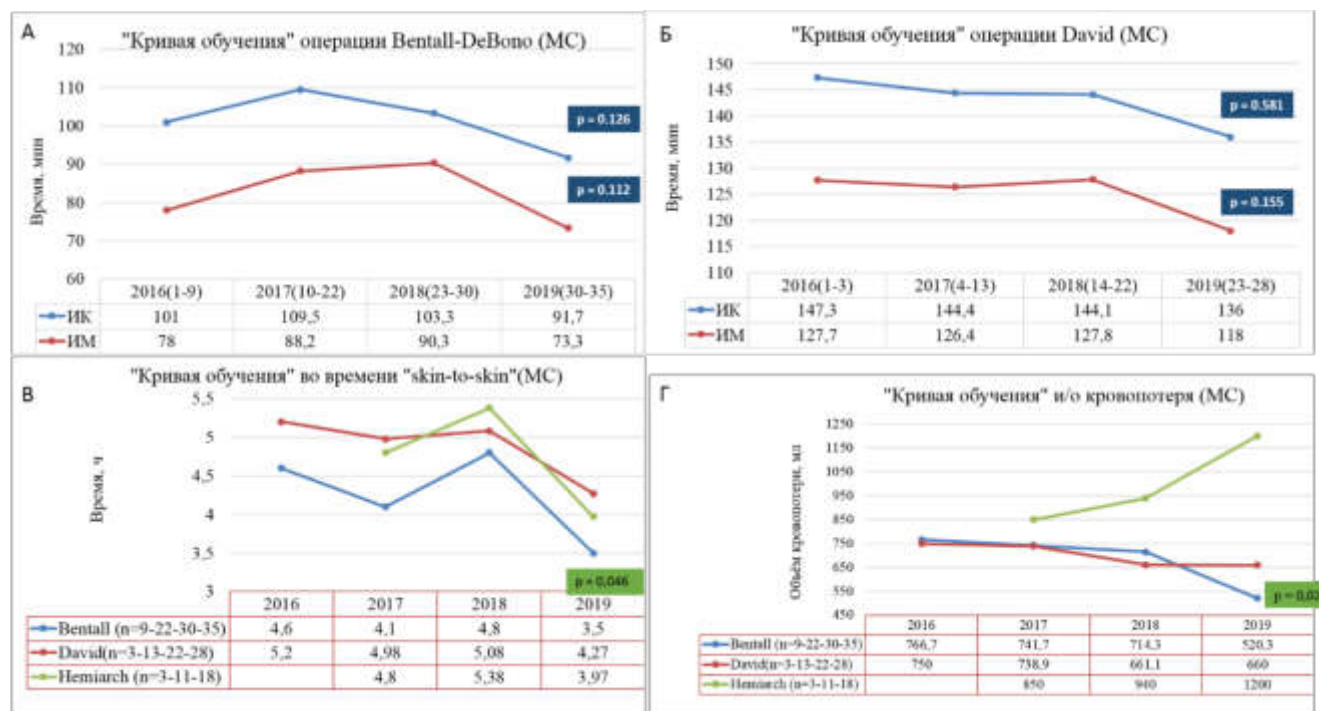
Анализируя полученные результаты, стоит отметить, что вмешательства на корне аорты, выполненные из мини-стернотомии в раннем послеоперационном периоде, имеют определенные преимущества в виде снижения интраоперационной кровопотери, дренажной кровопотери в первые 2-ое суток, что связано с ранним удалением дренажей и активизацией пациентов, уменьшением времени ИВЛ в отделении ОРИТ и сокращением сроков реабилитации пациента в условиях ОРИТ и стационара. Однако существует и ряд недостатков методики, связанных с увеличением времени ИК и ИМ, что связано в первую очередь с кривой обучения и влиянием особенностей технологии (дренирование перикарда, подшивание электродов до снятия зажима с аорты). В остальных клинических параметрах послеоперационного периода результаты были достоверно сопоставимы в обеих группах, что говорит о безопасности применяемого малоинвазивного подхода.

При оценке результатов протезирования полудуги аорты достоверные преимущества были также связаны со снижением дренажной кровопотери и более

ранней активизацией пациента, при достоверном увеличении времени ИК в группе МС. В остальных параметрах группы также были сопоставимы, что делает малоинвазивное вмешательство на дуге аорты достойной альтернативой традиционному подходу.

### 3.3. Кривая обучения

В нашем опыте эффект «кривой обучения» заметно отражается на интраоперационных показателях. Исследование эффекта кривой обучения было проведено в группе МС с оценкой ежегодного изменения показателей. Всего в период с 2016 по 2019 годы включено 81 пациент с операциями Bentall-DeVono и David. Как видно из **Рис. 4.9** с накоплением опыта хронологически происходит снижение таких показателей как время ИК, пережатия аорты, интраоперационной кровопотери, а также общего времени операции “skin-to-skin”. Несмотря на то, что в большинстве параметров достоверных различий выявлено, в подгруппе Bentall – DeVono достоверно ниже стало время операции «skin-to-skin» (2016/2019:  $4,6 \pm 1$  ч vs.  $3,5 \pm 0,6$  ч,  $p = 0,0461$ ) и интраоперационная кровопотеря (2016/2019:  $766,7 \pm 137$  мл vs.  $520,3 \pm 213$  мл,  $p = 0,02$ ). Преодоление «кривой обучения» также бесспорно отражается и на результатах хирургического лечения и послеоперационной реабилитации, что несомненно подтверждает влияние и важность накопления опыта и слаженности работы аортальной команды. Тем не менее, существует ряд исследований, которые показали, что кривые обучения при ПАК дали довольно противоречивые результаты[64]. Таким образом, необходимы дальнейшие исследования в этой области и накопление опыта, прежде чем можно будет окончательно определить количественный и качественный эффект влияния «кривой обучения» на результаты малоинвазивных вмешательств.



**Рис. 4.9 «Кривые обучения» основных вмешательств на грудной аорте. А - "Кривая обучения" операции Bentall-DeBono (MC); Б - "Кривая обучения" операции David (MC); В - "Кривая обучения" во времени "skin-to-skin"(MC); Г - "Кривая обучения" интраоперационной кровопотери (MC)**

### 3.4. Оценка различных методик стернотомии мини-стернотомного доступа

Эффективность различных методик стернотомии была оценена согласно указанному выше дизайну исследования в трех различных группах: пациенты с остеосинтезом титановой проволокой ( $n=14, 17,5\%$ ), с остеосинтезом фиксаторами грудины ZipFix ( $n=44, 55\%$ ) и с наkostным остеосинтезом нитиноловыми скобами ( $n=22, 27,5\%$ ).

Подробные результаты анализа представлены в **таблице 4.11**. Среди достоверных преимуществ использования нитиноловых скоб для остеосинтеза отмечается меньшее время «Перикард – Сведение грудины» (**группы I/II/III: (группы I/II/III: 18,5(14,5-20,8) мин vs. 24(20-32) мин vs. 11,5(10-15,8) мин,  $p < 0,001$ ,  $p_{1-2} = 0,082$ ,  $p_{1-3} = 0,013$ ,  $p_{2-3} < 0,001$** ), которое необходимо для остеосинтеза, что является несомненным и основным преимуществом методики, ввиду снижения

длительности вмешательства и экспозиции раны. Также стоит отметить, что у данной методики отмечена тенденция в снижении болевого синдрома (группы I/II/III:  $1,57 \pm 0,938$  vs.  $1,39 \pm 0,628$  vs.  $1,32 \pm 0,568$ ,  $p = 0,096$ ,  $p_{1-2} = 0,665$ ,  $p_{1-3} = 0,521$ ,  $p_{2-3} = 0,915$ ) и потребности в использовании опиоидных анальгетиков в послеоперационном периоде (группы I/II/III: 3(21,4) vs. 3(7,3) vs. 0(0),  $p = 0,066$ ,  $p_{1-2} = 0,316$ ,  $p_{1-3} = 0,065$ ,  $p_{2-3} = 0,401$ ). Несмотря на отсутствие достоверных различий данная тенденция использования опиоидных анальгетиков прослеживается в отношении групп I и II ( $V$  Крамера = 0,184 «слабая-средняя связь»), а шансы применения их выше в данных группах в 5,94 раза (ОШ (95% ДИ) = 0,169; 0,00913-3,14). Подобная тенденция может быть объяснена потребностью тракций тела грудины ассистентом при выполнении гемостаза после прошивания, тогда как при использовании на костного остеосинтеза подобная манипуляция не требуется.

При оценке случаев рестернотомии по причине кровотечения, частоты поверхностной и глубокой стернальной инфекции, а также отдаленная состоятельность грудины по данным МСКТ в группах не отличалась.

Анализируя результаты данной оценки эффективности, можно сделать вывод, что остеосинтез нитиноловыми скобами имеет определенные преимущества над альтернативными методиками, связанные с техническим удобством, скоростью стернотомии и тенденцией к снижению болевого синдрома.

**Таблица 4.11**

**Таблица 4.11 Результаты оценки эффективности различных методик остеосинтеза мини-стернотомии.**

Оценка эффективности различных методик остеосинтеза мини-стернотомии				
N (%), mean SD	I группа (n = 14) Проволока	II группа (n = 44) ZipFix	III группа (n = 22) Нитиноловые скобы	P
Время «Перикард – Сведение грудины», мин	18,5(14,5-20,8)	24(20-32)	11,5(10-15,8)	$P < 0,001$ $P_{1-2} = 0,082$ $P_{1-3} = 0,013$ $P_{2-3} < 0,001$
Поверхностная раневая инфекция	0(0)	2(4,9)	1(4,5)	0,709
Глубокая раневая инфекция	1(7,1)	1(2,4)	3(13,6)	0,231
Фебрильная лихорадка $> 38^{\circ}C$	6(42,9)	10(24,4)	10(45,5)	0,18

Рестернотомия по поводу кровотечения	0(0)	0(0)	1(4,8)	0,287
Болевой синдром на 5-е сутки, балл	1,57±0,938	1,39±0,628	1,32±0,568	P = 0,096 P <sub>1-2</sub> = 0,665 P <sub>1-3</sub> = 0,521 P <sub>2-3</sub> = 0,915
Анальгезия опиоидами	3(21,4)	3(7,3)	0(0)	P = 0,066 P <sub>1-2</sub> = 0,316 P <sub>1-3</sub> = 0,065 P <sub>2-3</sub> = 0,401
Отдаленная состоятельность грудины по данным МСКТ	14(100)	43(97,7)	22(100)	1,000

### 3.5. Болевой синдром

Оценка болевого синдрома основывалась непосредственно пациентами согласно визуально-аналоговой шкале (ВАШ) как указано выше при движениях и в покое непосредственно после выписки и через полгода после вмешательства. Также дополнительно оценивался болевой синдром по 5-тибальной шкале у пациентов на 5-е сутки после вмешательства и потребность в анальгезии опиоидными анальгетиками.

Подробные результаты оценки болевого синдрома приведены в **Табл. 4.12**. При оценке болевого по 5-тибальной шкале (указанной выше) на 5-е сутки после операции в группе МС отмечалось достоверно более низкие показатели (**группы I/II: 1,53±0,68 vs. 1,3±0,674, p = 0,031**). Также при отсутствии достоверных различий ( $p = 0,128$ ) в группе ПС отмечалась тенденция к более частому использованию опиоидных анальгетиков в послеоперационном периоде ( $V$  Крамера = 0,121, «слабая связь»), а шанс потребности в данном виде обезболивания при ПС увеличивался в 2,18 раз (ОШ (95% ДИ) = 0,458; 0,162-1,29).

В отдаленном периоде были получены результаты оценки анкетирования по ВАШ у 117 (75,9%) пациентов (**группа I/II: 60(51,3) vs. 57(48,7), p = 0,695**) из 154 пациентов с учетом 6 пациентов (3,8%) с летальным исходом. При оценке болевого синдрома пациентом по шкале ВАШ непосредственно после выписки баллы достоверно не отличались между группами в покое (**группа I/II: 3(1-4) балла vs. 3(2-4), p = 0,588**), тогда как в движении в группе МС болевой синдром при движениях был достоверно ниже (**группа I/II: 4,1±1,93 балла vs. 3,37±1,68 балла,**



$p = 0,0315$ ). Через 6 месяцев после вмешательства болевой синдром в обеих группах был сопоставим как в покое (**группа I/II:** 1(1-1) балла vs. 1(1-1) балла,  $p = 0,631$ ), так и при движении (**группа I/II:** 1(1-2) балла vs. 1(1-2) балла,  $p = 0,657$ ). При оценке зависимости пациентов от приёма анальгетиков данные были сопоставимы в обеих группах (**группа I/II:** 3(5) vs. 1(1,75),  $p > 0,05$ ,  $V$  Крамера = 0,089), тогда как шанс зависимости от приёма анальгетиков увеличивался в группе ПС в 2,947 раз (ОШ (95% ДИ) = 2,947; 0,298- 29,194).

Таблица 4.12

Таблица 4.12 Результаты оценки болевого синдрома.

Болевой синдром (Операция Bentall-DeBono + David)					
N (%), mean SD	Полная стернотомия Группа Ia+b(n=77)	Мини-стернотомия Группа IIa+b(n=77)	P	V Крамера	ОШ (95% ДИ)
Болевой синдром на 5-е сутки, балл	1,53±0,68	1,3±0,674	0,031	-	-
Анальгезия опиоидными препаратами	12(15,6)	6(7,8)	0,128	0,121	0,458; 0,162-1,29
Боль по ВАШ в покое (выписка)	3(1-4)	3(2-4)	0,588	-	-
Боль по ВАШ в движении (выписка)	4,1±1,93	3,37±1,68	0,0315		
Боль по ВАШ в покое (6 месяцев)	1(1-1)	1(1-1)	0,631	-	-
Боль по ВАШ в движении (6 месяцев)	1(1-2)	1(1-2)	0,657	-	-
Анальгетики после операции	3(5)	1(1,75)	>0,05	0,089	2,947; 0,298-29,194

### 3.6. Функция аортального клапана после клапансохраняющих вмешательств

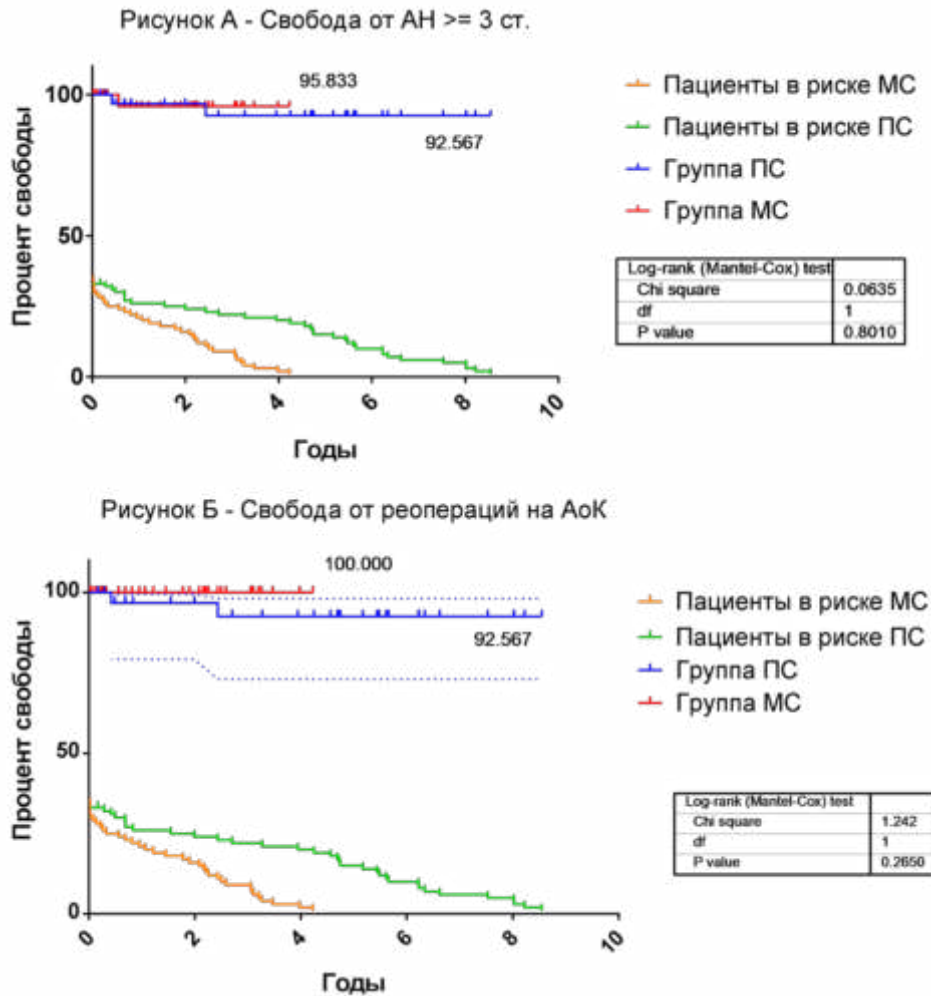
Функция аортального клапана оценивалась в группах Ib и IIb с целью определения влияния ограничения экспозиции при мини-стернотомии на результат технически сложной клапансохраняющей операции как в раннем послеоперационном периоде (на момент выписки), так и в отдаленном периоде. Также оценивались такие показатели как свобода от повторных вмешательств и свобода от выраженной аортальной недостаточности (АН  $\geq 3$  ст.) по методике Каплана-Майера.

Подробные результаты представлены в таблице 4.13. Непосредственно перед выпиской показатели средней АН достоверно не отличались и составили 0(0-0,5) vs. 0(0-0,5) ( $p = 0,867$ ) в группах Ib и IIb соответственно.

При оценке отдаленных результатов было проанкетировано 59(86,7%) пациентов и 52(76,4%) ЭХОКГ исследований. Среднее время наблюдения в

группах Ib и IIb составило 56(23-74) и 17(3-30,8) месяцев соответственно. В группе Ib средняя АН в отдаленном периоде составила 0(0-0,5) ст. и достоверно не отличалась ( $p = 0,617$ ) от показателей группы IIb - 0(0-1) ст. Выраженная аортальная недостаточность  $\geq 3$  ст. в группе IIb в отдаленном периоде наблюдалась у одного пациента (2,9%) через 8 месяцев на фоне развития инфекционного эндокардита АоК и МК. В группе Ib выраженная АН была выявлена в двух случаях (5,8%). Свобода от выраженной АН ( $\geq 3$  ст.) в группах Ib и IIb, включая цензурированных пациентов, достоверно не отличалась и составила 92,57% vs. 95,83% (Лог ранговый тест = 0,801) (**Рис. 4.10 А**). Также стоит отметить, что в группе Ib отсутствовали случаи реопераций на АоК, тогда как в группе IIb повторные вмешательства потребовались двум пациентам, ввиду прогрессии аннулоаортальной эктазии и пролапса створок, через 15 и 30 месяцев. Свобода от реопераций на аортальном клапане в группах Ib и IIb, включая цензурированных пациентов, была сопоставима - 92,57% vs. 100% (Лог ранговый тест = 0,265) (**Рис. 4.10 Б**).

Учитывая сопоставимые результаты оценки функции аортального клапана после малоинвазивных и традиционных клапансохраняющих вмешательств, стоит сделать вывод об отсутствии влияния фактора мини-стернотомии на технический результат как в раннем, так и в отдаленном послеоперационном периоде. Подобное заключение еще раз говорит о безопасности малоинвазивного подхода даже при выполнении технически сложных вмешательств при определенном опыте хирургической бригады.



**Рис. 4.10 Оценка функции аортального клапана в группах клапансохраняющих вмешательств в отдаленном периоде: А – свобода от реопераций на аортальном клапане в отдаленном периоде; Б – свобода от выраженной аортальной недостаточности ( $\geq 3$  ст.) в отдаленном периоде.**

**Таблица 4.13**

**Таблица 4.13 Оценка функции аортального клапана в группах Iв и IIв в раннем и отдаленном послеоперационном периоде.**

N (%), mean SD	Функция аортального клапана (Операция David)		
	Полная стернотомия Группа Ia+b(n=77)	Мини-стернотомия Группа IIa+b(n=77)	P
Ср. АН на момент выписки, степень	0(0-0,5)	0(0-0,5)	0,867
Ср. АН в отд. периоде, степень	0(0-0,5)	0(0-1)	0,617
Свобода от АН $\geq 3$ ст. в отд. периоде, %	92,57	95,83	0,801
Свобода от реопераций на Аок в отд. периоде, %	92,57	100	0,265

### 3.7. Отдаленные послеоперационные результаты

Всего были проанализированы методом прямого и телефонного анкетирования результаты 117(75,9%) пациентов (**группа I/II: 60(51,3) vs. 57(48,7),  $p = 0,695$** ). Среднее время наблюдения в группах I и II составило 41(9-57) и 15(3-30) месяцев. Отдаленная выживаемость в группах, включая цензурированных пациентов, достоверно не отличалась и составила 89,375% vs. 94,299% (Лог ранговый тест = 0.139) (**Рис. 4.11 А**). В отдаленном периоде в группе МС погибло 3 пациента: 1 пациент после операции David через 8 месяцев после операции, ввиду развившейся инфекции протеза в сочетании с инфекционным эндокардитом АоК и МК, двое других пациентов скончались по неизвестной причине через 28 дней и 9 месяцев после операции. В группе ПС в отдаленном периоде скончались 2 пациента: 1 пациент через 3,39 лет ввиду развившегося инсульта, 1 пациент через 6,26 лет по неизвестной причине. Неврологические осложнения в отдаленном периоде в группе ПС развились у 2-х пациентов через 2 года и 3,39 лет после операции Bentall-DeVono и вероятно связаны с нарушениями варфаринотерапии, тогда как в группе МС подобных осложнений не наблюдалась. Инфарктов миокарда в отдаленном периоде в обеих группах развились в одинаковом проценте случаев – 1(1,3%) vs. 2(2,6%) ( $p = 1,000$ ).

Свобода от повторных вмешательств, включая цензурированных пациентов, в отдаленном периоде в обеих группах не отличалась и составила 94,29% vs. 78,94% в группе I и II соответственно (**Рис. 4.11 Б**). Группы I и II были сопоставимы по частоте реопераций - 3(3,9) vs. 4(5,2) ( $p = 1,000$ , V Крамера = 0,0312, ОШ (95% ДИ) = 1,35; 0,292-6,25). В группе ПС двум пациентам потребовалось протезирование аортального клапана после операции David через 15 и 30 месяцев и одному пациенту потребовалось стентирование ствола ПКА и установка постоянного ЭКС через 6 месяцев после операции. В группе МС одному пациенту потребовалась реоперация в госпитальном периоде на 6-е сутки после операции ввиду массивной тромбоэмболии в правое предсердие. Была выполнена тромбэктомия из правого предсердия из правосторонней мини-торакотомии. Еще 3-м пациентам

потребовалось повторное вмешательство ввиду развившейся инфекции протеза аорты. В одном случае пациенту после операции Bentall-DeBono потребовалось 2 вмешательства ввиду рецидива инфекции и образования ложной аневризмы протеза ВА после репротезирования по методике Bentall-DeBono *in situ*. Повторно через 3 месяца после первой реоперации было выполнено репротезирование кондуита корня аорты с протезированием стволов ЛКА и ПКА и протезирование дуги аорты по методике открытого дистального анастомоза свежеприготовленным гомографтом корня аорты. В двух других было выполнено одно радикальное вмешательство: одному пациенту после операции Bentall-DeBono и экзопротезирования дуги аорты было выполнено репротезирование корня аорты *in situ* и полудуги клапансодержащим кондуитом, тогда как во втором случае была выполнена хирургическая санация и оментопластика парапротезного пространства и средостения. Во всех случаях при выполнении повторного вмешательства была выполнена конверсия в полную стернотомию ввиду высокого хирургического риска вмешательства.

Сопоставимые отдаленные результаты выживаемости, реопераций, а также осложнений MACE еще раз говорят о безопасности методике малоинвазивных вмешательств. Однако стоит отметить тот факт, что в группе МС ожидаемо время наблюдения было меньше, ввиду ретроспективного характера части данных, чем в группе ПС, что является ограничением подобных выводов. Также стоит отметить высокую частоту отдаленных инфекционных осложнений в группе МС (0(0) vs. 3(3,9%),  $p = 0,248$ ,  $V$  Крамера = 0,141, ОШ (95% ДИ) = 7,28; 0,37-143), что также требует дальнейшего анализа и определения причинно-следственной связи.

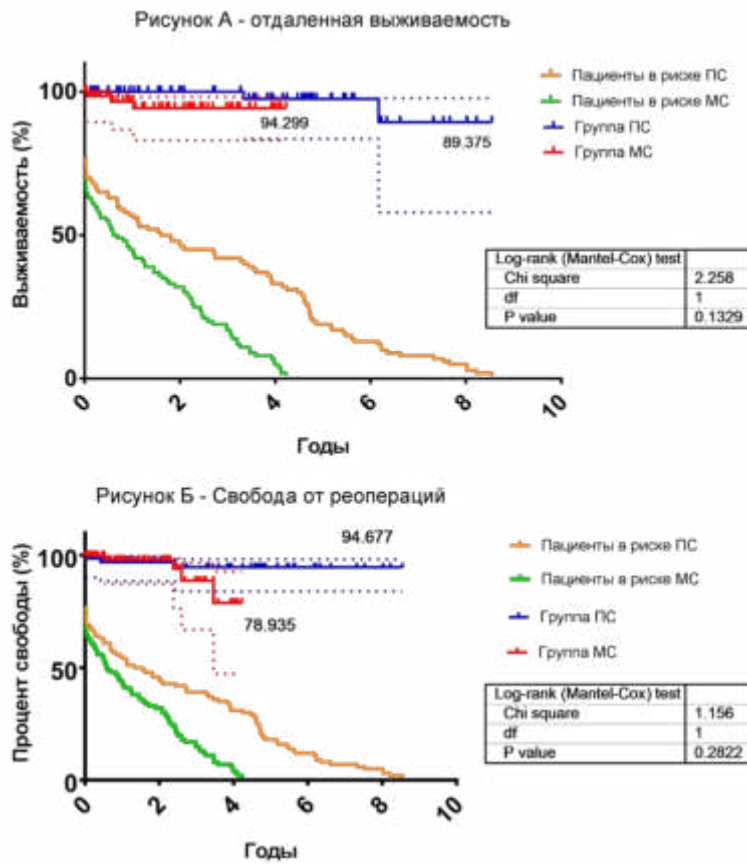


Рис. 4.11. Отдаленные результаты: А – отдаленная выживаемость; Б – свобода от реопераций в отдаленном периоде.

Таблица 4.12

Таблица 4.12 Отдаленные результаты в группах полной и министернотомии.

Отдаленные результаты (Операция Bentall-DeBono + David)					
N (%), mean SD	Полная стернотомия Группа Ia+b(n=77)	Мини-стернотомия Группа IIa+b(n=77)	P	V Крамера	ОШ (95% ДИ)
Отдаленная выживаемость, %	89,375	94,299	0,139	-	-
Реоперации в отдаленном периоде:					
- дисфункция AoK	3(3,9)	4(5,2)	1,000	0,0312	1,35; 0,292-6,25
- инфекция протеза аорты	0(0)	3(3,9)			
- прочее	1(1,3)	1(1,3)			
Неврологические осложнения	2(1,3)	1(1,3)	0,497	0,115	0,195; 0,0092-4,13
Инфаркт миокарда	1(1,3)	2(2,6)	1,000	0,047	2,03; 0,18-22,8

### 3.8. Качество жизни в послеоперационном периоде

На современном этапе развития кардиохирургии, учитывая тенденцию снижения летальности и серьезных осложнений после операций, в том числе и с появлением миниинвазивных вмешательств в течение последних четырех десятилетий, одним из ключевых показателей результатов хирургического лечения все чаще становится количественное определение воздействия на функциональное состояние пациентов, работоспособность и время, необходимое на полную реабилитацию и улучшение своей повседневной жизнедеятельности. Помимо симптомов основного заболевания, а также непосредственного времени, проведенного в стационаре, количественная оценка качества жизни и болевой синдрома методом анкетирования в послеоперационном периоде является немаловажным фактором. В нашем исследовании оценка качества жизни была проведена с помощью телефонного и интернет-анкетирования с использованием анкеты-опросника SF-36 согласно указанному выше дизайну. Дополнительно в анкету были включены вопросы оценки косметического результата и важности выбора вида стернотомии для пациента указанные выше. Таким образом полученные данные оценки качества жизни и социального функционирования в сочетании с потребностями пациента являются не только желанным, но и необходимым дополнением к клиническим результатам исследования, поскольку отражают непосредственное физическое и психоэмоциональное функционирование пациента в повседневной жизни.

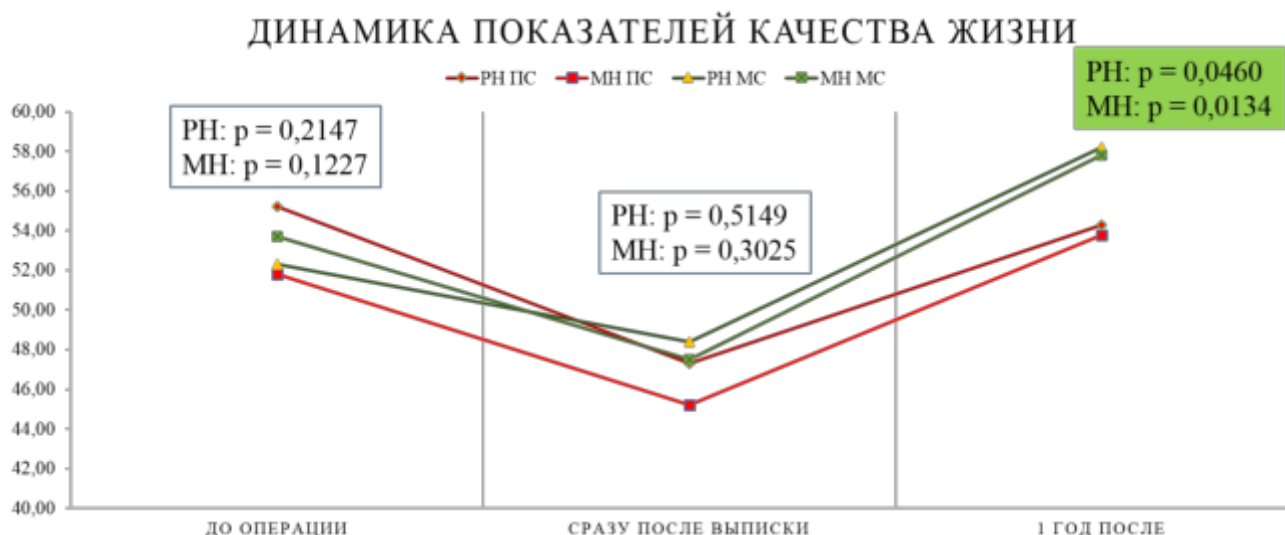
Данные полного анкетирования во все указанные временные промежутки удалось собрать у 110(71,4%) пациентов (**группа I/II: 52(47,27%) vs 58(52,73%),**  $p = 0,419$ ) из 154 пациентов с учетом 6-ти пациентов (3,8%) с летальным исходом. При оценке исходных параметров качества жизни согласно опроснику SF-36 до операции группы I и II достоверно отличались по двум показателям: общее здоровье (GH) -  $84,6 \pm 16,1$  балла vs.  $72,7 \pm 21,3$  балла,  $p = 0,0014$  и ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE) -  $79,6 \pm 19,5$  балла vs.  $89,5 \pm 17,5$  балла,  $p = 0,0059$ . В остальных представленных шкалах опросника группы были сопоставимы (**Табл. 4.13**). Анализируя данные опросника непосредственно после выписки из стационара и через 1 год после вмешательства

достоверные преимущества малоинвазивного подхода были выявлены через 1 год после вмешательства, тогда как сразу после выписки средние показатели шкал в группах были сопоставимы (**Табл. 4.14**). Через 1 год после вмешательства в группе МС достоверно выше были показатели шкал физического функционирования (PF) ( $75,6 \pm 13,3$  vs.  $89,3 \pm 22,9$ ,  $p = 0,0003$ ), интенсивности боли (BP) ( $82,4 \pm 11,7$  vs.  $91,7 \pm 13,7$ ,  $p = 0,0002$ ), жизненной активности (VT) ( $66,1 \pm 13,7$  vs.  $75,3 \pm 13,7$ ,  $p = 0,0006$ ), социального функционирования (SF) ( $81,4 \pm 17,4$  vs.  $87,3 \pm 7,9$ ,  $p = 0,0217$ ), ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием (RE) ( $86,3 \pm 10,1$  vs.  $93,1 \pm 14,3$ ,  $p = 0,0052$ ) и психического здоровья ( $74,5 \pm 16,9$  vs.  $77,2 \pm 14,8$ ,  $p = 0,3737$ ) (**Рис. 4.12**). Также стоит отметить, что при оценке динамики изменения обобщенных показателей физического (PH) и психического здоровья (MH) достоверно выше показатели были в группе МС (**в группах I/II**: PH -  $54,3 \pm 11,9$  vs.  $58,2 \pm 8,2$ ,  $p = 0,0460$ , MH -  $53,8 \pm 6,8$  vs.  $57,8 \pm 9,5$ ,  $p = 0,0134$ ) (**Рис. 4.13**). Анализируя данные результаты, можно сделать вывод, что мини-доступ положительно влияет на реабилитацию пациента как в физическом состоянии, так и в ментальном и связано с более короткими сроками возврата к работе и повседневной жизни в сравнении с полной стернотомией.





**Рис. 4.12. Результаты оценки качества жизни пациентов непосредственно после выписки и через 1 год после операции согласно опроснику SF-36. Физическое функционирование (PF), Рольевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RP), Интенсивность боли (BP), Общее состояние здоровья (GH), Жизненная активность (VT), Социальное функционирование (SF), Рольевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE), Психическое здоровье (MH). \* - обозначены достоверные различия динамики изменения показателей во времени.**

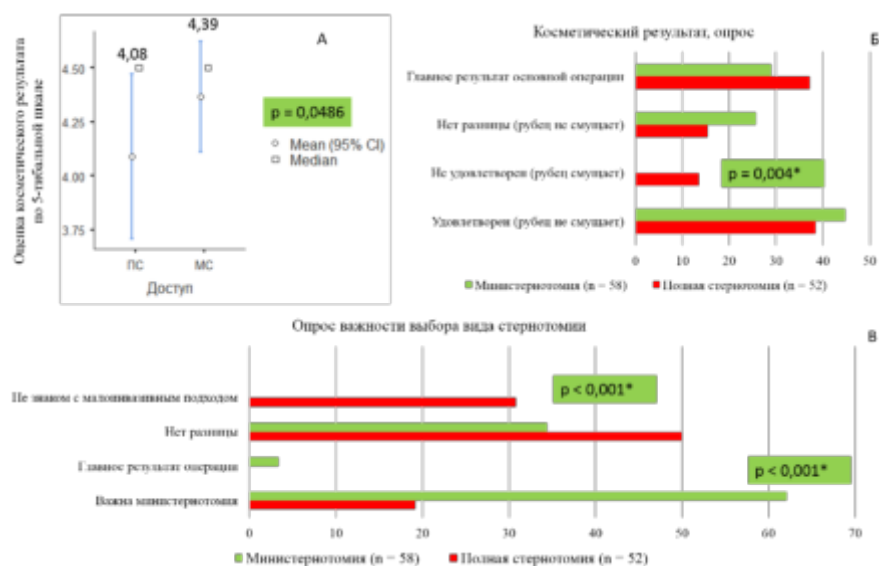


**Рис. 4.13. Результаты оценки качества жизни пациентов по параметрам физического (PH) и психического здоровья (MH) согласно опроснику SF-36.**

При оценке косметического результата ожидаемо были выявлены достоверные преимущества малоинвазивного подхода. Так в группе MC при оценке пациентами косметического результата по 5-тибальной шкале результат был выше в группе MC -  $4,08 \pm 0,83$  балла vs.  $4,39 \pm 0,799$  балла,  $p = 0,0486$  (**Рис. 4.14 А**). При анализе данных опроса важности косметического результата для пациента в отдаленном периоде в повседневной жизни пациенты группы PC достоверно чаще оказывались неудовлетворенными собственным послеоперационным рубцов, тогда как в группе MC подобных случаев отмечено не было ( $7(13,5)$  vs.  $0(0)$ ,  $p = 0,004$ ), что еще раз говорит о важном эстетическом преимуществе малоинвазивного подхода (**Рис. 4.14 Б**), несмотря на субъективный характер полученных данных. В остальных вопросах опросника группы были сопоставимы (**Табл. 4.15**).

При изучении важности выбора вида стернотомии для пациента аналогично был проведен опрос в отдаленном периоде (**Табл. 4.15**): ожидаемо в группе MC достоверно чаще пациенты отвечали о важности мини-стернотомии ( $10(19,2)$  vs.  $36(62,1)$ ,  $p < 0,001$ ). Однако, несмотря на это в  $10(19,5\%)$  случаях пациенты в группе PC отметили возможные преимущества мини-стернотомии и свою предрасположенность в выборе мини-доступа. Также в группе PC достоверно чаще пациенты были незнакомы с возможностью MC ( $16(30,8)$  vs.  $0(0)$ ,  $p < 0,001$ ), что

наиболее вероятно связано с большей частью данных ретроспективного характера (Рис. 4.14 В). Подобные данные хоть и являются недостаточно объективными, однако являются важным дополнением в понимании отношения пациента к малоинвазивному подходу.



**Рис. 4.14** Оценка косметического результата в группах ПС (n = 52) и МС (n = 58) в отдаленном периоде: **А** – оценка по 5-тибальной шкале; **Б** – результаты опроса важности косметического результата; **В** – результаты опроса важности выбора вида стернотомии.

**Таблица 4.13**

**Таблица 4.13** Оценка качества жизни до операции в группах ПС и МС согласно опроснику SF-36.

Исходные показатели качества жизни в группах до операции (n = 110) (Bentall-DeBono + David)			
N (%), mean SD	Полная стернотомия Группа Ia+b (n=52)	Мини-стернотомия Группа IIa+b (n=58)	P
Физическое функционирование	85,4 ± 17,1	82,3 ± 12,9	0,2826
Роловое функционирование, обусловленное физическим состоянием	58,3 ± 11,4	60,1 ± 13,6	0,4564
Интенсивность боли	94,81 ± 6,9	97,6 ± 11,51	0,3079
Общее состояние здоровья	84,6 ± 16,1	72,7 ± 21,3	0,0014*
Жизненная активность	74 ± 10,3	69,3 ± 21	0,1477
Социальное функционирование	96,4 ± 9,4	92,1 ± 15,3	0,0835
Роловое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием	79,6 ± 19,5	89,5 ± 17,5	0,0059*

Психическое здоровье	62,3 ± 13,6	58,9 ± 12,3	0,1714
----------------------	-------------	-------------	--------

Физическое функционирование (*Physical Functioning - PF*), Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (*Role-Physical Functioning - RP*), Интенсивность боли (*Bodily pain - BP*), Общее состояние здоровья (*General Health - GH*), Жизненная активность (*Vitality - VT*), Социальное функционирование (*Social Functioning - SF*), Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (*Role Emotional - RE*), Психическое здоровье (*Mental Health - MH*).

Таблица 4.14

**Таблица 4.14 Оценка качества жизни непосредственно после операции и через 1 год в группах ПС и МС согласно опроснику SF-36.**

Исходные показатели качества жизни в группах сразу после выписки и через 1 год (n = 110) (Bentall-DeBono + David)						
N (%), mean SD	Сразу после выписки из стационара			Через 1 год после операции		
	Полная стернотомия Группа Ia+b (n=52)	Мини-стернотомия Группа IIa+b (n=58)	P	Полная стернотомия Группа Ia+b (n=52)	Мини-стернотомия Группа IIa+b (n=58)	P
Физическое функционирование	74,7 ± 20,56	76,7 ± 18,68	0,594	75,6 ± 13,3	89,3 ± 22,9	0,0003*
Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием	54,4 ± 13,6	55,1 ± 9,7	0,755	65,8 ± 14,9	72,1 ± 20,1	0,064
Интенсивность боли	73,7 ± 25	81,6 ± 23,51	0,091	82,4 ± 11,7	91,7 ± 13,7	0,0002*
Общее состояние здоровья	55,4 ± 25,18	60,7 ± 18,58	0,209	86,3 ± 20,56	85,2 ± 17,2	0,7607
Жизненная активность	57,9 ± 22,3	65,3 ± 17,19	0,053	66,1 ± 13,7	75,3 ± 13,7	0,0006*
Социальное функционирование	77,6 ± 23,6	76,5 ± 20,61	0,795	81,4 ± 17,4	87,3 ± 7,9	0,0217*
Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием	69,8 ± 21,2	73,5 ± 26,5	0,424	86,3 ± 10,1	93,1 ± 14,3	0,0052*
Психическое здоровье	63,5 ± 21,16	66,5 ± 17,42	0,417	74,5 ± 16,9	77,2 ± 14,8	0,3737*

Физическое функционирование (*Physical Functioning - PF*), Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (*Role-Physical Functioning - RP*), Интенсивность боли (*Bodily pain - BP*), Общее состояние здоровья (*General Health - GH*), Жизненная активность (*Vitality - VT*), Социальное функционирование (*Social Functioning - SF*), Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (*Role Emotional - RE*), Психическое здоровье (*Mental Health - MH*).

Таблица 4.15

**Таблица 4.15. Динамика показателей физического (PH) и психического здоровья (MH) в группах ПС и МС согласно опросника SF-36, косметический результат и важность выбора вида стернотомии для пациента.**

Оценка качества жизни, косметического результата и важности выбора вида стернотомии в отдаленном периоде (Операция Bentall-DeBono + David)			
N (%), mean SD	Полная стернотомия Группа Ia+b(n=52)	Мини-стернотомия Группа IIa+b(n=58)	P
Косметический результат, балл	4,08±0,83	4,39±0,799	0,0486
Косметический результат, опрос			
- Удовлетворен (рубец не смущает)	20(38,5)	26(44,8)	0,500
- Не удовлетворен (рубец смущает)	7(13,5)	0(0)	0,004*
- Нет разницы (рубец не смущает)	8(15,4)	15(25,8)	0,178
- Главное результат основной операции	17(37,2)	17(29)	0,702
Важность выбора вида стернотомии			
- Важна мини-стернотомия	10(19,2)	36(62,1)	<0,001*
- Главное результат операции	0(0)	2(3,4)	0,177
- Нет разницы	26(50)	20(34,4)	0,100
- Не знаком с малоинвазивным подходом	16(30,8)	0(0)	< 0,001*
PH до операции (SF-36)	55,2 ± 11,9	52,3 ± 12,4	0,2147
MH до операции(SF-36)	51,8 ± 5,5	53,7 ± 7,1	0,1227
PH непосредственно после выписки(SF-36)	47,3 ± 9,81	48,4 ± 7,82	0,5149
MH непосредственно после выписки(SF-36)	45,2 ± 12,9	47,5 ± 10,35	0,3025
PH через 1 год(SF-36)	54,3 ± 11,9	58,2 ± 8,2	0,0460
MH через 1 год(SF-36)	53,8 ± 6,8	57,8 ± 9,5	0,0134

Физический компонент здоровья (*Physical health – PH*), Психологический компонент здоровья (*Mental Health – MH*).

## Заключение

До настоящего времени универсальным доступом в кардиохирургии остается полная срединная стернотомия, позволяющая выполнить весь спектр вмешательств на сердце и грудной аорте[54, 79]. Несмотря на это, за последние десятилетия в кардиохирургии прослеживается сдвиг парадигмы в сторону малоинвазивного подхода, что основано на доказанных данными РКИ преимуществах над традиционным подходом, с чем также связан рост популярности малоинвазивной хирургии. Обусловлено это в первую очередь желанием экстраполировать доказанные в других областях хирургии преимущества операций из мини-доступа, в частности снижение хирургической травмы, болевого синдрома и короткие сроки реабилитации[22, 24, 30, 39, 64]. Изначально бурный энтузиазм к малоинвазивной

хирургии останавливали опасения относительно ухудшения экспозиции рабочего поля при сложных вмешательствах, увеличение времени искусственного кровообращения, ишемии миокарда и тем самым увеличение рисков для пациента. Однако благодаря инновационным разработкам в методиках обеспечения перфузии, совершенствованию предоперационной диагностики и планирования, а также разработке специализированных хирургических инструментов и оборудования в совокупности с накопленным опытом, у кардиохирургии появился необходимый ресурс и методы реализации малоинвазивной хирургической философии[91].

Несмотря на распространенность, доля вмешательств из мини-доступа составляет малую часть от всего объема операций на сердце, но рост доказательной базы может побудить хирургов к использованию малотравматичных технологий с целью улучшения результатов. В мировой литературе постепенно происходит накопления опыта малоинвазивных вмешательств из верхнесрединной министернотомии. Результаты РКИ, проведенных в области хирургии аортального клапана, показывают потенциальные преимущества в виде значительно более короткого времени госпитализации и восстановления пациента[24, 30]. Также стоит отметить снижение таких значимых осложнений как частота послеоперационного инфаркта миокарда, инсульта, частота послеоперационной фибрилляции предсердий[41]. В крупных исследованиях пациенты с протезированием аортального клапана из мини-доступа достоверно реже нуждались в переливании компонентов крови, обезболивании опиоидными анальгетиками, пролонгированной ИВЛ[57, 89]. Сохранение нижней половины грудины как части естественного каркаса грудной клетки обеспечивает более стабильный остеосинтез и тем самым снижает риски присоединения инфекции, а также обеспечивает профилактику дыхательных нарушений[51]. Многие авторы, как и следовало ожидать, сообщают о большей удовлетворенности пациента косметическим эффектом, снижением ограничений в физической нагрузке,

отсутствием болевого синдрома, зачастую связанного с доступом и экономической эффективности[17, 51].

Подобный бурный рост популярности малоинвазивных вмешательств поспособствовал расширению показаний в сторону патологии грудной аорты. Несмотря на то, что верхнесрединная J-образная мини-стернотомия в данном случае является универсальным доступом, позволяющим выполнить коррекцию любой сердечной патологии, а также при определенном хирургическом опыте радикально заменить пораженные сегменты грудной аорты, в настоящее время среди хирургов сохраняется определенный скептицизм в отношении необходимости выполнения сложных вмешательств из мини-доступа[27]. С постепенным накоплением опыта малоинвазивных вмешательств появились сообщения о протезировании восходящего отдела и корня аорты[16, 85, 88] и дуги аорты[4, 54]. В последних крупных метаанализах Harky A[79] и Rayner[79] с соавторами также показали определенные преимущества и недостатки малоинвазивных вмешательств на грудной аорте. Так, учитывая сложность анализа исходно разнородных данных различных авторов, авторы показали значимое превосходство мини-стернотомии над полной в таких показателях как кровопотеря, переливание гемоконпонентов, сроков реабилитации и др. Однако, несмотря на большую выборку (более 3000 пациентов), многие исследования показывают разноречивые данные результатов сравнения летальности, интраоперационных параметров серьезных осложнений, дыхательных расстройств, болевого синдрома и т.д. Подобные расхождения авторы зачастую связывают с различиями в тактике, хирургической технике, дизайна сравнения и регистрации данных. Отсутствие единого мнения, крупных РКИ и разноречивый характер представленных в литературе данных еще раз подтверждает актуальность вопроса необходимости вмешательств на грудной аорте из мини-доступа, а извечная концепция «*primum non nocere*» становится основным правилом кардиохирурга, решившего встать на путь малоинвазивной хирургии.

Таким образом, учитывая потенциальные преимущества мини-доступа, догма в отношении единственного возможного доступа срединной стернотомии в хирургии грудной аорты в современном кардиохирургическом сообществе ставится под сомнение. Тем не менее, остаются нерешенные проблемы, связанные с предоперационным планированием, определением показаний и противопоказаний, обеспечением должной экспозиции, преодолением кривой обучения, использованием специального инструментария и возможного увеличения времени интраоперационных показателей.

Данное исследование выполнено на ретроспективном и проспективном материале, представленном 226 пациентами с аневризматической болезнью грудного отдела аорты, прооперированных в ГНЦ РФ ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского. В I группу вошли 149 пациентов (65,9%) с вмешательствами на корне аорты из ПС, во II группу вошло 77 пациентов (34,1%) с вмешательствами на корне аорты из J-образной МС в IV-ом межреберье. Также, для оценки результатов вмешательств на дуге аорты были сформированы группы пациентов Ic ( $n = 134$ , 86,4%) и IIc ( $n = 21$ , 13,6%) с протезированием полудуги аорты.

С целью исключения влияния на результат исследования значимых различий исходных клинических параметров между группами была проведена «псевдорандомизация» (propensity score matching) по 35 предоперационным параметра. Были получены равнозначные по большинству исходных параметров группы по 77 пациентов. Для более точной оценки ряда параметров, группы были также разбиты в зависимости от вида вмешательства на подгруппы Ia ( $n = 43$ ) и IIa ( $n = 43$ ) – операция Bentall-DeBono; Ib ( $n = 34$ ) и IIb ( $n = 34$ ) – операция David. Несмотря на то, что группы были сопоставимы по большинству (более 30) предоперационных параметров, после проведения «псевдорандомизации» значимые различия в таких предоперационных параметрах как «ФП» (25(16,8%) vs. 5(6,5%),  $p = 0,031 \rightarrow 12(15,6\%)$  vs. 5(6,5%),  $p = 0,072$ ) были нивелированы, тогда как по параметру «ИБС в анамнезе» группы значительно различались до и после проведения «псевдорандомизации» (43(28,8%) vs. 3(3,9%),  $p < 0,001 \rightarrow 22(28,6\%)$



vs. 3(3,9%),  $p < 0,001$ ). Данное различие напрямую связано с тем фактом, что наличие ИБС с необходимостью реваскуляризации миокарда являлось прямым противопоказанием к вмешательству. При анализе подгрупп достоверные отличия в группах Ia и Pa отмечались в показателях «Вес» ( $82,2 \pm 15,3$  vs.  $88,9 \pm 13,6$ ,  $p = 0,035$ ), «ИБС в анамнезе» ( $17(39,5\%)$  vs.  $2(4,7\%)$ ,  $p < 0,001$ ); в группах Ib и Pb в показателях «ФП» ( $5(14,7\%)$  vs.  $0(0)$ ,  $p = 0,02$ ). Что также связано с противопоказаниями к вмешательству (реваскуляризация миокарда, РЧА).

В группах пациентов с протезированием полудуги аорты методом «псевдорандомизации» удалось нивелировать значимые различия в показателях «мужской пол» ( $94(70\%)$  vs.  $11(47,6\%)$ ,  $p = 0,049 \rightarrow 10(47,6\%)$  vs.  $10(47,6\%)$ ,  $p > 1,000$ ), «ИБС в анамнезе» ( $19(14\%)$  vs.  $0(0)$ ,  $p = 0,0001 \rightarrow 3(14,3\%)$  vs.  $0(0)$ ,  $p = 0,073$ ), «Периферический атеросклероз» ( $67(50\%)$  vs.  $5(23,8\%)$ ,  $p = 0,026 \rightarrow 10(47,6\%)$  vs.  $5(23,8\%)$ ,  $p = 0,108$ ).

В исследовательской работе был выполнен сравнительный анализ ранних, среднеотдаленных и отдаленных результатов хирургического лечения, включая такие показатели как интраоперационные параметры и влияние кривой обучения на них, результаты различных методик остеосинтеза, показатели послеоперационного периода, сроков реабилитации, болевого синдрома, косметического результата и качества жизни, а также отдаленных показателей выживаемости и свободы от реопераций. Дополнительно определены показания и противопоказания выполнения малоинвазивных вмешательств на грудной аорте, разработан протокол предоперационного планирования, основанный на данных МСКТ и характере патологии и алгоритм выбора методики канюляции и перфузии, подробно описаны технические аспекты выполнения малоинвазивных операций на грудной аорте. Помимо этого, выявлены предикторы технической сложности вмешательства из мини-стернотомии с определением пороговых значений для каждого параметра, на основе которых создана шкала оценки вероятности технически сложного случая в процентах с возможностью автоматизированного вычисления вероятности в процентах посредством онлайн-калькулятора.

Все пациенты были прооперированы по поводу аневризмы грудного отдела аорты в условиях искусственного кровообращения, в случае малоинвазивного лечения вмешательств все операции выполнялись из частичной верхнесрединной J-образной мини-стернотомии в IV-ом межреберье справа. В большинстве случаев в нашем исследовании была использована канюляция бедренных сосудов (96%): *общая бедренная артерия* при патологии корня и восходящего отдела аорты, *правая подключичная артерия* при планируемом вмешательстве на дуге аорты. В группе ПС достоверно чаще выполнялась центральная канюляция (**в группах Ia/IIa** - 33(76,7) vs. 1(2,3),  $p < 0,001$ , **в группах Ib/IIb** - 28(82,4) vs. 2(5,9),  $p < 0,001$ ), что связано с тем, что в начале становления методики у пациентов с МС использовалось периферическое подключение АИК с целью создания оптимальной экспозиции. Однако с накоплением опыта в нашем отделении центральная канюляция стала использоваться чаще (0% 2016 г. → 31,3% 2020 г.), с целью избежания специфических осложнений бедренного доступа. В группах в одинаковом соотношении выполнялись клапануносящие ( $n=43$ ) и клапансохраняющие ( $n=34$ ) реконструкции корня аорты. Среди сопутствующих вмешательств в группе ПС достоверно чаще выполнялось коронарное шунтирование 1-ой артерии (МКШ/АКШ) – 12(27,9%) vs. 0(0),  $p < 0,001$ , тогда как по остальным характеристикам сочетанных вмешательств группы не отличались.

В группах Ic/IIc всем пациентам выполнялось протезирование полудуги аорты по методике «Hemiarch» в условиях циркуляторного ареста, умеренной гипотермии и антеградной перфузии головного мозга. Среди сочетанных вмешательств на корне аорты в большинстве случаев выполнялось отдельное протезирование аортального клапана и восходящего отдела аорты (**Ic/IIc**: 9(42,8%) vs. 11(52,4%),  $p = 0,537$ ), реже операция Bentall-DeBono (**Ic/IIc**: 7(33,3%) vs. 8(38%),  $p = 0,748$ ) и операция David (**Ic/IIc**: 5(23,8%) vs. 2(9,6%),  $p = 0,215$ ). По характеристикам сопутствующих вмешательств группы не отличались.

Для определения безопасности, преимуществ и недостатков малоинвазивных вмешательств в периоперационном периоде оценивалось 23 интра- и 21

послеоперационный параметр. По результатам анализа во всех группах малоинвазивного лечения были получены определенные преимущества в показателях кровопотери (**в группах Ia/IIa:** 800(750-1000) мл vs. 800(600-800) мл,  $p = 0,0009$ ; **в группах Ib/IIb:** 950(800-1200) мл vs. 700(600-800) мл,  $p < 0,001$ ), объема послеоперационного дренажного отделяемого за 2-ое суток (группа I/II: 500(360-680) мл vs. 360(300-480) мл,  $p < 0,001$ ). Показатель кровопотери в периоперационном периоде является важным преимуществом для малоинвазивных вмешательств, так как непосредственно влияет на частоту осложнений (дыхательной, почечной недостаточности, развития инфекции и др.) и сроки реабилитации. Вероятнее всего данный показатель связан с уменьшением раневой поверхности мини-доступа и капельной кровопотери во время вмешательства. Так при оценке сроков реабилитации в группе мини-доступа были получены значимые преимущества по показателям: «время ИВЛ в ОРИТ» (группа I/II: 6(5-8,23) ч vs. 5(4-7) ч,  $p = 0,002$ ); «койко-день в ОРИТ» (группа I/II:  $1,3 \pm 0,5$  vs.  $1,1 \pm 0,7$ ,  $p = 0,0431$ ) и «койко-день в стационаре» (группа I/II:  $8,9 \pm 2,5$  vs.  $8,1 \pm 2,1$ ,  $p = 0,0331$ ), что еще раз подтверждает основную концепцию малоинвазивной кардиохирургии в снижении хирургической травмы и тем самым сроков реабилитации.

Однако были получены и некоторые ограничения в показателях времени ИК и пережатия аорты при различных видах вмешательств (операция Bentall-DeBono и David) были значимо больше в группе МС (**в группах Ia/IIa:** время ИК: 88(76-101) мин vs. 102(91,5-113) мин,  $p = 0,002$ , время пережатия: 71(59-84) мин vs. 82(75-90) мин,  $p = 0,002$ ; **в группах Ib/IIb:** время ИК:  $130 \pm 25,5$  мин vs.  $141 \pm 19,6$  мин,  $p = 0,013$ , время ИМ: 108(100-118) мин vs. 123(111-135) мин,  $p = 0,002$ ). Данные различия напрямую связаны со сложной экспозицией, кривой обучения, а также необходимостью выполнения некоторых этапов до снятия зажима с аорты. С целью доказательства влияния кривой обучения на данные параметры были оценены интраоперационные параметры 81 пациента с операциями Bentall-DeBono и David за период с 2016 по 2019 годы, в результате чего было получено значимое снижение таких показателей как время операции «skin-to-skin» (**2016/2019:**  $4,6 \pm 1$  ч vs.  $3,5 \pm 0,6$  ч,  $p = 0,0461$ ) и интраоперационная кровопотеря (**2016/2019:**  $766,7 \pm 137$  мл vs.

520,3 ±213 мл,  $p = 0,0209$ ) у пациентов с операцией Bentall-DeBono, тогда как в остальных группах прослеживались положительные тренды. Подобные результаты говорят в первую очередь о потенциальной возможности снивелировать данные различие. В то же время данные различия необходимо учитывать при предоперационном планировании, особенно на этапе становления методики. Так, к примеру, тяжелым пациентам, с низкой ФВ и сопутствующими заболеваниями стоит предложить ПС.

Подобные результаты были получены и в группах Ic/IIc: увеличение времени ИК в группе IIc (151±49,6 мин vs. 122±38,2 мин,  $p = 0,04$ ), и снижение количества отделяемого по дренажам (583±114 мл vs. 493±145 мл,  $p = 0,031$ ). По остальным параметрам группы не отличались.

Оценка ранних послеоперационных клинических результатов преимуществ той или иной методики не выявила. Во всех группах частота основных осложнений значимо не отличалась. Госпитальная летальность в группах I и II составила 0(0) vs. 1(1,3%),  $p = 1,000$ ,  $V$  Крамера = 0,08, ОШ (95% ДИ = 3,04; 0,122-75,8, тогда как 30-дневная выживаемость - 0(0) vs. 2(2,6),  $p = 0,497$ ,  $V$  Крамера = 0,115, ОШ (95% ДИ = 5,13; 0,242-109 в группах I и II соответственно. Летальный исход в группе МС был связан с развитием внезапной сердечной смерти на вторые сутки после вмешательства. Данный результат позволяет сделать вывод о том, что малоинвазивные вмешательства из J-образной верхнесрединной министернотомии – воспроизводимый и безопасный метод хирургического лечения аневризм грудной аорты, имеющий определенные преимущества над традиционным подходом, даже в случае необходимости сложных вмешательств на корне аорты (операция David) и дуге аорты (протезирование полудуги аорты по методике «Hemiarch»).

В отдаленном периоде были проанализированы методом прямого и телефонного анкетирования результаты 117(75,9%) пациентов (группа I/II: 60(51,3) vs. 57(48,7),  $p = 0,695$ ). Среднее время наблюдения в группах I и II составило 41(9-57) и 15(3-30) месяцев. Отдаленная выживаемость в группах, включая цензурированных пациентов, достоверно не отличалась и составила 89,38% vs.

94,3% (Log rank  $p = 0,139$ ). Свобода от повторных вмешательств, включая цензурированных пациентов, в отдаленном периоде в обеих группах не отличалась и составила 94,29% vs. 78,94% в группе I и II соответственно. Также не отличалась свобода от АН в отдаленном периоде у пациентов с операцией David (92,57% vs. 95,83% (Log rank  $p = 0,801$ )). Сопоставимые результаты в обеих группах с высокими показателями выживаемости и свободы от реопераций являются еще одним несомненным доказательством необходимости широкого применения мини-доступа в хирургии грудной аорты.

Проведение анализа выраженности болевого синдрома посредством оценок ВАШ, 5-тибальной шкалы и потребности в анальгетиках, также показало определенные преимущества в группе МС. Так пациенты с мини-стернотомией отмечали значимо менее выраженный болевой синдром на 5-е сутки после операции по 5-тибальной шкале (**группы I/II:  $1,53 \pm 0,68$  vs.  $1,3 \pm 0,674$ ,  $p = 0,031$** ). Также в группе ПС отмечалась тенденция к более частому использованию опиоидных анальгетиков ( $V$  Крамера = 0,121, «слабая связь»), а шанс потребности в данном виде обезболивания при ПС увеличивался в 2,18 раз (ОШ (95% ДИ) = 0,458; 0,162-1,29). По ВАШ в группе МС отмечался значимо менее выраженный болевой синдром непосредственно после выписки (**группа I/II:  $4,1 \pm 1,93$  балла vs.  $3,37 \pm 1,68$  балла,  $p = 0,0315$** ), тогда как в покое и через 1 год (в движении и покое) показатели не отличались. Несмотря на некоторую субъективность оценки болевого синдрома в результатах анализа прослеживается четкая тенденция положительного влияния мини-стернотомии на выраженность болевого синдрома, что также делает данный результат весомым преимуществом малоинвазивных вмешательств.

Еще одним важным критерием сравнения групп в исследовании являлось сравнение результатов оценки качества жизни согласно опроснику SF-36 в периоперационном периоде. Данные полного анкетирования во все указанные временные промежутки удалось собрать у 110(71,4%) пациентов (**группа I/II: 52(47,27%) vs 58(52,73%),  $p = 0,419$** ) из 154 пациентов с учетом 6-ти пациентов (3,8%) с летальным исходом. Несмотря на наличие достоверных различий в

исходных параметрах (общее здоровье (GH) -  $84,6 \pm 16,1$  балла vs.  $72,7 \pm 21,3$  балла,  $p = 0,0014$  и ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE) -  $79,6 \pm 19,5$  балла vs.  $89,5 \pm 17,5$  балла,  $p = 0,0059$ ), через 1 год после вмешательства в группе МС достоверно выше были показатели шкал физического функционирования (PF) ( $75,6 \pm 13,3$  vs.  $89,3 \pm 22,9$ ,  $p = 0,0003$ ), интенсивности боли (BP) ( $82,4 \pm 11,7$  vs.  $91,7 \pm 13,7$ ,  $p = 0,0002$ ), жизненной активности (VT) ( $66,1 \pm 13,7$  vs.  $75,3 \pm 13,7$ ,  $p = 0,0006$ ), социального функционирования (SF) ( $81,4 \pm 17,4$  vs.  $87,3 \pm 7,9$ ,  $p = 0,0217$ ), ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием (RE) ( $86,3 \pm 10,1$  vs.  $93,1 \pm 14,3$ ,  $p = 0,0052$ ) и психического здоровья ( $74,5 \pm 16,9$  vs.  $77,2 \pm 14,8$ ,  $p = 0,3737$ ). Также в группе МС значимо отличался прирост показателей физического (РН) и психического (МН) здоровья за 1 год послеоперационного периода (в группах I/II: РН -  $54,3 \pm 11,9$  vs.  $58,2 \pm 8,2$ ,  $p = 0,0460$ , МН -  $53,8 \pm 6,8$  vs.  $57,8 \pm 9,5$ ,  $p = 0,0134$ ). Таким образом, анализируя данные результаты, можно сделать вывод, что мини-доступ положительно влияет на реабилитацию пациента как в физическом состоянии, так и в ментальном и связано с более короткими сроками возврата к работе и повседневной жизни в сравнении с полной стернотомией.

Дополнением исследования являлось оценка косметического результата и важности выбора мини-стернотомии посредством опросника в среднеотдаленном периоде. Так при оценке пациентами косметического результата по 5-тибальной шкале результат был выше в группе МС ( $4,08 \pm 0,83$  балла vs.  $4,39 \pm 0,799$  балла,  $p = 0,0486$ ). Также, несмотря на субъективный характер полученных данных, в отдаленном периоде пациенты группы ПС достоверно чаще оказывались неудовлетворенными собственным послеоперационным рубцом, тогда как в группе МС подобных случаев отмечено не было ( $7(13,5)$  vs.  $0(0)$ ,  $p = 0,004$ ), что еще раз говорит о важном эстетическом преимуществе малоинвазивного подхода. В остальных вопросах опросника группы были сопоставимы.

При изучении важности выбора вида стернотомии в группе МС достоверно чаще пациенты отвечали о важности мини-стернотомии ( $10(19,2)$  vs.  $36(62,1)$ ,  $p$

$<0,001$ ). Также в группе ПС достоверно чаще пациенты были незнакомы с возможностью МС (16(30,8) vs. 0(0),  $p <0,001$ ), что наиболее вероятно связано с большей частью данных ретроспективного характера. Подобные данные хоть и являются недостаточно объективными, однако являются важным дополнением в понимании отношения пациента к малоинвазивному подходу.

Дополнением к исследованию на основании анализа данных 49 пациентов согласно критериям включения были определены предикторы технической сложности малоинвазивного хирургического вмешательства. Посредством оценок по 5-тибальной шкале одного оперирующего хирурга определялась техническая сложность вмешательства. Также с целью определения достоверности используемой субъективной шкалы оценок сложности был проведен корреляционный анализ периоперационных параметров с оценками сложности. Достоверная обратная корреляция со средней силой связи была выявлена для следующих факторов: длительность операции (Spearman's  $\rho = -0,456$ ,  $BF_{10} = 125,747$ ,  $p = 0,001$ ), и/о кровопотеря (Spearman's  $\rho = -0,384$ ,  $BF_{10} = 39,902$ ,  $p = 0,006$ ), время ИК (Spearman's  $\rho = -0,301$ ,  $p = 0,035$ ), реэксплорация по причине кровотечения (Spearman's  $\rho = -0,265$ ,  $p = 0,066$ ). Достоверными предикторами технической сложности в исследовании являлись: 1) Анатомическое взаимоотношение аорты и грудины по данным МСКТ: «Девияция» ( $h$  ср. плоскость –ЛКА) –  $>22,1$  мм; «Дистанция» ( $h$  кожа до ЛКА) –  $>14,5$  см; «Глубина» ( $h$  яр. Вырезка – ЛКА) –  $>9,53$  см; 2) Ожирение (ИМТ  $> 30$  кг/м<sup>2</sup>); 3) Возраст –  $>61$  года; 4) Диаметры аорты: ( $d$  ВоА –  $>45$  мм;  $d$  Ао на ур. БЦС –  $>37$  мм,  $d$  Ао на ур. левой ОСА –  $>29$  мм); 5) Разрез кожи –  $>7,5$  см; 6) Протезирование полудуги аорты. Посредством проведения категориального анализа и логистической регрессии полученные пороговые значения были переведены в баллы, что позволило создать шкалу технической сложности малоинвазивного вмешательства в балловом эквиваленте. Для проверки 49 пациентов были распределены на две группы: больше порогового балла ( $> 44$  баллов) –  $n=25(51\%)$  и меньше порогового балла  $<44$  баллов –  $n=24(49\%)$ . При проведении теста  $\chi^2$  в группе  $> 44$  баллов было

достоверно больше неудобных случаев ( $n=18$ , 78%) нежели чем в группе  $<44$  баллов ( $n=5$ , 22%) ( $\chi^2 = 12,9$ , Cramer's  $V = 0,513$ ,  $p < 0,001$ ). Чтобы обеспечить наибольшую практичность и популяризовать программу вычисления вероятности технически сложного случая был создан онлайн-калькулятор на платформе Google Таблицы.

Полученные результаты исследования показывают эффективность, безопасность, а также определенные преимущества малоинвазивных вмешательств на грудной аорте над традиционным подходом с использованием ПС. Хирургическое лечение патологии грудной аорты из мини-доступа позволяет достичь снижение кровопотери, болевого синдрома, сроков реабилитации и возвращения пациента к повседневной жизни. Увеличение же интраоперационных временных параметров в основном связаны с влиянием «кривой обучения». Таким образом, показанные в исследовании результаты говорят о том, что полноценное предоперационное планирование с учетом противопоказаний, коморбидности пациента, МСКТ-анатомии и топографии грудной аорты, предикторов технической сложности, а также опыта центра и хирурга позволяет нивелировать эффект «кривой обучения», а также обеспечить воспроизводимость малоинвазивной методики с сопоставимым с традиционным подходом результатом без риска для пациента.



## Выводы

1. Малоинвазивное хирургическое лечение патологии грудной аорты обеспечивает сопоставимые результаты в раннем и отдаленном послеоперационном периоде в сравнении с традиционным подходом, в том числе у пациентов с сложными вмешательствами на корне аорты (операция David) и дуге аорты (протезирование полудуги).

2. Вмешательства на грудной аорте из J-образной мини-стернотомии обеспечивают значимое снижение интраоперационной кровопотери ( $p < 0,001$ ), послеоперационной кровопотери по дренажам ( $p < 0,001$ ), время ИВЛ в ОРИТ ( $p = 0,002$ ) и сроки реабилитации пациента в ОРИТ ( $p = 0,04$ ) и стационаре ( $p = 0,03$ ).

3. J-образная мини-стернотомия обеспечивает снижение болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде при движениях ( $p = 0,03$ ), а также ассоциирована с меньшей частотой использования опиоидных анальгетиков (ОШ (95% ДИ) = 0,46; 0,16 - 1,29).

4. Малоинвазивные вмешательства на грудной аорте ассоциированы с достоверно более быстрым восстановлением показателей качества жизни ( $p < 0,05$ ) («физического функционирования» ( $p = 0,0003$ ), «интенсивности боли» ( $p = 0,0002$ ), «жизненной активности» ( $p = 0,0006$ ), «социального функционирования» ( $p = 0,02$ ), «ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием» ( $p = 0,005$ ), «физического ( $p = 0,046$ ) и психического здоровья ( $p = 0,01$ )» и удовлетворенностью пациента косметическим результатом в среднеотдаленном периоде ( $p = 0,048$ ).

5. Вмешательства на грудной аорте из мини-доступа увеличивают интраоперационные показатели времени ИК ( $p < 0,05$ ), пережатия аорты ( $p < 0,05$ ) и ЦА ( $p < 0,05$ ) на этапе становления методики, что связано с влиянием эффекта «кривой обучения».

6. Предоперационное планирование важный и неотъемлемый этап малоинвазивного вмешательства на грудной аорте, обеспечивающий безопасность

пациента и позволяющий нивелировать эффект «кривой обучения», особенно у начинающих специалистов.

7. Независимыми предикторами технической сложности вмешательства на грудной аорте из J-образной мини-стернотомии являются: а) Анатомическое взаимоотношение аорты и грудины по данным МСКТ: «Девиация» (h ср. плоскость – ЛКА) – >22,1 мм; «Дистанция» (h кожа до ЛКА) – >14,5 см; «Глубина» (h яр. вырезка – ЛКА) – >9,53 см; б) Ожирение (ИМТ > 30 кг/м<sup>2</sup>); в) Возраст – >61 года; г) Диаметры аорты: (d ВА – >45 мм; d Ao на ур. БЦС – >37 мм, d Ao на ур. левой ОСА – >29 мм); д) Разрез кожи – >7,5 см; е) Протезирование полудуги аорты.

### **Практические рекомендации**

1) В крупных клиниках, хирурги с достаточным опытом традиционных вмешательств на грудной аорте могут безопасно выполнять малоинвазивные вмешательства из J-образной мини-стернотомии с целью улучшения клинических результатов хирургического лечения аневризм грудной аорты;

2) Предоперационное планирование на основе данных МСКТ, исходных характеристик пациента с учетом суммы баллов предикторов технической сложности, а также опыта бригады и влияния эффекта «кривой обучения» позволяет обеспечить безопасность хирургического вмешательства на грудной аорте из мини-доступа (**Рис. 4.16**);

3) Использование автоматизированной шкалы технического удобства позволяет рассчитать вероятность технически сложного случая в процентах, а также определиться с тактикой хирургического лечения: <77 баллов рекомендуется выполнение вмешательства грудной аорте из мини-доступа, несмотря на опыт бригады, > 77 баллов следует воздержаться от реконструкций корня аорты из мини-доступа, особенно в случае начального опыта бригады (**Рис. 4.16**);

4) Для остеосинтеза грудины после мини-стернотомии, с целью упрощения технологии и улучшения клинических результатов, рекомендуется использовать термоактивные нитиноловые скобы;

- 5) У пациентов с острым аортальным синдромом следует воздержаться от использования мини-стернотомии, ввиду увеличения риска жизнеугрожающих осложнений, а также потенциального увеличения времени ИК и ишемии миокарда;
- 6) МСКТ-оценка состояния всех сегментов аорты и периферических артерий – важный этап предоперационного планирования, позволяющий предупредить специфические осложнения канюляции и перфузии во время мини-инвазивного вмешательства на грудной аорте (**Рис. 4.17**).



**Рисунок 4.16. Выбор доступа при вмешательствах на корне и ВА**



**Рисунок 4.17. Алгоритм выбора методики перфузии и канюляции для малоинвазивного хирургического лечения патологии грудной аорты**

**Список литературы:**

1. **Акопов Г.А., Иванов А.С., Говорова Т.Л., Москалев Д. В.** J-образная стернотомия в хирургии пороков аортального клапана и восходящей аорты. Непосредственные результаты. // Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2020. Т. 4. №22. С. 75–82.
2. **Белов Ю.В., Степаненко А.Б., Генс А.П., Бабалян Г.В.** Протезирование аортального клапана из минидоступа. // Вестник хирургии. 1998. Т. 3. №157. С. 47–49.
3. **Болдырев С.Ю., Барбухатти К.О., Ким Г.И., Сапунов В.А., Россоха О.А., Белаш С.А., Порханов В.А.** Протезирование восходящей аорты из минидоступа у больного с разрывом корня аорты // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2014. Т. 7. № 4. С. 109-111.
4. **Болдырев С.Ю., Каледа В.И., Ефременко Ю.В., Барбухатти К.О., Порханов В.А.** Протезирование восходящей аорты из мини-доступа у пациента с хронической диссекцией аорты типа А // Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова. 2019. №3. С. 80–83.
5. **Брюхоненко С.С., Чечулин С.И.** Опыты по изолированию головы собаки (с демонстрацией прибора) // Труды II Всесоюзного съезда физиологов. 1926. С. 289—290.
6. **Гордеев М.Л., Успенский В.Е., Баканов А.Ю., Волков, В.В., Ибрагимов, А.Н., Щербинин, Т.С., Иртюга, О.Б., Наймушин, А.В.** Реконструктивные вмешательства на дуге аорты при хирургическом лечении аневризм и расслоений восходящего отдела аорты // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2016. Т. 4. №20. С. 45-47. <http://dx.doi.org/10.21688-1681-3472-2016-4-45-57>
7. **Гржибовский А. М., Иванов С. В., Горбатова М. А., Дюсупов А. А.** Использование псевдорандомизации (propensity score matching) для устранения

систематических различий сравниваемых групп в обсервационных исследованиях с дихотомическим исходом // Экология человека. 2016. №5. С. 50–64.

8. **Мидинов Д.М., Муратов Р.М., Бабенко С.И., Титов Д.А.** Министернотомный доступ при вмешательствах на аортальном клапане у пациентов с ожирением // Бюлл. НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 2015. Т. 53. №15. С. 36.

9. **Муратов Р.М., Шамсиев Г.А., Акимов И.В., и др.** Повторные вмешательства на аортальном клапане миниинвазивным доступом // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2005. № 4. С. 31–34.

10. **Панфилов Д.С., Козлов Б.Н., Саушкин В.В., и др.** Гибридное хирургическое лечение аневризмы восходящей аорты в сочетании с синдромом «shaggy aorta» // Кардиология. 2019. №59. С. 65–68.

11. **Россейкин Е.В., Кобзев Е.Е., Базылев В.В.** Операция Ozaki из минидоступа // Ангиология и сосудистая хирургия. 2019. Т. 3. №25. С. 142–148.

12. **Скопин И.И., Отаров А.М., Кахкцян П.В., и др.** Протезирование аортального клапана у больных пожилого и старческого возраста: анализ предоперационных факторов риска. // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2018. Т. 4S. №7. С. 24–35.

13. **Снегирев М.А., Пайвин А.А., Хубулава Г.Г.** Миниинвазивное протезирование аортального клапана. // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2016. Т. 1. №58. С. 23–29.

14. **Чарчян Э.Р.** Хирургия расслоения аорты.: дис. ... док. мед. наук: 14.01.26:11.05.10: -М., 2010.

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

16. **Чарчян Э.Р., Скворцов А.А., Головина В.И., и др.** Применение j-образной министернотомии при гибридной операции frozen elephant trunk. // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2018. Т. 2. №11. С. 80–84.
17. **Чарчян Э.Р., Скворцов А.А., Панфилов В.А., и др.** Хирургические вмешательства на корне и восходящем отделе аорты из минидоступа. // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2017. Т. 1. №10. С. 42–46.
18. **Чернов И.И., Макеев С.А., Козьмин Д.Ю., и др.** Коррекция многоклапанных пороков сердца из мини-доступа // Клин. и эксперимент. хир. Журн. им. акад. Б.В. Петровского. 2018. №1. С. 21–26.
19. **Шнейдер Ю.А., Цой В.Г., Фоменко М.С., и др.** Эффективность и безопасность протезирования аортального клапана через «mini-J» стернотомию : рандомизированное исследование , средне-отдаленные результаты // Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020. №7. С. 25–30.
20. **Alkady H., Abdelrahman A.** A comparative study between L shaped ministernotomy and conventional mitral valve surgery // Journal of the Egyptian Society of Cardio-Thoracic Surgery. 2016. V. 1. №24. С. 21–26.
21. **Antoniou S.A., Antoniou G.A., Antoniou A.I., et al.** Past, present, and future of minimally invasive abdominal surgery // Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons. 2015. V. 3. №19.
22. **Aris A., Cámara M.L., Montiel J., et al.** Ministernotomy versus median sternotomy for aortic valve replacement: A prospective, randomized study // Annals of Thoracic Surgery. 1999. Т. 6. №67. С. 1583–1587.
23. **Attia R.Q., Hickey G.L., Grant S.W., et al.** Minimally Invasive Versus Conventional Aortic Valve Replacement: A Propensity-Matched Study From the UK National Data // Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery. 2016. Т.1. №11. С. 15–23.

24. **Bonacchi M., Prifti E., Giunti G., et al.** Does ministernotomy improve postoperative outcome in aortic valve operation? A prospective randomized study // *Annals of Thoracic Surgery*. 2002. T.2. №73. C. 460–465.
25. **Boodhwani M., Khoury G. El, Kerchove L.** Graft sizing for aortic valve sparing surgery // *Annals of cardiothoracic surgery*. 2013. T.1. №2. C. 140–143.
26. **Borger M.A.** Introduction: Minimally invasive aortic valve surgery supplement // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 2018. №53. C. 111–112.
27. **Borger M.A., Moustafine V., Conradi L., et al.** A randomized multicenter trial of minimally invasive rapid deployment versus conventional full sternotomy aortic valve replacement // *Ann Thorac Surg*. 2015. T.99. №1. C. 17-25.
28. **Bridgewater B., Steyn R.S., Ray S., et al.** Minimally invasive aortic valve replacement through a transverse sternotomy: A word of caution // *Heart*. 1998. T. 6. №79. C. 605–607.
29. **Calafiore A.M., Teodori G., Mezzetti A., et al.** Intermittent Antegrade Warm Blood Cardioplegia. 1995. T.59. №2. C. 398-402.
30. **Calderon J., Richebe P., Guibaud J.P., et al.** Prospective Randomized Study of Early Pulmonary Evaluation of Patients Scheduled for Aortic Valve Surgery Performed by Ministernotomy or Total Median Sternotomy // *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2009. T. 6. №23. C. 795–801.
31. **Cheung A.K., Chang T.I., Cushman W.C., et al.** KDIGO 2021 Clinical Practice Guideline for the Management of Blood Pressure in Chronic Kidney Disease // *Kidney International*. 2021. T. 3. №99. C. S1–S87.
32. **Clouse W.D., Hallett J.W., Schaff H. V., et al.** Improved prognosis of thoracic aortic aneurysms. A population-based study // *Journal of the American Medical Association*. 1998. T. 22. №280. C. 1926–1929.
33. **Cohn L.H.** Fifty years of open-heart surgery // *Circulation*. 2003. T. 107. №17. C. 2168–2170

34. **Cosgrove D.M., Sabik J.F.** Minimally invasive approach for aortic valve operations // *Annals of Thoracic Surgery*. 1996. T. 2. №62. C. 596–597.

35. **Czerny M., Schmidli J., Adler S., et al.** Current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: An expert consensus document of the European Association for Cardio-Thoracic surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESV // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 2019. T. 1. №55. C. 133–162.

36. **Dagenais F.** Anatomy of the Thoracic Aorta and of Its Branches // *Thoracic Surgery Clinics*. 2011. T. 21. № 2. 219–227 c.

37. **Database S.N.** Spring 2003, Executive Summary. // Duke Clinical Research Institute, Durham (NC). 2003.

38. **David T.E., Feindel C.M.** An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta. // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. 1992. T. 4. №103. C. 617–21; discussion 622.

39. **Dogan S., Dzemali O., Wimmer-Greinecker G., et al.** Minimally invasive versus conventional aortic valve replacement: A prospective randomized trial // *Journal of Heart Valve Disease*. 2003. T. 1. №12. C. 76–80.

40. **Elefteriades J.A.** Thoracic Aortic Aneurysm: Reading the Enemy's Playbook // *Current Problems in Cardiology*. 2008. T. 5. №33. C. 203–277.

41. **Elghannam M., Aljabery Y., Naraghi H., et al.** Minimally invasive aortic root surgery: Midterm results in a 2-year follow-up // *Journal of Cardiac Surgery*. 2020. T. 7. №35. C. 1484–1491.

42. **El-Sayed Ahmad A., Risteski P., Papadopoulos N., et al.** Minimally invasive approach for aortic arch surgery employing the frozen elephant trunk technique // *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2016. T. 1. №50. C. 140–144.



43. **Erbel R., Aboyans V., Boileau C., et al.** 2014 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases // *European Heart Journal*. 2014. T. 35. № 41. C. 2873–2926.
44. **Farid S., Ali J.M., Stohlner V., et al.** Long-Term Outcome of Patients Undergoing Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Surgery: A Single-Center Experience // *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*. 2018. T. 1. №13. C. 23–28.
45. **Flynn C.D., Yan T.D.** Minimally invasive aortic surgery: Mini-Bentall procedure and beyond / C.D. Flynn, T.D. Yan, Elsevier Inc., 2018. C. 383–392
46. **Fudulu D., Lewis H., Benedetto U., et al.** Minimally invasive aortic valve replacement in high risk patient groups // *Journal of Thoracic Disease*. 2017. T. 9. № 6. C. 1672–1696.
47. **Gammie J.S., Zhao Y., Peterson E.D., et al.** Less-invasive mitral valve operations: Trends and outcomes from the society of thoracic surgeons adult cardiac surgery database // *Annals of Thoracic Surgery*. 2010. T. 5. №90. C. 1401-1410.e1.
48. **Gillinov A.M., Cosgrove D.M.** Minimally invasive mitral valve surgery: mini-sternotomy with extended transeptal approach. // *Seminars in thoracic and cardiovascular surgery*. 1999. T. 3. №11. C. 206–211.
49. **Gillinov A.M., Cosgrove D.M.** Minimally Invasive Mitral Valve Surgery: Mini-Sternotomy With Extended Transeptal Approach // *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1999. T. 3. №11. C. 206–211.
50. **Gilmanov D., Bevilacqua S., Murzi M., et al.** Minimally invasive and conventional aortic valve replacement: A propensity score analysis // *Annals of Thoracic Surgery*. 2013. T. 3. №96. C. 837–843.
51. **Goebel N., Bonte D., Salehi-Gilani S., et al.** Minimally Invasive Access Aortic Arch Surgery // *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*. 2017. T. 5. №12. C. 351–355.

52. **Guiraudon G.M., Ofiesh J.G., Kaushik R.** Extended vertical transatrial septal approach to the mitral valve. // *The Annals of thoracic surgery*. 1991. T. 5. №52. C. 1052–1058.

53. **Hancock H.C., Maier R.H., Kasim A.S., et al.** Mini-Sternotomy Versus Conventional Sternotomy for Aortic Valve Replacement // *Journal of the American College of Cardiology*. 2019. T. 73. № 19. C. 2491–2492.

54. **Harky A., Al-Adhami A., Chan J.S.K., et al.** Minimally Invasive Versus Conventional Aortic Root Replacement – A Systematic Review and Meta-Analysis // *Heart Lung and Circulation*. 2019. T. 12. №28. C. 1841–1851.

55. **Higgins J., Lee M.K., Co C., et al.** Long-term outcomes after thoracic aortic surgery: A population-based study // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2014. T. 1. №148. C. 47–52.

56. **Hiratzka L.F., Bakris G.L., Beckman J.A., et al.** 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease: Executive summary: A report of the american college of cardiology foundation/american heart association task force on practice guidelines, american association for thoracic surgery, american college of radiology, american stroke association // *Circulation*. 2010. T. 121. № 13. C. e266-369

57. **Holmes S.D., Fornaresio L.M., Shuman D.J., et al.** Health-related quality of life after minimally invasive cardiac surgery // *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*. 2016. T. 2. №11. C. 128–133.

58. **Holzhey D.M., Seeburger J., Misfeld M., et al.** Learning minimally invasive mitral valve surgery: A cumulative sum sequential probability analysis of 3895 operations from a single high-volume center // *Circulation*. 2013. T. 5. №128. C. 483–491.

59. **Iribarne A., Easterwood R., Chan E.Y.H., et al.** The golden age of minimally invasive cardiothoracic surgery: Current and future perspectives // *Future Cardiology*. 2011. T. 3. №7. C. 333–346.

60. **Jahangiri M., Hussain A., Akowuah E.** Minimally invasive surgical aortic valve replacement. // *Heart (British Cardiac Society)*. 2019. №105 Suppl 2. C. s10–s15.
61. **Johnson C.A., Siordia J.A., Wood K.L., et al.** Right Mini-thoracotomy Bentall Procedure // *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*. 2018. T. 5. №13. C. 328–331.
62. **Kaleda V.I., Nissen A.P., Molochkov A. V., Boldyrev S. Yu., et al.** Simple Technique for Central Venous Cannulation with Cannula-Free Wound in Minimally Invasive Aortic Valve Surgery // *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*. 2020. T. 4. №15. C. 369–371.
63. **Kalk H.** Comments on the technic of laparoscopy and description of new laparoscopic instruments // *Medizinische Klinik*. 1955. T. 16. №50. C. 696–699.
64. **Kirmani B.H., Jones S.G., Chung D.A., et al.** Limited versus full sternotomy for aortic valve replacement // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015. T. 4. №4.
65. **Kuzmik G.A., Sang A.X., Elefteriades J.A.** Natural history of thoracic aortic aneurysms // *Journal of Vascular Surgery*. 2012. T. 2. №56. C. 565–571.
66. **Lim J.Y., Deo S. V., Altarabsheh S.E., et al.** Conventional versus minimally invasive aortic valve replacement: Pooled analysis of propensity-matched data // *Journal of Cardiac Surgery*. 2015. T. 2. №30. C. 125–134.
67. **Malaisrie S.C., Barnhart G.R., Farivar R.S., et al.** Current era minimally invasive aortic valve replacement: Techniques and practice // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2014. T.1. №147. C. 6–14.
68. **Masseti M., Babatasi G., Rossi A., et al.** Operation for atrial septal defect through a right anterolateral thoracotomy: Current outcome // *Annals of Thoracic Surgery*. 1996. T. 4. №62. C. 1100–1103.
69. **Masseti M., Nataf P., Babatasi G., et al.** Cosmetic aspects in minimally invasive cardiac surgery. // *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal*

of the European Association for Cardio-thoracic Surgery. 1999. № 16 Suppl 2. C. S73-5.

70. **Mihaljevic T., Cohn L.H., Unic D., et al.** One thousand minimally invasive valve operations: Early and late results // *Ann Surg.* 2004. T. 240. №3. C. 529-34.

71. **Murzi M., Cerillo A.G., Bevilacqua S., et al.** Traversing the learning curve in minimally invasive heart valve surgery: a cumulative analysis of an individual surgeon's experience with a right minithoracotomy approach for aortic valve replacement. // *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery.* 2012. T. 6. № 41. C. 1242–1246.

72. **Murzi M., Cerillo A.G., Gasbarri T., et al.** Antegrade and retrograde perfusion in minimally invasive mitral valve surgery with transthoracic aortic clamping: a single-institution experience with 1632 patients over 12 years. // *Interactive cardiovascular and thoracic surgery.* 2017. T. 3. № 24. C. 363–368.

73. **Murzi M., Cerillo A.G., Gilmanov D., et al.** Exploring the learning curve for minimally invasive sutureless aortic valve replacement // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery.* 2016. T. 6. № 152. C. 1537-1546.e1.

74. **Nair S.K., Sudarshan C.D., Thorpe B.S., et al.** Mini-Stern Trial: A randomized trial comparing mini-sternotomy to full median sternotomy for aortic valve replacement // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2018. T. 6. № 156. C. 2124-2132.e31.

75. **Phan K., Zhou J.J., Niranjan N., et al.** Minimally invasive reoperative aortic valve replacement – A systematic review and meta-analysis // *Heart, Lung and Circulation.* 2015. T. 1. № 24. C. e47.

76. **Pisano C., Totaro P., Triolo O.F., et al.** Advantages of minimal access versus conventional aortic valve replacement in elderly or severely obese patients // *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery.* 2017. T. 2. №12. C. 102–108.

77. **Ramanath V.S., Oh J.K., Sundt T.M., et al.** Acute Aortic Syndromes and Thoracic Aortic Aneurysm // Mayo Clinic Proceedings. 2009. T. 5. №84. C. 465–481.

78. **Rao P.N., Kumar A.S.** Aortic valve replacement through right thoracotomy. // Texas Heart Institute journal. 1993. T. 4. № 20. C. 307–308.

79. **Rayner T.A., Harrison S., Rival P., et al.** Minimally invasive versus conventional surgery of the ascending aorta and root: A systematic review and meta-analysis // European Journal of Cardio-thoracic Surgery. 2020. T. 1. № 57. C. 8–17.

80. **Rosengart T.K., Feldman T., Borger M.A., et al.** 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 // Circulation. 2008. T. 117. № 13. C. 1750–1767.

81. **Sanad M., Beshir H.** Minimally invasive aortic valve replacement with central cannulation: A cost-benefit analysis in a developing country // The Cardiothoracic Surgeon. 2020. T. 1. № 28. C. 9.

82. **Segesser L.K. von, Westaby S., Pomar J., et al.** Less invasive aortic valve surgery: Rationale and technique // European Journal of Cardio-thoracic Surgery. 1999. T. 15. № 6. C. 781–785.

83. **Shneider Yu.A., Tsoi M.D., Fomenko M.S., et al.** Aortic valve replacement via J-shaped partial upper sternotomy: randomized trial, mid-term results // Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova. 2020. T. 7. № 7. C. 25.

84. **Shrestha M., Krueger H., Umminger J., et al.** Minimally invasive valve sparing aortic root replacement (David procedure) is safe. // Annals of cardiothoracic surgery. 2015. T. 2. № 4. C. 148–153.

85. **Sun L., Zheng J., Chang Q., et al.** Aortic Root Replacement by Ministernotomy : // Annals of Thoracic Surgery. 2000. T. 4. № 2. C. 198 - 200.

86. **Svensson L.G.** Minimal-access “J” or “j” sternotomy for valvular, aortic, and coronary operations or reoperations // *Annals of Thoracic Surgery*. 1997. T. 5. № 64. C. 1501–1503.
87. **Svensson L.G., D’Agostino R.S.** Minimal-access aortic and valvular operations, including the “J/j” incision // *Annals of Thoracic Surgery*. 1998. T. 2. № 66. C. 431–435.
88. **Svensson L.G., Nadolny E.M., Kimmel W.A.** Minimal access aortic surgery including re-operations // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 2001. T. 1. № 19. C. 30–33.
89. **Testa M.A., Simonson D.C.** Assessment of Quality-of-Life Outcomes // *New England Journal of Medicine*. 1996. T. 13. № 334. C. 835–840.
90. **Ueno G., Ohno N.** Aortic valve approaches in the era of minimally invasive cardiac surgery. // *Surgery today*. 2020. T. 8. № 50. C. 815–820.
91. **Williams M.R., Wellner R.B., Hartnett E.A., et al.** Long-term survival and quality of life in cardiac surgical patients with prolonged intensive care unit length of stay // *Annals of Thoracic Surgery*. 2002. T. 5. № 73. C. 1472–1478.
92. **Yamada T., Ochiai R., Takeda J., et al.** Comparison of early postoperative quality of life in minimally invasive versus conventional valve surgery // *Journal of Anesthesia*. 2003. T. 3. № 17. C. 171–176.
93. **Yan T.D.** Mini-Bentall procedure. // *Annals of cardiothoracic surgery*. 2015. T. 2. № 4. C. 182–190.