

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им.
академика Е.И. Чазова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

БОРЗОВ ЕГОР АНДРЕЕВИЧ

**ОПЕРАЦИИ КРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ НА РАБОТАЮЩЕМ И
ОСТАНОВЛЕННОМ СЕРДЦЕ ПРИ ДИФФУЗНОМ ПОРАЖЕНИИ
КРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ**

3.1.15 – сердечно-сосудистая хирургия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
профессор,
член-корреспондент РАН
Ширяев Андрей Андреевич

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Особенности поражения коронарных артерий и понятие их «диффузного» поражения.....	10
1.2 Коронарное шунтирование при диффузном поражении коронарных артерий	17
1.3 История коронарного шунтирования на работающем сердце	23
1.4 Клинические результаты операции коронарного шунтирования на работающем сердце	25
1.5 Микрохирургическая техника при реваскуляризации миокарда на работающем сердце	28
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	32
2.1 Дизайн исследования	32
2.2 Этическая экспертиза	39
2.3 Анализ основных методов обследования и диагностики	39
2.4 Протокол операции в контрольной и исследуемой группах	42
2.5 Анестезиологическое обеспечение	47
2.6 Периоперационное ведение пациентов	48
2.7 Методы статистической обработки данных	49
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ	52
3.1 Интраоперационные параметры больных	52
3.2 Госпитальные результаты	53
3.3 Факторы риска неблагоприятных результатов	55
3.4 Годичные результаты	64
3.5 Клинический пример	66
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ	72

ВЫВОДЫ	82
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	83
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	84
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	85
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	99

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности

Решение вопроса о выборе метода реваскуляризации при ишемической болезни сердца (ИБС) напрямую зависит от состояния коронарных артерий (КА). В большинстве случаев при ИБС, основной формой поражения КА является сегментарное поражение с вовлечением проксимальных и средних участков КА [3]. В альтернативном случае, при диффузном поражении, коронарный атеросклероз характеризуется вовлечением дистального русла КА. Больные ИБС с диффузным поражением КА представляют собой растущую долю пациентов, направляемых на операцию коронарного шунтирования (КШ). Увеличение доли больных с диффузным поражением КА происходит в силу длительного течения коронарного атеросклероза на фоне широкого распространения чрескожных коронарных вмешательств, совершенствования консервативной терапии и увеличения возраста оперируемых больных [7, 43]. Пациенты с диффузным поражением КА относятся к группе высокого риска. Хирургическое лечение в этой группе больных требует использования сложных коронарных реконструкций (СКР) – коронарная эндартерэктомия (КЭЭ), коронарная шунтопластика (КШП), что сопряжено с увеличением длительности оперативного вмешательства и необходимости использования микрохирургической техники. «Золотым» стандартом в лечении пациентов с диффузным и сегментарным многососудистым поражением КА является КШ и в большинстве случаев операция выполняется с использованием искусственного кровообращения (ИК).

Использование ИК является неотъемлемой частью современных кардиохирургических вмешательств на открытом сердце. Однако несмотря на его важность, существует несколько негативных аспектов, связанных с его применением, среди них: ишемия миокарда, системный воспалительный ответ, острый гемолиз, острая почечная недостаточность, повреждение легких, острые

церебральные события, мезентериальная ишемия и инфекционные осложнения [1, 18, 23, 38, 67, 109, 122]. Кроме того, операция с использованием ИК может сопровождаться вмешательством на восходящей аорте в случае ее канюляции, что может увеличивать риск развития инсульта у больных с кальцинозом аорты [94]. Преимущества операции КШ на работающем сердце изучаются на протяжении более 3-х десятилетий и ее результаты по сравнению с операцией КШ на остановленном сердце остаются предметом дискуссии. В двух крупных рандомизированных клинических исследованиях преимуществ в отдаленном прогнозе ни одной из методик оперативного вмешательства не было выявлено [69, 106]. Схожие результаты были продемонстрированы и в мета-анализе, включившем другие ранее опубликованные работы [110]. В то же время результаты исследований демонстрируют существенные преимущества КШ на работающем сердце в снижении частоты неблагоприятных событий на госпитальном этапе. Так, в группе хирургического лечения без ИК реже встречается необходимость проведения гемотрансфузий, рестернотомии, ниже частота респираторных осложнений и развития острой почечной недостаточности [30, 70, 123]. КШ на работающем сердце сопровождается меньшей частотой развития неблагоприятных событий на госпитальном этапе при отсутствии различий в выживаемости в отдаленном периоде после операции. Наибольшее преимущество КШ без ИК отмечается в группе больных с кальцинозом аорты и/или тяжелым заболеванием легких, что отражено в текущих клинических рекомендациях (ACC/AHA/SCAI) 2021 года [11, 71].

Диффузное поражение КА существенно ограничивает возможности хирурга при формировании дистального анастомоза и сопровождается неполной реваскуляризацией миокарда. Использование СКР и микрохирургической техники дает возможность выполнить полную реваскуляризацию миокарда [28]. Клинические результаты операции КШ без ИК у больных с диффузным поражением КА при использовании СКР малоизучены. Широкое использование

КШ на работающем сердце в этой категории больных требует проведения дополнительных исследований с оценкой его эффективности и безопасности [9].

Цель исследования

Оценить эффективность проведения коронарного шунтирования с использованием микрохирургической техники на работающем сердце и определить ее роль у больных с диффузным поражением коронарных артерий.

Задачи исследования

1. Проанализировать частоту использования сложных коронарных реконструкций (коронарная эндартерэктомия, коронарная шунтопластика) при КШ с использованием микрохирургической техники на работающем и на остановленном сердце у больных с диффузным поражением КА.
2. Сравнить частоту развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у больных с диффузным поражением КА после КШ с использованием микрохирургической техники на работающем и остановленном сердце.
3. Определить факторы риска развития неблагоприятных событий и сформировать «портрет» больного с диффузным поражением КА высокого риска неблагоприятного течения госпитального периода с определением эффективности КШ на работающем сердце у больных с диффузным поражением КА при высоком риске осложнений в течение госпитального периода.
4. Изучить частоту рецидива стенокардии, возникновения инфаркта миокарда и летальность через 1 год после КШ с использованием микрохирургической техники на работающем сердце и остановленном сердце у больных с диффузным поражением КА.

Научная новизна исследования

Впервые изучена частота использования СКР при КШ на работающем сердце с использованием микрохирургической техники у больных с диффузным поражением КА.

Впервые изучена частота развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и определены факторы риска их развития у больных с диффузным поражением КА после КШ на работающем сердце с использованием микрохирургической техники.

Впервые в отечественной практике определена когорта больных с диффузным поражением КА высокого риска неблагоприятного течения госпитального периода, у которых целесообразно проведение операции КШ на работающем сердце.

Теоретическая и практическая значимость результатов

Представлены данные, позволяющие рекомендовать применение микрохирургической техники с использованием СКР при операции КШ на работающем сердце у больных с диффузным поражением КА.

Определен алгоритм выбора тактики КШ у больных с диффузным поражением КА на основании сравнительного анализа результатов хирургического лечения в зависимости от использования ИК и определения факторов риска неблагоприятных событий на госпитальном этапе и в послеоперационном периоде.

Методология и методы исследования

Одноцентровое ретроспективное исследование выполнено на базе отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России. В исследование включено 340 пациентов с диффузным поражением КА,

которым в период с 01.01.2020 г. по 01.01.2023 г., было проведено оперативное вмешательство. Часть исследуемых, оперированных на работающем сердце, была включена в группу 1 ($n = 88$), остальные оперированы на остановленном сердце при использовании ИК и включены в группу 2 ($n = 252$). Выполнен анализ исходных данных исследуемых групп, сформированы 2 сопоставимые по клиническим характеристикам группы по 77 человек в каждой. Изучены клинические результаты на госпитальном этапе и через 1 год после операции с выполнением сравнительного анализа. Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы IBM SPSS Statistics 26 («IBM», США) и StatTech («Статтех», Россия).

Основные положения, выносимые на защиту

1. Использование СКР, включая КЭЭ и КШП, и микрохирургической техники при КШ является эффективным и безопасным методом реваскуляризации миокарда у больных с диффузным поражением КА.
2. КШ на работающем сердце с использованием микрохирургической техники демонстрирует сопоставимые результаты с КШ на остановленном сердце у больных с диффузным поражением КА.
3. КШ на работающем сердце является оптимальным методом хирургического лечения у больных с диффузным поражением КА при наличии относительных противопоказаний к использованию ИК, включая кальциноз аорты и тяжелые заболевания легких.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов исследования определяется анализом результатов лечения достаточного количества ($n = 340$) включенных в исследование пациентов и основана на применении современных методов статистической обработки данных, полученных в ходе проведения клинических,

лабораторных и инструментальных исследований. Результаты исследования, выводы и рекомендации изложены в диссертации полном объеме и подкреплены иллюстративным материалом (таблицы и рисунки).

Автором лично выполнен обзор данных отечественной и зарубежной литературы, посвященных вопросам операции КШ у больных с диффузным поражением КА, а также хирургического вмешательства без использования ИК. Разработан дизайн текущего исследования, выполнен отбор больных на основании критериев включения и исключения, проведен осмотр или телефонный опрос в указанные сроки. Сформирована база данных, выполнена статистическая обработка материала, анализ и научная интерпретация полученных результатов. Автор принимал непосредственное участие в хирургическом и послеоперационном лечении у части больных, включенных в исследование.

Апробация диссертационной работы состоялась на межотделенческой конференции ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России 18.02.2025. (протокол № 123). Диссертация рекомендована к защите.

Практические рекомендации исследования внедрены в работу отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России.

По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, из них 3 статьи в журналах, входящих в перечень Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы из 124-х публикаций отечественных и зарубежных авторов, списка иллюстративного материала. Диссертация изложена на 100 страницах печатного текста, иллюстрирована 14 таблицами и 14 рисунками.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Особенности поражения коронарных артерий и понятие их «диффузного» поражения

В настоящее время отсутствует единое определение такого понятия, как диффузное поражение КА, что в итоге создает определенные трудности в выборе оптимального подхода к выбору метода реваскуляризации. Помимо этого, в литературе используется ряд терминологических фраз, целью которых является отображение данного понятия в группе пациентов, где классические методики реваскуляризации невозможны, или у пациентов, где терапевтические возможности исчерпаны [3, 35]. Необходимо также отметить, что вопрос о взаимозаменяемости таких терминов, как диффузное и протяженное поражение КА неоднозначен. Существует мнение об отсутствии тождественности данных терминов за счет того, что к протяженным стенозам авторы относят поражения длиной более 10 мм, а к диффузным – те поражения, которые характеризуются наличием не менее 3-х стенозов КА со степенью сужения более 50 % в одной из КА [3, 82]. В этой связи, отдельное значение имеет эволюция определения диффузного коронарного атеросклероза [3]. Первая обобщенная систематизация морфологии стенозов КА была опубликована в 1988 г. экспертами Американского общества кардиологов (The American College of Cardiology – ACC) Американской ассоциации сердца (The American Heart Association – AHA) [115]. В данной работе было предложено определение «диффузного» поражения КА (протяженность более 2 см), который был включен в группу сложных морфологических поражений КА [97]. Позднее, в 2005 г. была апробирована шкала SYNTAX Score, с помощью которой возможно количественно и качественно определить поражение коронарного русла. Данная шкала представляет собой модель поэтапного расчета тяжести атеросклеротического поражения для каждого вовлеченного сегмента КА. Суммарный балл рассчитывается после учета всех пораженных сегментов с

сужением просвета более 50 % и диаметром более 1,5 мм. Одной из дополнительных характеристик тяжести атеросклероза предлагается качественное определение диффузного поражения: малый (менее 2 мм) диаметр КА на протяжении 75 % сегмента, располагающегося дистальнее стеноза, причем независимо от наличия на этом участке атеросклеротической бляшки [20, 108].

Н. Cubero-Gallego и соавт. в 2016 г. предложили шкалу «Distal Vessel Quality» (DVQ). Шкала оценивает каждую КА отдельно по 3-м критериям «Таблица 1».

Таблица 1 – Критерии оценки распространенности атеросклероза по шкале Distal Vessel Quality (DVQ). Адаптировано из [3, 42]

Параметр	Оценка	Определение
Визуальная оценка кровотока	0	Окклюзия, плохо визуализируется
	1	Окклюзия, хорошо визуализируется
	2	Не окклюзирована, плохо визуализируется
	3	Окклюзирована, хорошо визуализируется
Диаметр	0	Очень маленький диаметр: <1,5 мм
	1	Маленький диаметр: 1,5-2 мм
	2	Средний диаметр: 2-2,5 мм
	3	Большой диаметр: >2,5 мм
Значимость в кровоснабжении миокарда	0	Невозможно оценить
	1	Малая значимость (недоминантный сосуд)
	2	Средняя значимость (сбалансированное кровоснабжение)
	3	Большая значимость (доминантный сосуд)

Авторы предложили использовать «Single-Vessel DVQ score» (SVDVQ), т.е. сумму баллов для одной целевой или шунтируемой КА (от 0 до 9 баллов) и «Mean Global DVQ score» (MGDVQ), т.е. сумму баллов для всех целевых артерий,

поделенную на их количество [20, 42]. В качестве количественного значения для MGDVQ предложено значение 7,6, которое прогнозирует развитие сердечно-сосудистых событий (инфаркт миокарда (ИМ), нестабильная стенокардия, сердечная смерть) со специфичностью 59 % и чувствительностью 64 % [3, 20, 42]. Практически одновременно с данным исследованием были опубликованы две работы L.O. Dourado и соавт. (2017 г.) и Y. Shiono и соавт. (2016 г.), в которых был предложен ряд диагностических критериев диффузного поражения КА. Так L.O. Dourado и соавт. назвали диффузным поражением КА – атеросклеротическое поражение КА на протяжении всей длины с выраженным сужением сосуда, малым (< 1 мм) диаметром дистального русла, чаще всего вовлекающим все три магистральные артерии с их главными ветвями [46]. В тоже время Y. Shiono и соавт. в своем исследовании использовали для определения диффузного поражения КА метод измерения фракционного резерва кровотока. В своей работе авторы различали два основных типа поражений КА: первый – локальное поражение КА, характеризующееся резким снижением фракционного резерва кровотока, и диффузное, характеризующееся постепенным снижением фракционного резерва кровотока на протяжении всей длины артерии до гемодинамически значимых значений [20, 104].

В отделе сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России апробирован и запатентован отечественный метод оценки диффузного поражения КА с использованием данных коронароангиографии – индекс диффузного поражения (ИДП). Всем больным, в рамках предоперационного обследования, выполняют коронароангиографию, на основании которой рассчитывают значение ИДП с определением вида, степени и распространенности атеросклеротического поражения коронарного русла [4, 20].

Для этого определяют три параметра для каждой КА (рассматриваются основные стволы КА и их ветви первого порядка). Первым показателем является распространенность атеросклеротического процесса в пораженном сегменте артерии. В зависимости от распространенности атеросклеротических изменений в

стенке КА, дистальнее гемодинамически значимого стеноза, присваивается от 0 до 3 баллов. Если у коронарного сосуда интактная стенка, то присваивается 0 баллов, при стенозе менее 10 % сегмента пораженной артерии – 1 балл, при стенозе более 10 %, но менее 50 % сегмента пораженной артерии присваивается 2 балла, при стенозе более 50 % или при наличии явлений кальциноза в зоне реваскуляризации – 3 балла [20].

Следующим из трех измеряемых параметров является оценка диаметра шунтируемой артерии дистального сегмента и в зависимости от размера сосуда также присваивается от 0 до 3 баллов. Если диаметр шунтируемой артерии > 2 мм, то присваивается 0 баллов, при диаметре 1,5-2 мм – 1 балл, при диаметре 1-1,5 мм – 2 балла, если диаметр шунтируемой артерии < 1 мм, то присваивается 3 балла. Данное ранжирование в зависимости от калибра артерии базируется на результатах исследований, демонстрирующих, что проходимость шунтов коррелирует именно с такими размерами дистальных сегментов КА [20].

Третьим оцениваемым параметром является значимость шунтируемой артерии в кровоснабжении миокарда. Оценка объема кровоснабжаемого миокарда основана на принципе сбалансированного (равного) распространения ветвей, доминирования какого-либо сосуда (кровоснабжение большей зоны с захватом области соседней артерии) либо редукции сосудистого русла (в зоне кровоснабжения изучаемого сосуда распространяется соседняя ветвь). Баллы присваиваются по следующему принципу: большая значимость (доминантный сосуд) – 0 баллов, средняя значимость (сбалансированное кровоснабжение) – 1 балл, неизвестная значимость (коллатеральный кровоток) – 2 балла, малая значимость (редуцированный сосуд или зона кардиосклероза) – 3 балла. Передняя нисходящая артерия (ПНА) считается доминантным сосудом, если она не редуцирована (малая значимость) или незначима по отношению к диагональной артерии (средняя или неизвестная значимость). Суммарное значение всех оцениваемых характеристик (распространенность коронарного атеросклероза,

калибр и значимость в кровоснабжении шунтируемой артерии) является значением ИДП [20].

Особенность шкалы ИДП состоит в том, что она является своеобразной количественной характеристикой пригодности, шунтабельности именно целевого коронарного сосуда, что имеет прикладное значение для оперирующего хирурга. Количественная оценка тяжести поражения КА позволяет ему на этапе предоперационной подготовки выбрать наиболее оптимальную стратегию реваскуляризации миокарда, оценить необходимость использования специализированных хирургических методик (коронарная эндартерэктомия (КЭЭ), КШП при анастомозе через атеросклеротическую бляшку, шунтирование артерии диаметром $< 1,5$ мм, множественное дистальное шунтирование), а также спрогнозировать возможные осложнения и послеоперационное течение ИБС. Так, при значении ИДП < 4 -х баллов поражение КА не требует использования СКР, используют стандартную технику формирования анастомоза, значение ИДП более 4-х баллов считается диффузным и предполагается использование СКР. При значении ИДП от 7-и до 9-и баллов поражение считают тяжелым диффузным, при котором высокая вероятность выполнения эндартерэктомии из КА [20].

Отсутствие общепринятого определения диффузного поражения КА обуславливает гетерогенность исследуемых больных, существенно затрудняет интерпретацию результатов и возможности их воспроизведения в клинической практике. Очевидна необходимость выработки консенсуса для классификации диффузного атеросклероза и проведения надежных исследований по изучению течения ИБС у этой сложнейшей категории больных на основании единой классификации. Такой подход даст возможность создать наиболее объективный «коронарный портрет» кандидата на КШ, обосновать алгоритм его лечения, прогнозировать ближайшую и отдаленную клиническую эффективность оперативного вмешательства [20].

Принимая во внимание данные литературы, известные определения «диффузного поражения», в настоящий момент с целью определения типа

поражения КА мы считаем наиболее целесообразным использование сочетания критериев. В нашем исследовании определением диффузного поражения КА считали совокупность признаков по классификации ACC/АНА (тип С поражения с длиной атеросклеротического поражения более 2 см) и SYNTAX Score (малый диаметр сосуда – менее 2 мм на протяжении 75 % сегмента КА дистальнее стеноза, независимо от наличия или отсутствия атеросклеротического поражения в данной артерии).

Пациенты с диффузным поражением КА представляют тяжелую группу больных ИБС не только в связи с характером поражения КА, но и с тем, что эта когорта пациентов чаще имеет коморбидную патологию (сахарный диабет, ожирение, артериальная гипертензия), а консервативное лечение в этой когорте пациентов сопряжено с неблагоприятным прогнозом [78]. Необходимо отметить, что доля больных с диффузным коронарным атеросклерозом у кандидатов на КШ постоянно растет. Увеличение доли таких пациентов непосредственно связано с совершенствованием медикаментозных и эндоваскулярных подходов к лечению ИБС, что обуславливает увеличение средней продолжительности жизни у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и увеличение среднего возраста среди больных, направляемых на КШ [7, 43].

В качестве оптимального лечения методом выбора у больных с диффузным поражением КА является хирургическая реваскуляризация, при этом формирование анастомоза на диффузно пораженных КА представляет определённые трудности. Известно, что наличие удовлетворительного дистального русла является фактором, определяющим возможность адекватной реваскуляризации. В обратной ситуации, при атеросклеротическом поражении дистального русла, характерного для диффузного коронарного атеросклероза, выполнение классического КШ сопровождается неполной реваскуляризацией миокарда и неудовлетворительными клиническими результатами [54].

При диффузном поражении КА протяженные атеросклеротические изменения КА стенозируют просвет артерий, блокируя их устья и ветви,

кровооснабжающие жизнеспособный миокард. Развитый коллатеральный кровоток определённое время компенсирует дефицит кровоснабжения миокарда, однако данный механизм недолговечен, срыв компенсации приводит к ишемии и ИМ со снижением сократительной способности миокарда левого желудочка и прогрессированию сердечной недостаточности [91]. Встречаемость гемодинамически значимого поражения в разных ветвях КА переменна. Так диффузное поражение ПНА встречается реже, чем правой КА и наблюдается у 15-ти % и 20-ти % пациентов соответственно, однако изолированному поражению чаще подвергается ПНА, а только потом огибающая и правая КА с их ветвями [118]. Механизмы такого распределения атеросклероза до конца не изучены, авторами отмечается влияние различий в особенностях гемодинамики, так указывается на то, что систолическая компрессия септальных ветвей ПНА может привести к изменению кровотока в проксимальной части артерии и повреждению сосудистой стенки [119]. Особенности патогенеза диффузного коронарного атеросклероза впервые были рассмотрены в 2016 г. R. Brown и соавт. По мнению авторов, диффузное поражение КА может развиваться на фоне сочетания традиционных факторов риска атеросклероза, неблагоприятного иммунного ответа и неадекватного ремоделирования сосудов [35]. В 2021 г. впервые продемонстрирована роль особенностей клеточного иммунитета, авторы показали, что диффузному поражению может способствовать относительный дефицит регуляторного звена иммунитета, кроме того, повышение уровня моноцитов также отмечалось чаще у больных с диффузным поражением, что может отражать тяжесть воспалительного процесса в сосудистой стенке и быть одним из ключевых факторов прогрессирования атеросклероза [19].

Ряд публикаций показывает, что примерно у 15-ти % больных с ИБС невозможно выполнение классической реваскуляризации в силу распространенности атеросклеротического процесса [73, 79, 120]. В исследовании 2001 г. «Mediators of Social Support» (MOSS) 41 % пациентов с многососудистым диффузным поражением КА были неоперабельны [64]. I. Lozano и соавт. провели

анализ коронарной ангиографии 16215-ти пациентов, в ходе которого выявили, что 5,9 % (1,3 % от общего числа всех коронароангиографий) пациентов с многососудистым поражением КА имели атеросклеротические изменения, которые не позволяли применить классические методики реваскуляризации миокарда [20, 78].

1.2 Коронарное шунтирование при диффузном поражении коронарных артерий

Наличие диффузного поражения КА в значительной степени ограничивает возможность проведения КШ и чрескожных коронарных вмешательств [94]. В ряде случаев такие пациенты признаются неоперабельными, в связи с тяжестью коронарного атеросклероза, а консервативное ведение сопровождается неблагоприятным прогнозом [9, 78, 120]. Эндоваскулярное лечение при тяжелых формах коронарного атеросклероза также затруднено, в отдельных случаях требуется проведение агрессивных методов – ротационной атерозктомии. Следует подчеркнуть, что чрескожное коронарное вмешательство в дистальной трети КА ведет к увеличению доли пациентов с тяжелым поражением коронарного русла, требующим стентэндартерэктомии при КШ, что приводит к неудовлетворительным результатам хирургического лечения таких пациентов [98].

Совершенствование технического оснащения рентгенэндоваскулярных операционных привело к увеличению попыток эндоваскулярного лечения пациентов с диффузным поражением коронарного русла. Объектом вмешательств эндоваскулярных хирургов являются пациенты с проксимальным и реже с поражением медиального сегмента КА [12]. В то время как целью открытой коронарной реваскуляризации является восстановление кровотока в медиальных и дистальных сегментах КА. Вследствие этого, больные с диффузным поражением КА перенесшие неэффективное чрескожное коронарное вмешательство, помимо поражения дистальных сегментов с уменьшенным просветом сосуда имеют так

называемую «full metal jacket» (FMJ) или «цельнометаллическую оболочку» артерии, что усложняет, а иногда и полностью исключает возможность формирования анастомоза [12, 51].

Для формирования анастомозов у таких пациентов необходимо прибегать к экстракции стента (FMJ-эндартерэктомии). За последнее время не так много сообщений о проведении данной процедуры [101, 1243]. А. El-Gamel выполнил ряд таких процедур с длительностью наблюдения от 1 года до 13-ти лет, полученные удовлетворительные результаты свидетельствуют о целесообразности и выполнимости данной методики [48]. Успешный опыт проведения таких вмешательств имеется в том числе в отделе сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России [8].

Сам по себе малый диаметр просвета шунтируемой КА (1,5 мм и менее) напрямую влияет на результаты оперативного лечения. Поражение дистальных сегментов КА приводит к сужению их просвета и обеднению воспринимающего русла, что является прогностически неблагоприятным фактором, влияющим на функционирование шунтов [81, 89]. В свою очередь, атеросклеротически измененная стенка КА усложняет формирование анастомоза кондуита с КА, особенно в случаях выраженного кальциноза или фиброза стенки артерии.

Вследствие этого, для достижения полной реваскуляризации миокарда, у пациентов с распространенным атеросклерозом дистальных сегментов КА, необходимо применение СКР в виде КЭЭ и/или КШП с обязательным использованием микрохирургической техники [20].

КЭЭ является технически сложной методикой, применяемой в клинической практике при диффузном поражении КА. К сожалению, в настоящее время нет единых рекомендаций по технике выполнения КЭЭ. Первоначально техника основывалась на инструментальной тракции и контртракции атероматозного слепка из небольшого разреза КА, с последующим наложением короткого анастомоза с шунтируемым сосудом («закрытый» метод КЭЭ). Данный метод относительно прост в исполнении. Но он не гарантирует полного удаления

атероматозных масс из дистального русла и боковых ветвей, так как во время тракции повышен риск обрывов фрагментов слепка с дистальной эмболизацией. В последующим был разработан «открытый» метод КЭЭ. Выполняется протяженный разрез пораженного сосуда, удаление атеросклеротической бляшки проводится под контролем зрения до сведения ее до сохранной интимы, далее осуществляется пролонгированный анастомоз (до 8 – 10 см) с шунтом. В ряде исследований «открытая» методика, продемонстрировала лучшие результаты в плане проходимости шунтов по сравнению с «закрытой» КЭЭ [20, 85, 111].

Альтернативой эндартерэктомии, а в некоторых случаях ее дополнением является шунтирование КА с формированием пролонгированного анастомоза – «onlay-patch grafting» [20]. Данная методика была предложена группой ученых при участии R. Favaloro в 1965 г. как самостоятельный вид реваскуляризации миокарда, в связи с неудовлетворительными результатами не использовался [47]. Возобновление интереса к методу произошло в 1983 г., когда была продемонстрирована возможность успешного использования метода при изолированном стенозе ствола левой КА [59]. В отечественной литературе она получила название «шунт-пластики». В дальнейшем методика была модифицирована и стандартизирована для шунтирования ПНА при диффузном поражении КА, что позволило исключить выполнение КЭЭ в большинстве случаев. Однако использование КЭЭ сохранилось в случаях с выраженным кальцинозом артерий, вследствие этого была предложена комбинированная методика: «открытая» КЭЭ ушивалась с использованием аутовенозной заплаты, с последующим анастомозом внутренней грудной артерии (ВГА) в заплату, либо протяженным анастомозом по типу «onlay-patch grafting» из собственной ВГА. Поскольку доказана лучшая проходимость аутоартериальных (из ВГА, лучевой артерии) шунтов, чем аутовенозных, в современной практике предпочтение отдается «onlay-patch grafting» техники [20, 86, 88, 99]. Операция КИШ, дополненная использованием СКР, остается «золотым» стандартом лечения пациентов с диффузным поражением коронарного русла.

Диффузное поражение КА осложняет не только клиническое течение ИБС, но и требует использования СКР. Известно, что использование КЭЭ и КШП позволяет сформировать дистальный анастомоз и посредством полной реваскуляризации миокарда – рассчитывать на лучшие результаты операции. При этом нет однозначного ответа и четких рекомендаций по применению тактических хирургических подходов для реваскуляризации миокарда с использованием ИК или на остановленном сердце при диффузном поражении КА. Использование микрохирургической техники у пациентов с диффузным поражением КА рекомендовано отдельными экспертами, но не находит широкого применения, системных и методически разработанных рекомендаций по его использованию нет.

В 2005 и 2011 гг. Т. Fukui и соавт. в своих работах продемонстрировали успешные клинические результаты КШ и КШП как в сочетании, так и без КЭЭ. Полученные результаты свидетельствовали о низкой госпитальной летальности (1,4 – 1,6 %), ранней (7 суток) и годичной проходимости шунта левой ВГА – ПНА (98,6 % и 93,4 % соответственно) и выживаемости через 36 – 45 мес. (91,5 – 92,0 %) после операции [46, 47]. Схожие результаты были продемонстрированы позже в работе Y. Kato и соавт. (2012 г.), в которой отмечено, что госпитальная летальность составила 1,8 %, ранняя проходимость шунта левой ВГА – ПНА – 99 %, 5-ти летняя выживаемость – 91 %, 10-ти летняя выживаемость – 74 % [65].

В 2014 г. был опубликован мета-анализ исследований, посвященных КЭЭ (20 исследований, 54440 больных). Открытый метод включал удаление атеросклеротической бляшки под прямым наблюдением через продольную артериотомию диффузно стенозированной КА, тогда как закрытый метод включал меньшую артериотомию и удаление проксимальной атеросклеротической бляшки путем тракции. Общая ранняя послеоперационная летальность (в пределах 30-ти суток после операции), связанная с открытой КЭЭ, находилась в интервале от 2,3 до 10,5 %. Авторы также пришли к выводу, что открытая КЭЭ приводит к более низкой 30-ти дневной летальности, чем закрытая КЭЭ. Исследование также показало увеличение среднесрочной и долгосрочной проходимости

трансплантатов, а также увеличение 3-х, 4-х и 5-ти летней выживаемости в группе открытой КЭЭ в совокупности с использованием кондуита из левой ВГА, по сравнению с группой закрытой КЭЭ или группой открытой КЭЭ с использованием другого кондуита [111].

В другом мета-анализе «PRISMA», выполненным J. Wang и соавт. в 2015 г. (30 исследований, 63730 больных) было продемонстрировано, что проведение операции КШ + КЭЭ сопровождается повышением риска госпитальных осложнений и сопоставимыми отдаленными результатами при сравнении с изолированным КШ [117]. Авторы сделали вывод о том, что использование КЭЭ может увеличивать риск ранних осложнений после операции, в частности периоперационного ИМ, сопоставимые отдаленные клинические результаты и отражают эффект полной реваскуляризации миокарда у больных с диффузным поражением КА [117].

Первые успешные исследования хирургического лечения больных с диффузным поражением КА были выполнены на остановленном сердце, в этих работах отмечается, что использование СКР увеличивает длительность ИК и оперативного вмешательства в целом [75, 111]. На этом фоне вырос интерес к лечению этих больных и совершенствованию методик КЭЭ (открытая и закрытая) и КШП.

Отказ некоторых хирургов от КЭЭ в связи с высоким риском периоперационного ИМ потребовало внедрения и анализа других методов коронарной реконструкции. В этой связи анализ существующих доступных данных литературы позволяет сделать заключение о высокой эффективности использования КШП как дополнения к КЭЭ и как отдельного метода СКР. В серии работ была изучена эффективность сочетанного использования СКР при протяженном атеросклеротическом поражении ПНА – КЭЭ с последующей шунт-пластикой с формированием анастомоза левой ВГА к ПНА.

В одном из исследований представлены данные о выполненной сочетанной КШ и КШП при протяженном атеросклеротическом поражении ПНА (> 6 см) и,

необходимо отметить, что операцию проводили на работающем сердце. Авторами отмечено, что частота развития периоперационного ИМ составила 8,8 % и была сопоставима с данными ранее выполненных исследований. Кроме того, авторы отметили, что большинство периоперационных ИМ не были фатальными, а 30-ти дневная летальность составила 1,0 %. Проходимость реконструированной ПНА при ранней послеоперационной ангиографии составила 93,3 % (181/194) и авторами был сделан вывод, что КШП в сочетании с КЭЭ с использованием левой ВГА к ПНА является безопасным методом хирургического вмешательства и сопровождается удовлетворительными госпитальными результатами [11, 87].

В литературе также имеются данные ретроспективных исследований при полном отказе от КЭЭ. В 2020 г. было опубликовано исследование D. Li и соавт., в котором авторы сравнили результаты операции КШ и КШП с изолированным проведением КШ. Госпитальная летальность в обеих группах была минимальной, летальных исходов и случаев периоперационного ИМ в группе КШ и КШП не было зарегистрировано. Так в течение 6-ти и 12-ти мес. летальность в анализируемых группах была сопоставимой (3,1 % против 1,6 % для операции КШ+КШП и изолированного КШ соответственно, $p = 0,87$), проходимость шунта левой ВГА – ПНА составляла 100 % против 99,2 % соответственно, а аутовенозных шунтов – 96,9 % против 98,3 % соответственно [75]. Результаты отечественных работ также демонстрируют высокие показатели выживаемости после операции КШ и КШП у больных с диффузным поражением КА, сопоставимые с изолированным КШ у больных со стандартным поражением коронарного русла [10, 28].

Хотя анализ вышеприведенных данных показывает, что КШ+КЭЭ может быть выполнена безопасно, до сих пор существует масса опасений относительно конкретных оперативных стратегий, включая использование ИК, целесообразности выполнения закрытой КЭЭ и вовлеченности в процесс диффузно пораженных КА. Использование альтернативной методики – КШП позволяет дополнить проведение КЭЭ и, вероятно, снизить риск развития периоперационного ИМ, а также в некоторых случаях избежать проведения КЭЭ [9].

Поскольку у пациентов с диффузным поражением КА для адекватной реваскуляризации подразумевается применение СКР, основными из которых, как мы уже упоминали ранее являются КЭЭ и КШП, целесообразным считаем задать вопрос: является ли КШ на работающем сердце в сочетании с КЭЭ безопасным и выполнимым методом реваскуляризации миокарда у пациентов с диффузным поражением КА? В ряде исследований показано, что КШ на работающем сердце с использованием СКР является эффективным и безопасным вариантом оперативного вмешательства с частотой конверсии на ИК до 10 % [63, 84, 87, 94, 117]. Однако в настоящий момент недостаточно данных для ответа на вопрос имеет ли такое оперативное вмешательство преимущество перед операцией с использованием ИК. Принимая во внимание преимущества операции КШ на работающем сердце в отдельных группах больных, можно предположить реализацию этих преимуществ в группе больных с диффузным поражением КА. Сравнительный анализ результатов двух вариантов хирургического лечения в этой категории больных позволит выделить группу, имеющую преимущества при проведении КШ на работающем сердце.

1.3 История коронарного шунтирования на работающем сердце

Попытки выполнения анастомоза между различными КА на работающем сердце, основанные на экспериментальных исследованиях, внедрялись с середины 20-го века. У истоков развития коронарной хирургии стояли наши соотечественники. 29 июня 1952 г. советский ученый В.П. Демихов, в эксперименте выполнил первую успешную операцию шунтирования КА [14]. Начиная с 60-х гг., с появлением коронарной ангиографии, операции на КА стали активно внедряться в клиническую практику. 25 февраля 1964 г. в 1-м Ленинградском Медицинском Институте им. И.П. Павлова профессор В.И. Колесов впервые в мире выполнил операцию маммарокоронарного анастомоза «конец-в-конец» между левой ВГА и ПНА на работающем сердце мужчине,

страдавшему стенокардией [90]. Далее в 1967 г. R. Favaloro в «Cleveland Clinic», США, выполнил первое аутовенозное аортокоронарное шунтирование на работающем сердце [68].

Появление ИК в значительной степени качественно улучшило выполнение анастомозов на обескровленном миокарде, одновременно с этим совершенствование анестезиологического пособия, внедрения кардиоплегических растворов для защиты миокарда позволило улучшить результаты КШ. Однако одновременно с этим число реваскуляризации, выполняемых на работающем сердце сократилось в несколько раз. На протяжении последующих двух десятилетий основная масса операций КШ выполнялась в условиях ИК, и лишь незначительное число клиник сохранило выполнение шунтирования на работающем сердце, в основном по экономическим соображениям. Так W. Trapp в 1975 г. и соавт. одними из первых сообщили о своем опыте таких вмешательств и отметили, что из всех 63-х случаев операций на работающем сердце ни в одном случае не было летальных исходов, связанных с операцией на сердце [114].

J. Ankeney в своем обзоре показал результаты операции КШ на работающем сердце у 733-х пациентов в период с 1969 по 1985 гг. В данном исследовании отражено, что применялась техника с использованием 4-х швов-держалок для стабилизации шунтируемой КА. В отличие от использования современных устройств для стабилизации шунтируемой КА, для этой цели применялась хирургическая техника с использованием 4-х швов-держалок. В дальнейшем в период с 1969 по 1972 гг. было прооперированно 199 пациентов с летальностью 4,5 %, с 1973 по 1985 гг. благодаря улучшенному отбору пациентов и использованию левой ВГА в качестве кондуита для шунтирования ПНА уровень операционной летальности у 534 пациентов снизился до 1,3 %. За последующие 10 лет было выполнено более 2000 таких операций, что составило около 1/3 всех операций КШ, в том числе 15 % больным проведено шунтирование огибающей артерии и 7,7 % – шунтирование трех и более КА [36, 37].

В следующие годы, в клиниках Буэнос-Айреса было выполнено 700 операций без ИК [31], 2052 операции в Анкаре [113] и 2800 вмешательств кардиохирургами из Нью Дели [115]. Результаты, полученные при выполнении КШ, у 545-ти пациентов показали, что стабилизация ПНА способствует улучшению ангиографических и клинических результатов после операции КШ через левую переднюю торакотомию [39]. Исходя из этого, чаще выполняли дистальные анастомозы с ПНА и правой КА, а шунтирование огибающей артерии и задней межжелудочковой ветви правой КА выполняли значительно реже.

С целью оптимизации проведения хирургических вмешательств по реваскуляризации миокарда в условиях работающего сердца, в начале 2000-х гг. в России группой ученых во главе с Р.С. Акчуриным запатентован комплекс «КОСМЕЯ» [5]. Данный комплекс состоит из устройства для иммобилизации локального участка миокарда и закрепленного на ранорасширителе с удерживающими участок миокарда вакуумными присосками. Технический результат заключается в обеспечении высокой степени иммобилизации оперируемого участка и минимального травматического воздействия на миокард [13].

1.4 Клинические результаты операции коронарного шунтирования на работающем сердце

В настоящее время операция КШ на работающем сердце рассматривается как равнозначная альтернатива хирургическому вмешательству с использованием ИК. КШ без ИК имеет преимущества при высокой степени коморбидности, в частности у больных с кальцинозом аорты и тяжелым заболеванием легких. Преимущества операции на работающем сердце могут выражаться в снижении риска церебральных событий и респираторных осложнений в раннем послеоперационном периоде [13]. Такие выводы были сделаны из серии наблюдательных исследований, опубликованных в 2002 – 2003 гг. В первой работе

изучена группа больных высокого риска с одним или более из следующих критериев: возраст старше 70-ти лет, снижение сократительной функции миокарда левого желудочка – фракция выброса левого желудочка менее 35 %, стеноз ствола левой КА, острый ИМ или повторное КШ. Получена сопоставимая госпитальная летальность и частота больших сердечно-сосудистых событий, развития острой почечной недостаточности в двух группах больных: КШ в условиях ИК и КШ на работающем сердце. Длительность искусственной вентиляции легких, кровопотеря во время операции, частота развития фибрилляции предсердий были ниже в группе КШ на работающем сердце. Длительность пребывания в отделении интенсивной терапии и в стационаре были также ниже в группе КШ на работающем сердце [13, 83]. В следующей работе выполнен сравнительный анализ результатов операции в условиях ИК и без него в селективной группе больных с атероматозом аорты. Получены статистически значимые различия в показателях госпитальной летальности и периоперационного острого нарушения мозгового кровообращения [100]. В дальнейшем полученные результаты были подтверждены в серии исследований, выполненных в США, Японии и странах Западной Европы [32, 34, 58, 74, 76, 80, 92, 121]. В отечественной литературе продемонстрированы схожие результаты: КШ на работающем сердце сопровождается снижением частоты развития церебральных и респираторных осложнений, а также снижением в потребности гемотрансфузий, в сравнении с операцией КШ на ИК [15, 17, 24, 26].

Несмотря на большое количество исследований, указанных выше, демонстрирующих улучшение госпитальных результатов при отказе от использования ИК, данные различия не нашли убедительных подтверждений при изучении в рамках рандомизированных клинических исследований. Наиболее крупные рандомизированные клинические исследования (ROOBY и CORONARY) продемонстрировали отсутствие статистически значимых преимуществ операции на работающем сердце по ключевым показателям успешности хирургического лечения. В исследовании ROOBY госпитальная летальность составила 1,6 % и 1,2 % для больных, оперированных на работающем и остановленном сердце,

соответственно ($p = 0,47$). Так же не отмечено различий в частоте развития инсульта (1,3 % против 0,7 %, $p = 0,28$), развития острой почечной недостаточности, требующей заместительной почечной терапии (0,8 % против 0,9 %, $p = 0,82$) и других осложнений, в том числе респираторных осложнений и потребности в гемотрансфузии [107]. В исследовании CORONARY также не отмечено существенных различий по госпитальной летальности и частоте развития больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в периоперационном периоде. В то же время авторы получили преимущества операции на работающем сердце в снижении риска проведения гемотрансфузий (50,7 % против 63,3 % при операциях с использованием ИК и на работающем сердце, соответственно, $p < 0,001$), развития ОПН (28,0 % против 32,1 %, $p = 0,01$) и респираторных осложнений (5,9 % против 7,5 %, $p = 0,03$). Изучение клинических результатов различных вариантов хирургического лечения у больных старше 70-ти лет и высокого риска оперативного вмешательства было выполнено в исследовании DOORS. Авторы отмечают высокую частоту развития инсультов в группе больных, оперированных на остановленном сердце, тем не менее значимых различий достигнуто не было (4,1 % против 2,0 %, $p = 0,12$). Госпитальная летальность в исследовании была сопоставимой (1,6 % против 1,5 %, $p = 0,80$) [61]. Важно отметить, что дизайн этого исследования предполагал исключение больных при кальцинозе аорты [62]. В еще одном крупном исследовании GORCABE также изучена группа больных старше 75-ти лет. В этой работе существенных различий в клинических результатах не было получено ни по одному из изучаемых исходов [44]. Сопоставимые результаты двух вариантов хирургического лечения не дают оснований выделить отдельную группу больных, требующую проведения операции КШ на работающем сердце. В то же время можно предполагать, что отсутствие убедительных данных в преимуществах отказа от ИК может обусловлено принципами отбора исследуемых и исключением больных высокого риска.

Впервые результаты крупных исследований с изучением отдаленных данных были опубликованы в 2016 – 2017 гг. в продолжении исследований CORONARY и

ROOBY. В первом исследовании получены сопоставимые значения прогноза – 5-ти летняя летальность больных обеих групп (23,1 % против 23,6 % для операции на работающем и остановленном сердце, соответственно, $p = 0,72$), и качества жизни по шкале EQ5D ($0,77 \pm 0,22$ против $0,77 \pm 0,22$, $p = 0,97$) [69]. Во втором исследовании показатели 5-ти летней смертности были ниже в группе хирургического лечения с использованием ИК (15,2 % против 11,9 % для операции на работающем и остановленном сердце, соответственно, $p = 0,02$), при анализе сердечно-сосудистой смертности статистически значимых различий не получено (6,3 % против 5,3 %, $p = 0,29$). Результаты, полученные в отечественных исследованиях, демонстрируют обратную пропорцию – летальность в группе хирургического лечения с использованием ИК была выше (45,3 % против 30,1 %, $p = 0,041$) [26]. В другом отечественном исследовании сравнительный анализ двух вариантов оперативного вмешательства не проводился, однако продемонстрирована, сопоставимая с данными литературы, 5-ти летняя выживаемость на уровне 81 % [27].

КШ на работающем сердце не уступает традиционному варианту КШ с использованием ИК. В то же время ряд работ свидетельствует о целесообразности выбора операции без ИК у больных высокого риска и выраженной коморбидности [11].

1.5 Микрохирургическая техника при реваскуляризации миокарда на работающем сердце

«Микрохирургия» – оперативное вмешательство, выполняемое с применением операционного микроскопа. Применение операционного микроскопа позволяет за счет оптического увеличения операционного поля улучшить прецизионность наложения анастомоза за счет оптического увеличения операционного поля., так как увеличение операционного микроскопа в разы превосходит таковое у бинокулярных луп (10 – 15 против 3,5 – 5,0 соответственно).

Первый самостоятельно сконструированный микроскоп доктором С. Nylen, применялся при хирургическом лечении хронического отита в 1921 г. [45]. В последующие десятилетия модернизировался как внешний вид, так и технические характеристики операционного микроскопа (увеличилось фокусное расстояние, расширилось операционное поле, уменьшились размеры самого микроскопа) и микрохирургия широко распространилась в различные области хирургии (пластическая хирургия, нейрохирургия, кардиохирургия, травматология, трансплантология, урология, гинекология).

G. Green в 1968 г. первым применил операционный микроскоп и микрохирургическую технику при манипуляциях на КА. Однако, методика не получила широкого распространения, так как требовала переквалификации хирургов на «непрямое видение» операционного поля [7, 56]. В нашей стране пионером сосудистой микрохирургии явился Крылов Виктор Соломонович, который в 1973 г. в г. Москве организовал службу реплантации пальцев. Предложенная микрохирургическая техника с применением операционного микроскопа была с успехом внедрена в хирургию КА академиком РАН Акчуриным Ренатом Сулеймановичем.

Переломный момент наступил в конце 80-х – начале 90-х гг., когда была признана целесообразность и необходимость применения ВГА в качестве шунта при выполнении КШ, что соответственно и привело к возрастанию актуальности микрохирургических методик реваскуляризации миокарда. В нашей стране пионерами данного метода являются Р.С. Акчурин и А.А. Ширяев, которые с 1985 г. внедрились и с того же времени активно применяют микрохирургическую технику реваскуляризации миокарда [6]. В настоящее время операционный микроскоп применяют также в Национальном медицинском исследовательском центре имени академика Е.Н. Мешалкина (г. Новосибирск), в Федеральном центре сердечно-сосудистой хирургии (г. Хабаровск), в Российском научном центре хирургии имени академика Б.В. Петровского (г. Москва).

В ряде работ продемонстрированы эффективность и значимость прецизионной техники с высоким оптическим увеличением при выполнении анастомоза диаметром менее 1,5 мм [2, 25]. Это обеспечивается двойным оптическим контролем, применением микрошовного материала 8/0 – 9/0 и оптимальной визуализацией. При этом полностью исключается техническая погрешность как возможная причина нарушения проходимости шунта после операции.

Анализируя микрохирургическую технику на плегированном сердце при наложении анастомозов с ВГА, ряд исследователей сходятся во мнении, что, используя микрохирургическую технику можно избежать ряда осложнений. Поскольку ВГА имеет размеры в разы меньше венозного или аутоартериального графта, хирургическая ошибка в наложении анастомоза может стать причиной окклюзии соединения и привести к осложнениям и летальным исходам. Поэтому доля неудачных результатов может быть сведена к минимуму с применением микрохирургической техники при наложении таких анастомозов.

Несмотря на явные преимущества микрохирургической техники опыт ее применения в кардиохирургии ограничен и имеет свои особенности и ограничения. До сих пор не разработаны четкие рекомендации по использованию метода, имеющиеся в настоящий момент рекомендации общего характера затрагивают лишь использование микрохирургического шовного материала (монофиламентной нити 8/0), восьмикратное оптическое увеличение для сосудов более 1,5 мм и двенадцатикратное для сосудов менее 1,5 мм [55]. В том числе, в нашей стране до сих пор не существует обязательного сертификационного микрохирургического тренинга при подготовке специалистов по сердечно-сосудистой хирургии. В силу этого распространенность применения метода весьма ограничена. Необходимо обратить внимание и на тот факт, что проблема тяжелого, диффузного поражения КА и связанных с этим сложностей при их реконструкции требует анализа оптимальных операционных техник реваскуляризации миокарда, включая микрохирургический подход.

На сегодняшний день опубликовано немало исследований, посвященных изучению вопроса прямой реваскуляризации миокарда при ИБС. Однако лишь малая часть таких работ затрагивает диффузный характер поражения КА. Ежегодный рост числа больных с диффузным поражением коронарного русла повышает актуальность исследований, направленных на совершенствование имеющихся и поиск новых методов реваскуляризации миокарда в такой группе больных. В литературе накоплен большой опыт операции КШ с использованием ИК у больных с диффузным поражением КА. Хирургическое лечение с использованием СКР и дополнительное использование микрохирургии позволяет добиться удовлетворительных клинических результатов сопоставимых с изолированным КШ при стандартном поражении. Операция КШ на работающем сердце позволяет снизить развитие осложнений, связанных с последствиями использования ИК.

Роль КШ на работающем сердце у больных с диффузным поражением КА является необходимым в плане сравнения с результатами КШ в условиях ИК [13].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовательская работа выполнена на базе отдела сердечно-сосудистой хирургии научно-исследовательского института клинической кардиологии им А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России.

Критерии включения: В исследование включены пациенты со стабильной ИБС, стенокардией II – IV ФК, многососудистым диффузным поражением КА, которым выполнено плановое изолированное КШ [13].

Критерии исключения: из исследования были исключены пациенты со значительно сниженной сократительной способностью миокарда левого желудочка (фракция выброса левого желудочка $< 35\%$). В исследование также не вошли пациенты с аневризмой левого желудочка, ИМ давностью менее 1,5 мес., клапанной патологией, требующей хирургической коррекции и пациенты с ожирением 2-й и более степени (индекс массы тела более 35 кг/м^2). К критериям исключения также были отнесены пациенты с известными (на момент поступления) тяжелыми сопутствующими заболеваниями: злокачественные новообразования, системные заболевания соединительной ткани, хроническая болезнь почек 3Б стадии и более, хроническая обструктивная болезнь легких (умеренная и более по классификации GOLD), болезни системы крови, включая анемию любого генеза, тромбоцитопению любого генеза и дефицит факторов свертывания крови. Кроме того, в исследование не входили пациенты, отказавшиеся от контрольных исследований [11, 13].

2.1 Дизайн исследования

Исследование одноцентровое, ретроспективное, псевдорандомизированное. Включены пациенты с диффузным поражением коронарных артерий, перенесшие плановую операцию КШ в период с 01.01.2020 по 01.01.2023 гг. ($n = 340$) [13].

Анализ диффузного поражения КА осуществлялся на основании оценки совокупности критериев ACC/АНА и шкалы SYNTAX Score. На основании этих критериев за диффузное поражение КА принимали поражение типа С по ACC/АНА и при протяженности атеросклеротического поражения более 2 см и/или при диаметре КА менее 2 мм на протяжении 75 % сегмента артерии дистальнее гемодинамически значимого стеноза [9].

Исследуемая группа была сформирована из больных, перенесших операцию на работающем сердце ($n = 88$, группа 1), остальные больные сформировали контрольную группу ($n = 252$, группа 2). С целью минимизации систематических ошибок и обеспечения максимальной сопоставимости групп пациентов было выполнено их компьютерное уравнивание методом псевдорандомизации (propensity score matching – PSM). Отбор контрольных групп осуществлялся на основе указанных характеристик по наиболее близким показателям склонности методом поиска «ближайшего соседа» 1:1, соответствующего заданному отрезку PS. Целевым для достаточного сходства в парах считали программное значение PS – 0,1 (допуск соответствия) [11].

Сформировано 2 группы по 77 пациентов, сопоставимых по клинικο-демографическим характеристикам. Пациенты, включенные в исследование, были преимущественно представлены мужчинами (81,8 % против 79,2 % в группах). Средний возраст исследуемых составил $65,9 \pm 8,6$ против $64,6 \pm 6,9$ лет. Среднее значение индекса массы тела соответствовало нормостеническим параметрам. У абсолютного большинства больных отмечалась ранее диагностированная артериальная гипертензия в анамнезе (85,7 % против 89,6 %). Практически у половины исследуемых из анамнеза было известно о стаже курения (53,2 % против 45,5 %), у малой части больных была диагностирована легкая (по классификации GOLD) хроническая обструктивная болезнь легких (13,0 % против 14,3 % соответственно). В целом большинство пациентов имели указания в анамнезе на перенесенный ИМ и/или результаты предоперационной эхокардиографии демонстрировали наличие зон нарушенной локальной сократимости миокарда, что

расценивалось нами как постинфарктный кардиосклероз (64,9 % против 58,4 % соответственно), в то же время сократительная функция миокарда левого желудочка, как правило, была сохранной ($56,6 \pm 6,7$ % против $56,7 \pm 5,4$ % соответственно) и встречаемость хронической сердечной недостаточности не превышала 15 % в обеих группах (14,3 % против 13,0 % соответственно). Хроническая сердечная недостаточность устанавливалась при наличии симптомов и/или признаков сердечной недостаточности и повышенном уровне натрийуретического пептида или его предшественника. Менее трети больных страдали сахарным диабетом, установленным к моменту госпитализации (23,4 % против 22,1 %). Выраженный атеросклероз с вовлечением других артериальных бассейнов отмечался приблизительно у трети больных обеих групп (35,1 % против 24,7 %). Критерием мультифокального атеросклероза было атеросклеротическое поражение сонных, подключичных артерий или артерий нижних конечностей более 50 % в дополнении к коронарному атеросклерозу. По всем описанным параметрам статистически значимых различий не выявлено «Таблица 2».

Таблица 2 – Исходная характеристика больных по возрасту, гендерному распределению, антропометрическим, клинико-anamнестическим и эхокардиографическим показателям

Характеристики	Группа 1 (n = 77)	Группа 2 (n = 77)	p
Возраст (лет), M $\pm$ SD	65,9 $\pm$ 8,6	64,6 $\pm$ 6,9	0,284
Мужчины, n (%)	63 (81,8)	61 (79,2)	0,684
Индекс массы тела (кг/м ²), M $\pm$ SD	28,1 $\pm$ 4,1	28,3 $\pm$ 3,5	0,704
Постинфарктный кардиосклероз, n (%)	50 (64,9)	45 (58,4)	0,407
Артериальная гипертензия, n (%)	66 (85,7)	69 (89,6)	0,462
Сахарный диабет, n (%)	18 (23,4)	17 (22,1)	0,848

Продолжение таблицы 2

Характеристики	Группа 1 (n = 77)	Группа 2 (n = 77)	p
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	10 (13,0)	11 (14,3)	0,815
Курение в анамнезе, n (%)	41 (53,2)	35 (45,5)	0,334
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	27 (35,1)	19 (24,7)	0,159
Нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)	15 (15,6)	7 (9,1)	0,221
Скорость клубочковой фильтрации (мл/мин), M $\pm$ SD	83,3 $\pm$ 17,7	84,2 $\pm$ 13,0	0,721
Хроническая сердечная недостаточность I-II функциональный класс по NYHA, n (%)	11 (14,3)	10 (13,0)	0,815
Фракция выброса левого желудочка (%), M $\pm$ SD	56,6 $\pm$ 6,7	56,7 $\pm$ 5,4	0,905

При сравнительном анализе липидограммы больных двух групп установлен более худший исходный липидный профиль в группе 2 по сравнению с группой 1. Наиболее существенные различия выявлены при сравнении уровня липопротеинов низкой плотности (2,3 [1,8; 2,8] ммоль/л против 2,8 [2,2; 3,5] ммоль/л, $p < 0,001$) «Таблица 3».

Таблица 3 – Исходные параметры липидного профиля

Характеристики	Группа 1 (n = 77)	Группа 2 (n = 77)	p
Общий холестерин (ммоль/л), Ме [Q1; Q3]	4,2 [3,9; 4,9]	4,5 [3,9; 5,6]	0,039
Липопротеины низкой плотности (ммоль/л), Ме [Q1; Q3]	2,3 [1,8; 2,8]	2,8 [2,2; 3,5]	< 0,001
Липопротеины высокой плотности (ммоль/л), Ме [Q1; Q3]	1,0 [0,9; 1,3]	1,0 [0,9; 1,2]	0,032
Триглицериды (ммоль/л), Ме [Q1; Q3]	1,5 [1,0; 1,8]	1,6 [1,2; 2,2]	0,705

Следует отметить, что больные группы 1 чаще получали терапию статинами к моменту госпитализации (93,5 % против 66,2 %, $p < 0,001$).

При анализе тяжести поражения коронарного русла использованы критерии известной шкалы SYNTAX Score, а также рассчитаны показатели ИДП «Таблица 4».

Таблица 4 – Исходная ангиографическая характеристика пациентов

Характеристики	Группа 1 (n = 77)	Группа 2 (n = 77)	p
Чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, n (%)	22 (28,6)	20 (26,0)	0,718
Высокий SYNTAX Score (> 32), n (%)	40 (51,9)	45 (58,4)	0,418
ИДП, М ± SD	4,6 ± 0,8	4,8 ± 0,7	0,084

Обращает на себя внимание то, что в группе больных, перенесших КШ на работающем сердце, статистически незначимо чаще встречались пациенты с предшествующим чрескожным коронарным вмешательством в анамнезе ($p = 0,718$). Частота тяжелого поражения по SYNTAX Score была сопоставимой ($p = 0,418$) и получены близкие к сопоставимым значения усредненного для целевых коронарных артерий ИДП ($p = 0,084$).

Больным в исследуемой группе КШ выполнялось на работающем сердце, а всем остальным пациентам (контрольная группа) – в условиях ИК, холодовой кардиopleгии и с применением микрохирургической техники. Левая ВГА была использована у всех пациентов для шунтирования бассейна ПНА, правая ВГА – по показаниям (у пациентов моложе 60-ти лет без ожирения и сахарного диабета), лучевые артерии – при отсутствии состоятельных аутовенозных трансплантатов [21].

Во всех случаях применялась тактика полной реваскуляризации по критериям исследования SYNTAX (шунтирование всех пораженных эпикардиальных сосудов диаметром более 1,5 мм), а также полной «анатомической реваскуляризации» (шунтирование минимум 1 сосуда в бассейне каждой из трех магистральных КА, независимо от тяжести поражения артерии, с проведением КЭЭ и КШП при протяженных окклюзиях и кальцинозе, а также формирование анастомозов с артериями диаметром до 0,5мм) [11].

По протоколу исследования был выполнен анализ непосредственных и годовых результатов хирургического лечения пациентов с диффузным поражением КА на работающем и остановленном сердце.

Анализ непосредственных результатов оперативного лечения включил в себя оценку и сопоставление интраоперационных показателей (время ишемии и ИК, количество шунтированных КА, использование СКР дистальных анастомозов), потребности в инотропной поддержке и пролонгированной искусственной вентиляции легких в раннем послеоперационном периоде и их длительности. Кроме того, была проведена оценка и сравнение длительности пребывания

пациентов в отделении реанимации и отделении интенсивной терапии, стационаре. Была проанализирована частота развития ранних послеоперационных осложнений (периоперационный ИМ, нарушение мозгового кровообращения) и уровень летальности [21].

Периоперационный ИМ диагностировался согласно критериям, описанным в клинических рекомендациях Европейского общества кардиологов (European Society of Cardiology – ESC): срок развития ≤ 48 часов после окончания операции, десятикратное увеличение уровня кардио-тропонина от верхнего референтного предела, а также наличие одного из следующих признаков – появление нового патологического зубца Q, ангиографически подтвержденная новая окклюзия шунта или новая окклюзия нативной КА и появление новой зоны нарушения локальной сократимости миокарда при проведении эхокардиографии. Критериями острого нарушения мозгового кровообращения считалось наличие общемозговой или очаговой неврологической симптоматики в сочетании с геморрагическими или ишемическими очагами повреждения вещества головного мозга, подтверждённого данными мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) или магнитно-резонансной томографии [21]. В качестве критерия дыхательной недостаточности изучена встречаемость продленной (более 24 ч) искусственной вентиляции легких на фоне снижения индекса оксигенации (PaO_2/FiO_2) менее 200 мм рт. ст. Острая почечная недостаточность устанавливалась при прогрессирующем повышении уровня креатинина и мочевины, развитии анурии, требующей проведения заместительной почечной терапии.

Через 12 мес. после операции выполнен телефонный опрос исследуемых, результаты получены у 71-го больного группы 1 (92,2 %) и 73-х больных группы 2 (94,8 %). Изучены следующие конечные точки: летальность, ИМ, рецидив стенокардии и повторная реваскуляризация миокарда, а также комбинированная конечная точка, которая включала ряд госпитальных осложнений: развитие ИМ, острого нарушения мозгового кровообращения, выраженной дыхательной недостаточности с продленной инвазивной искусственной вентиляцией легких, а

также острой почечной недостаточности, требовавшей проведения заместительной почечной терапии и летальный исход. При подозрении на рецидив стенокардии пациенты проходили в плановом порядке обследование (холтеровское мониторирование, нагрузочные тесты) в условиях стационара на базе отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России. В случаях, когда подтверждался рецидив стенокардии по данным обследования (холтеровское мониторирование, нагрузочные тесты), проводились инструментальные методы диагностики функционирования шунтов (ультразвуковое исследование маммаро-коронарного шунта, коронарошунтография) [21]. Медиана наблюдения составила 13 [12; 15] мес.

2.2 Этическая экспертиза

Право на проведение обследования юридически закреплялось информированным письменным согласием пациента. Исследование выполнено в рамках диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата медицинских наук в соответствии с принципами Хельсинской декларации по правам человека. Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России (№ 262 заседания Комитета от 30.10.2020 г.). Учитывая ретроспективный дизайн исследования, а также особенности сбора данных медицинской документации (их архива и электронной базы учреждения) и отсутствие необходимости в проведении дополнительных или иных лечебно-диагностических процедур, за исключением уже выполненных, информированное согласие не требуется.

2.3 Анализ основных методов обследования и диагностики

В предоперационном периоде всем пациентам выполнялось обследование по стандартному протоколу с выполнением стандартного комплекса лабораторных

(клинический анализ крови, общий анализ мочи, липидный профиль, коагулограмма и биохимический анализ крови) и инструментальных методов исследования (электрокардиограмма, комплексной эхокардиография, ультразвуковое дуплексное сканирование вен нижних конечностей, а также лучевых артерий, брахиоцефальных артерий, маммарных артерий и рентгенография органов грудной клетки, спирометрия, коронарной ангиографии). При рецидиве стенокардии или перенесенном ИМ после оперативного лечения пациентам выполнялась МСКТ-шунтография и/или коронарошунтография.

Всем пациентам определялся ИДП согласно шкале, разработанной отделом ССХ НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова (Патентное изобретение № 2697986). ИДП рассчитывался отдельно для каждой шунтируемой КА. Расчет ИДП производился при определении трех основных параметров в баллах [21].

1-й параметр – распространенность атеросклеротического процесса в пораженном сегменте КА с присвоением от 0 до 3-х баллов в зависимости от характеристики атеросклеротических изменений в стенке КА «Таблица 5» [21].

Таблица 5 – Распространённость атеросклеротических изменений в стенке коронарной артерий в баллах. Адаптировано из [21]

Количество баллов	Распространенность коронарного атеросклероза
0	Интактная стенка КА
1	Атеросклероз менее 10 % сегмента пораженной КА
2	Атеросклеротический процесс на протяжении более 10 %, но менее 50 % сегмента шунтируемой КА
3	Атеросклеротические бляшки на протяжении более 50 % шунтируемой КА или явления кальциноза в дистальном отделе КА

2-й параметр – диаметр шунтируемой артерии дистальнее гемодинамически значимого поражения, в зоне планируемого анастомоза и в зависимости от размера сосуда также присваивается от 0 до 3-х баллов «Таблица 6» [21].

Таблица 6 – Количество баллов в зависимости от калибра шунтируемой коронарной артерии. Адаптировано из [21]

Количество баллов	Диаметр просвета коронарной артерии
0	> 2 мм
1	1,5 -2 мм
2	1 – 1,5 мм
3	< 1 мм или тотальная окклюзия

3-й параметр – оценка значимости в кровоснабжении миокарда «Таблица 7». Оценка объема кровоснабжаемого миокарда основана на принципе сбалансированного (равного) распространения ветвей, доминирования какого-либо сосуда (кровоснабжение большей зоны с захватом области соседней артерии) либо редукции сосудистого русла (в зоне кровоснабжения изучаемого сосуда распространяется соседняя ветвь). Суммарное значение всех оцениваемых характеристик в баллах (распространенность коронароатеросклероза, калибр и значимость в кровоснабжении шунтируемой КА) является значением ИДП [21].

Таблица 7 – Количество баллов в зависимости от объема кровоснабжаемого миокарда. Адаптировано из [21]

Количество баллов	Значимость коронарной артерии в кровоснабжении миокарда
0	Большая значимость (доминантный сосуд)
1	Средняя значимость (сбалансированное кровоснабжение)
2	Неизвестная значимость (коллатеральный кровоток)
3	Малая значимость (редуцированный сосуд или зона кардиосклероза)

На основании применяемого в отделе сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России диагностического подхода определялся предполагаемый объем и необходимость применения различных хирургических методик реваскуляризации миокарда.

2.4 Протокол операции в контрольной и исследуемой группах

Все операции проводились на базе отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России. У всех пациентов выполнено шунтирование всех диффузно пораженных эпикардиальных сосудов диаметром более 1,5 мм, а также минимум 1 сосуда в бассейне каждой из трех магистральных коронарных ветвей, при этом независимо от тяжести поражения артерии, с проведением КЭЭ или КШП при протяженных окклюзии, и выполнением дистальных анастомозов с артериями диаметром до 0,5 мм [11].

Во всех случаях доступ к сердцу осуществлялся через продольную срединную стернотомию. Выделение ВГА осуществлялось с использованием ретракторов Фавалоро. Левую ВГА выделяли с электрокоагуляцией и лигатурными

клипсами на лоскуте с окружающими тканями, сопутствующими венами и внутренней грудной фасцией. Протяженность выделения зависела как от анатомических особенностей самой ВГА, так и от локализации анастомоза с ПНА. Левую ВГА выделяли от уровня подключичной вены до бифуркации артерии на эпигастральную и реберно-диафрагмальную ветви. После выделения ВГА, сосудистый лоскут инъецировали 1 % раствором папаверина гидрохлорида с целью профилактики вазоспазма. Левая ВГА была использована у всех пациентов для шунтирования бассейна ПНА. Правую ВГА использовали по показаниям: у пациентов моложе 60-ти лет без ожирения и сахарного диабета. В случаях применения правой ВГА в качестве кондуита, обе маммарные артерии выделялись с сопутствующими венами и минимизацией окружающих тканей [21].

В подавляющем большинстве случаев, в качестве аутовенозных трансплантатов были использованы большие подкожные вены. Преимущественно использовали большие подкожные вены голени и нижней трети бедра. При несостоятельности большой подкожной вены в качестве кондуита (тромбоз, флебит, варикозная деформация, кроссэктомия в анамнезе и т.д.) применяли малые подкожные вены. После выделения аутовенозный конduit промывался гепаринизированным изотоническим раствором хлорида натрия комнатной температуры и хранился, в увлажненных тем же раствором салфетках, до момента формирования дистальных анастомозов [21].

Лучевые артерии были задействованы при отсутствии состоятельных аутовенозных трансплантатов. Забор лучевой артерии осуществлялся с недоминантной руки с комитантными венами. В предоперационном периоде для оценки кровотока по лучевым и локтевым артериям и глубокой артериальной дуги ладони проводили пробу Алена и ультразвуковую доплерографию артерий предплечья. Выделение лучевой артерии выполняли с использованием лигатурных клипс и электрокоагуляции. После отсечения аутотрансплантат промывали 1-м % раствором папаверина гидрохлорида для профилактики сосудистого спазма [21].

При наличии у пациента выраженного атероматоза восходящей части аорты и при формировании более 4-х дистальных анастомозов, принималось решение о выполнении методик секвенциального и композитного шунтирования. Использование этих методик осуществляли при шунтировании нескольких ветвей одного бассейна [21].

У всех пациентов для выполнения дистальных анастомозов как на работающем, так и на остановленном сердце использовался операционный микроскоп с возможностью оптического увеличения до 48-и крат (модель «Ormi Vario S88», «CarlZeiss», Германия) «Рисунок 1» [21].



Рисунок 1 – Операционный микроскоп Ormi Vario S88. Адаптировано из [21]

Выполнение микрохирургического шва дистальных анастомозов, в обеих группах, осуществлялось по принципам коронарной микрохирургии, принятых в нашем отделе [21]:

- дистальные анастомозы формировались непрерывным обвивным швом с применением специализированной нитью «Prolene» 8/0 длиной 10 см с атравматическими колющими иглами 6,5 мм [21],
- применялась реваскуляризация всех коронарных бассейнов, включая артерии <1,5 мм диаметром с формированием коронарных анастомозов в условиях оптического увеличения операционного микроскопа в диапазоне 6 – 12 крат [21],
- были использованы специализированные микрохирургических инструменты фирмы (микрохирургический набор Р.С. Акчурина «КМИЗ»). Отличительной особенностью данных инструментов является длина более 200 мм, округлые рукоятки, увеличивающие точность манипуляций в грудной полости в условиях высокого оптического увеличения «Рисунок 2» [21].

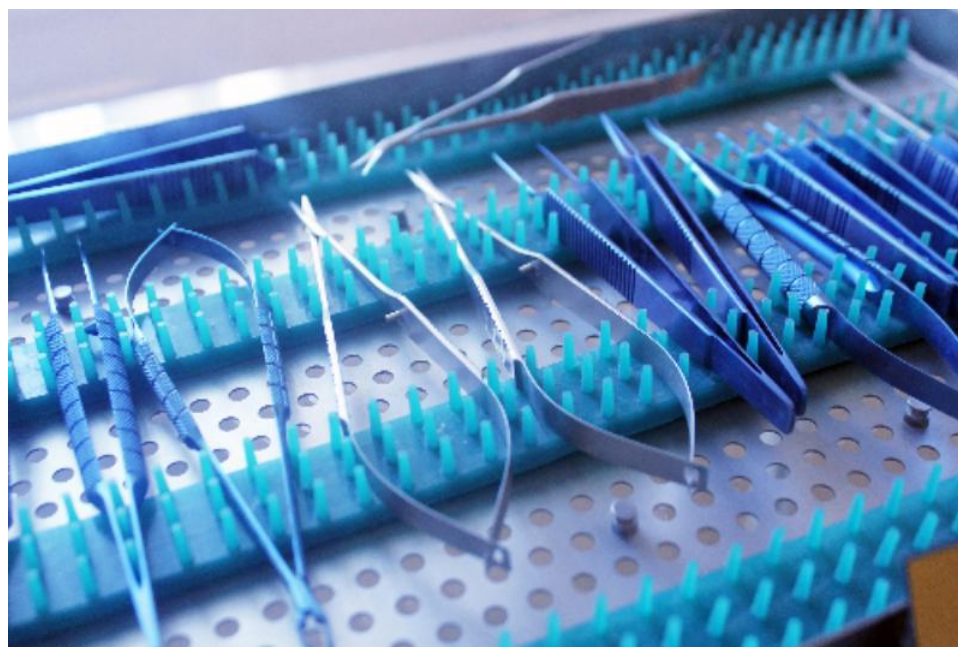


Рисунок 2 – Набор микрохирургических инструментов казанского медико-инструментального завода (набор Р.С. Акчурина). Адаптировано из [21]

Постоянный двойной оптический контроль, который достигался при использовании операционного микроскопа, обеспечивал исключение технических ошибок. В участках анастомозов со сложной анатомией (дистальный отдел КА, расслаивающие кальцинированные бляшки) применяли оптическое увеличение до 20 и более крат, которое позволяло избежать стенозов и нарушений герметичности при формировании дистальных анастомозов. Проксимальные анастомозы формировались при боковом отжати аорты непрерывным швом нитью «Prolene» 6/0 после выполнения дистальных анастомозов [21].

Операции у пациентов на остановленном сердце.

В контрольной группе пациентов КШ проводили с применением ИК в гипотермическом режиме – 32 С⁰ и фармакохолодовой антеградной кардиopleгией раствором «Кустодиол». В том числе применяли наружное охлаждение сердца. Подключение к аппарату ИК проводили по схеме правое предсердие – аорта. Аортальная канюля устанавливалась в восходящем отделе аорты. Через правые отделы сердца устанавливались канюли в верхнюю и нижнюю полую вены для забора венозной крови. После выхода на расчетное время ИК и достижения фармакохолодовой протекции миокарда кардиopleгическим раствором, приступали к выбору места формирования дистальных анастомозов на основании ангиографических данных и интраоперационной ревизии коронарных артерий. Выполняли дистальные анастомозы по вышеописанной методике. С последующим боковым отжатием восходящей аорты и выполнением проксимальных анастомозов. К моменту снятия зажима завершался этап экстракорпорального согревания больного. После достижения стабилизации гемодинамики переходили к остановке ИК и деканюляции. Выполняли гемостаз. Рану ушивали послойно с оставлением дренажей в полости перикарда, переднем средостении и, при необходимости, в плевральных полостях. При остеосинтезе использовали проволоочные швы с индексами (5) - (7) в зависимости от массы пациента и его анатомических особенностей [9].

Операции у пациентов на работающем сердце.

В исследуемой группе пациентов доступ осуществлялся по классической методике-срединной стернотомии с последующим выделением ВГА. Далее перикардиотомия и системная гепаринизация. Для наложения дистального анастомоза производили позиционирование миокарда с использованием системы стабилизации «Космея» и установкой интракоронарных шунтов. Далее с использованием операционного микроскопа и микрохирургической техники, нитью «Prolene» 8/0 выполняли дистальный анастомоз. Боковое отжатие аорты и последующее наложение проксимальных анастомозов выполняли по вышеописанной методике. Последующие этапы операции выполнялись согласно классического протоколу [11].

2.5 Анестезиологическое обеспечение

Во всех случаях применялся тактика многокомпонентной, комбинированной анестезии. В ночь перед оперативным вмешательством всем пациентам назначались малые дозы анксиолитиков. С целью премедикации всем пациентам вводились опиоидные анальгетики (промедол) и транквилизаторы (реланиум) за 30 мин перед оперативным вмешательством. Все операции выполнялись под комбинированным интубационным наркозом. Искусственную вентиляцию легких проводили на аппарате «Fabius» («Dräger», Германия) в режиме IPPV кислородно-воздушной смесью под контролем газового, электролитного состава крови, ее кислотно-основного баланса, гемоглобина и гематокрита [21].

В случае использования у пациента лучевой артерии, в качестве аутоотраспланта, артериальные и венозные катетеры устанавливались на противоположной руке. Установка центрального венозного катетера (внутренняя яремная вена, подключичная вена) выполнялась после проведения вводного наркоза и перевода пациента на искусственную вентиляцию легких. Во время всей операции осуществлялся мониторинг электрокардиограммы в стандартных и 5-м

грудном отведениях, мониторинг центрального венозного давления и прямого измерения артериального давления на приборе «Intellivue» («Philips») [21].

Индукция осуществлялась введением седуксена, фентанила, недеполяризующего релаксанта (ардуан). Основной наркоз поддерживался внутривенным введением фентанила в дозировке 0,02 - 0,04 - 0,06 мкг/кг/мин, а также введением ингаляционных анестетиков (фторотана или изофлюрана). Непосредственно перед канюляцией аорты и полых вен вводили гепарин натрия из расчета 3 мг/кг (300 ЕД/кг), инаktivация которого осуществлялась внутривенным введением препарата протамин-сульфат после прекращения ИК [21].

2.6 Периоперационное ведение пациентов

Введение антибиотика широкого спектра действия (цефалоспорины 3-го поколения) за 4 часа и за 1 час до кожного разреза создавало антибактериальный фон во время периоперационного периода. В случаях, когда пациент находился на гепаринотерапии, последнюю инъекцию гепарина проводили за 4 часа до операции в половинной дозе с последующим контролем активированного частичного тромбопластинового времени [21].

В рамках стандартного протокола послеоперационного ведения, все пациенты после операции получали антибактериальную и противогрибковую терапию в течении как минимум 5-ти дней. Во всех случаях проводилась профилактика развития стрессовых язв препаратами группы ингибиторов протонной помпы (фамотидин, омепразол). Также обязательным считалось назначение статинов (аторвастатин) и β -адреноблокаторов (бисопролол) в послеоперационном периоде [21].

Антитромботическая терапия в послеоперационном периоде включала в себя антиагрегантную и антикоагулянтную терапию и несколько различалась в зависимости от тяжести атеросклеротического поражения и вида коронарной реконструкции. Все пациенты получали ацетилсалициловую кислоту в постоянной

дозировке 100 мг и низкомолекулярный гепарин (эноксапарин) в профилактической дозе в течение недели после операции. В тех случаях, когда проводилась КЭЭ, пациенты получали терапию гепарином в лечебной дозе с переходом на варфарин с длительностью терапии не менее 3-х мес. (целевой уровень МНО 2,0 – 3,0) [21].

2.7 Методы статистической обработки данных

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы IBM SPSS Statistics 26, StatTech v. 3.1.8 («Статтех», Россия).

С целью минимизации систематических ошибок и обеспечения максимальной сопоставимости групп пациентов было выполнено их компьютерное уравнивание методом псевдорандомизации (propensity score matching – PSM). PSM – метод отбора подобного по склонности (вероятности), когда контрольная группа сопоставляется с изучаемой на основе наблюдаемых характеристик с помощью «показателя склонности»: чем ближе показатели склонности, тем лучше соответствие. Данный метод позволил сформировать контрольную группу с учетом показателей уравнения регрессии, рассчитанного для изучаемой группы с использованием попарного отбора по подобию (nearest neighbor matching) [21].

Алгоритм PSM включал в себя следующие этапы [21].

1. Отбор переменных, кодирующих конфаундеры
2. Расчет значений индексов соответствия (propensity score – PS) для каждого наблюдения.
3. Подбор пар 1:1 с помощью поиска «ближайшего соседа» (nearest neighbor matching), соответствующего заданному отрезку PS.
4. Оценка эффективности устранения дисбаланса переменных.
5. Повторное проведение анализа в случае сохранения дисбаланса с изменением параметров подбора пар.

В модель оценки PS были включены 13 исходных параметров (ковариаты), закодированных в конфаундеры, которые потенциально могли повлиять на выбор метода лечения и исход лечения. По указанным в материалах исследования ковариатам проведена псевдорандомизация между исследуемой и контрольной группами. Для каждого наблюдения в основной группе подбиралась ближайшая пара из группы сравнения, которая имела наиболее близкое значение PS. Значение отрезка PS, составляющее 0,1 от стандартного отклонения логита PS, было достаточным для обеспечения необходимого сходства наблюдений в парах по имеющемуся набору конфаундеров [21].

База данных составлялась в программе Microsoft Office Excel 2010. Перед началом анализа количественных данных, проводилась их проверка на нормальность распределения (асимметрия, критерий Колмогорова-Смирнова). При распределении, близком к нормальному, переменные представлены в виде среднего арифметического M и стандартного отклонения SD , а при существенном отклонении от нормального распределения использовали медиану Me и интерквартильный размах $[Q1; Q3]$. Для клинически значимых эффектов рассчитывали относительный риск с его 95 % доверительным интервалом (ДИ). При сравнении двух независимых групп использовали непараметрический критерий Манна–Уитни, для сравнения долей – критерий χ^2 или точный критерий Фишера [11]. Для изучения корреляционных связей применяли ранговый метод Спирмена.

С целью оценки времени до наступления любого из регистрируемых исходов использовали метод Каплана–Майера. Если связь с пациентом была на какой-то момент в ходе наблюдения утрачена, такие наблюдения считали цензурированными, и использовали при построении кривых Каплана–Майера с учетом момента последнего контакта. Кривые сравнивали с помощью теста Log-Rank. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$ [21].

Построение прогностической модели вероятности определенного исхода выполнялось при помощи метода логистической регрессии. Мерой

определенности, указывающей на ту часть дисперсии, которая может быть объяснена с помощью логистической регрессии, служил коэффициент R^2 Найджелкерка. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода, применялся метод анализа ROC-кривых. Разделяющее значение количественного признака в точке cut-off определялось по наивысшему значению индекса Юдена.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1 Интраоперационные параметры больных

В рамках решения поставленной задачи сравнительного анализа использования СКР при КШ на работающем сердце и остановленном сердце нами выполнен анализ интраоперационных результатов хирургического лечения. В первую очередь следует отметить, что количество дистальных анастомозов было выше в группе 2 – КШ в условиях ИК. Полученные различия были связаны с особенностями отбора больных для операции без ИК, среди которых принципиальным аспектом являлась коронарная анатомия: в случае расположения целевой КА на задней стенке левого желудочка предпочтение могло отдавать операции в условиях ИК. Вместе с тем среднее количество дистальных анастомозов было сопоставимым ($3,4 \pm 0,9$ против $4,3 \pm 0,6$, $p = 0,152$). Количество используемых аутоартериальных и аутовенозных трансплантатов было схожим ($1,2 \pm 0,3$ против $1,4 \pm 0,5$ и $2,2 \pm 0,7$ против $2,9 \pm 0,9$, соответственно). Результаты анализа интраоперационных данных представлены в «Таблице 8».

Таблица 8 – Интраоперационные параметры

Характеристики	Группа 1 (n = 77)	Группа 2 (n = 77)	p
Всего дистальных анастомозов, n	262	331	–
Индекс реваскуляризации, M $\pm$ SD	$3,4 \pm 0,9$	$4,3 \pm 0,6$	0,152
Использование аутоартериальных шунтов, M $\pm$ SD	$1,2 \pm 0,3$	$1,4 \pm 0,5$	0,793
Использование аутовенозных шунтов, M $\pm$ SD	$2,2 \pm 0,7$	$2,9 \pm 0,9$	0,116
Использование СКР, n (%)	120 (45,8)	157 (47,4)	0,693

Продолжение таблицы 8

Характеристики	Группа 1 (n = 77)	Группа 2 (n = 77)	p
Время ишемии миокарда, М ± SD (мин)	–	51,7 ± 11,5	–
Длительность ИК, М ± SD (мин)	–	78,8 ± 13,1	–

СКР у больных, перенесших операцию, на работающем сердце включали в себя проведение КЭЭ с последующей КШП или изолированную КШП. КЭЭ проводилась только в случае выраженного кальциноза дистального участка и невозможности формирования анастомоза другим способом. Большинство СКР (n = 67, 55,8 %) приходилось на анастомоз левой ВГА – ПНА, в 9-ти случаях из 67-ми выполнена КЭЭ с последующей КШП с использованием пролонгированного анастомоза левой ВГА – ПНА. Небольшая часть СКР выполнена в бассейне огибающей артерии (n = 24, 20,0 %). Остальные – в бассейне правой КА (n = 29, 24,2 %), в 3-х случаях выполнена КЭЭ.

3.2 Госпитальные результаты

Выполнен анализ госпитальных результатов, полученные данные представлены в «Таблице 9».

Таблица 9 – Госпитальные результаты

Характеристики	Группа 1 (n = 77)	Группа 2 (n = 77)	p
Госпитальная летальность, n (%)	1 (1,3)	1 (1,3)	1,000
Острый ИМ, n (%)	2 (2,6)	1 (1,3)	0,623

Продолжение таблицы 9

Характеристики	Группа 1 (n = 77)	Группа 2 (n = 77)	p
Повторная реваскуляризация, n (%)	2 (2,6)	0 (0)	0,248
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	0 (0)	1 (1,3)	0,499
Дыхательная недостаточность (продленная искусственная вентиляция легких), n (%)	5 (6,5)	4 (5,2)	0,742
Острая почечная недостаточность, n (%)	0 (0)	3 (3,9)	0,123
Рестернотомия, n (%)	2 (2,6)	2 (2,6)	1,000
Нарушение ритма сердца, n (%)	7 (7,8)	15 (14,3)	0,107
Послеоперационный койко-день, M $\pm$ SD	8,9 $\pm$ 2,1	9,9 $\pm$ 2,2	0,743

Статистически значимых различий по госпитальной летальности и частоте периоперационного ИМ между группами не отмечено ($p = 1,000$ и $p = 0,623$ соответственно). Среди двух групп зарегистрирован всего 1 случай развития острого нарушения мозгового кровообращения – пациент из группы 2. Также в этой группе зарегистрировано 3 случая (3,9 %) развития ОПН, потребовавшей проведения заместительной почечной терапии, в то время как в группе 1 случаев ОПН не зарегистрировано. Однако различия между группами по частоте развития данных осложнений не достигли статистической значимости ($p = 0,499$ и $p = 0,123$ соответственно). Вероятность развития выраженной дыхательной недостаточности, потребовавшей продленную (более 24 ч) искусственную вентиляцию легких и кровотечения с последующей рестернотомией, были сопоставимы ($p = 0,742$ и $p = 1,000$ соответственно). Хирургическое лечение с использованием ИК сопровождалось незначительным увеличением вероятности развития нарушений ритма сердца в послеоперационном периоде

(преимущественно фибрилляция предсердий) в сравнении с операцией на работающем сердце (14,3 % против 7,3 %, $p = 0,199$) и связанного с этим статистически незначимым увеличением послеоперационного койко-дня ($9,9 \pm 2,2$ против $8,9 \pm 2,1$ койко-дней, $p = 0,149$).

Таким образом, обращает на себя внимание тот факт, что в группе больных, перенесших операцию на работающем сердце, получены схожие результаты по частоте развития изучаемых осложнений, развившихся в течение госпитального периода.

3.3 Факторы риска неблагоприятных результатов

Однофакторный анализ факторов риска неблагоприятного течения госпитального периода.

Неблагоприятное течение госпитального периода расценивалось как развитие одного из следующих событий: летальность на госпитальном этапе, развитие ИМ, острого нарушения мозгового кровообращения, выраженной дыхательной недостаточности с продленной инвазивной искусственной вентиляцией легких и острой почечной недостаточности, требовавшей проведения заместительной почечной терапии. Все события были объединены в комбинированную конечную точку, их суммарная частота составила 9,7 % ($n = 15$). Сравнительный анализ результатов в двух группах показал отсутствие существенных различий, в группе 1 встречаемость комбинированной точки составила 6,5 %, в группе 2 – 13,0 % (отношение шансов (ОШ) = 2,1, 95% ДИ 0,7 – 6,6, $p = 0,277$) «Рисунок 3».

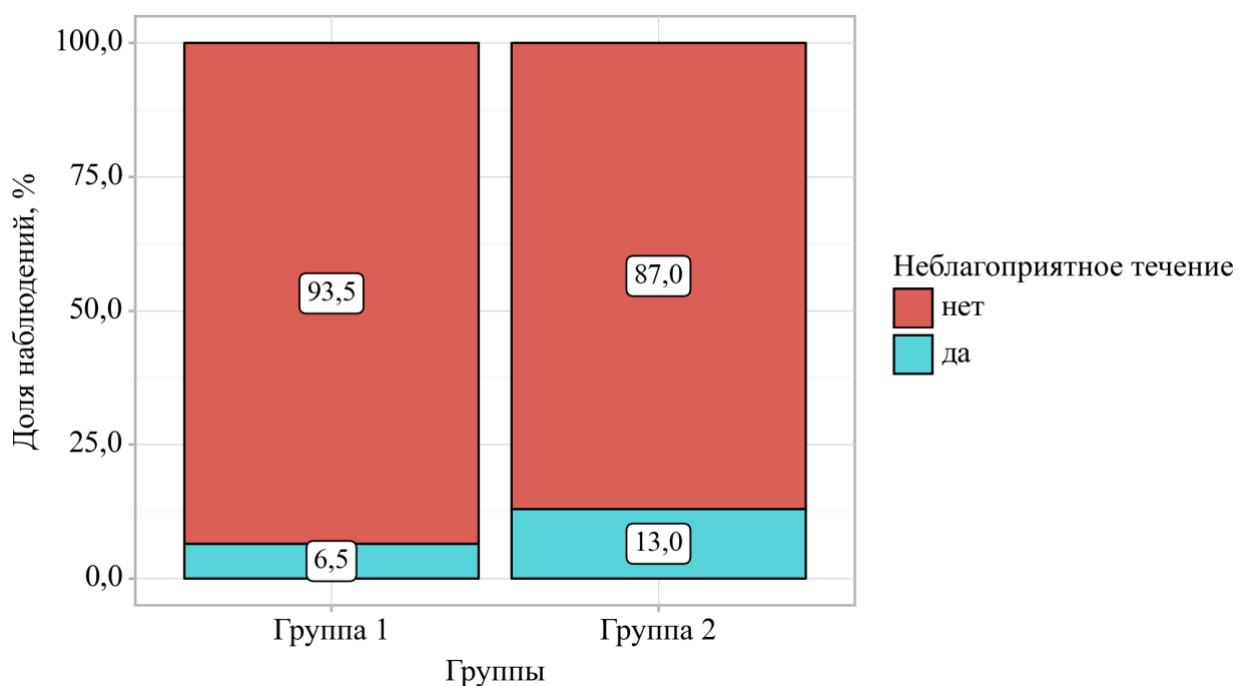


Рисунок 3 – Частота осложненного течения госпитального периода

Изучено влияние всех исходных качественных и количественных клинико-демографических и ангиографических характеристик на исход в обеих группах, результаты представлены в «Таблице 10».

Таблица 10 – Однофакторный анализ исходных характеристик

Фактор риска	ОШ; 95 % ДИ	p
Качественные параметры:		
Мужской пол	0,35; 0,11 – 1,06	0,053
Постинфарктный кардиосклероз	4,52; 1,00 – 20,80	0,049
Артериальная гипертензия	5,02; 0,29 – 87,29	0,126
Сахарный диабет	1,82; 0,58 – 5,72	0,302
Хроническая обструктивная болезнь легких	1,63; 0,33 – 8,09	0,547
Курение в анамнезе	0,48; 0,16 – 1,47	0,277

Продолжение таблицы 10

Фактор риска	ОШ; 95 % ДИ	p
Качественные параметры:		
Мультифокальный атеросклероз	4,14; 1,38 – 12,41	0,007
Нарушение мозгового кровообращения в анамнезе	1,92; 0,49 – 7,55	0,342
Хроническая сердечная недостаточность	1,09; 0,23 – 5,21	0,912
Чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе	1,22; 0,36 – 4,08	0,751
Высокий SYNTAX Score (> 32)	1,9; 0,54 – 9,62	0,280
Количественные параметры:		
Возраст (лет)	1,03; 0,96 – 1,10	0,452
Индекс массы тела (кг/м ²)	1,09; 0,96 – 1,24	0,180
Фракция выброса левого желудочка (%)	0,99; 0,91 – 1,07	0,730
Скорость клубочковой фильтрации (мл/мин)	0,99; 0,96 – 1,03	0,638
ИДП (единиц)	1,58; 0,66 – 2,29	0,267

Проведенный анализ факторов риска показал статистически значимые различия и близкие к нему для ряда исходных параметров. Увеличение вероятности госпитальных осложнений отмечалось у больных с мультифокальным атеросклерозом в 4 раза (ОШ = 4,14; 95 % ДИ 1,38 – 12,41, p = 0,007) «Рисунок 4».

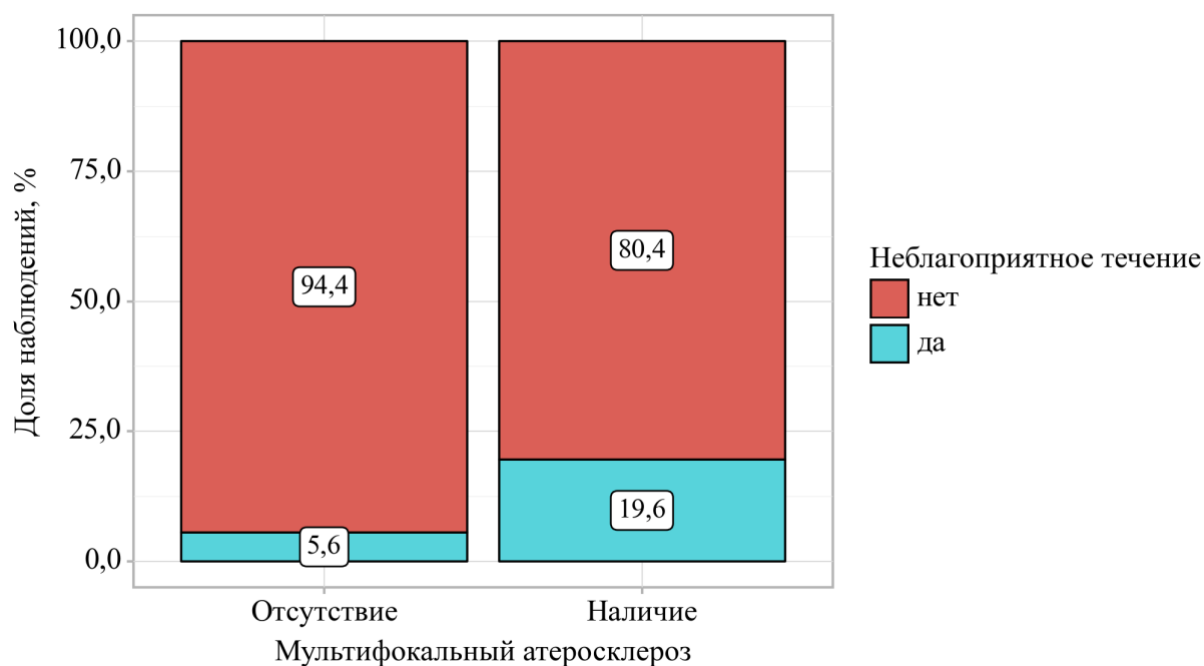


Рисунок 4 – Неблагоприятное течение госпитального периода в зависимости от мультифокального атеросклероза

Достоверные различия установлены также при оценке роли постинфарктного кардиосклероза в развитии госпитальных осложнений. Наличие постинфарктного кардиосклероза у больных с диффузным поражением сопровождалось увеличением вероятности неблагоприятного течения в 4,5 раз (ОШ = 4,52; 95 % ДИ 1,00 – 20,80, $p = 0,049$) «Рисунок 5».

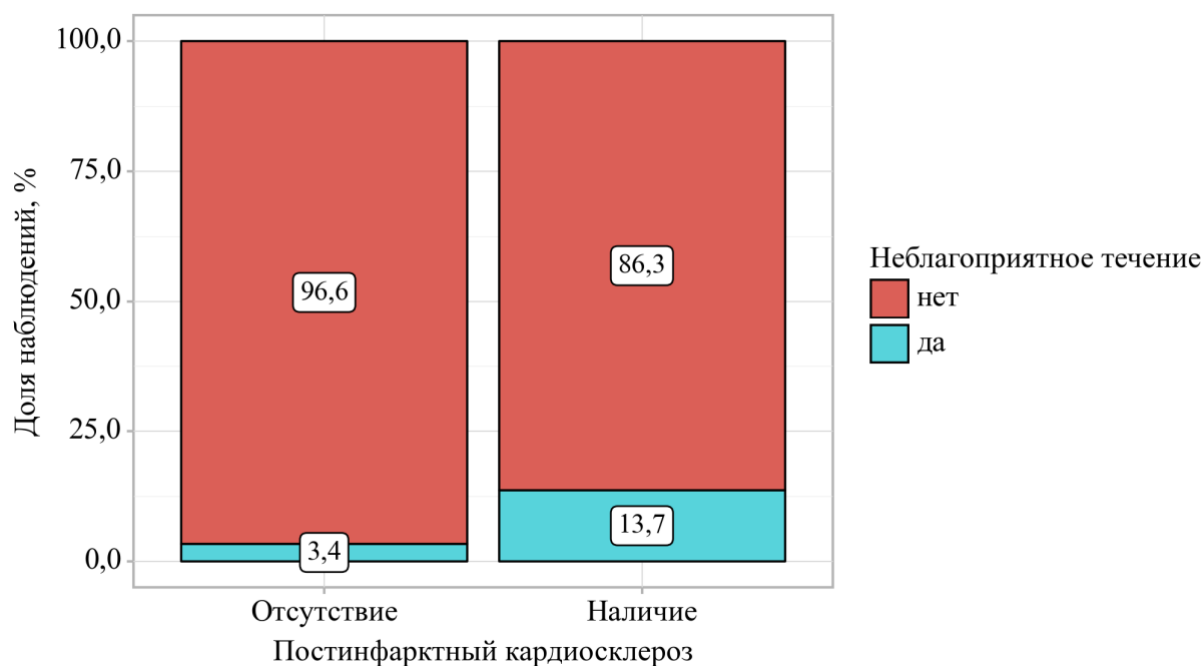


Рисунок 5 – Неблагоприятное течение госпитального периода в зависимости от постинфарктного кардиосклероза

Среди исходных клинико-демографических показателей другие параметры не показали статистически значимых различий. Среди них наиболее выраженную взаимосвязь с худшими госпитальными результатами продемонстрировал женский пол (ОШ = 2,90; 95 % ДИ 0,95 – 8,59, $p = 0,053$) «Рисунок 6».

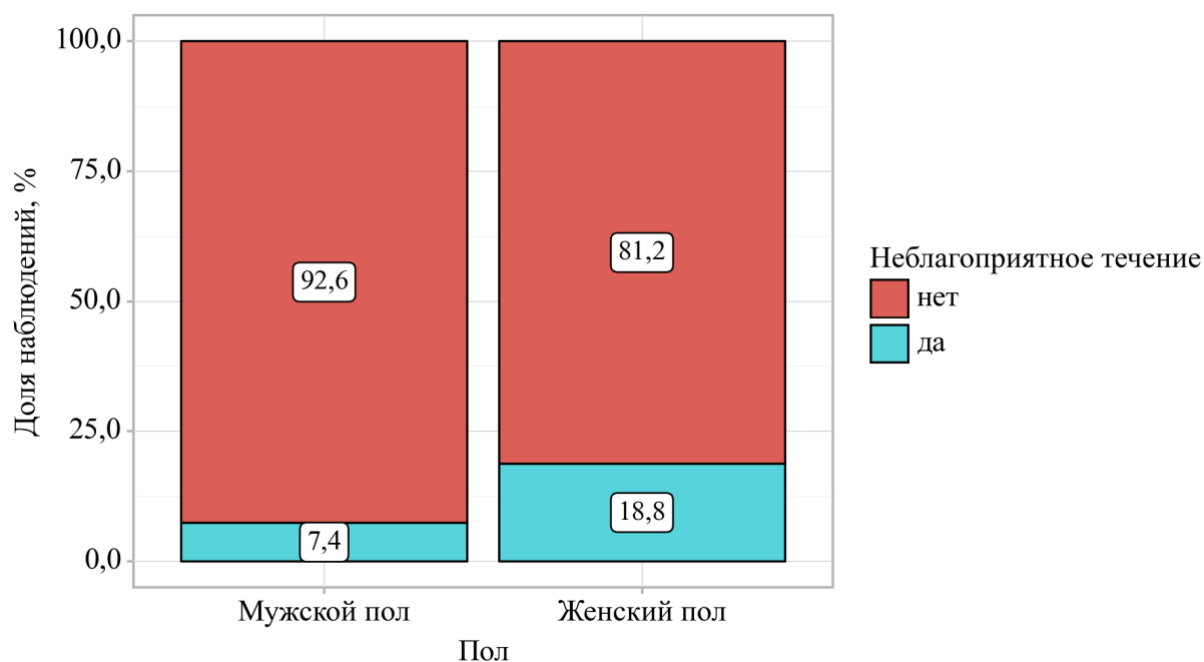


Рисунок 6 – Неблагоприятное течение госпитального периода в зависимости от пола

Таким образом, увеличение вероятности неблагоприятного течения госпитального периода после КШ при диффузном поражении КА отмечалось у больных с постинфарктным кардиосклерозом, мультифокальным атеросклерозом и у женщин.

Многофакторный анализ факторов риска неблагоприятного течения госпитального периода.

На основании полученных результатов однофакторного анализа следующим шагом выполнен многофакторный анализ с целью определения «портрета» больного высокого риска. Для этого проведена оценка влияния наиболее значимых факторов риска неблагоприятного течения госпитального периода с коррекцией на межфакторное взаимодействие, выраженное в скорректированном показателе. Таким образом, получены относительно (других факторов) независимые факторы риска «Таблица 11».

Таблица 11 – Результат многофакторного анализа факторов риска неблагоприятного течения госпитального периода

Предикторы	Нескорректированное		Скорректированное	
	ОШ; 95 % ДИ	p	ОШ; 95 % ДИ	p
Постинфарктный кардиосклероз	4,52; 1,00 – 20,80	0,049	3,76; 0,78 – 18,07	0,099
Мультифокальный атеросклероз	4,14; 1,38 – 12,42	0,011	3,44; 1,10 – 10,78	0,034
Женский пол	2,90; 0,95 – 8,86	0,062	3,13; 0,96 – 10,20	0,058

Наличие мультифокального атеросклероза оказалось наиболее существенным и единственным независимым фактором, ассоциированным с неблагоприятным течением госпитального периода в обеих группах (ОШ = 3,4, 95 % ДИ 1,1 – 10,8, $p = 0,034$). Другие факторы риска продемонстрировали независимую негативную роль с тенденцией к увеличению вероятности развития осложнений в течение госпитального периода «Рисунок 7».

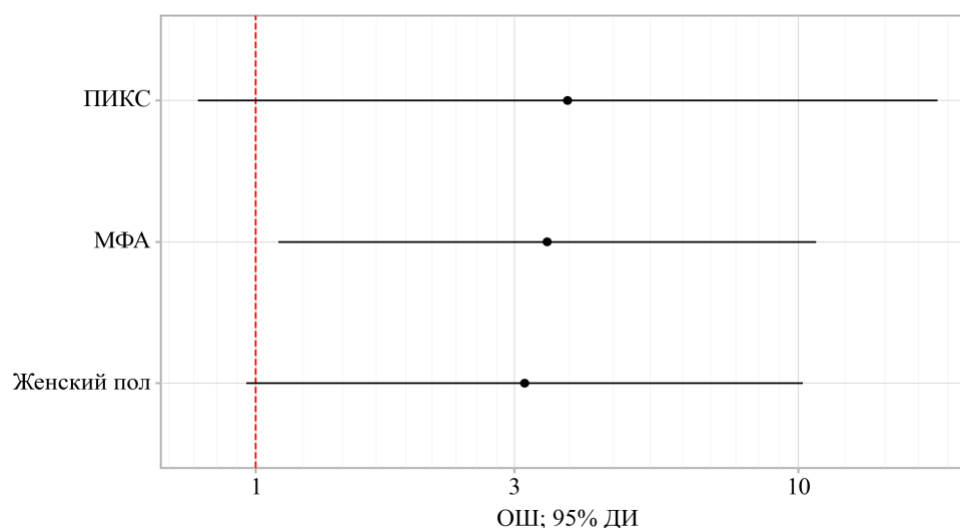


Рисунок 7 – Оценка отношения шансов с 95 % ДИ для изучаемых факторов риска неблагоприятного течения госпитального периода. ПИКС – постинфарктный кардиосклероз, МФА – мультифокальный атеросклероз

Госпитальные результаты КШ на работающем сердце у больных высокого риска.

На основании многофакторного анализа с целью выделения группы больных высокого риска и определения преимуществ операции на работающем сердце в этой группе больных нами была разработана прогностическая шкала с учетом взвешенного вклада каждого из факторов риска «Таблица 12». Баллы распределены эмпирически с учетом наиболее выраженного негативного эффекта для мультифокального атеросклероза.

Таблица 12 – Факторы риска, включенные в прогностическую шкалу

Мультифокальный атеросклероз	Постинфарктный кардиосклероз	Женский пол
2 балла	1 балл	1 балл

При оценке зависимости вероятности неблагоприятного течения от значения прогностической шкалы с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая «Рисунок 8».

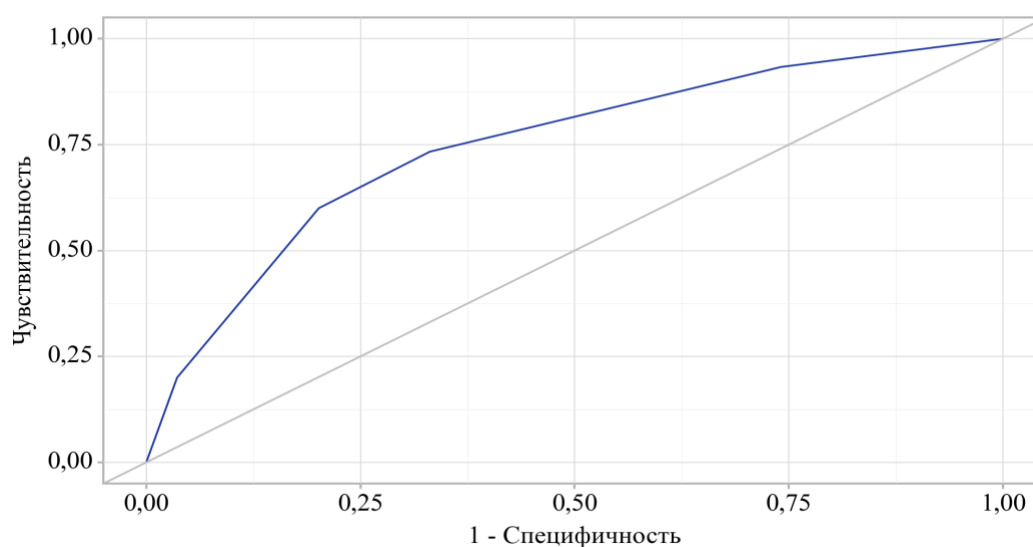


Рисунок 8 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности осложненного течения от значения прогностической шкалы

Площадь под ROC-кривой составила $0,748 \pm 0,075$ с 95 % ДИ: 0,600 – 0,896. Полученная прогностическая шкала была статистически значимой ($p < 0,001$). Пороговое значение прогностической шкалы в отрезной точке, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило 2 балла. Неблагоприятное течение госпитального периода прогнозировалось при значении шкалы выше данной величины или равном ей. Чувствительность и специфичность модели составили 73,3 % и 66,9 % соответственно

В рамках дальнейшего анализа с целью определения когорты больных, имеющих преимущества при операции КШ на работающем сердце мы разделили всех больных с диффузным поражением КА на 2 группы с учетом баллов по разработанной прогностической шкале: больные низкого риска (0 – 1 балл, $n = 97$), больные высокого риска (2 – 4 балла, $n = 57$) [11]. Частота осложненного течения госпитального периода была несколько выше в группе высокого риска (19,3 % против 4,1 %; ОШ = 3,1, 95 % ДИ 1,7 – 18,4, $p = 0,004$).

Субанализ результатов в группе высокого риска показал, что большая часть этих больных была оперирована на работающем сердце (59,6 %, $n = 34$). КШ на работающем сердце у больных высокого риска сопровождалась трехкратным снижением вероятности развития осложнений в течение госпитального периода (ОШ = 3,28, 95 % ДИ 0,83 – 12,92, $p = 0,098$) «Рисунок 9».

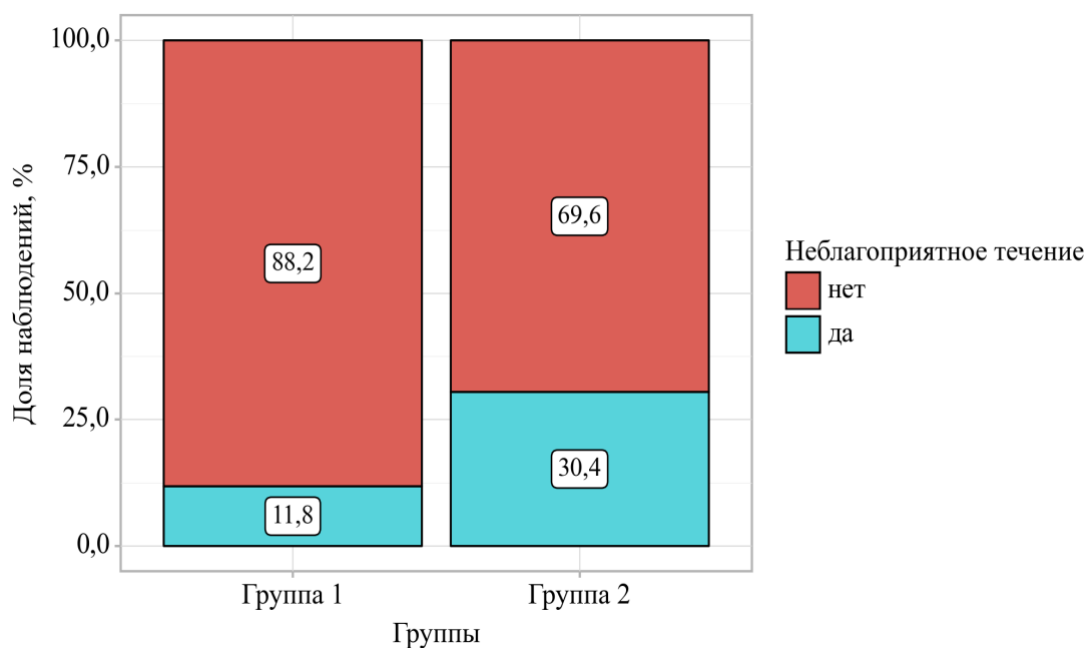


Рисунок 9 – Госпитальные результаты в двух группах у больных высокого риска неблагоприятного течения госпитального периода

3.4 Годичные результаты

Анализ клинических результатов выполнен в обеих группах, результаты получены у 71-го больного группы 1 (92,2 %) и 73-х больных группы 2 (94,8 %). Медиана наблюдения составила 13 (12; 15) мес. Результаты анализа представлены в «Таблице 13».

Таблица 13 – Годичные результаты

Характеристики	Группа 1 (n = 71)	Группа 2 (n = 73)	p
Летальность, n (%)	0 (0)	1 (1,4)	1,000
ИМ, n (%)	1 (1,4)	0 (0)	1,000
Рецидив стенокардии, n (%)	5 (7,0)	4 (5,5)	0,772

Продолжение таблицы 13

Характеристики	Группа 1 (n = 71)	Группа 2 (n = 73)	p
Повторная реваскуляризация миокарда, n (%)	4 (5,6)	3 (4,1)	0,713

При сравнении двух групп существенных различий по изучаемым конечным точкам не выявлено. Частота рецидива стенокардии составила 7,0 % в группе хирургического лечения на работающем сердце и 5,5 % в группе операции в условиях ИК. Выполнен сравнительный анализ с помощью анализа Каплана-Мейера, различий не получено ($p = 0,719$). Результат представлен на «Рисунке 10».

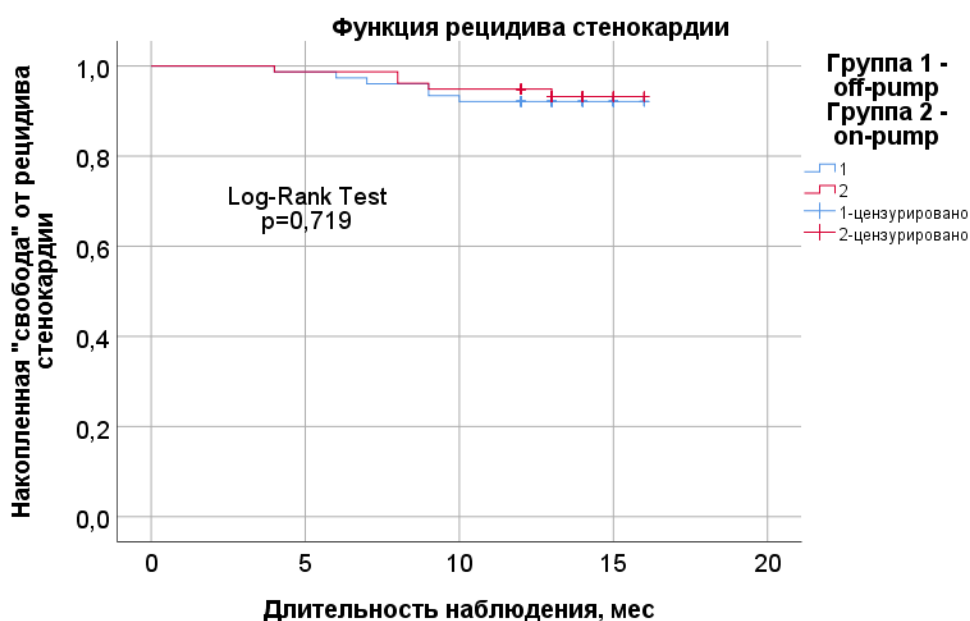


Рисунок 10 – График Каплана-Мейера по «свободе» от рецидива стенокардии

В течение года после операции зарегистрирован 1 летальный исход – пациент из группы 2, умерший по причине прогрессирования онкологического заболевания. Анализ актуарных данных демонстрирует схожую выживаемость в двух группах «Рисунок 11».

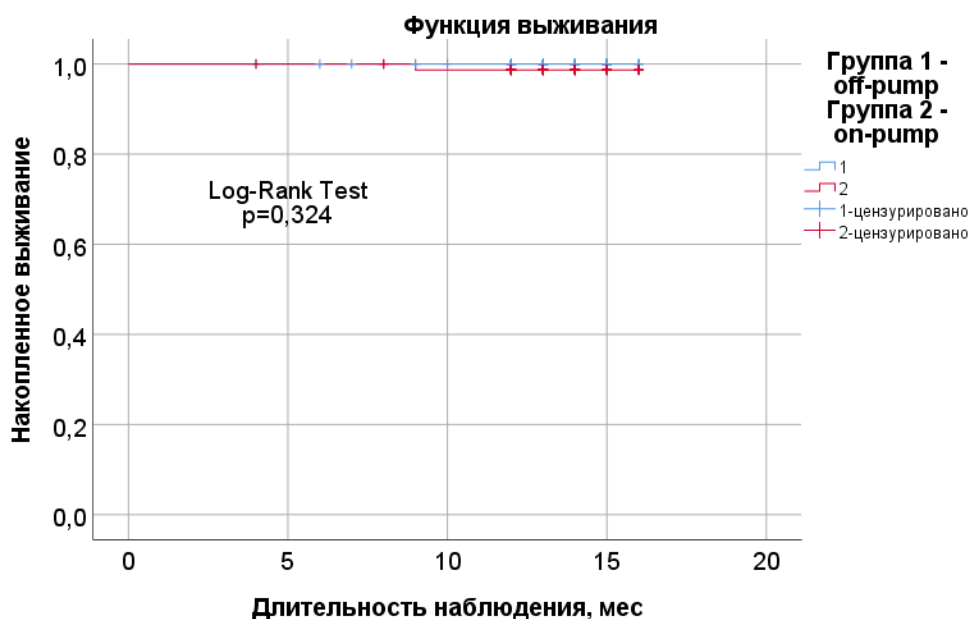


Рисунок 11 – График Каплана-Мейера по выживаемости

3.5 Клинический пример

В ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России 15.06.2020 г. был госпитализирован пациент К., 68-ти лет. При осмотре предъявлял жалобы на давящие боли за грудиной при ходьбе в пределах 100 метров, купирующиеся в покое в течение нескольких минут самостоятельно.

Анамнез. Коронарный анамнез в виде клиники стенокардии в течение 3-х лет с постепенным прогрессированием. В марте 2020 г. перенес ИМ передней локализации без предшествующего коронарного анамнеза, выполнена коронароангиография: многососудистое поражение КА, реваскуляризация миокарда не проводилась, выставлены показания к операции КШ. Из сопутствующей патологии длительно известно о сахарном диабете, гликемия натощак на фоне терапии 6 – 8 ммоль/л, гликированный гемоглобин от мая 2020 г: 7,1 %. Также известно о длительно текущей артериальной гипертензии с максимальным повышением систолического артериального давления до 190 мм рт. ст., адаптирован к 120/80 мм рт. ст.

Объективный осмотр. Общее состояние средней степени тяжести. Сознание ясное, положение активное. Кожные покровы чистый, видимые слизистые обычной окраски. Отеки отсутствуют. Периферические лимфатические узлы не увеличены. Масса тела – 69,0 кг, рост – 177 см, индекс массы тела – 22 кг/м². По результатам физикального осмотра без особенностей. АД 130/80 мм рт. ст., ЧСС 62 уд/мин.

В предоперационном периоде выполнено обследование, выставлен клинический диагноз: ИБС: стенокардия 3 ФК. Атеросклероз аорты и коронарных артерий. Постинфарктный кардиосклероз (не Q ИМ передней локализации от марта 2020 г.). Фоновое: Артериальная гипертензия 3 степени, медикаментозно достигнута нормотония, риск 4 (очень высокий). Сопутствующий: Сахарный диабет 2 типа, компенсация.

По данным предоперационной коронароангиографии: тип кровоснабжения правый. Ствол левой КА образует бифуркацию, гемодинамически значимых стенозов нет. ПНА диффузно изменена, гемодинамически значимые стенозов на всем протяжении среднего и дистального сегментов до 85 %. Диагональная ветвь диффузно изменена, в устье окклюзирована. Огибающая артерия диффузно изменена, представлена крупной артерией тупого края, стеноз среднего сегмента около 70 %, стеноз дистального сегмента около 85 %. Правая КА диффузно изменена, стеноз на границе среднего и дистального сегментов около 70 % Рисунок 12», «Рисунок 13», «Рисунок 14».

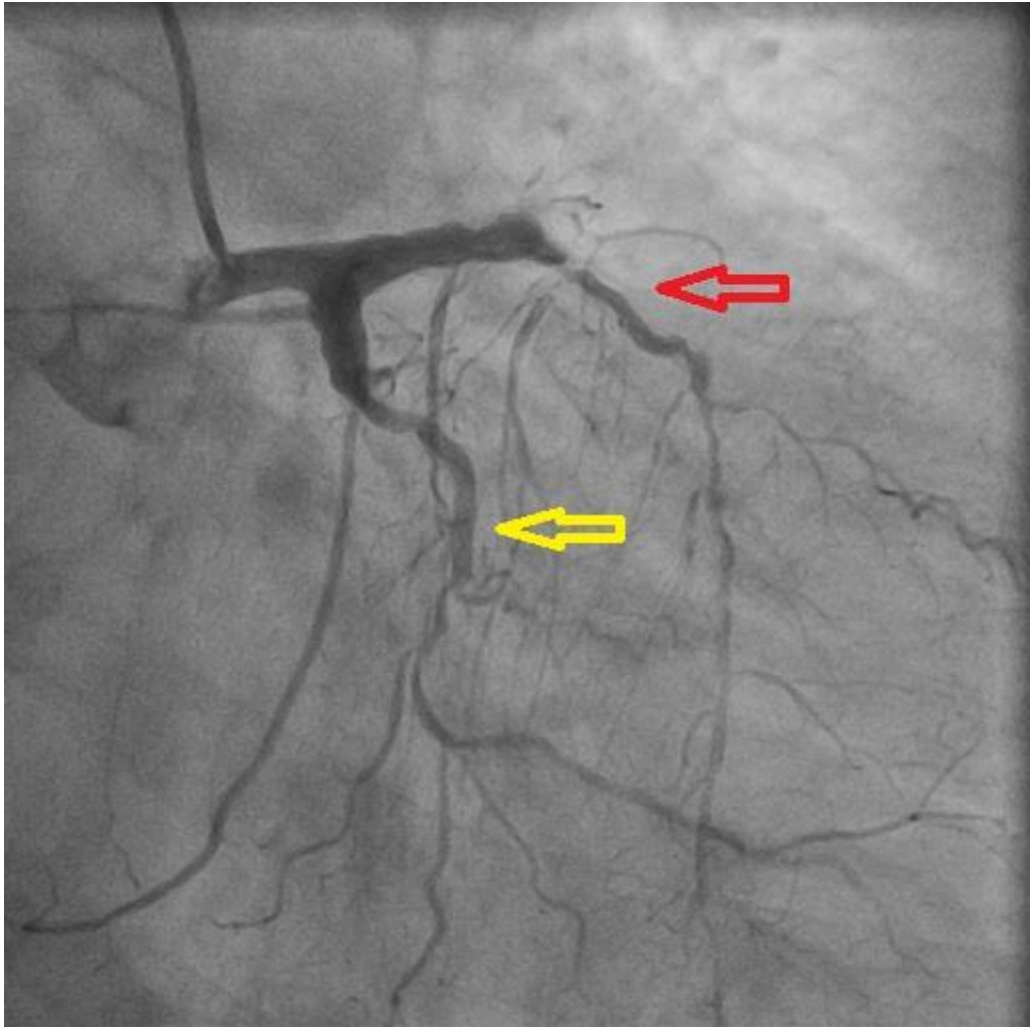


Рисунок 12 – Протяженное диффузное атеросклеротическое поражение бассейна левой коронарной артерии. Передняя нисходящая артерия (красная стрелка) артерия тупого края (желтая стрелка)

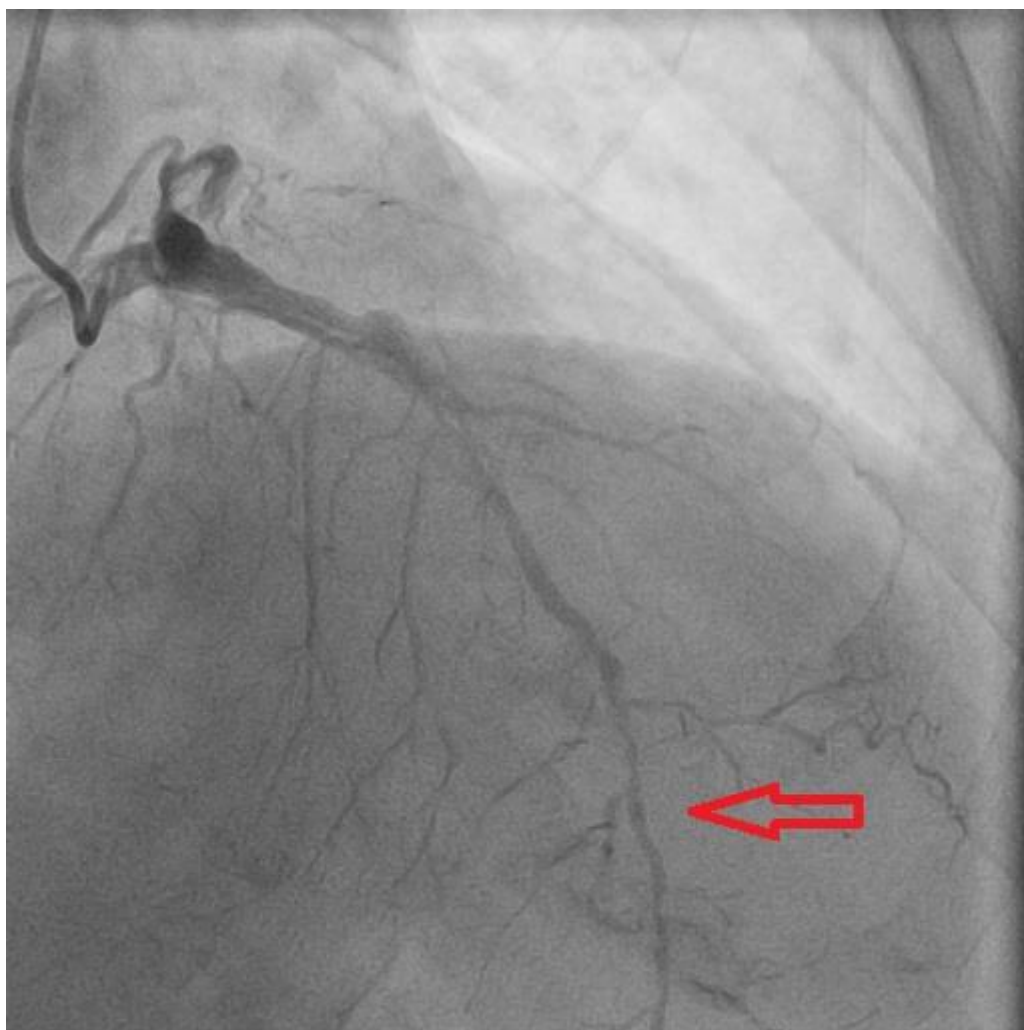


Рисунок 13 – Протяженное диффузное поражение передней нисходящей артерии
(красная стрелка)

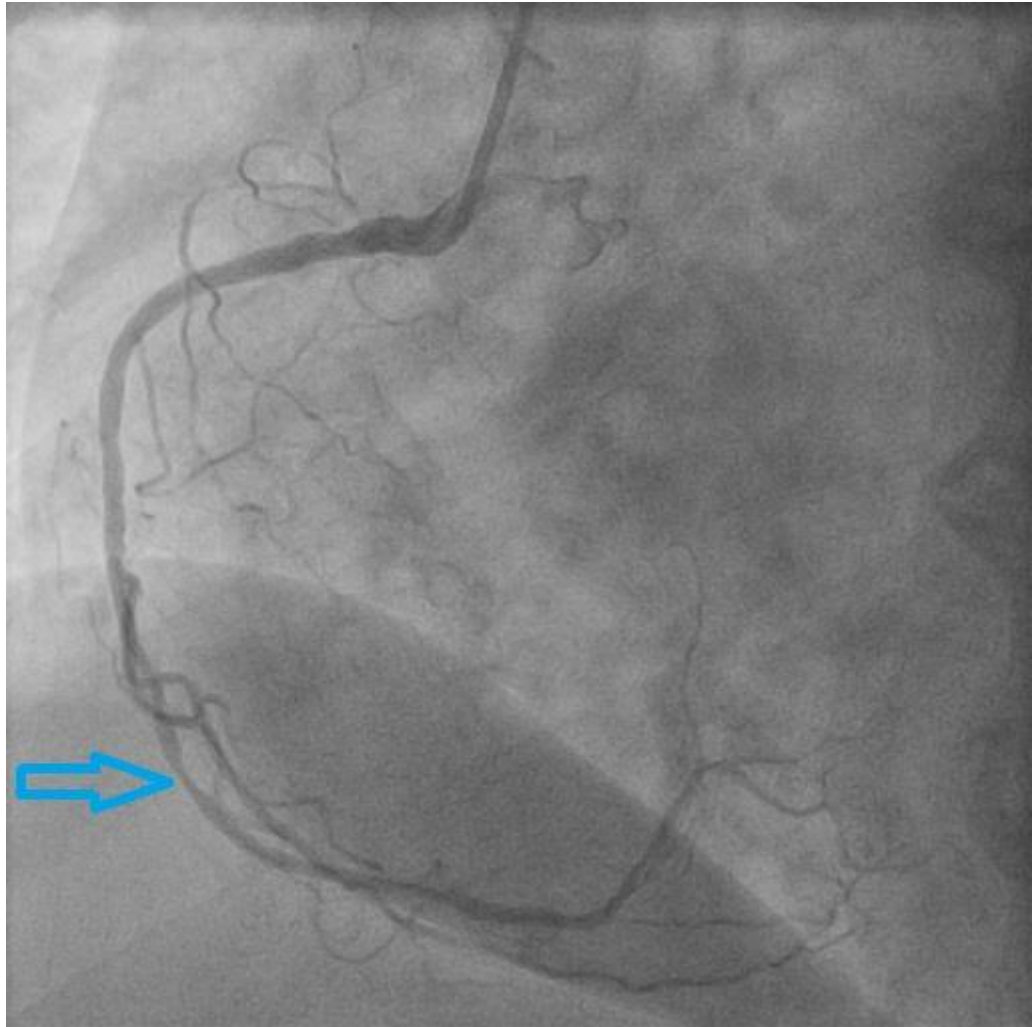


Рисунок 14 – Протяженное диффузное поражение правой коронарной артерии (голубая стрелка)

В предоперационном периоде проводилась антиагрегантная терапия (аспирин), терапия бета-адреноблокаторами (бисопролол) антигипертензивная терапия (лозартан, амлодипин), терапия статинами (аторвастатин).

21.06.2020 г. выполнена операция КШ на работающем сердце: Под эндотрахеальным наркозом выделена и подготовлена в качестве аутотрансплантата большая подкожная вена левой нижней конечности. Продольная стернотомия. Выделена левая ВГА. Перикардиотомия. Системная гепаринизация. С использованием системы стабилизации миокарда «Octopus» и «Космея» выполнены анастомозы левой ВГА с ПНА (время ишемии миокарда 23 мин, $d = 1$ мм, ИДП = 7, диффузно поражена, анастомоз через атеросклеротическую бляшку),

аутовены с артерией тупого края (время ишемии 15 мин, $d = 1$ мм, ИДП = 6, диффузно поражена, анастомоз через атеросклеротическую бляшку и правой КА (время ишемии 13 мин, $d = 1$ мм, ИДП = 7, диффузно поражена, анастомоз через атеросклеротическую бляшку). Боковое отжатие аорты. Выполнено 2 проксимальных анастомоза аутовенозных шунтов с аортой. Реперфузия. Анастомозы проходимы, герметичны. Гемостаз. Дренажирование полости перикарда, переднего средостения, левой плевральной полости. Подшиты электроды для наружной электрокардиостимуляции. Проволочный шов грудины. Послойное ушивание операционной раны. Наложены асептические повязки.

В послеоперационном периоде с целью профилактики бактериальной инфекции и профилактики венозных тромбозов и эмболии назначена антибактериальная терапия (цефоперазон) и терапия низкомолекулярными гепарином (эноксапарин), возобновлена антиагрегантная терапия, терапия бета-блокаторами (бисопролол), статинами (аторвастатин), препаратами калия. Течение послеоперационного периода было неосложненным, пациент выписан на 8-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии с последующей реабилитацией в условиях санатория кардиологического профиля.

При осмотре спустя 1 год после операции пациент отрицает ангинозные боли, за время наблюдения сердечно-сосудистые события не зарегистрированы. Терапия скорректирована с учетом результатов обследования, рекомендации даны.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ

Пациенты с диффузным поражением коронарного русла до последнего десятилетия считались неоперабельными, и возможности хирургического вмешательства, в частности операции КШ на работающем сердце в этой группе больных не рассматривались. Широкое внедрение СКР позволило расширить возможности реваскуляризации миокарда у больных с диффузным поражением КА [33, 77]. Текущий опыт КШ больных с диффузным коронарным атеросклерозом преимущественно сконцентрирован на операции в условиях ИК. В целом КШ на работающем сердце представляется более сложным вариантом оперативного вмешательства. Такая операция при диффузном поражении КА является настоящим вызовом для коронарной хирургии.

Результаты нашего исследования показывают, что операция КШ на работающем сердце может быть выполнена с удовлетворительными результатами, которые не отличаются от результатов операции КШ в условиях ИК. Нами подробно изучены госпитальные результаты и продемонстрирована относительно невысокая частота развития осложнений. С целью сравнения полученных результатов с данными литературы нами изучены основные исследования, посвященные КШ на работающем сердце, кратко их результаты приведены в «Таблице 14».

Таблица 14 – Результаты коронарного шунтирования на работающем сердце при диффузном поражении коронарных артерий. Адаптировано из [11]

Автор, год	Методика сложной коронарной реконструкции	Госпитальная летальность % / периперационный ИМ %	Послеоперационная выживаемость % (период)
G. Reyna, 2003 [40]	КЭЭ	0 % / 12,5 %	100 % (9 – 64 мес.)
S. Eryilmaz, 2003 [49]	КЭЭ	0 % / 0 %	100 % (через 1 г.)
T. Fukui, 2005 [53]	КШП КШП + КЭЭ	0,5 % / 2,7 % 4,5 % / 14,9 %	92,0 % (45 мес.) 88,0 % (38 мес.)
X. Chen, 2006 [41]	КЭЭ	0 % / 3,8 %	100 % (6 – 29 мес.)
Ю.А. Шнейдер, 2008 [105]	КЭЭ	0 % / –	–
Z. Qiu, 2014 [93]	КЭЭ	1,1 % / 3,3 %	100 % (в течение 20-ти мес.)*
K. Nishigawa, 2016 [87]	КЭЭ	1,0 % / 8,8 %	–
R Ranjan, 2017 [96]	КЭЭ	1,9 % / 3,1 %	97,8 % (в течение 1 г.) 89,5 % (в течение 5-ти лет)

Продолжение таблицы 14

Автор, год	Методика сложной коронарной реконструкции	Госпитальная летальность % / периперационный ИМ %	Послеоперационная выживаемость % (период)
K. Nishigawa, 2017 [88]	КЭЭ	1,1 % / 9,0 %	89,3 % в течение 5 лет
J. Shen, 2019 [102]	КШП+КЭЭ	1,6 % / 3,2 %	98,3 % (среднее 24,2 мес.)
E. Kaya, 2019 [66]	КШП	5,5 % / 3,7 %	—
Y. Fang, 2022 [50]	КЭЭ	7,3 % / 2,8 %	88,6 % (медиана 79 мес.)

Пр и м е ч а н и е – *по графику накопленной выживаемости

В серии работ на малочисленных группах в 2000-е гг. впервые были описаны успешные результаты КШ с вынужденной КЭЭ у больных с выраженным кальцинозом аорты, требующим операции на работающем сердце [11]. G.C. Reyna и соавт. опубликовали результаты хирургического лечения 8-и пациентов, частота периперационного ИМ составила 12,5 %, летальных исходов не зарегистрировано. В том же году S. Eryilmaz и соавт. продемонстрировали нулевую летальность у 11-ти пациентов, периперационных ИМ не зарегистрировано [40, 49].

В 2005 г. Т. Fukui и соавт. выполнили КШ больных с диффузным атеросклерозом ПНА по модифицированному методу. Операция на работающем сердце была выполнена у 90,7 % (204/225) от общего числа изолированного КШ. Формирование дистального анастомоза было дополнено КШП из левой ВГА (продолгованный анастомоз более 2 см) с проведением КЭЭ (при диаметре менее

1 мм или кальцинозе). Необходимость проведения КЭЭ составила 26,8 % и сопровождалась повышенной частотой развития периоперационного ИМ (14,9 % против 2,7 %, $p = 0,001$) и 30-ти дневной летальности (4,5 % против 0,5 %, $p = 0,06$), в отдаленном периоде различий по показателю накопленной выживаемости через 38 – 45 мес. не получено (88,0 % против 92,0 %, $p = 0,11$). Частота рецидива стенокардии составила 2,8 %, развившаяся в среднем через $11,9 \pm 8,0$ мес., КЭЭ не сопровождалась увеличением вероятности исхода (3,0 % против 2,7 %) [11, 53].

В последующие годы КШП была представлена в ряде исследований не как методика, дополняющая КЭЭ, а как самостоятельный метод коронарной реконструкции. Впервые проведение КШП с формированием анастомоза левой ВГА -ПНА на работающем сердце было описано ретроспективном исследовании в 2019 г. В этой работе J. Fang и соавт. проанализировали результаты операции у 63-х пациентов, у части исследуемых (28,6 %) КШП была выполнена после эндартерэктомии. Госпитальная летальность составила 1,6 %, частота периоперационного ИМ – 3,2 %. В послеоперационном периоде длительность наблюдения составила $24 \pm 9,5$ мес., летальность от всех причин – 1,7 %, а частота больших сердечно-сосудистых событий – 6,8 % [13]. Примечательно, что проходимость маммарного шунта по данным МСКТ-шунтографии составила 88,1 %, сопутствующая эндартерэктомия была одним из независимых предикторов дисфункции шунта (ОШ = 2,7, 95 % ДИ 1,3 – 9,9, $p = 0,007$). Авторы отмечают высокую эффективность вмешательства на работающем сердце [50]. Основным ограничением исследования следует признать отсутствие контрольной группы больных с операцией на остановленном сердце.

В том же году Е. Кауа и соавт. опубликовали результаты ретроспективного исследования с проведением КШП ПНА с использованием левой ВГА. Все случаи КЭЭ были исключены. Авторы описаны результаты хирургического лечения 54 пациентов, средняя длина анастомоза составила $42,8 \pm 13,3$ мм, максимально 75 мм. Частота периоперационного ИМ составила 3,7 %, госпитальная летальность – 5,5 %. Полученные результаты авторы расценивают как удовлетворительные [66].

Спустя несколько лет К. Nishigawa и соавт. опубликовали результаты анализа 233 операций КШ с КЭЭ и КШП у больных с диффузным атеросклерозом ПНА (99,6 % на работающем сердце, частота конверсии 6,9 %). Средняя длина анастомоза в их работе составила $6,1 \pm 1,7$ см, среднее количество анастомозов составило $4,5 \pm 1,3$. Послеоперационный инсульт диагностирован у 3,4 %, глубокая стернальная инфекция – 2,3 %. Госпитальная летальность составила 0,9 %. На основании полученных результатов авторы предлагают пересмотреть возможности использования СКР у больных с диффузным поражением коронарных артерий в сторону более частого использования и избегания отказа от хирургического вмешательства в этой группе больных [86].

В 2023 г. Н.Н. Ahmed и соавт. впервые опубликовали результаты проспективного исследования КШ с использованием КШП ПНА (маммарным шунтом у 82,5 % и аутовеной у 17,5 % пациентов) в двух группах: с использованием ($n = 20$) и без использования ИК ($n = 20$). Проведение КЭЭ наряду с низкой фракцией выброса левого желудочка явились критериями исключения из исследования. В одном случае из 20 (5 %) была выполнена конверсия (переход на ИК), остальные операции были выполнены согласно плану. Летальных исходов на госпитальном этапе не зарегистрировано. У исследуемых из группы ИК диагностирован 1 периоперационный ИМ (5 %), в группе операций на работающем сердце ИМ не установлен ни в одном случае, различия оказались статистически незначимы [29].

Подробный обзор литературы был опубликован нами в 2022 г. [11]. Из данных литературы можно сделать вывод, что КШ на работающем сердце с использованием СКР является эффективным и безопасным методом хирургического лечения, не уступающим операции в условиях ИК [40, 86, 92, 104, 110]. Проведение КШП без КЭЭ выглядит безопаснее при сопоставимой эффективности и сопровождается лучшей проходимостью шунтов в отдаленные сроки после операции. Однако важно учитывать, что КЭЭ проводилась как вынужденная процедура при невозможности формирования анастомоза с помощью других СКР, поэтому сравнительный анализ двух методик выглядит неуместным

[11]. В полученных результатах упомянутых исследований также следует обратить особое внимание на негативную роль выполненной КЭЭ. Отказ от проведения КЭЭ при возможности изолированного использования КШП может быть одним из ключевых аспектов эффективного вмешательства. В случае вынужденного проведения КЭЭ с последующей КШП в случае шунтирования ПНА важно учитывать необходимость использования маммарного шунта с формированием продленного анастомоза. Вероятно, это препятствует раннему тромбозу при условии исключения деэндотелизированного участка из просвета «новой» артерии, а также развитию гиперплазии интимы, что чаще встречаются при использовании аутовены [103, 116]. Ранний тромбоз, как известно, является субстратом периперационного или раннего послеоперационного ИМ. Частота ИМ у больных, перенесших КШ на работающем сердце, в нашем исследовании составила 2,6 %. В обоих случаях субстратом ИМ служил ранний тромбоз в зоне эндартерэктомии. Результаты по частоте развития раннего ИМ, полученные в нашем исследовании, не отличались от данных литературы последних лет.

Среди данных литературы по хирургическому лечению с использованием КЭЭ следует выделить результаты мета-анализов. В работе J. Wang и соавт. (63730 пациентов) был выполнен сравнительный анализ КШ с использованием КЭЭ на работающем и остановленном сердце. В первой группе госпитальная летальность составила 1,6 %, во второй – 2,8 %, достоверных различий получено не было (ОШ = 0,53, 95 % ДИ 0,18 – 1,55, $p = 0,248$) [11, 117]. В нашем исследовании показатели летальности были схожи и также не различались. Обращает на себя внимание указание на случаи конверсии (перехода на ИК), достигающие 4,9 – 12,8 % [87, 88, 96]. Частота конверсий в нашем исследовании была низкой, эти больные не вошли в последующий анализ результатов. Клинические результаты КШ на работающем сердце при диффузном поражении КА были опубликованы нами ранее [11, 12]. Показатели госпитальной летальности и частоты развития периперационного ИМ были удовлетворительными [12]. Схожие результаты получены в группе исследуемых больных в рамках диссертационного исследования. В серии зарубежных исследований проведение КЭЭ не сопровождалось увеличением

частоты периоперационного ИМ и госпитальной летальности, однако клинические результаты на госпитальном этапе были несколько хуже [86, 112, 117]. Различия данных литературы и нашего исследования, вероятно, связаны с профилем исследуемых, исключением из нашей работы больных с тяжелым коморбидным статусом. Немаловажную роль играет большой опыт хирургов в хирургическом лечении диффузного поражения КА, что также важно учитывать при интерпретации результатов исследования [11].

Считается общепринятым, что основное преимущество операции КШ на работающем сердце заключается в снижении риска неблагоприятных событий в госпитальном периоде после операции [30, 70]. Следует отметить, что различия регистрируются в группе больных высокого риска хирургического лечения, но не низкого [72]. Однако четких указаний на критерии высокого риска нет. В нашем исследовании мы сформулировали наш портрет больного высокого риска. Следует при этом учитывать критерии исключения из нашего исследования, в ходе которых больные с осложненными формами ИБС (ишемическая кардиомиопатия) и тяжелой сопутствующей патологии были исключены. Нам удалось выделить несколько факторов, суммарно увеличивающих риск госпитальных осложнений. К ним отнесены мультифокальный атеросклероз и постинфарктный кардиосклероз, отражающие, по-видимому, тяжесть ИБС и атеросклеротическое бремя больного. Различия полученные при сравнении результатов КШ на работающем сердце и операции в условиях ИК у больных высокого риска показали различия, близкие к существенным. Следует отметить трехкратное увеличение вероятности неблагоприятного течения госпитального периода при КШ на остановленном сердце у больных высокого риска ($ОШ = 3,28$, 95 % ДИ $0,83 - 12,92$, $p = 0,098$) [11]. Отсутствие статистически значимых различий, вероятно, было связано с небольшим количеством исследуемых, в частности при сравнительном анализе в этой группе больных. В 2005 г. был опубликован мета-анализ исследований ($n = 37$), направленных на изучение возможностей КШ на работающем сердце. Авторы показали преимущества КШ на работающем сердце в виде снижения риска ОПН и респираторных осложнений. Указаний на высокую коморбидность в этой работе

не было. В других наиболее крупных исследованиях больные высокого риска либо исключались (ROOBY), либо были представлены в небольшом количестве (CORONARY). При сравнении наших данных с данными литературы следует отметить работу M.G. Lemma и соавт. Авторы включали больных с учетом хирургического риска по EuroSCORE (более 6 %), зарегистрированная частота комбинированной конечной точки (летальность, ИМ, церебральные события, почечная недостаточность, острый респираторный дистресс-синдром, рестернотомия по поводу кровотечения) на госпитальном этапе составила 13,3 % для больных, перенесших КШ в условиях ИК, и 5,8 % для больных, перенесших КШ на работающем сердце, получены статистически значимые различия ($p = 0,010$). Тот же критерии высокого риска и схожие результаты были получены в другом исследовании (20,6 % против 9,8 %, $p = 0,028$) [60]. В нашем исследовании была получена существенная большая частота осложнений у больных высокого риска как в случае операции с ИК, так и на работающем сердце. При сравнении относительных значений повышения вероятности осложненного течения госпитального периода мы получили еще большие различия, чем в литературе – КШ на работающем сердце сопровождалось трехкратным снижением вероятности развития осложнений. Механизм, позволяющий улучшить результаты КШ на работающем сердце, остается неясным. Вероятно, наибольший позитивный вклад в улучшение госпитальных исходов вносит отказ от ИК и, как следствие, отсутствие системного воспалительного ответа, что может быть особенно важным у больных высокого риска с более тяжелым коморбидным статусом [57].

Среди других результатов важную ценность представляют показатели летальности, а также развития рецидива стенокардии и ИМ в послеоперационном периоде. Анализ полученных результатов показывает удовлетворительную выживаемость и частоту ИМ в послеоперационном периоде. Сравнительный анализ в группах больных, перенесших операцию в условиях ИК и на работающем сердце, продемонстрировал отсутствие статистически значимых различий двух вариантов хирургического лечения. Таким образом, получена удовлетворительная эффективность и безопасность КШ на работающем сердце. Использование ИК не

снижает частоту больших сердечно-сосудистых событий и не улучшает прогноз в течение 12-ти мес. у больных с диффузным поражением. В одном из мета-анализов было показано, что в группе больных, перенесших операцию КШ на работающем сердце, отмечается более высокая частота неполной реваскуляризации миокарда и, как следствие, возврата стенокардии [11, 54]. Одной из основных причин неполной реваскуляризации миокарда и возврата стенокардии после КШ на работающем сердце может быть техническая невозможность формирования дистального анастомоза к целевым КА в бассейне задней стенки миокарда левого желудочка. Очевидно, что на предоперационном этапе требуется анализ тяжести поражения КА и определение возможности хирургического вмешательства. В ранее опубликованной работе мы выполнили сравнительный анализ операций КШ в зависимости от использования ИК и продемонстрировали схожие клинические результаты в течение 1-го года после операции [12]. В той же работе было показано, что отказ от использования ИК при технической возможности операции на работающем сердце позволяет существенно уменьшить время пребывания в отделении реанимации и в стационаре после операции [11, 12]. По данным литературы частота возврата стенокардии у больных с диффузным поражением, перенесших КШ на работающем сердце, не превышает 6,8 % в течение 1-го – 2-х лет после операции и 8,2 % в течение 2,5 лет [11, 58, 101, 107]. В нашей работе рецидив стенокардии был схожим – 7,0 % больных. В сравнении с результатами хирургического лечения в условиях ИК существенных различий по частоте рецидива стенокардии не выявлено.

Последние достижения в использовании персонифицированных диагностических и стратегических подходов в коронарной хирургии способствуют снижению показателей послеоперационной заболеваемости и смертности после кардиохирургических операций, в результате чего все большему числу пациентов с диффузным поражением КА проводится КШ с использованием КЭЭ и КШП. В то же время реконструктивные методы КШП и КЭЭ не унифицированы как в случае КШ на работающем сердце, так и на остановленном, четкие показания к использованию указанных методик не определены. До сих пор существуют

разногласия относительно конкретных оперативных стратегий, включая целесообразность выполнения КЭЭ, КШП, использования ИК при различной вовлеченности в процесс диффузного атеросклероза КА [12].

Важным выводом нашей работы и данных литературы является следующий тезис: КШ с КЭЭ и КШП с формированием анастомозов с сосудами $< 1,5$ мм в диаметре могут обеспечить полную реваскуляризацию КА с диффузным атеросклеротическим поражением [12]. В краткосрочной перспективе проведение КШ в такой группе больных может сопровождаться повышением риска осложненного течения госпитального периода. Для уменьшения риска развития периоперационных и ранних послеоперационных осложнений следует рассматривать КШ на работающем сердце с использованием СКР. Согласно результатам нашего исследования, такой подход демонстрирует сопоставимый риск осложнений на госпитальном этапе. В отдельной категории больных, характеризующихся относительно младшим возрастом и при отсутствии признаков мультифокального атеросклероза и перенесенного чрескожного коронарного вмешательства в анамнезе, КШ на работающем сердце может быть выполнена с низким риском и рассматриваться как операция выбора.

ВЫВОДЫ

1. Частота использования сложных коронарных реконструкций при коронарном шунтировании на работающем сердце с использованием микрохирургической техники составляет 45,8 % и статистически не различается в сравнении частотой использования сложных коронарных реконструкций при КШ на остановленном сердце у больных с диффузным поражением КА (45,8 % против 47,4 %, $p = 0,693$).
2. Коронарное шунтирование с использованием микрохирургической техники на работающем сердце и остановленном сердце у больных с диффузным поражением коронарных артерий демонстрируют схожие результаты по частоте сердечно-сосудистых событий, включая ИМ (2,6 % против 1,3 %) и инсульт (0 против 1,3 %), а также по частоте развития дыхательной недостаточности (6,5 % против 5,2 %) и острой почечной недостаточности (0 против 3,9 %). Госпитальная летальность в обеих группах была схожей (1,3 % против 1,3 %).
3. При анализе факторов риска возникновения неблагоприятных событий на госпитальном этапе после КШ при диффузном поражении коронарных артерий на работающем сердце наиболее значимыми являются следующие: мультифокальный атеросклероз (ОШ = 4,14; 95 % ДИ 1,38 – 12,41, $p = 0,007$), постинфарктный кардиосклероз (ОШ = 4,52; 95 % ДИ 1,00 – 20,80, $p = 0,049$) и женский пол (ОШ = 2,90; 95 % ДИ 0,95 – 8,59, $p = 0,053$).
4. Клинические результаты коронарного шунтирования с использованием микрохирургической техники на работающем сердце и остановленном сердце у больных с диффузным поражением коронарных артерий через 1 год после операции сопоставимы по следующим параметрам: общая смертность (0 против 1,4 %), ИМ (1,4 % против 0), рецидив стенокардии (8,2 % против 6,9 %) и повторная реваскуляризация (5,5 % против 4,2 %).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Коронарное шунтирование на работающем сердце у больных с диффузным поражением коронарных артерий может быть выполнено со схожими результатами в сравнении хирургическим вмешательством в условиях искусственного кровообращения. Проведение операции на работающем сердце у больных с диффузным поражением коронарных артерий следует рассмотреть при наличии относительных противопоказаний к использованию ИК
2. Оценка риска развития неблагоприятных событий в течение госпитального периода при операции КШ на работающем сердце может быть выполнена на основании полученной прогностической шкалы с учетом мультифокального атеросклероза, постинфарктного кардиосклероза и пола пациента. У пациентов с диффузным поражением коронарных артерий высокого риска неблагоприятных событий следует рассмотреть операцию КШ на работающем сердце.
3. Высокое суммарное значение (больше 2 баллов) прогностической шкалы, учитывающей наличие мультифокального атеросклероза (2 балла), постинфарктного кардиосклероза (1 балл) и пол (женский – 1 балл) позволяет предположить высокий риск госпитальных осложнений (чувствительность 73,3 % и специфичность 66,9 %). КШ на работающем сердце в сравнении с операцией в условиях ИК демонстрирует трехкратное снижение вероятности неблагоприятного течения госпитального периода у больных высокого риска при диффузном поражении КА.
4. При проведении операции коронарного шунтирования на работающем сердце при диффузном поражении коронарных артерий и невозможности формирования дистального анастомоза следует рассмотреть использование сложных коронарных реконструкций: коронарной эндартерэктомии и коронарной шунтопластики.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВГА – Внутренняя грудная артерия

ДИ – Доверительный интервал

ИБС – Ишемическая болезнь сердца

ИДП – Индекс диффузного поражения

ИК – Искусственное кровообращения

ИМ – Инфаркт миокарда

КА – Коронарные артерии

КШ – Коронарное шунтирование

КШП – Коронарная шунтопластика

КЭЭ – Коронарная эндартерэктомия

МСКТ – Мультиспиральная компьютерная томография

ОШ – Отношение шансов

ПНА – Передняя нисходящая артерия

СКР – Сложные коронарные реконструкции

SYNTAX Score - Шкала оценки тяжести поражения коронарного русла

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверина, Т.Б. Искусственное кровообращение / Т.Б. Аверина. // Анналы хирургии. – 2013. – Т. 2 – № 3. – С. 5-12.
2. Акчурин, Р.С. 10-летние результаты коронарного шунтирования с микрохирургической техникой / Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, Д.М. Галяутдинов [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2016. – Т. 9. – № 2. – С. 4-9
3. Акчурин, Р.С. Диффузное поражение коронарных артерий в коронарной хирургии (аналитический обзор) / Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, В.П. Васильев [и др.] // Клин. и эксперимент. хир. Журн. им. акад. Б.В. Петровского. – 2018. – Т. 6. – № 4. – С. 75–81.
4. Акчурин, Р.С. Объективизация характеристик дистального русла шунтируемых сосудов при диффузных атеросклеротических поражениях в коронарной хирургии. / Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, Д.М. Галяутдинов [и др.] // Атеросклероз и Дислипидемии. – 2019. – Т. 2. – № 35. – С. 41-49.
5. Акчурин, Р.С. От начала к отдаленным результатам: сердечнососудистая хирургия в Кардиологическом центре / Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, М.Г. Лепилин [и др.] // Кардиологический вестник. – Т. 14. – № 2. – С. 8-13.
6. Акчурин, Р.С. Применение микрохирургии для лечения ИБС / Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, В.Ю. Халатов, Я.Б. Бранд // Бюллетень ВКНЦ АМН СССР. – 1987. – № 2. – С. 84-86.
7. Акчурин, Р.С. Современные тенденции в коронарной хирургии / Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, В.П. Васильев [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2017. – Т. 21. – № 3S. – С.34-44.
8. Акчурин, Р.С. Эндартерэктомия с удалением стентов при коронарном шунтировании у пациентов после чрескожных коронарных вмешательств / Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, Д.М. Галяутдинов [и др.] // Кардиохирургия. – 2016. – № 45. – С. 26-32.

9. Андреев, А.В. Коронарное шунтирование при диффузном поражении, кальцинозе коронарных артерий: использование трансплантата лучевой артерии / А.В. Андреев // Дисс. ...канд. мед. наук. Москва. – 2023. – 102 с.
10. Белаш, С.А. Отдаленные результаты реконструктивных операций без эндартерэктомии при диффузном коронарном атеросклерозе / С.А. Белаш, С.С. Шевченко, Е.П. Ясакова [и др.] // Инновационная медицина Кубани. – 2020. – № 6. – С. 6-13.
11. Борзов, Е.А. Годичные результаты коронарного шунтирования на работающем сердце при диффузном поражении коронарных артерий / Е.А. Борзов, Р.С. Латыпов [и др.] // Кардиологический вестник. – 2024. – Т. 19. – № 1. – С. 56-63.
12. Борзов, Е.А. Коронарное шунтирование с кардиоплегией и на работающем сердце у больных с диффузным поражением коронарных артерий / Е.А. Борзов, Р.С. Латыпов, В.П. Васильев [и др.] // Кардиологический вестник. – 2022. – Т. 17. – № 1. – С. 5-13.
13. Борзов, Е.А. Госпитальные результаты коронарного шунтирования на работающем сердце при диффузном поражении коронарных артерий / Е.А. Борзов, Р.С. Латыпов, В.П. Васильев, А.А. Ширяев // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2023. – Т. 18. – № 3. – С. 4-8.
14. Глянцев, С.П. ФЕНОМЕН ДЕМИХОВА. «Пересадка жизненно-важных органов в эксперименте» (1960). Реваскуляризация миокарда, экспериментальная физиология кровообращения / С.П. Глянцев // Трансплантология. – 2018. – Т. 10. – № 1. – С. 57-67.
15. Желихажева, М.В. Аортокоронарное шунтирование на работающем сердце при критическом поражении ствола левой коронарной артерии: безопасность, эффективность, результат / М.В. Желихажева, Н.М. Бабакулова, Р.Г. Ибрагимов [и др.] // Анналы хирургии. – 2013. – № 3. – С. 26-31.
16. Зайковский, В.Ю. Эффективность множественного коронарного шунтирования артерий диаметром менее 1,5 мм. / В.Ю. Зайковский // Дисс. ...канд. мед. наук. Москва. – 2023. – 149 с.

17. Козлов, Б.В. Сравнительный анализ функционального состояния левого желудочка после коронарного шунтирования на работающем сердце и в условиях искусственного кровообращения / Б.В. Козлов, В.М. Шипулин, В.Х. Ваизов, М.Л. Кандинский // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2004. – № 1. – С. 30-32.
18. Козлов, И.А. Особенности транспорта кислорода при нарушении оксигенирующей функции легких в ранние сроки после искусственного кровообращения. / И.А. Козлов, А.А. Романов // Общая реаниматология. – 2009. – Т. 5. – № 6. – С. 13-12.
19. Курбанов, С.К. Циркулирующие регуляторные Т-клетки и субпопуляционный состав моноцитов крови при диффузном поражении коронарных артерий. (Пилотное исследование) / С.К. Курбанов, А.Ю. Филатова, Т.И. Арефьева [и др.] // Кардиологический вестник. – 2021. – Т. 16. – № 3. – С. 28.-32.
20. Курбанов, С.К. Течение ишемической болезни сердца после коронарного шунтирования у больных с диффузным поражением коронарных артерий / С.К. Курбанов // Дисс. ...канд. мед. наук. Москва. – 2021. – 120 с.
21. Майоров, Г.Б. Коронарное шунтирование у пациентов с диффузным поражением и кальцинозом коронарных артерий / Г.Б. Майоров // Дисс. ...канд. мед. наук. Москва. – 2021. – 122 с.
22. Мукимов, Ш.Д.У. Особенности кровотока по шунтам в зависимости от тяжести поражения коронарных артерий и тактики операций коронарного шунтирования / Ш.Д.У. Мукимов // Дисс. ...канд. мед. наук. Москва. – 2022. – 101 с.
23. Радивилко, А.С. Прогнозирование и ранняя диагностика полиорганной недостаточности. / А.С. Радивилко, Е.В. Григорьев, Д.Л. Шукевич, Г.П. Плотников // Анестезиология и реаниматология. – 2018. – № 6. – С. 15-21.
24. Руденко, А.В. Хирургическая реваскуляризация миокарда на работающем сердце у больных ишемической болезнью сердца / А.В. Руденко, В.И. Урсуленко, А.В. Купчинский // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2006. – № 1. – С. 21-25.

25. Семченко, А.Н. Коронарное шунтирование с применением микрохирургической техники и операционного микроскопа: непосредственные результаты / А.Н. Семченко, Д.Б. Андреев, А.А. Садыков // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2016. – № 4. – С. 22-31.
26. Сигаев, И.Ю. Аортокоронарное шунтирование на работающем сердце у больных сахарным диабетом: ближайшие и отдаленные результаты / И.Ю. Сигаев, М.А. Керен, Р.Р. Ярбеков [и др.] // Анналы хирургии. – 2016. – Т. 21. – № 1-2. – С. 99-105.
27. Чернов, И.И. Отдаленные результаты коронарного шунтирования на работающем сердце без искусственного кровообращения / И.И. Чернов, С.Т. Энгиноев, Д.А. Кондратьев [и др.] // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. – 2020. – Т. 8. – № 4. – С. 49-54.
28. Ширяев, А.А. Результаты коронарного шунтирования с использованием микрохирургической техники и эндартерэктомии при диффузном поражении коронарных артерий / А.А. Ширяев, Р.С. Акчурин, В.П. Васильев [и др.] // Вестник Российской академии наук. – 2022. – Т. 77. – № 2. – С. 119-130.
29. Ahmed, H.H. Early and midterm outcomes of left anterior descending coronary artery reconstruction in extensive coronary artery atherosclerosis / H.H. Ahmed, K.A. Sha'aban, A.L. Dokhan [et al.] // Menoufia Medical Journal. – 2023. – Vol. 36. – № 2. – P. 68-76.
30. Angelini, G.D. Early and midterm outcome after off-pump and on-pump surgery in Beating Heart Against Cardioplegic Arrest Studies (BHACAS 1 and 2): a pooled analysis of two randomised controlled trials / G.D. Angelini, F.C. Taylor, B.C. Reeves, R. Ascione // Lancet. – 2002. – Vol. 359 – № 9313 – P. 1194-1199.
31. Benetti, F.J. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation; experience in 700 patients / F.J. Benetti, G. Naselli, M. Wood, L. Geffner // Chest. – 1991. – Vol. 100 – № 2. – P. 312-316.
32. Bergman, P. A policy to reduce stroke in patients with extensive atherosclerosis of the ascending aorta undergoing coronary surgery / P. Bergman, L. Hadjinikolaou, G. Dellgren [et al.] // Interact Cardiovasc Thorac Surg. – 2004. – Vol. 3. – № 1. – P. 28-32.

33. Brenowitz, J.B. Results of coronary artery endarterectomy and reconstruction / J.B. Brenowitz, K.L. Kayser, W.D. Johnson // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1988. – Vol. 95. – № 1. – P. 1-10.
34. Brizzio, M.E. Stroke-related mortality in coronary surgery is reduced by the off-pump approach / M.E. Brizzio, A. Zapolanski, R.E. Shaw [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2010. – Vol. 89. – № 1. – P. 19-23.
35. Brown, R.A. Epidemiology and pathogenesis of diffuse obstructive coronary artery disease: the role of arterial stiffness, shear stress, monocyte subsets and circulating microparticles / R.A. Brown, E. Shantsila, C. Varma, G.Y.H. Lip // Ann Med. – 2016. – Vol. 48. – № 6. – P. 444-455.
36. Buffalo, E. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass / E. Buffalo, J.C. Silva De Andrade, J.N. Rodrigues Branco [et al.] // Ann. Thorac. Surg. – 1996. – Vol. 61. – № 1. – P. 63-66.
37. Buffolo, E. Direct myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass / E. Buffolo, J.C.S. Andrade, J. Succi [et al.] // Thorac Cardiovasc Surg. – 1985. – Vol. 33. – № 1. – P. 26-29.
38. Butler, J. Efficacy and safety of spironolactone in acute heart failure: the ATHENA-HF randomized clinical trial / J. Butler, K.J. Anstrom, G.M. Felker [et al.] // JAMA Cardiol. – 2017. – Vol. 2. – № 9. – P. 950-958.
39. Calafiore, A.M. The LAST operation: techniques and results before and after the stabilization era / A.M. Calafiore, G. Vitolla, V. Mazzei [et al.] // Ann Thorac Surg. – 1998. – Vol. 66. – № 3. – P. 998-1001.
40. Careaga, R.G. [Coronary endarterectomy and bypass grafting without cardiopulmonary bypass] / R.G. Careaga, D. Salazar Garrido, S. Tellez Luna, R. Arguero Sanchez // Rev Esp Cardiol. – 2003. – Vol. 56. – № 5. – P. 515-518.
41. Chen, X. Coronary endarterectomy and bypass grafting without cardiopulmonary bypass for patients with diffused coronary artery disease / X. Chen, M. Xu, L.M. Wang [et al.] // Zhonghua Wai Ke Za Zhi [Chinese journal of surgery]. – 2006. – Vol. 44. – № 14. – P. 940-942.
42. Cubero-Gallego, H. Distal vessel quality score as a predictor of graft patency after

- aorto-coronary bypass graft: towards the optimization of the revascularization strategy / H. Cubero-Gallego, I.J. Amat-Santos, S. Llerena [et al.] // *Interventional Cardiology Journal*. – 2016. – Vol. 2. – № 1.
43. Culler, S.D. Trends in coronary revascularization procedures among medicare beneficiaries between 2008 and 2012 / S.D. Culler, A.D. Kugelmass, P.P. Brown [et al.] // *Circulation*. – 2015. – Vol. 131. – № 4. – P. 362-370.
44. Diegeler, A. Off-pump versus on-pump coronary-artery bypass grafting in elderly patients / A. Diegeler, J. Börgermann, U. Kappert [et al.] // *N Eng J Med*. – 2013. – Vol. 368. – № 13. – P. 1189-1198.
45. Dohlman, G.F. Carl Olof Nylén and the birth of the otomicroscope and microsurgery / G.F. Dohlman // *Archo Otolaryngol*. – 1969. – Vol. 90. – № 6. – P. 813-817.
46. Dourado, L. Coronary artery bypass surgery in diffuse advanced coronary artery disease: 1-Year clinical and angiographic results / L. Dourado, M. Bittencourt, A. Pereira [et al.] // *Thorac Cardiovasc Surg*. – 2018. – Vol. 66. – № 06. – P. 477-482.
47. Effler, D.B. Coronary endarterectomy with patch-graft reconstruction: clinical experience with 34 cases. / D.B. Effler, F.M. Sones, R. Favaloro, L.K. Groves // *Ann Surg*. – 1965. – Vol. 162. – № 4. – P. 590-601.
48. El-Gamel, A. Full metal jacket endarterectomy of left anterior descending coronary artery is safe with good midterm outcomes / A. El-Gamel, B. Chan // *Heart Lung Circ*. – 2021. – Vol. 30. – № 4. – P. 605-611.
49. Eryilmaz, S. Coronary endarterectomy with off-pump coronary artery bypass surgery / S. Eryilmaz, M.B. Inan, N.T. Eren [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 2003. – Vol. 75. – № 3. – P. 865-869.
50. Fang, Y. Short and long-term outcomes after off-pump coronary endarterectomy stratified by different target vessels / Y. Fang, H. Wei, Z. Wu [et al.] // *J Cardiothorac Surg*. – 2022. – Vol. 17. – № 1. – P. 339.
51. Fukui, T. Coronary endarterectomy and stent removal in patients with in-stent restenosis / T. Fukui, S. Takanashi, Y. Hosoda // *Ann Thorac Surg*. – 2005. – Vol. 79. – № 2. – P. 558-563.

52. Fukui, T. Extensive reconstruction of the left anterior descending coronary artery with an internal thoracic artery graft / T. Fukui, M. Tabata, M. Taguri [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2011. – Vol. 91. – № 2. – P. 445-451.
53. Fukui, T. Long segmental reconstruction of diffusely diseased left anterior descending coronary artery with left internal thoracic artery with or without endarterectomy / T. Fukui, S. Takanashi, Y. Hosoda // *Ann Thorac Surg.* – 2005. – Vol. 80. – № 6. – P. 2098-2105.
54. Garcia, S. Outcomes after complete versus incomplete revascularization of patients with multivessel coronary artery disease: a meta-analysis of 89,883 patients enrolled in randomized clinical trials and observational studies / S. Garcia, Y. Sandoval, H. Roukoz [et al.] // *JACC.* – 2013. – Vol. 62. – № 16. – P. 1421-1431.
55. Green, G.E. Five-year follow-up of microsurgical multiple internal thoracic artery grafts / G.E. Green, A. Cameron, A. Goyal [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 1994. – Vol. 58. – № 1. – P. 74-79.
56. Green, G.E. Technique of internal mammary - coronary artery anastomosis / G.E. Green // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1979. – Vol. 78. – № 3. – P. 455-459.
57. Guida, G.A. Off-pump coronary artery bypass grafting in high-risk patients: a review / G.A. Guida, P. Chivasso, D. Fudulu [et al.] // *J Thorac Dis.* – 2016. – Vol. 8. – P. S795-S798.
58. Hannan, E.L. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass graft surgery / E.L. Hannan, C. Wu, C.R. Smith [et al.] // *Circulation.* – 2007. – Vol. 116 – № 10 – P. 1145-1152.
59. Hitchcock, J.F. Angioplasty of the left main coronary artery for isolated left main coronary artery disease / J.F. Hitchcock, E.O.R. de Medina // *Am J Cardiol.* – 1982. – Vol. 49 – № 4 – P. 956.
60. Hlavicka, J. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting surgery in high-risk patients: PRAGUE-6 trial at 30 days and 1 year / J. Hlavicka, Z. Straka, S. Jelinek [et al.] // *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* – 2016. – Vol. 160. – № 2. – P. 263-270.
61. Houliand, K. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery in elderly

patients: results from the Danish on-pump versus off-pump randomization study / K. Houliind, B.J. Kjeldsen, S.N. Madsen [et al.] // *Circulation*. – 2012. – Vol. 125. – № 20. – P. 2431-2439.

62. Houliind, K. The impact of avoiding cardiopulmonary by-pass during coronary artery bypass surgery in elderly patients: the Danish on-pump off-pump randomisation study (DOORS) / K. Houliind, B.J. Kjeldsen, S.N. Madsen [et al.] // *Trials*. – 2009. – № 10. – P. 10-47.

63. Hussain, I. In hospital outcome of patients undergoing coronary endarterectomy: comparison between off-pump vs on pump CABG. / I. Hussain, A. Ghaffar, A. Shahbaz [et al.] // *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC*. – 2008. – Vol. 20. – № 1. – P. 31-37.

64. Kandzari, D.E. Advanced coronary artery disease: appropriate end points for trials of novel therapies / D.E. Kandzari, L.C. Lam, E.L. Eisenstein [et al.] // *Am Heart J*. – 2001. – Vol. 142. – № 5. – P. 843-851.

65. Kato, Y. Results of long segmental reconstruction of left anterior descending artery using left internal thoracic artery / Y. Kato, T. Shibata, S. Takanashi [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 2012. – Vol. 93. – № 4. – P. 1195-1200.

66. Kaya, E. Long-segment patchplasty of diffuse left anterior descending artery disease on the beating heart / E. Kaya, O. Isik // *Cardiovasc J Afr*. – 2019. – Vol. 30. – № 1. – P. 57-60.

67. Kohsaka, S. Systemic inflammatory response syndrome after acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock / S. Kohsaka, V. Menon, A.M. Lowe [et al.] // *Arch Int Med*. – 2005. – Vol. 165. – № 14. – P. 1643-1650.

68. Konstantinov, I.E. René Favaloro and the fatherhood of the coronary bypass operation: lest we forget / I.E. Konstantinov // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 2019. – Vol. 157. – № 1. – P. 196-198.

69. Lamy, A. Five-year outcomes after off-Pump or on-pump coronary-artery bypass grafting / A. Lamy, P.J. Devereaux, D. Prabhakaran [et al.] // *N Eng J Med*. – 2016. – Vol. 375. – № 24. – P. 2359-2368.

70. Lamy, A. Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days / A.

- Lamy, P.J. Devereaux, D. Prabhakaran [et al.] // *N Eng J Med.* – 2012. – Vol. 366. – № 16. – P. 1489-1497.
71. Lawton, J.S. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization / J.S. Lawton, J.E. Tamis-Holland, S. Bangalore [et al.] // *JACC.* – 2022. – Vol. 79. – № 2. – P. e21-e129.
72. Lemma, M.G. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery in high-risk patients: operative results of a prospective randomized trial (on-off study) / M.G. Lemma, E. Coscioni, F.P. Tritto [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2012. – Vol. 143. – № 3. – P. 625-631.
73. Lenzen, M. Pharmacological treatment and perceived health status during 1-year follow up in patients diagnosed with coronary artery disease, but ineligible for revascularization. Results from the Euro Heart Survey on coronary revascularization / M. Lenzen, W. Scholte op Reimer, T.M. Norekvål [et al.] // *Eur J Cardiovasc Nurs.* – 2006. – Vol. 5. – № 2. – P. 115-121.
74. Lev-Ran, O. No-touch aorta off-pump coronary surgery: the effect on stroke / O. Lev-Ran, R. Braunstein, R. Sharony [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2005. – Vol. 129. – № 2. – P. 307-313.
75. Li, D. Outcomes of surgical patch angioplasty of the coronary artery for diffuse coronary artery disease / D. Li, P. Guo, L. Chen [et al.] // *Braz J Cardiovasc Surg.* – 2020. – Vol. 35. – № 5. – P. 706-712.
76. Li, Z. Off-pump bypass surgery and postoperative stroke: California coronary bypass outcomes reporting program / Z. Li, T. Denton, K.K. Yeo [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2010. – Vol. 90. – № 3. – P. 753-759.
77. Livesay, J.J. Early and late results of coronary endarterectomy: analysis of 3,369 patients / J.J. Livesay, D.A. Cooley, G.L. Hallman [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1986. – Vol. 92. – № 4. – P. 649-660.
78. Lozano, I. Diffuse coronary artery disease not amenable to revascularization: long-term prognosis / I. Lozano, E. Capin, J.M. de la Hera [et al.] // *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* – 2015. – Vol. 68. – № 7. – P. 631-633.
79. Mannheimer, C. The problem of chronic refractory angina: report from the ESC

- Joint Study Group on the treatment of refractory angina / C. Mannheimer, P. Camici, M.R. Chester [et al.] // *Eur Heart J.* – 2002. – Vol. 23. – № 5. – P. 355-370.
80. Marui, A. Benefits of off-pump coronary artery bypass grafting in high-risk patients / A. Marui, H. Okabayashi, T. Komiya [et al.] // *Circulation.* – 2012. – Vol. 126. – № 11. suppl 1. – P. 151-157.
81. McNeil, M. The impact of diffuseness of coronary artery disease on the outcomes of patients undergoing primary and reoperative coronary artery bypass grafting / M. McNeil, K. Buth, A. Brydie [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2007. – Vol. 31. – № 5. – P. 827-833.
82. Medina, A. A new classification of coronary bifurcation lesions / A. Medina, J. Suárez de Lezo, M. Pan // *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* – 2006. – Vol. 59. – № 2. – P. 183-187.
83. Meharwal, Z.S. Off-pump multivessel coronary artery surgery in high-risk patients / Z.S. Meharwal, Y.K. Mishra, V. Kohli [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2002. – Vol. 74. – № 4. – P. 1353-1357.
84. Naseri, E. Comparison of off-pump and conventional coronary endarterectomy / E. Naseri, M. Sevinç, K. Erk // *Heart Surg Forum.* – 2003. – Vol. 6. – № 4. – P. 216-219.
85. Nishi, H. Optimal method of coronary endarterectomy for diffusely diseased coronary arteries / H. Nishi, S. Miyamoto, S. Takanashi [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2005. – Vol. 79 – № 3. – P. 846-852.
86. Nishigawa, K. Coronary endarterectomy for diffusely diseased coronary artery: an ace in the hole in coronary artery surgery / K. Nishigawa, T. Fukui, J. Takaki, S. Takanashi // *JTCVS Tech.* – 2021. – №. 10. – P. 133-137.
87. Nishigawa, K. Off-pump coronary artery bypass grafting with concomitant coronary endarterectomy for the diffusely diseased coronary artery / K. Nishigawa, S. Takanashi // *Kyobu Geka.* – 2016. – Vol. 69. – № 8. – P. 594-598.
88. Nishigawa, K. Ten-year experience of coronary endarterectomy for the diffusely diseased left anterior descending artery / K. Nishigawa, T. Fukui, M. Yamazaki, S. Takanashi // *Ann Thorac Surg.* – 2017. – Vol. 103. – № 3. – P.710-716.
89. O'Connor, N.J. Effect of coronary artery diameter in patients undergoing coronary

bypass surgery / N.J. O'Connor, J.R. Morton, J.D. Birkmeyer [et al.] // *Circulation*. – 1996. – Vol. 93. – № 4. – P. 652-655.

90. Olearchyk, A.S. Vasiliy I. Kolesov: A pioneer of coronary revascularization by internal mammary-coronary artery grafting / A.S. Olearchyk // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1988. – Vol. 96. – № 1. – P. 13-18.

91. Patel, M.R. Appropriateness criteria for coronary revascularization / M.R. Patel, G.J. Dehmer, J.W. Hirshfeld [et al.] // *JACC*. – 2009. – Vol. 53. – № 6. – P. 530-553.

92. Puskas, J.D. Off-pump coronary bypass provides reduced mortality and morbidity and equivalent 10-year survival / J.D. Puskas, P.D. Kilgo, O.M. Lattouf [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 2008. – Vol. 86. – № 4. – P. 1139-1146.

93. Qiu, Z. Comparison of off-pump and on-pump coronary endarterectomy for patients with diffusely diseased coronary arteries: early and midterm outcome / Z. Qiu, X. Chen, Y. Jiang [et al.] // *J Cardiothorac Surg*. – 2014. – № 9. – P. 186.

94. Qiu, Z. The midterm results of coronary endarterectomy in patients with diffuse coronary artery disease / Z. Qiu, L. Auchoybur Merveesh, Y. Xu [et al.] // *J Cardiothorac Surg*. – 2018. – Vol. 13. – № 1. – P. 90.

95. Raja, S.G. Off-pump coronary artery bypass grafting: misperceptions and misconceptions / S.G. Raja, U. Benedetto // *World J Methodol*. – 2014. – Vol. 4. – № 1. – P. 6-10.

96. Ranjan, R. Outcome of coronary endarterectomy with coronary artery bypass grafting in patients with diffuse coronary artery disease in Bangladesh: A retrospective cohort study / R. Ranjan, D. Adhikary, S. Mandal [et al.] // *JRSM Cardiovasc Dis*. – 2017. – Vol. 6.

97. Ryan, T.J. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on assessment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures (Subcommittee on Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty) / T.J. Ryan, D.P. Faxon, R.M. Gunnar[et al.] // *Circulation*. – 1988. – Vol. 78. – № 2. – P. 486-502.

98. Sakaguchi, G. Impact of repeated percutaneous coronary intervention on long-term survival after subsequent coronary artery bypass surgery / G. Sakaguchi, T. Shimamoto,

T. Komiya // J Cardiothorac Surg. – 2011. – Vol. 6. – № 1. – P. 107.

99. Santini, F. Mid-term results after extensive vein patch reconstruction and internal mammary grafting of the diffusely diseased left anterior descending coronary artery / F. Santini, G. Casali, M. Lusini [et al.] // Eur J Cardiothorac Surg. – 2002. – Vol. 21. – № 6. – P. 1020-1025.

100. Sharony, R. Off-pump coronary artery bypass grafting reduces mortality and stroke in patients with atheromatous aortas: a case control study / R. Sharony, C.S. Bizakis, M. Kanchuger [et al.] // Circulation. – 2003. – Vol. 108 – № 10 SUPPL – P. 15-20.

101. Sharp, A.S.P. Long-term follow-up on a large cohort of “Full-Metal Jacket” percutaneous coronary intervention procedures / A.S.P. Sharp, A. Latib, A. Ielasi [et al.] // Circulation: Cardiovascular Interventions. – 2009. – Vol. 2 – № 5. – P. 416-422.

102. Shen, J.Q. Off-pump onlay-patch grafting using the left internal mammary artery for a diffusely diseased left anterior descending artery: in-hospital and mid-term outcomes / J.Q. Shen, L.M. Xia, K. Song [et al.] // Coron Artery Dis. – 2019. – Vol. 30. – № 5. – P. 354-359.

103. Shimokawa, T. Remodeling of reconstructed left anterior descending coronary arteries with internal thoracic artery grafts / T. Shimokawa, S. Manabe, T. Fukui, S. Takanashi // Ann Thorac Surg. – 2009. – Vol. 88 – № 1. – P. 54-57.

104. Shiono, Y. Impact of functional focal versus diffuse coronary artery disease on bypass graft patency / Y. Shiono, T. Kubo, K. Honda [et al.] // Int J Cardiol. – 2016. – Vol. 222. – P. 16-21.

105. Shneider, I.A. Coronary endarterectomy during off-pump coronary artery bypass surgery / I.A. Shneider, T.D. Lesbekov, K. Kuznetsov [et al.] // Angiol Sosud Khir. – 2008. – Vol. 14. – № 3. – P. 101-106.

106. Shroyer, A.L. Five-year outcomes after on-pump and off-pump coronary-artery bypass / A.L. Shroyer, B. Hattler, T.H. Wagner [et al.] // N Engl J Med. – 2017. – Vol. 377. – № 19. – P. 623-632.

107. Shroyer, A.L. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery / A.L. Shroyer, F.L. Grover, B. Hattler [et al.] // N Engl J Med. – 2009. – Vol. 361. – № 19. – P. 1827-1837.

108. Sianos, G. The SYNTAX Score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease / G. Sianos, M.A. Morel, A.P. Kappetein [et al.] // *EuroIntervention*. – 2005. – Vol. 1. – № 2. – P. 219-227.
109. Sinclair, D. G. The effect of cardiopulmonary bypass on intestinal and pulmonary endothelial permeability / D.G. Sinclair, P.L. Haslam, G.J. Quinlan [et al.] // *Chest*. – 1995. – Vol. 108. – № 3. – P. 718-724.
110. Smart, N.A. Long-term outcomes of on- versus off-pump coronary artery bypass grafting / N.A. Smart G. Dieberg, N. King// *JACC*. – 2018. – Vol. 71. – № 9. – P. 983-991.
111. Soylu, E. Adjunct coronary endarterectomy increases myocardial infarction and early mortality after coronary artery bypass grafting: a meta-analysis / E. Soylu, L. Harling, H. Ashrafian [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. – 2014. – Vol. 19. – № 3. – P. 462-473.
112. Takahashi, M. Early and mid-term results of off-pump endarterectomy of the left anterior descending artery / M. Takahashi, S. Gohil, B. Tong [et al.] // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. – 2013. – Vol. 16. – № 3. – P. 301-305.
113. Tasdemir, O. Coronary artery bypass grafting on the beating heart without the use of extracorporeal circulation: review of 2052 cases / O. Tasdemir, K.M. Vural, H. Karagoz, K. Bayazit // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1998. – Vol. 116. – № 1. – P. 68-73.
114. Trapp, W.G. Placement of coronary artery bypass graft without pump oxygenator / W.G. Trapp, R. Bisarya // *Ann Thorac Surg*. – 1975. – Vol. 19. – № 1. – P. 1-9.
115. Trehan, N. Further reduction in stroke after off-pump coronary artery bypass grafting: a 10-year experience / N. Trehan, M. Mishra, O.P. Sharma [et al.] // *Ann Thorac Surg*. – 2001. – Vol. 72. – № 3. – P. 1026-1032.
116. Walley, V.M. A study of the sequential morphologic changes after manual coronary endarterectomy / V.M. Walley, R.W. Byard, W.J. Keon // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1991. – Vol. 102. – № 6. – P. 890-894.
117. Wang, J. Short- and long-term patient outcomes from combined coronary endarterectomy and coronary artery bypass grafting / J. Wang, C. Gu, W. Yu [et al.] // *Medicine*. – 2015. – Vol. 94. – № 41. – P. e1781.

118. Wasilewski, J. Predominant location of coronary artery atherosclerosis in the left anterior descending artery. The impact of septal perforators and the myocardial bridging effect / J. Wasilewski, J. Niedziela, T. Osadnik [et al.] // *Kardiochir Torakochirurgia Pol.* – 2015. – № 4. – P. 379-385.
119. Wasilewski, J. The role of septal perforators and “myocardial bridging effect” in atherosclerotic plaque distribution in the coronary artery disease / J. Wasilewski, M. Roleder, J. Niedziela [et al.] // *Polish Journal of Radiology.* – 2015. – Vol. 80. – № 1. – P. 195-201.
120. Williams, B. Patients with coronary artery disease not amenable to traditional revascularization: prevalence and 3-year mortality / B. Williams, M. Menon, D. Satran [et al.] // *Catheter Cardiovasc Interv.* – 2010. – Vol. 75. – № 6. – P. 886-891.
121. Wolf, L.G. Gaseous and solid cerebral microembolization during proximal aortic anastomoses in off-pump coronary surgery: the effect of an aortic side-biting clamp and two clampless devices / L.G. Wolf, Y. Abu-Omar, B.P. Choudhary [et al.] // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2007. – Vol. 133. – № 2. – P. 485-493.
122. Zamani, M.M. The effect of intraoperative lung protective ventilation vs conventional ventilation, on postoperative pulmonary complications after cardiopulmonary bypass / M.M. Zamani, A. Najafi, S. Sehat [et al.] // *J Cardiovasc Thorac Res.* – 2017. – Vol. 9. – № 4. – P. 221-228.
123. Zhou, Z. Long-term outcomes after on-pump vs off-pump coronary artery bypass grafting for ischemic cardiomyopathy / Z. Zhou, M. Liang, X. Zhuang [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2022 – Vol. 115. – № 6. – P. 1421-1428
124. Zwolinski, R. Surgical removal of stent from multiply stented vessel: problem with choice of place for anasthomosis - one year follow-up / R. Zwolinski, S. Ostrowski, A. Banys [et al.] // *Kardiologia Polska.* – 2013. – Vol. 71. – № 6. – P. 615-617.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Таблицы

1.	Таблица 1 – Критерии оценки распространенности атеросклероза по шкале Distal Vessel Quality (DVQ). Адаптировано из [3, 42].....	11
2.	Таблица 2 – Исходная характеристика больных по возрасту, гендерному распределению, антропометрическим, клинико-anamнестическим и эхокардиографическим показателям.....	34-35
3.	Таблица 3 – Исходные параметры липидного профиля.....	36
4.	Таблица 4 – Исходная ангиографическая характеристика пациентов.....	36
5.	Таблица 5 – Распространённость атеросклеротических изменений в стенке коронарной артерий в баллах. Адаптировано из [21].....	40
6.	Таблица 6 – Количество баллов в зависимости от калибра шунтируемой коронарной артерии. Адаптировано из [21].....	41
7.	Таблица 7 – Количество баллов в зависимости от объема кровоснабжаемого миокарда. Адаптировано из [21].....	42
8.	Таблица 8 – Интраоперационные параметры	52
9.	Таблица 9 – Госпитальные результаты.....	53
10.	Таблица 10 – Однофакторный анализ исходных характеристик.....	56
11.	Таблица 11 – Результат многофакторного анализа факторов риска неблагоприятного течения госпитального периода.....	61
12.	Таблица 12 – Факторы риска, включенные в прогностическую шкалу.....	62
13.	Таблица 13 – Годичные результаты.....	64
14.	Таблица 14 – Результаты коронарного шунтирования на работающем сердце при диффузном поражении коронарных артерий. Адаптировано из [11]...	73

Рисунки

1. Рисунок 1 – Операционный микроскоп Ormi Vario S88. Адаптировано из [21].....	44
2. Рисунок 2 – Набор микрохирургических инструментов казанского медико-инструментального завода (набор Р.С. Акчурина). Адаптировано из [21].....	45
3. Рисунок 3 – Частота осложненного течения госпитального периода.....	56
4. Рисунок 4 – Неблагоприятное течение госпитального периода в зависимости от мультифокального атеросклероза.....	58
5. Рисунок 5 – Неблагоприятное течение госпитального периода в зависимости от постинфарктного кардиосклероза.....	59
6. Рисунок 6 – Неблагоприятное течение госпитального периода в зависимости от пола.....	60
7. Рисунок 7 – Оценка отношения шансов с 95 % ДИ для изучаемых факторов риска неблагоприятного течения госпитального периода.....	61
8. Рисунок 8 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности осложненного течения от значения прогностической шкалы.....	62
9. Рисунок 9 – Госпитальные результаты в двух группах у больных высокого риска неблагоприятного течения госпитального периода.....	64
10. Рисунок 10 – График Каплана-Мейера по «свободе» от рецидива стенокардии.....	65
11. Рисунок 11 – График Каплана-Мейера по выживаемости.....	66
12. Рисунок 12 – Протяженное диффузное атеросклеротическое поражение бассейна левой коронарной артерии.....	68
13. Рисунок 13 – Протяженное диффузное поражение передней нисходящей артерии.....	69
14. Рисунок 14 – Протяженное диффузное поражение правой коронарной артерии.....	70