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

На правах рукописи

МУКИМОВ ШОХРУХ ДИЛШОД УГЛИ

ОСОБЕННОСТИ КРОВОТОКА ПО ШУНТАМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЯЖЕСТИ ПОРАЖЕНИЯ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ И ТАКТИКИ ОПЕРАЦИЙ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

3.1.15 сердечно – сосудистая хирургия

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

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

Москва – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 10
1.1 Роль коронарного шунтирования в лечении ишемической болезни сердца 10
1.2 Интраоперационные факторы, влияющие на прогноз у пациентов после операции коронарного шунтирования. Методы интраоперационной оценки проходимости шунтов 11
1.3 Интраоперационная флоуметрия – методика 13
1.4 Роль интраоперационной ультразвуковой флоуметрии. Результаты наблюдений и исследований 18
1.5 Взаимосвязь между окклюзией шунтов и клиническим статусом 26
1.6 Заключение 30
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ 31
2.1 Общая характеристика больных 31
2.2 Протокол операции 34
2.3 Протокол проведения интраоперационной ультразвуковой флоуметрии 36
2.4 Инструментальные методы обследования 39
2.5 Статистический анализ 41
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ 42
3.1 Исходная клинико – демографическая характеристика 42
3.2 Госпитальные результаты 43
3.3 Анализ данных флоуметрии с учетом диаметра коронарных артерий 46
3.4 Анализ данных флоуметрии с учетом используемой хирургической методики 50
3.5 Клинические результаты через один год после операции 56
Клинический пример 1 60
Клинический пример 2 67
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ 76
ВЫВОДЫ 85
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 86
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ 87

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА 98

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности

Аортокоронарное шунтирование (КШ) является наиболее часто выполняемой открытой кардиохирургической операцией. Важнейшим критерием эффективности хирургического вмешательства является проходимость шунтов. Дисфункция шунтов в периоперационном периоде достигает 4 % и отмечается у 8% пациентов, перенесших КШ [20]. В обзорной работе L. Balacumaraswami и соавт. (2007 г.) анализ ранее опубликованных данных показал, что частота окклюзии шунтов в течение 1-го года после операции составляет около 20 % [10]. Наиболее частой причиной окклюзии шунтов в течение 1-го месяца является тромбоз в месте анастомоза, тогда как причинами более поздней дисфункции являются гиперплазия интимы (в течение первого года) и прогрессирующий атеросклероз (после 1-го года и далее). Ранний тромбоз шунта в основном связан с анатомическими и техническими особенностями – травмой сосудистой стенки при выделении трансплантата, плохим периферическим руслом коронарных артерий (КА) и необходимостью проведения коронарной эндартерэктомии при диффузном атеросклерозе или кальцинозе целевой КА, что существенно увеличивает риск развития тромбоза in situ и, как следствие, периоперационного инфаркта миокарда (ИМ) [26, 71]. Среди других технических особенностей, увеличивающих риск дисфункции шунта можно выделить изгиб или перекрут трансплантата. Стеноз в участке дистального анастомоза более характерен для диффузного поражения целевых КА с сужением диаметра нативного русла. Указанные особенности формирования анастомозов могут обнаруживаться у 5 – 20 % пациентов и являться причиной 1/3 окклюзии шунтов в течение года [10].

Для коррекции результатов КШ, профилактики дисфункции шунтов и потенциального снижения смертности и неблагоприятных сердечно – сосудистых событий в настоящее время рекомендована интраоперационная оценка гемодинамических параметров шунта (класс рекомендаций II A, уровень

доказательности B) [58]. Наиболее распространенным методом является интраоперационная ультразвуковая флоуметрия (ИУФ), среди доступных методов она обладает наиболее высокой специфичностью, при этом чувствительность может быть низкой [6]. Чрезвычайно важной считается стандартизация параметров системного артериального давления и стояния датчика для получения высокой чувствительности метода [59]. Основными параметрами ИУФ являются пульсативный индекс (PI), оценивающий пиковые характеристики кровотока; диастолическая составляющая (DF) с оценкой доли кровотока в диастолу; объемная скорость кровотока по шунту (MGF). Оптимальные значения ИУФ не описаны в текущих рекомендациях, в литературе в качестве приемлемых авторы указывают значения MGF > 20 мл/мин, PI < 5 ед, DF > 50 % [8].

Диффузный коронарный атеросклероз является наиболее сложным морфологическим вариантом поражения КА и расценивается как фактор риска ранней дисфункции шунта, а также худших клинических результатов КШ. Использование ИУФ может быть направлено на выделение шунтов с высоким риском дисфункции в связи с низкими значениями параметров кровотока, что обусловлено малым диаметром КА [8, 77]. В исследованиях изучена взаимосвязь между диаметром КА и кровотоком, оценка влияния диффузного атеросклеротического поражения КА на значения параметров кровотока не изучалась. Негативный эффект диффузного поражения заключается в технической сложности формирования дистального анастомоза и преимущественно реализуется в ранние сроки после КШ, в виде высокого риска раннего тромбоза шунта и развития периоперационного ИМ. Поэтому использование ИУФ с целью оценки гемодинамической эффективности шунтирования КА и исключения технических ошибок с анализом влияния изучаемых параметров на клинические и ангиографические (проходимость шунтов) результаты представляется актуальным в этой группе больных.

Цель исследования

Изучение характеристик ИУФ кровотока по шунтам при операции КШ пациентов с диффузным поражением и определение прогностического значения особенностей поражений и влияния хирургической тактики на результаты вмешательств.

Задачи исследования

1. Проанализировать результаты ИУФ шунтов к КА разного диаметра при верификации размера артерий в зоне анастомозов по данным коронарографии (КАГ) и интраоперационно.
2. Проанализировать особенности ИУФ при использовании сложных коронарных реконструкций (эндартерэктомии, пролонгированных анастомозов) и анастомозов к КА < 1,5 мм.
3. Сравнить результаты ИУФ аутоартериальных и аутовенозных шунтов (АВШ) при диффузном поражении КА.
4. Оценить госпитальные клинические результаты операций КШ в зависимости от данных ИУФ.
5. Оценить годичные клинические результаты операций КШ в зависимости от данных ИУФ.

Научная новизна

Впервые изучены параметры ИУФ при диффузном поражении и мелком диаметре КА с учетом технических особенностей КШ и определены предикторы субоптимального кровотока по шунтам.

На основании результатов ИУФ выделена группа пациентов с высоким риском окклюзии шунтов и рецидива стенокардии.

Теоретическая и практическая значимость работы

Впервые выделена группа больных худшего течения ишемической болезни сердца (ИБС) у больных с диффузным поражением КА на основании параметров ИУФ, требующая усиленных мер вторичной профилактики сердечно – сосудистых событий.

Разработаны рекомендации по тактике хирургического вмешательства, использованию сложных коронарных реконструкций (СКР) и оптимального выбора трансплантата с учетом тяжести коронарного атеросклероза и диаметра целевых КА.

Методология и методы исследования

Исследовательская работа выполнена на базе отдела сердечно-сосудистой хирургии НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России. Дизайн исследования – одноцентровое проспективное исследование. В соответствии с критериями включения и исключения в исследование вошло 150 пациентов с ИБС, которым в отделе сердечно-сосудистой хирургии в период с 01.01.2018г по 31.12.2019г выполнено изолированное первичное КШ с интраоперационной оценкой кровотока в шунтах и использованием метода ультразвуковой флоуметрии.

Сформировано 2 группы пациентов: в 1-ю группу вошли пациенты с оптимальными параметрами ИУФ ко всем шунтам (n = 121), 2 группу формировали пациенты с субоптимальными значениями ИУФ, как минимум, одного из шунтов (n = 29). Проведена сравнительная оценка госпитальных и годичных клинических результатов в указанных группах. Изучены особенности ИУФ у пациентов с диффузным поражением КА. Определены причины окклюзии шунтов у пациентов с рецидивом стенокардии после выполненного оперативного лечения. Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы IBM SPSS Statistics 26.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Использование ИУФ позволяет оценить необходимость ревизии шунта у больных с диффузным поражением КА.
2. Субоптимальные значения ИУФ позволяют выделить группу неблагоприятного течения ИБС, требующую усиленных мер вторичной профилактики сердечно – сосудистых событий в послеоперационном периоде.
3. Использование СКР и аутоартериальных трансплантатов позволяет оптимизировать результаты ИУФ при диффузном поражении и малом диаметре КА.

Внедрение результатов в клиническую практику

Результаты исследования внедрены в научную и практическую работы лаборатории микрохирургии сердца и сосудов НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России.

Степень достоверности результатов и апробация работы.

Достоверность результатов исследования основана на применении современных методов статистической обработки данных, полученных в ходе проведения клинических, лабораторных и инструментальных исследований, и определяется объективным анализом результатов лечения достаточного количества пациентов.

Апробация диссертационной работы состоялась на межотделенческой конференции ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России 23 мая 2022 года (протокол № 92). Диссертация рекомендована к защите.

Публикации и апробация результатов

По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них 7 статей в журналах, входящих в перечень Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки РФ и 7 тезисов.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, практических рекомендации, списка литературы, включающего 86 публикаций отечественных и зарубежных авторов. Диссертация изложена на 101 странице печатного текста, иллюстрирована 35 рисунками и 17 таблицами.

Личный вклад автора

Автором проведен отбор больных согласно критериям включения и исключения, создана база данных, выполнена статистическая обработка материала, анализ и научная интерпретация полученных данных. Автор участвовал в проведении хирургического лечения более чем у 50 % исследуемых пациентов, наблюдал и курировал в послеоперационном периоде пациентов, проводил оценку клинического состояния больных в послеоперационном периоде. Автор подготовил 7 устных и стендовых докладов на международных съездах и конференциях: XXVII Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов (Москва, Россия, 2021), Ежегодная Всероссийская научно-практическая конференция «Кардиология на марше 2021» и 61-я сессия ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» (Москва, Россия, 2021), VII съезд хирургов юга России (Пятигорск, Россия, 2021), XXV Ежегодная сессия НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева (Москва, Россия, 2022), 70th International Congress of the European Society for CardioVascular and Endovascular Surgery & 7th International Meeting on Aortic Diseases (Liege, Belgium, 2022).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Роль коронарного шунтирования в лечении ишемической болезни сердца

Операция КШ является наиболее эффективным методом реваскуляризации у пациентов с тяжелым течением стабильной формы ИБС, включая пациентов с протяженным многососудистым поражением КА и поражением ствола левой коронарной артерии (ЛКА).

Результаты сравнения эффективности операции КШ и оптимальной медикаментозной терапии (ОМТ) были опубликованы в 1984 и 1994 году в крупном регистре CASS (Coronary Artery Surgery Study). В регистре за период 1974 – 1979 гг. была выполнена КАГ 24 959 пациентам, из них с гемодинамически значимым поражением ствола ЛКА – 1484 пациента. За вышеуказанный период не было выявлено статистически достоверных различий в выживаемости в общей популяции, между группами перенесших операцию КШ и ОМТ. При этом достоверное улучшение выживаемости в группе пациентов со сниженной фракцией выброса (< 50 %) после операции КШ по сравнению с группой ОМТ (79% и 51 %, соответственно, p = 0,01) было отмечено в десятилетних результатах регистра [16].

Анализ подгрупп пациентов показал достоверное улучшение прогноза после реваскуляризации миокарда у пациентов с поражением ствола ЛКА и с поражением проксимального сегмента передней нисходящей артерии (ПНА) - как эквивалент поражения ствола ЛКА. Выживаемость через 3 года в группе пациентов с поражением ствола ЛКА, перенесших операцию КШ, составила 91 %, а в группе ОМТ - 69 % (p < 0,001). Медиана выживаемости через 15 лет в группе пациентов (912 пациентов) с поражением проксимального сегмента ПНА, перенесших операцию КШ составила, 13,1 года и 6,9 лет в группе ОМТ (p < 0,001) [19].

Основываясь на результатах регистров и исследований, в 2001 году Американским кардиологическим обществом были опубликованы рекомендации

по реваскуляризации миокарда, где абсолютным показанием для выполнения операции КШ для пациентов стали: наличие поражения ствола ЛКА, поражение проксимального сегмента ПНА (как эквивалент поражения ствола ЛКА) и многососудистое поражение КА [69]. В дальнейшем эти положения стали базовыми и для рекомендаций Европейского общества кардиологии, в том числе в обновленных версиях, однако, общепризнанных рекомендаций по коронарному шунтированию при диффузных поражениях до настоящего времени не разработано [58].

1.2 Интраоперационные факторы, влияющие на прогноз у пациентов после операции коронарного шунтирования. Методы интраоперационной оценки проходимости шунтов

Основным фактором, определяющим высокую частоту неблагоприятных сердечно – сосудистых событий после КШ, является проходимость шунтов. Известно, что низкие показатели кровотока в аортокоронарных шунтах при технических ошибках, конкурентном потоке и плохом дистальном русле приводят к низкой проходимости и высокому риску окклюзии шунтов. В непосредственном послеоперационном периоде это может быть связано с тромбозом шунта вследствие его перегиба, сильного натяжения шунта и наличия стеноза или эндартерэктомии в области анастомоза.

Несмотря на высокую эффективность операции КШ, частота периоперационного ИМ может достигать 9 %. Наиболее высокий риск периоперационного ИМ отмечается у больных с диффузным поражением КА и ассоциируется с проведением коронарной эндартерэктомии [71, 69]. При этом частота окклюзии шунтов в госпитальном периоде может достигать 4 % для стандартного КШ и 6 – 12 % для шунтирования с использованием СКР, в частности коронарной эндартерэктомии [11, 20, 60, 70, 73, 76]. Наибольший вклад в долю окклюзированных шунтов вносят аутовенозные трансплантаты, так в течение

первого года после КШ происходит окклюзия до 30% АВШ с приростом в 5 – 10 % каждый следующий год для аутовен [54, 70, 86].

Первые попытки определения проходимости шунтов предпринимались в 1970 – 80-х годах [9, 14]. С тех пор принципы и особенности клинического применения методов оценки проходимости трансплантатов во время операции КШ неоднократно анализировались и переоценивались.

В настоящее время с целью оценки проходимости шунтов чаще всего используются следующие методы визуализации: интраоперационная ангиография, флуоресцентная визуализация и ИУФ. У каждого из этих методов имеются преимущества, ограничения и недостатки в применении. Связано это с различиями в чувствительности и специфичности методов, а также наличием оборудования, навыка хирурга и потенциального риска той или иной методики. Преимуществом метода интраоперационной ангиографии с использованием йод – контрастных веществ для оценки проходимости шунтов и анастомозов является возможность прямой визуализации кровотока с достижением высокой чувствительности метода без объективных показателей потока. Ограничением метода признается риск развития контраст индуцированной нефропатии у пациентов в результате введения контрастного вещества на фоне операционной нагрузки.

Метод интраоперационной флуоресцентной визуализации интересен благодаря применению индоцианина зеленого (ICG) – не радиоактивного, недорогого флуоресцентного красителя, который посредством света в спектральном разложении околоинфракрасной области спектра (NIR) позволяет визуализировать перфузию или перфузионные дефекты. Недостатками метода являются минимальная информация о структуре потока в шунтах, длительность исследования (в среднем 10 – 15 мин), «полуколичественная оценка» проходимости шунтов, а также низкая визуализация шунтов, выделенных в лоскуте, по сравнению со скелетированными трансплантатами [18, 22, 23, 32, 40, 52, 54].

При электромагнитной флоуметрии магнитное поле, которое индуцируется вокруг железного магнитного сердечника зонда электрическим током, создает

разность напряжений в проводящем поле. Два небольших электрода, расположенных напротив друг друга, регистрируют создаваемое напряжение и генерируют электрический сигнал, пропорциональный скорости потока. Таким образом, объем потока может быть измерен, только если известна площадь поперечного сечения сосуда. Точное измерение в значительной степени зависит от наличия зонда, который плотно прилегает к стенке сосуда, предварительной калибровки и сегментного воздействия на сосуд, что снижает точность измерений.

Наиболее часто используемым методом интраоперационного исследования кровотока по шунтам в настоящее время является ИУФ (TTFM - transit time flow measurement) [59]. Преимуществами метода являются простота в применении, неинвазивность и возможность количественной гемодинамической оценки кровотока в отличие от ангиографии. Среди ограничений можно выделить невозможность прямой визуализации кровотока по шунтам.

Согласно рекомендациям 2019 года Европейского общества кардиологов, рутинное использование ИУФ рекомендовано для коррекции результатов КШ, профилактики непроходимости шунтов и потенциального снижения смертности и неблагоприятных сердечно – сосудистых событий (класс доказательности IIa, уровень B) [58]. Рекомендаций по ИУФ при диффузных поражениях коронарных артерий в доступной литературе не выявлено.

1.3 Интраоперационная флоуметрия – методика

ИУФ выполняется после формирования шунтов и прекращения искусственного кровообращения (ИК). Параметры гемодинамики должны быть стабильны. Если исследование проводится на фоне проводимого ИК при сомнительном качестве анастомоза, то среднее артериальное давление (АД) должно быть не менее 80 мм рт. ст. Подбирается ультразвуковой датчик калибра, соответствующего шунту. В зависимости от хирургического вмешательства требуются датчики для венозных шунтов большего калибра, чем для внутренней грудной артерии (ВГА). Меньший размер датчика может привести к сдавлению

шунта и недооценке кровотока. Ограничение кровотока по шунту на фоне его сдавления может усилить конкурентный кровоток по нативному руслу. В обратной ситуации, если выбран слишком большой датчик, полученные показания могут оказаться вариабельными в связи с недостаточным контактом датчика и шунта [42].

Для венозных шунтов датчик устанавливается в среднем или дистальном сегменте. Важно учитывать, что дистальные сегменты более точно отражают кровоток по шунту, тогда как проксимальные сегменты больше зависят от центральной гемодинамики. Для трансплантатов in situ – ВГА – этот тезис менее важен. Использование методики должно быть безопасным, поэтому в случае технической сложности или развития нестабильности гемодинамики, проведение ИУФ возможно в среднем сегменте шунта. Артериальные кондуиты, такие как ВГА должны быть освобождены от окружающих тканей по длине, соответствующей ширине датчика, приблизительно 1 см. При композитном и секвенциальном шунтировании последовательно оценивается каждый фрагмент шунта между анастомозами. Для секвенциальных шунтов измерения должны выполняться с окклюзией нижележащего трансплантата и без нее. При шунтировании сосудов с частичными 50 – 80 % стенозами для исключения конкурентного кровотока возможно пережатие проксимального по отношению к анастомозу отдела коронарной артерии при проведении пробы «Рисунок 1.1».

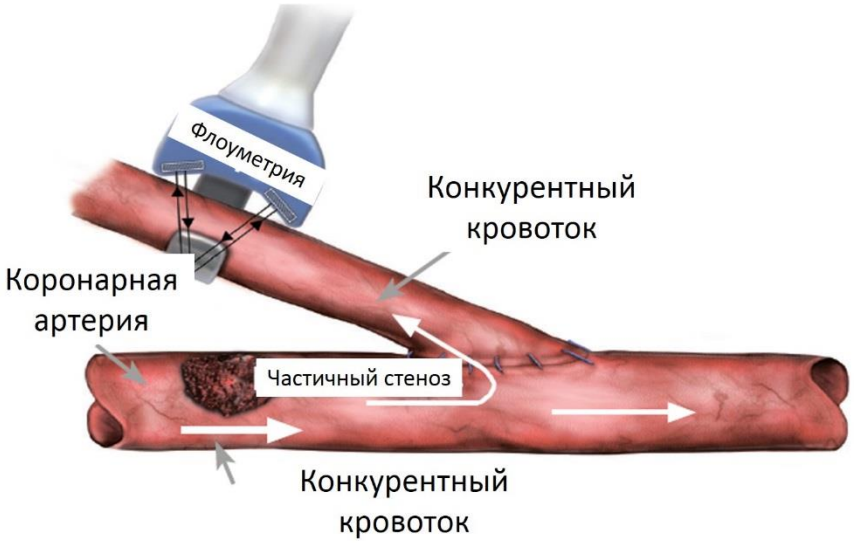

Рисунок 1.1 – Схема формирования конкурентного кровотока при измерении ИУФ при частичном стенозе коронарной артерии. Флоуметр установлен на шунте. Для исключения конкурентного кровотока и объективизации проходимости шунта возможно пережатие стенозированного приводящего отдела коронарной артерии

При проведении исследования на аппаратах типа MiraQ Cardiac кровоток по шунтам отображается в виде кривой потока с систолическим (красным) и диастолическим (синим) компонентами. Оценка кровотока по шунтам осуществляется на основании анализа четырех переменных: объемная скорость кровотока по шунту (MGF, мл/мин), пульсативный индекс (PI, единиц), процент обратного потока (BF, %) и процент диастолического наполнения (DF, %) [45].

1. Объемная скорость кровотока по шунту (MGF) измеряется в мл/мин и отображается на экране. Кроме того, MGF отображается в виде горизонтальной красной линии, пересекающей кривую потока. Кривая имеет систолический компонент, наполненный красным цветом, и диастолический компонент, наполненный синим цветом. На значение MGF влияет несколько факторов, среди которых размер, качество и тип трансплантата, а также размер и диаметр целевой КА, качество анастомоза, отток крови в дистальных отделах коронарного русла, системная и локальная гемодинамика с учетом конкурентного кровотока.

2. Пульсативный индекс (PI) – это расчетный показатель, который измеряется в единицах. PI рассчитывается путем деления разницы между максимальным и минимальным потоком на общую объемную скорость кровотока по шунту (MGF), усредненную из 5 сердечных циклов. PI представляет собой оценку сопротивления потоку. На значение PI влияют те же параметры, которые влияют на MGF.

3. Процент обратного потока (BF) показывает долю потока, направленного ретроградно через анастомоз по шунту в течение одного сердечного цикла, и регистрируется ниже изолинии. Значение BF измеряется в процентах и отражает конкурирующий кровоток по нативному руслу.

4. Диастолическая составляющая (DF) показывает долю диастолического потока по шунту. Преобладание диастолического потока характерно для всех шунтов и преимущественно выражен в системе ЛКА по сравнению с правой коронарной артерий (ПКА). Эта особенность связана с более высоким конечным систолическим давлением в левом желудочке, что отражается на более высоким трансмиокардиальном давлении в ЛКА в систолу. Значение DF сильно варьирует в зависимости от позиционирования датчика.

Показателями, характеризующие успешное выполнение шунтирования, являются: MGF > 20 мл/мин, PI < 5,0 единиц, BF < 3,0 % и DF – 60 - 80 % «Рисунок 1.2» [59].

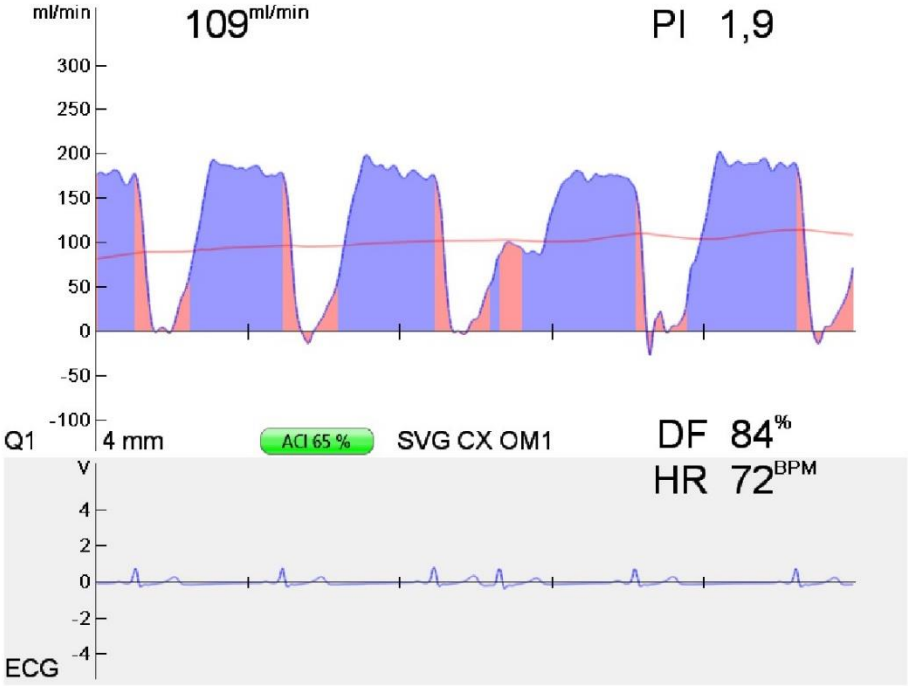

Рисунок 1.2 – Показатели флоуметрии при проходимом нормально функционирующем шунте

Стоит отметить, что каждая из этих переменных дает конкретную информацию о состоянии шунта и дистального коронарного русла, но при этом подвержена влиянию множества факторов. Повторная оценка во время вмешательства позволяет снизить частоту расхождений в результатах ИУФ.

Низкие значения MGF через шунт и высокий PI с высокой чувствительностью определяют риск окклюзии шунта в раннем послеоперационном периоде «Рисунок 1.3».

Ложноположительные результаты наблюдаются редко и чаще всего связаны с ошибками во время проведения ИУФ, а именно - при неверном расположении датчика и конкурентном кровотоке.

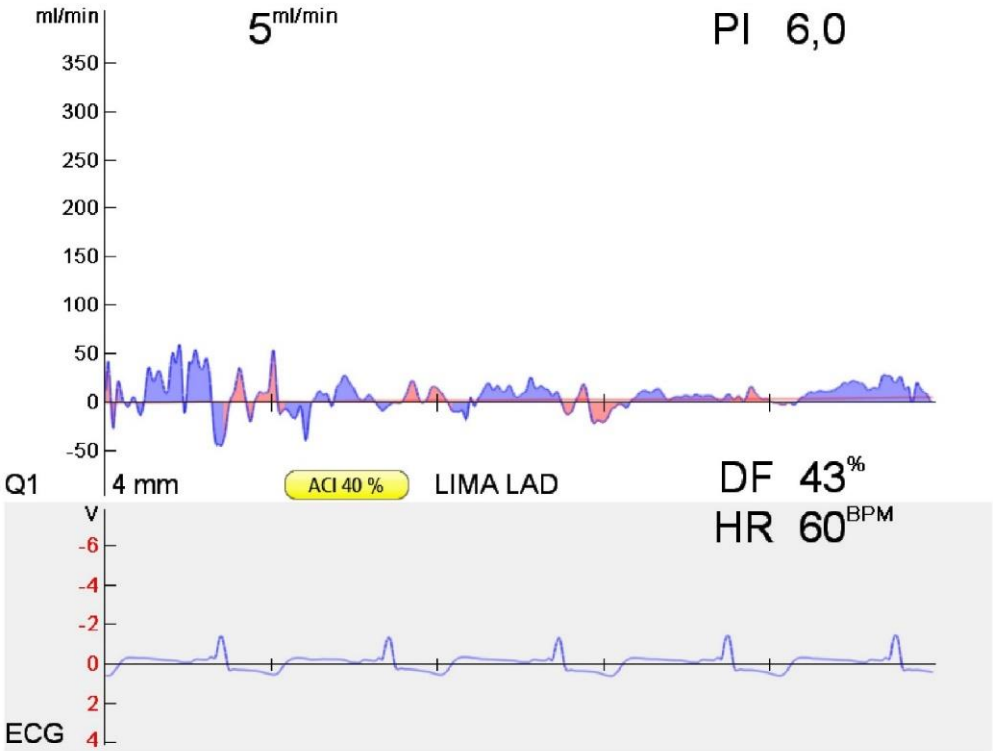

Рисунок 1.3 – Показатели флоуметрии при нефункциональном шунте

Одним из ограничений метода ИУФ является возможность появления ложноотрицательных результатов с ложным снижением PI. Как правило, это возникает при ретроградном потоке в КА и при обструкции в месте анастомоза.

1.4 Роль интраоперационной ультразвуковой флоуметрии. Результаты наблюдений и исследований

В литературе представлено 15 крупных исследований, касающихся прогностической роли относительно невысоких показателей ИУФ у пациентов во время КШ при отсутствии технических ошибок, основные из них суммированы в «Таблице 1.1».

Таблица 1.1 – Исследования, посвященные изучение результатов использования интраоперационной ультразвуковой флоуметрии

Авторы, год	Основные результаты
Di Giammarco [30], 2006	Независимыми предикторами несостоятельности шунта в течение 1-го года обозначены значения MGF < 15 мл/мин (чувствительность – 87 %, специфичность – 87 %), PI > 3,0 (чувствительность – 67 %, специфичность – 66 %) и BF > 3,0 % (чувствительность – 67 %, специфичность – 53%).
Desai [21], 2006	Чувствительность и специфичность флуоресцентной ангиографии для обнаружения стеноза шунта более 50 % или его окклюзии составила 83,3 % и 100 % соответственно. При этом чувствительность и специфичность ИУФ составила 25 % и 98 % соответственно.
Nakajima [57], 2006	Исходно кровоток определялся как антеградный, конкурентный, ретроградный или отсутствующий. Из шунтов с конкурентным кровотоком по результатам КАГ (через 2 недели после вмешательства), 75 % были окклюзированы через 56 ± 31 месяц, что достоверно превышало показатели окклюзии при антеградном кровотоке (p < 0,001).
Tokuda [78], 2008	MGF > 15 мл/мин, PI < 5,1 единиц и BF > 4,1 % были оптимальными показателями для прогноза проходимости шунтов к ПНА. Для шунтов к ПКА оптимальными показателями были MGF > 20 мл/мин, PI < 4,7 и BF > 4,6%.
Kieser [72], 2010	Анализ результатов ИУФ и исходных клинико – демографических параметров показал статистически значимое (p < 0,05) влияние PI > 5 ед, возраста и острого коронарного синдрома на развитие сердечно – сосудистых событий (возврат стенокардии, периоперационный ИМ, повторная реваскуляризация, госпитальная летальность) в послеоперационном периоде.
Per Lehnert [51], 2015	Для ВГА наблюдалось снижение частоты несостоятельности шунтов на 4 % с каждым увеличением показателей MGF на 1 мл/мин (ОШ 0,96; 95 % ДИ 0,93 – 0,99; p = 0,005). Для венозных шунтов наблюдалось снижение частоты несостоятельности шунтов на 2 % с каждым увеличением показателей на 1 мл/мин (ОШ 0,98; 95 % ДИ 0,97 – 1,00; p = 0,059).

Продолжение таблицы 1.1

Авторы, год	Основные результаты
Базылев В.В. [2], 2015	Маммарокоронарное шунтирование в условиях ИК демонстрирует более высокую MGF по кондуиту по сравнению с операцией на работающем сердце (p = 0,01) при одинаковом PI.
Потеев М.А. [4], 2017	Использование ИУФ позволяет определить эффективность КШ на интраоперационном этапе, что ведет к улучшению качестве хирургического вмешательства. В ряде случаев неудовлетворительные результаты помогают принять решение о своевременном исправлении технических погрешностей, допущенных при шунтировании КА.
Taggart [74], 2020	Принятие решений в ходе КШ изменилось в 25,2 % случаев (n = 256) и 77 % этих изменений (197 из 256) базировались на показателях ИУФ.

П р и м е ч а н и е: MGF – объемная скорость кровотока по шунту, PI – пульсативный индекс, BF – процент обратного потока, ИУФ – интраоперационная ультразвуковая флоуметрия, ВГА – внутренняя грудная артерия, ОШ – отношение шансов, ДИ – доверительный интервал, ИК – искусственное кровообращение, КШ – аортокоронарное шунтирование

В исследовании Y. Tokuda и соавт. [78] проводилась оценка проходимости трансплантатов у 261 пациентов с последующим 3-х месячным ангиографическим контролем у 123 пациентов. Результаты наблюдения продемонстрировали, что ИУФ может быть полезным методом для прогнозирования ранней недостаточности трансплантатов. Через 1 год группой исследователей проводилась оценка 104 трансплантатов у 51 пациента с последующим проведением шунтографии, выполненной через 1 – 4 года после операции. Это исследование также продемонстрировало, что ИУФ является качественным методом для определения прогноза промежуточных результатов КШ.

В работе G. Di. Giammarco и соавт. [30] было изучено 304 трансплантата у 157 пациентов, подвергшихся послеоперационной ангиографии в течение 1-го года наблюдения (среднее время наблюдения составило 6,7 ± 4,8 месяца). Из 38 нефункционирующих трансплантатов у 5 были выявлены технически неприемлемые анастомозы. В оставшихся 33 трансплантатах комбинированный набор значений трех основных параметров (средний поток, PI и BF) позволил

предсказать несостоятельность трансплантата (анатомическую или функциональную) в течение 1-го послеоперационного года с высокой вероятностью как для артериальных (p = 0,001), так и для венозных (p = 0,002) трансплантатов, что в очередной раз подчеркнуло ценность ИУФ как метода прогнозирования краткосрочной и среднесрочной проходимости трансплантата.

В исследовании P. Lehnert и соавт. [51] было включено 345 пациентов, у которых выла выполнена интраоперационная оценка 982 шунтов. Через 1 год наблюдения в популяции было выявлено 12 % несостоятельных шунтов по результатам шунтографии. При этом регрессионный анализ результатов продемонстрировал, что при увеличении среднего потока по результатам ИУФ на каждый миллилитр в минуту, частота несостоятельности маммарных шунтов снижалась на 4 % (отношение шансов (ОШ) = 0,96, 95 % доверительный интервал (ДИ) = 0,93 – 0,99, p = 0,005). Для АВШ, однако, достоверного влияния ИУФ на прогноз получено не было (ОШ = 0,98; 95 % ДИ 0,97 – 1,00, p = 0,059). При этом чувствительность метода в наблюдении составила 69,5 %.

Такие же результаты были получены в других наблюдениях: применение ИУФ не являлось сильным независимым предиктором несостоятельности АВШ [6, 34, 74]. При анализе влияния отдельных показателей ИУФ, в одном из исследований была продемонстрирована прямая связь между показателями среднего потока ≥ 20 мл/мин и отдаленными результатами шунтирования как для маммарной артерии, так и для АВШ [59].

Анализ клинических исходов КШ при выполнении интраоперационной оценки шунтов с использованием ИУФ был проведен в рандомизированном исследовании GRIIP. При этом частота неблагоприятных сердечно – сосудистых событий, включавших смерть, ИМ и повторную реваскуляризацию, составила 7,7% и достоверно не отличалась между группой с применением ИУФ и контрольной группой [81]. Таким образом рутинная оценка шунтов с использованием ИУФ не приводила к снижению неблагоприятных событий через 1 год наблюдения.

В рандомизированном исследовании N.D. Desai и соавт. ИУФ была выполнена в 139 случаях. Метод сравнивался с флуоресцентной ангиографией у

тех же больных. Чувствительность и специфичность флуоресцентной ангиографии для обнаружения стеноза шунта более 50 % или его окклюзии составила 83,3 % и 100%, соответственно. При этом чувствительность и специфичность ИУФ составила 25 % и 98 %, соответственно [21].

В наблюдении N. Nakajima и соавт. проводилась оценка кровотока в шунтах через 2 недели после вмешательства и в отдаленном периоде. Исходно кровоток определялся как антеградный, конкурентный, ретроградный или отсутствующий. Из шунтов с конкурентным кровотоком по результатам КАГ через 2 недели после вмешательства, 75 % были окклюзированы через 56 ± 31 месяц [57]. Результаты наблюдения свидетельствуют в пользу необходимости оценки влияния ИУФ на ранние послеоперационные исходы для более точного анализа чувствительности и специфичности метода.

Среди российских исследований, посвященных применению метода ИУФ и его прогностической значимости наиболее интересным, представляются работы М.А. Потеева и И.Ю. Сигаева. В первой из них изучались непосредственные результаты ИУФ у больных, перенесших операцию КШ. Для ретроспективного исследования были отобраны 262 пациента, которым в 2014 – 2016 гг. было выполнено КШ, как изолированное (248 операций), так и в сочетании с коррекцией патологии клапанов (7 операций) или аневризмы левого желудочка (7 операций). Критерием включения было выполнение ИУФ кровотока по шунтам. Проведен анализ 609 проб ИУФ у 262 пациентов, перенесших процедуру КШ. В результате было установлено, что в 519 проб (85,3 % от общего числа проб) у 185 больных (70,6 % от общего числа больных) значения кровотока соответствовали показателям, которые удовлетворяли критериям адекватности. Соответственно, в 90 пробах ИУФ (14,7 % всех случаев проб) у 77 больных (29,4 % от общего числа больных) кровоток отличался от принятых за основу «нормальных» показателей. Из 90 флоуметрий, с результатами отличными от адекватных, 24 пробы (27 %) пришлись на шунты левой ВГА к ПНА, и 66 пробы (73 %) пришлись на венозные шунты в бассейны огибающей артерии (ОА) и правой КА (ПКА) [86]. В работе И.Ю. Сигаева и соавт. изучены результаты шунтографии у 150 пациентов,

перенесших КШ, продемонстрирован высокий риск окклюзии шунтов при снижении MGF менее 20,5 мл/мин (ОШ = 8,18, 95% ДИ 4,4 – 15,19) и повышении PI более 2,65 (ОШ = 3,3, 95% ДИ 2,17 – 5,08) [5].

Таким образом, результаты существующих в настоящее время наблюдений и клинических исследований не дают однозначных ответов о необходимости использования ИУФ в ежедневной клинической практике. Часть исследований четко демонстрируют высокую значимость рекомендуемых показателей потока и PI в определении проходимости шунта, тогда как в других исследованиях влияние ИУФ на прогноз пациентов после КШ отсутствует [6, 81].

Чувствительность и специфичность данного метода также варьирует в различных наблюдениях. Такие различия в результатах применения метода могут быть связаны с рядом причин, наиболее важной из которых является разнообразие методик определения несостоятельности шунтов и разные сроки наблюдения для оценки влияния метода ИУФ на прогноз пациентов. Непроходимость шунтов через 1 год наблюдения может определяться причинами, не связанными с интраоперационной состоятельностью шунтов. В упомянутом ранее рандомизированном исследовании GRIIP поднимается вопрос об отсутствии влияния рутинной ИУФ на отдаленный прогноз вмешательства, так как ни интраоперационная ангиография, ни ИУФ не могут обладать достоверной предсказательной способностью [68].

ИУФ может быть полезна для оценки рисков окклюзии шунтов в ранний послеоперационный период, что также было продемонстрировано в серии клинических наблюдений [50]. Особенно важно это для маммарного шунта, поскольку его несостоятельность в большинстве случаев определяется техническими проблемами во время вмешательства.

В отношении необходимости ревизии шунта в одной из работ авторы предложили алгоритм принятия решения на основании значения PI с учетом диффузного поражения целевого русла. Они предлагают не применять коррекцию «оставить шунт», если PI < 3 ед. и рассмотреть ревизию при PI > 5 ед. В случае

значения PI 3 – 5 ед. наличие диффузного поражения рассматривается как критерий, ограничивающий проведение ревизии шунта [46] «Рисунок 1.4».

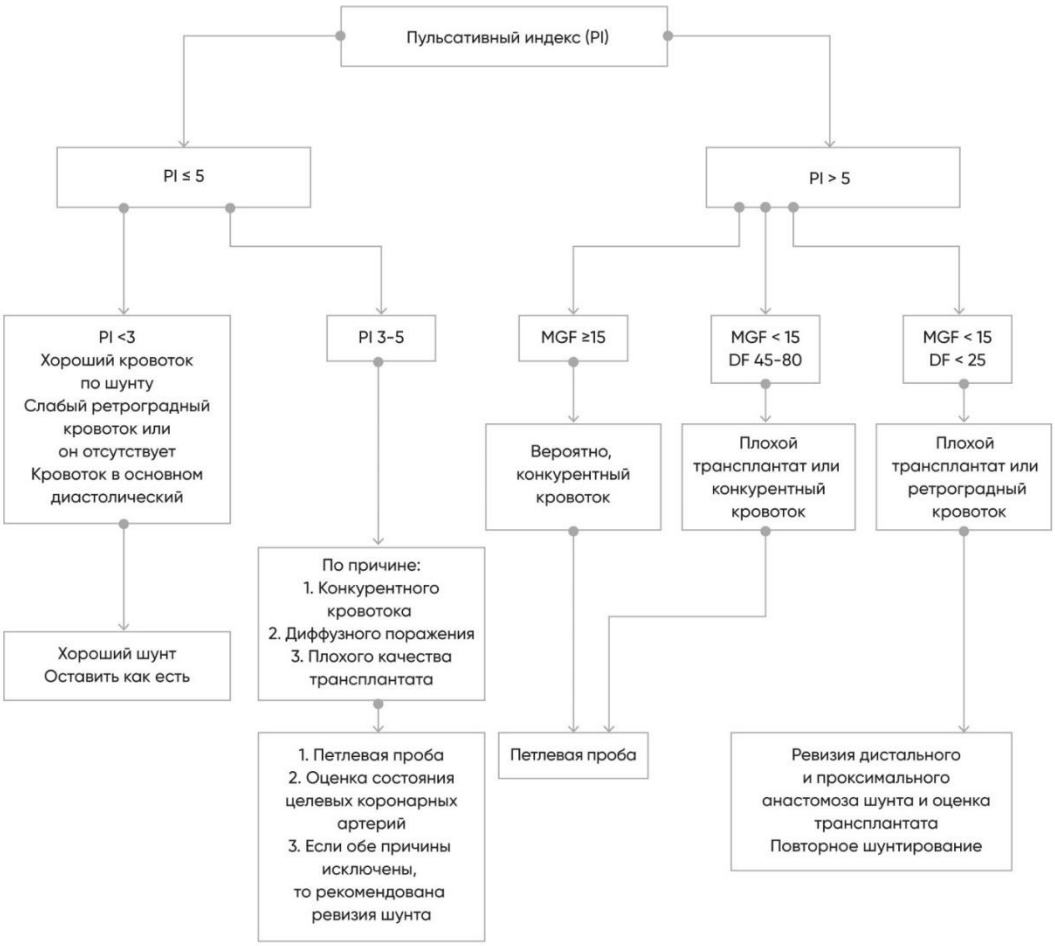

Рисунок 1.4 – Алгоритм действий по ревизии шунта на основании результатов интраоперационной ультразвуковой флоуметрии (адаптировано из Kieser T.M. et al. [46])

Еще один алгоритм предложен экспертами совсем недавно «Рисунок 1.5», авторы предлагают проводить ревизию шунта в случае низкой MGF (менее 15 мл/мин) и/или высокого PI (> 3 ед. для системы левой КА и > 5 ед. для системы ПКА) на фоне оптимальных параметров гемодинамики и проведения функциональных проб [28]. Описанные алгоритмы указывают на необходимость учета диаметра целевой КА, однако четких рекомендации по принятию того или иного решения на основании малого диаметра не предлагается. Другим

ограничением этих алгоритмов представляется отсутствие результатов их использования в клинической практике.

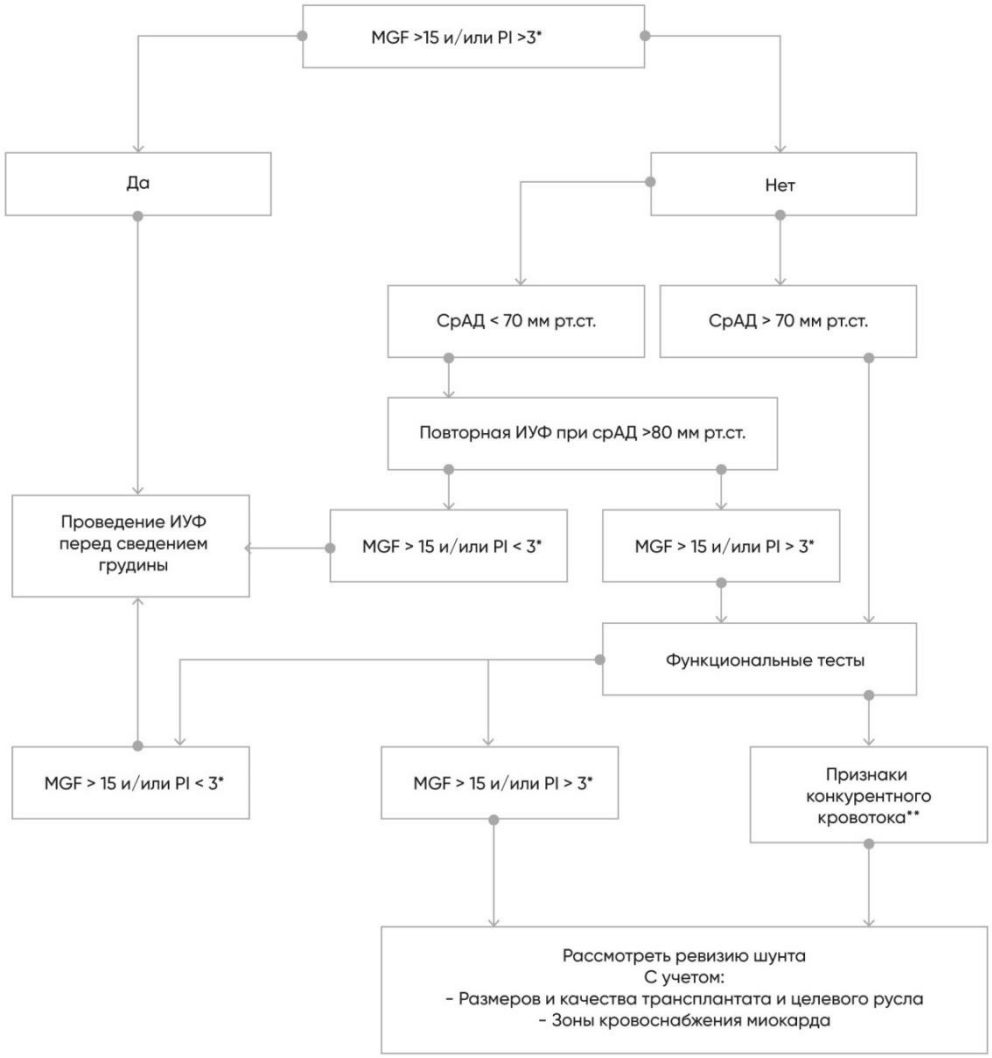

Рисунок 1.5 – Алгоритм действий на основании результатов интраоперационной ультразвуковой флоуметрии (адаптировано из Gaudino M. et al., [28]). * - PI > 5 для правой коронарной артерии; ** - признаки конкурентного кровотока: высокое значение процента обратного потока (BF) и пульсативного индекса (PI), низкое значение объемной скорости потока по шунту (MGF)

Несмотря на простоту, доступность и перспективность метода, ИУФ остается недостаточно хорошо изученной. Современные рекомендации включают ИУФ в качестве метода для оценки качества выполнения КШ с высоким классом

информативности, однако с низким уровнем доказательности (мнение экспертов) [58]. Рекомендованные показатели MGF > 20 мл/мин и PI < 5 ед. нашли отражение в ряде исследований, в связи с чем они внесены в международные рекомендации по КШ [28]. Высокая специфичность и низкая чувствительность метода были продемонстрированы в единственном рандомизированном исследовании, что является основным ограничением для применения метода. Дополнительные ограничения включают в себя наличие ложноположительных и ложноотрицательных результатов, связанных с техническими аспектами выполнения ИУФ. Также, ИУФ не может в настоящий момент рассматриваться как метод выбора для определения прогноза проходимости АВШ в отдаленном периоде. Для более точного определения прогностического влияния ИУФ необходимо точное определение состоятельности шунтов, и отдельная оценка влияния применения метода в зависимости от типа используемого шунта (венозный или артериальный).

1.5 Взаимосвязь между окклюзией шунтов и клиническим статусом

Дисфункция шунта в раннем послеоперационном периоде по некоторым данным достигает 12 % [86]. К причинам ранней окклюзии шунта относят технические причины: дефекты трансплантата, ошибки при формировании анастомоза, малый кровоток по шунту. В отдаленном периоде важнейшим фактором риска дисфункция шунта является тип трансплантата – частота окклюзии АВШ составляет 20 – 50 % в течение 5 – 10 лет, что существенно выше чем частота окклюзии аутоартериальных шунтов [26] «Таблица 1.2».

Таблица 1.2 – Проходимость шунтов в зависимости от типа используемого трансплантата [83]

Параметры	Ранняя проходимость (< 1 года)	Среднесрочная проходимость (5 – 7 лет)	Отдаленная проходимость (> 10 лет)
Большая подкожная вена, %	81 – 97,9	75 – 86	50 – 60
Внутренняя грудная артерия, %	93 – 96	88 – 98	85 – 95
Лучевая артерия, %	89 – 92	90 – 98	89 – 91
Правая желудочно – сальниковая артерия, %	92 – 97	80 – 90	62

Причины, ведущие к окклюзии шунтов, на различных промежутках постгоспитального периода гетерогенны. В большинстве случае ранняя (до 1 месяца) окклюзия обусловлена тромбозом шунта, а поздняя – гиперплазией интимы (1 месяц – 1 год) с прогрессированием атеросклероза (> 1 года) [26]. Клинически эти состояния могут различаться в связи с тем, что окклюзия шунта является острым процессом, тогда как прогрессирование атеросклероза характеризуется постепенным нарастанием коронарной недостаточности.

Помимо технических причин, ведущих к раннему тромбозу шунта, следует выделить наличие конкурентного кровотока по нативному руслу и особенности гемостаза с гиперкоагуляцией [28, 50]. Гиперплазия интимы, развивающаяся в более поздние сроки, является следствием адаптации трансплантата и начинается в месте анастомоза. В большинстве случаев гиперплазия интимы завершается локально, но в некоторых случаях процесс гиперплазии оказывается генерализованным, что приводит к окклюзии шунта в месте анастомоза [36]. Прогрессирование атеросклероза в шунтах характеризуется ускоренным развитием в сравнении с нативным коронарным руслом и отличается морфологически более распространенным поражением и высоким риском разрыва атеросклеротической бляшки [83].

Данные литературы по изучению проходимости шунтов и взаимосвязи с клиническим статусом пациента, как правило, оценивали симптомные случаи [17].

В то же время очевидно, что у симптомных пациентов частота окклюзии шунтов выше, чем у бессимптомных. Дополнительные сложности вызывает вопрос, связанный с оценкой проходимости шунтов у умерших пациентов и отзыв согласия на ангиографическое исследование. Большую долю из исследуемых, как правило, составляют пожилые пациенты, перенесшие операцию 5 – 10 лет назад. В таком случае часть из них имеет тяжелый коморбидный статус с патологией почек и развитием почечной недостаточности, что также ограничивает проведение рутинного ангиографического исследования с высоким риском развития острой нефропатии. Интерпретация данных шунтографии требует выделения доли окклюзированных шунтов вследствие конкурентного кровотока, что также может быть проблемой для исследователя. Генез окклюзии шунтов в случае конкурентного кровотока является принципиально другим и не сопровождается ухудшением клинического статуса, что было продемонстрировано в исследованиях IMPAG и SYNTAX – LE MANS [17, 83]. Теоретически, окклюзия шунта вследствие конкурентного кровотока означает адекватную перфузию миокарда по нативному руслу.

Впервые попытки изучения взаимосвязи дисфункции шунтов и клинического статуса были опубликованы в 1979 году H.E. Winer и соавт. у 67 пациентов, перенесших КШ. Авторы получили значимую корреляцию между проходимостью шунтов и возвратом стенокардии [82]. Позже схожие результаты в отношении рецидива стенокардии, а также взаимосвязи между дисфункцией шунтов и развитием ИМ, необходимостью повторных реваскуляризаций и выживаемостью были получены в серии исследований на большем количество пациентов [15, 24, 33, 49, 56, 82, 84]. Убедительные данные о взаимосвязи между ранней окклюзией шунта и периоперационным ИМ получены в мета – анализе F. Biancari и соавт. (9 исследований, 1104 пациента): острая окклюзия шунта выявлена у 62,1 % пациентов [13].

В литературе существуют исследования, описывающие отсутствие взаимосвязи между частотой окклюзии шунтов и неблагоприятных сердечно – сосудистых событий. Однако все эти работы опубликованы более 30 лет назад и

большинство из них характеризовалось малой выборкой пациентов (менее 100) [7, 12, 39, 62]. Интересными представляются результаты исследования ROOBY (2019 год), где статистическим значимым фактором риска развития рецидива стенокардии через 1 год после операции явилась окклюзия шунта к ПНА, но не к другим КА [37]. Данные наиболее репрезентативных исследований результатов КШ с проведением шунтографии более чем у 50 % пациентов приведены в таблице «Таблица 1.3».

Таблица 1.3 – Результаты исследований взаимосвязи дисфункции шунта и клинического статуса

Автор	Период наблюдения, медиана лет	Тип трансплантата	Результат
Knatterud, 2013 [49]	3,4	БПВ	Прогрессирование атеросклероза в 1 и более шунтах увеличивает риска развития неблагоприятных ССС (ОШ = 2,4, 95 % ДИ 1,7 – 3,5), ИМ или смерти (ОШ = 2,2, 95 % ДИ 1,3 – 3,8) и повторной реваскуляризации (ОШ = 3,3, 95 % ДИ 2,0 – 5,3), p< 0,001 для всех
Lopes, 2012 [53]	4	БПВ	Дисфункция АВШ увеличивает риск развития комбинированной конечной точки (смерть/ИМ/повторная реваскуляризация) в 1,58 раз (95% ДИ 1,21 – 2,06), p = 0,008.
Harskamp, 2016 [35]	5,0 ± 0,7	ВГА	Дисфункция маммарного шунта увеличивает риск развития комбинированной конечной точки (смерть/ИМ/повторная реваскуляризация) в 3,92 раза (95 % ДИ 2,30 – 6,68), p < 0,001.

Примечание: БПВ – большая подкожная вена, ССС – сердечно – сосудистые события, ВГА – внутренняя грудная артерия, ОШ – отношение шансов, ДИ – доверительный интервал

Использование современных медикаментозных мер вторичной профилактики с усиленной гиполипидемической и антитромботической терапией после КШ демонстрирует снижение частоты окклюзии АВШ, что сопровождается

улучшением клинического статуса пациентов [44]. В целом, данные литературы в большинстве случаев подтверждают негативное влияние дисфункции шунтов на клинический статус пациентов, за исключением случаев окклюзии шунта вследствие конкурентного кровотока [27]. Выявление факторов риска окклюзии шунта и определение конкурентного кровотока уже на интраоперационном этапе с помощью ИУФ может быть важным инструментом стратификации риска неблагоприятных сердечно – сосудистых событий.

1.6 Заключение

Методика ИУФ (TTFM) позволяет выявить технические ошибки при выполнении КШ. Это простая и эффективная методика в настоящее время является наиболее часто используемым методом визуализации для оценки проходимости шунтов во время операции. Несмотря на множество клинических исследований и рекомендаций, нет единого мнения о необходимости использования ИУФ в ежедневной клинической практике. Метод ИУФ позволяет оценить риски в раннем послеоперационном периоде с целью коррекции медикаментозной профилактики непроходимости шунтов и потенциального снижения смертности от неблагоприятных сердечно – сосудистых событий. Проблема требует дальнейшего изучения, так как общепринятые представления о значении ИУФ при диффузных и дистальных поражениях КА и пограничных показателях кровотока в различных шунтах отсутствуют. Кроме того, важно понимать, что среди причин дисфункции шунта, худшие параметры интраоперационного кровотока по шунтам не являются ведущей. Оптимальное ведение пациентов после операции с учетом данных ИУФ требует использования известных мер дезагрегантной и антикоагулянтной профилактики окклюзии шунтов.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 Общая характеристика больных

Выполнено открытое проспективное исследование. Работа проводилась на базе отдела сердечно – сосудистой хирургии научно – исследовательского института клинической кардиологии им А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России (руководитель отдела – академик РАН, д.м.н., профессор Р.С. Акчурин). Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации “Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека”. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом. Пациенты, включенные в исследование, подписали информированное согласие на участие.

Критерии включения: В исследование включены больные со стабильной ИБС, стенокардией II – IV ФК по классификации Канадского кардиологического общества (CCS), многососудистым диффузным поражением КА и высоким показателем анатомического поражения по шкале SYNTAX score (> 32 баллов), которым в отделе сердечно – сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России в период с 01.01.2018 г. по 31.12.2019 г. выполнено изолированное первичное КШ с интраоперационной оценкой кровотока в шунтах и использованием метода ультразвуковой флоуметрии.

Признак «диффузный характер поражения» присваивался по данным КАГ, которая оценивалась тремя независимыми экспертами, и интраоперационного измерения диаметра КА в области анастомоза калиброванными зондами. По совокупности признаков, использованных в исследованиях CASS (Coronary Artery Surgery Study) и SYNTAX (Synergy between Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery), к диффузной форме относили стенозирующее атеросклеротическое поражение хотя бы одной из основных ветвей и ветвей первого порядка КА различной степени тяжести, с длиной участка поражения более 2 см дистальнее основного значимого стеноза или окклюзии и диаметром

дистального сегмента менее 2 мм на протяжении 75 % оцениваемого сосуда [27, 44].

Критерии исключения: Из исследования были исключены пациенты с фракцией выброса левого желудочка < 35 %, больные, оперированные без ИК, пациенты с сопутствующими гемодинамически значимыми клапанными поражениями, пациенты с перенесенным ИМ в срок < 1,5 месяца до вмешательства, пациенты с тяжелыми формами хронической обструктивной болезни легких, почечной недостаточности, а также больные, которые ранее подвергались открытым операциям на сердце и КА.

Дизайн исследования. В исследование было включено 150 пациентов, выполнена операция КШ с интраоперационной оценкой кровотока в шунтах и использованием метода ультразвуковой флоуметрии. Все операции выполнены в условиях ИК в плановом порядке с проведением полной реваскуляризации и применением микрохирургической техники. Сформировано 2 группы пациентов: в 1-ю группу вошли пациенты с оптимальными параметрами ИУФ ко всем шунтам (n = 121), 2 группу формировали пациенты с субоптимальными значениями ИУФ, как минимум, одного из шунтов (n = 29).

Ведение больных в предоперационном периоде соответствовало принципам ОМТ, терапию аспирином перед операцией не отменяли. Перед операцией все пациенты проходили стандартное клиническое обследование с общим и биохимическим анализами крови, анализами липидного профиля, коагулограммы и общим анализом мочи, выполнением электрокардиографии (ЭКГ), суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру, рентгенографии органов грудной клетки, спирометрии, эхокардиографии (ЭхоКГ), ультразвукового исследования маммарных артерий, вен нижних конечностей и экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий, КАГ, томографических исследований при необходимости.

В послеоперационном периоде выполняли стандартное клиническое обследование с общим и биохимическим анализами крови, коагулограммы, общим анализом мочи и выполнение контрольного инструментального обследования:

ЭКГ, суточное мониторирование ЭКГ, рентгенография органов грудной клетки, ЭхоКГ. Пациентам с субоптимальными данными ИУФ назначали двойную антиагрегантную терапию в составе стандартных малых доз аспирина и клопидогрела, пациенты с оптимальными значениями ИУФ получали только аспирин. После проведения коронарной эндартерэктомии пациентам назначали терапию аспирином и варфарином сроком на 6 месяцев с целевыми значениями МНО 2,0 – 3,0.

Проведен телефонный опрос: в среднем через 1 год после операции не ответили или оказались недоступны 4 пациента (2,7 %). Выполнено анкетирование больных и/или их родственников (телефонный опрос, почтовый опрос) со сбором жалоб и анамнеза, анализом и интерпретацией данных предоставленной медицинской документации. В случае жалоб на возобновление ангинозных болей с целью верификации рецидива стенокардии проводилась нагрузочная проба (стресс – ЭхоКГ). С целью визуализации шунтов у больных с субоптимальными значениями ИУФ и верифицированным возвратом стенокардии в послеоперационном периоде проводилась мультиспиральная компьютерная (МСКТ) – шунтография или прямая коронарография по показаниям. Диагноз перенесенного ИМ в отдаленные сроки выставлялся на основании данных анамнеза и предоставленной медицинской документации, в случае отсутствия указанных данных была выполнена контрольная ЭхоКГ. Повторная реваскуляризация указывалась в случае выполнения чрескожного коронарного вмешательства в послеоперационном периоде. Летальный исход и его причина в отдаленном периоде устанавливались со слов родственников и/или на основании предоставленных данных медицинской документации. В случае отсутствия данных, причина смерти обозначалась как «неустановленная».

Таким образом, в отдаленном периоде получены результаты у 146 пациентов (97,3 %), из них 118 пациентов 1-й группы и 28 пациентов 2-й группы. Первичная конечная точка: субоптимальные значения ИУФ; вторичная конечная точка: госпитальная летальность, периоперационный ИМ, рецидив стенокардии,

повторная реваскуляризация, окклюзия шунта. Медиана наблюдения составила 15 месяцев [11, 69].

2.2 Протокол операции

Все операции проводились на базе отдела сердечно – сосудистой хирургии НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России. Операции у пациентов с диффузным поражением коронарного русла выполнялись с использованием микрохирургической техники и под операционным микроскопом с возможностью оптического увеличения до 30 крат. (модель Opmi Vario S88 фирмы «CarlZeiss», Германия) «Рисунок 2.1».

Рисунок 2.1 – Используемый хирургический микроскоп

Выполнение микрохирургического шва дистальных анастомозов осуществлялось по принципам коронарной микрохирургии, принятым и разработанным в отделе: дистальные анастомозы формировались непрерывным обвивным швом с применением специализированной нити «Prolene» 8 – 0 длиной 10 см с атравматическими колющими иглами 6,5 мм.

СКР, к которым отнесены формирования пролонгированных анастомозов с артериотомией > 15 мм (коронарная шунтопластика, onlay flap) и коронарные эндартерэктомии, проводились при распространенном дистальном атероматозе с отхожением коллатералей на разных уровнях или невозможности формирования анастомозов другим способом. Диаметр КА определялся на уровне планируемого анастомоза по данным ангиографии и верифицировался интраоперационно дистально введенными на 10 мм градуированными зондами.

Все операции проведены в условиях ИК и холодовой кардиоплегии. Во всех случаях доступ к сердцу осуществлен 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. 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. В подавляющем большинстве случаев, в качестве аутовенозных трансплантатов были использованы большие подкожные вены (БПВ). Преимущественно использовали БПВ голени и нижней трети бедра. При несостоятельности БПВ в качестве кондуита (тромбоз, флебит, варикозная деформация, кроссэктомия в анамнезе и т.д.) применяли правую ВГА, лучевые артерии и малые подкожные вены.

После выделения аутовенозный кондуит промывали гепаринизированным изотоническим раствором хлорида натрия комнатной температуры и хранили в увлажненных тем же раствором салфетках, до момента формирования дистальных анастомозов.

Подключение к аппарату ИК осуществлялось 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 подключения ИК и достижения фармакохолодовой протекции миокарда кардиоплегическим раствором (кустодиол), приступали к формировали дистальных анастомозов на основании ангиографических данных и интраоперационной ревизии КА, в дальнейшем выполняли проксимальные анастомозы на боковом отжатии аорты. После завершения ИК проводили гемостаз, остеосинтез грудины и ушивание ран с дренированием грудной полости.

2.3 Протокол проведения интраоперационной ультразвуковой флоуметрии

Оценку кровотока проводили с помощью аппарата MiraQ Cardiac и датчиков QuickFit TTFM Probes (Medistim – Miraq, Norway) «Рисунок 2.2».

Рисунок 2.2 – Аппарат MiraQ Cardiac

Исследование выполнялось после формирования шунтов и завершения ИК при стабильном АД более 110/70 мм рт.ст. Подбирался ультразвуковой датчик калибра, который соответствовал шунту «Рисунок 2.3».

Рисунок 2.3 – Датчики различного диаметра для проведения интраоперационной ультразвуковой флоуметрии

Наиболее часто были использованы датчики размерами 3,0 – 4,0 – 5,0 мм. Измерение объемного кровотока проводили в среднем сегменте шунта в течение 10 – 15 с. после достижения удовлетворительного акустического контакта. Особое внимание уделяли размеру датчика, чтобы избежать сдавления или пережатия шунта. Для улучшения контакта датчика с шунтом применяли гель на водной основе. При лоскутном заборе ВГА небольшой фрагмент сосуда «скелетезировали» – освобождали от окружающих мягких тканей. В качестве оптимальных показателей ИУФ использованы значения потока по шунту (MGF) ≥ 20 мл/мин для аутовен и ≥ 15 мл/мин для аутоартерий, а также критерий пульсативного индекса (PI) < 5 ед. и процент диастолического объемного наполнения (DF) ≥ 50 %.

Состояние шунта расценивалось как оптимальное при достижении целевых значений для трех упомянутых параметров. При композитном и секвенциальном шунтировании последовательно оценивался каждый участок кондуита перед анастомозами. Оценка показателей флоуметрии осуществлялась у всех исследуемых больных.

2.4 Инструментальные методы обследования

Стресс – ЭхоКГ с велоэргометрией выполняли на полугоризонтальном велоэргометре под контролем ЭКГ в 12 – и отведениях с помощью автоматизированного комплекса "Кардио ЭФИ – Астрокард®" (Медитек, Россия) с использованием ультразвукового сканера экспертного класса (Philips iE33). Возможность проведения исследования расценивали с учетом противопоказаний к проведению процедуры (острый коронарный синдром, острое нарушение мозгового кровообращения, тяжелые нарушения ритма сердца, декомпенсированная сердечная недостаточность, неконтролируемая артериальная гипертензия, заболевания нижних конечностей, заболевания опорно – двигательного аппарата). Последовательно выполняли стандартную ЭхоКГ в покое из стандартных позиций: из парастернального доступа по длинной и короткой осям и из апикального доступа из четырехкамерной, двухкамерной и трехкамерной позиций. Следующим шагом проводили велоэргометрию по протоколу с начальной нагрузкой 25 Вт. Прирост нагрузки для каждой ступени составляет 25 Вт (продолжительность ступени 3 мин). Для прекращения пробы использовали стандартные критерии (Picano E, 2015). ЭхоКГ исследование проводили на максимуме нагрузки из стандартных позиций. Для оценки выраженности и распространенности ишемии миокарда использовали 17 – сегментарную модель левого желудочка. Для оценки сократимости анализируемых сегментов использовали шкалу из четырех баллов (1 – нормальная сократимость, 2 – гипокинез, 3 – акинез, 4 – дискинез).

МСКТ – ангиография коронарных артерий. Исследование было выполнено на томографе Aquilion one (Toshiba, Japan). Возможность проведения исследования расценивали с учетом противопоказаний к проведению процедуры (нерегулярный пульс, аллергия на йодсодержащий контрастный препарат). МСКТ не проводили у больных с высоким и очень высоким риском развития контраст – индуцированной нефропатии по шкале CIN. Перед проведением исследования у всех больных дополнительно собирали аллергологический анамнез, получено информированное согласие на введение контрастного вещества. Во время исследования в локтевую вену вводили неионный контрастный препарат «Омнипак» (Omnipaque) из расчета 1,5 – 2,0 мл на кг веса со скоростью 4,5 мл/с. Исследование выполняли лежа на спине в направлении от головы к ногам. Напряжение на трубке составляло – 120 – 140 kV, временное разрешение – 100 – 200 мс, толщина среза – 0,5 мм. Объем исследования при МСКТ – коронарографии от уровня бифуркации трахеи до основания сердца, при МСКТ – шунтографии – от уровня чуть выше ключиц (для визуализации ВГА) до основания сердца. Использовали ретроспективную кардиосинхронизацию. Оценка проходимости КА и шунтов проводили на двухмерных аксиальных срезах, многоплоскостных реконструкциях, проекциях максимальной интенсивности и трехмерных реконструкциях на рабочих станциях Toshiba, Vitrea и Osirix. Оценку КА производили по сегментам, согласно AHA.

Степень стенозирования КА определяли по следующим параметрам: проходимая КА – отсутствие стеноза или стеноз < 50 %, значимый стеноз – стеноз более 50 %, окклюзия КА – тотальная обтурация просвета артерии. Прогрессирование атеросклероза в дистальном русле определяли при наличии гемодинамически значимого стеноза или окклюзии КА на участке, дистальнее анастомоза. При МСКТ – шунтографии оценивали проходимость артериальных и АВШ на всем протяжении, а также проксимальные и дистальные анастомозы. Степень состоятельности коронарных шунтов оценивали по следующим показателям: проходимый шунт – просвет одинаков на всем протяжении или имеется стеноз менее 50 %, стенозированный шунт – стеноз ≥ 50%, окклюзия шунта

– шунт не прослеживается на всем протяжении, визуализируются окклюзированные устья в восходящем отделе аорты (для АВШ).

2.5 Статистический анализ

Статистическую обработку проводили при помощи статистического пакета прикладных программ SPSS 26.0 (IBM, США) и MS Excel 2010 (США). Перед началом анализа количественных данных, проводилась их проверка на нормальность распределения (визуальный анализ гистограммы, 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 отношение шансов с его 95 % доверительный интервал (ДИ). При сравнении двух независимых групп использовали непараметрический критерий Манна–Уитни или параметрический критерий Стьюдента. При сравнении трех независимых групп использовался непараметрический критерий Краскела – Уоллиса и параметрический дисперсионный анализ (ANOVA). Для сравнения долей в двух и более независимых группах использовался критерий $\chi 2$ или точный критерий Фишера. Для изучения корреляционных связей применяли методы Пирсона и тау – b Кендалла. Выживаемость и «свободу» от возврата стенокардии в отдаленном периоде оценивали с помощью метода Каплана – Мейера, для сравнения изучаемых клинических результатов между группами использовали лог – ранк тест (log – rank test). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1 Исходная клинико – демографическая характеристика

Выполнен анализ исходных клинико - демографических параметров «Таблица 3.1». Большинство исследуемых – мужчины, средний возраст которых составил 62 года. Основные исходные характеристики были сопоставимы, за исключением сахарного диабета, который встречался достоверно чаще в группе больных с субоптимальными параметрами ИУФ (22,0 % против 42,9 %, p = 0,024).

Таблица 3.1 – Исходные клинико - демографические параметры

Параметры	Группа 1 (n = 118)	Группа 2 (n = 28)	p (значение)
Возраст (годы), M±SD	62,4 ± 7,4	62,8 ± 7,2	0,772
Мужчины, n (%)	93 (78,8)	19 (67,9)	0,218
ИМТ (кг/м^2), M±SD	28,5 ± 3,7	28,8 ± 3,8	0,722
Курение в анамнезе, n (%)	43 (36,4)	6 (21,4)	0,130
Артериальная гипертензия, n (%)	112 (94,9)	27 (96,4)	0,737
Сахарный диабет, n (%)	26 (22,0)	12 (42,9)	**0,024**
Постинфарктный кардиосклероз, n (%)	55 (46,6)	16 (57,1)	0,316
ЧКВ в анамнезе, n (%)	27 (22,9)	7 (25,0)	0,812
ФВ ЛЖ (%), медиана (Q1; Q3)	60 (55; 60)	60 (53; 60)	0,363
Уровень креатинина при поступлении (мкмоль/л), медиана (Q1; Q3)	83 (67; 96)	83 (68,5; 91)	0,895
ХОБЛ, n (%)	11 (9,3)	5 (17,9)	0,194
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	34 (28,8)	9 (32,1)	0,728
НМК в анамнезе, n (%)	8 (6,8)	3 (10,7)	0,479
ХСН, n (%)	12 (10,2)	5 (17,9)	0,255

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких, НМК – нарушение мозгового кровообращения, ХСН – хроническая сердечная недостаточность

При анализе ангиографических данных больные обеих групп характеризовалась тяжелым поражением КА по шкале Syntax Score, соответственно критериям включения. Встречаемость атеросклероза КА с вовлечением ствола ЛКА была одинаково высокой (32,6 % против 32,1 %, p=0,980).

Выполнен анализ исходных параметров липидного обмена. На фоне оптимальной гиполипидемической терапии при сравнении уровня липидов крови больные с худшими результатами ИУФ имели более высокие значения уровня общего холестерина – 4,0 ммоль/л (3,4; 4,5) против 3,65 ммоль/л (3,2; 4,5), липопротеина низкой плотности – холестерина – 2,2 ммоль/л (1,8; 2,9) против 2,1 ммоль/л (1,7; 2,7), триглицеридов – 1,4 ммоль/л (1,1; 1,9) против 1,3 ммоль/л (1,0; 1,8) и низкие значения липопротеина высокой плотности – холестерина – 0,9 ммоль/л (0,8; 1,1) против 1,0 ммоль/л (0,8; 1,2). Тенденция к повышенной встречаемости дислипидемии у больных с субоптимальными значениями ИУФ не достигла статистической значимости по уровню общего холестерина (p = 0,132) и уровню липопротеина высокой плотности (p = 0,085).

3.2 Госпитальные результаты

Интраоперационные данные, особенности хирургического вмешательства и результаты ИУФ в 2 группах представлены в «Таблице 3.2». При оценке средних параметров ИУФ получены статистически значимые различия в 1-й и 2-й группах по уровню PI – 2,3 ед (1,8; 2,8) против 2,8 ед (2,1; 5,1), p < 0,001; MGF – 37 мл/мин (26; 54) против 30 мл/мин (20; 43), p < 0,001; DF – 65 % (59; 72) против 64 % (56; 69), p = 0,012.

Таблица 3.2 – Результаты средних параметров флоуметрии в изучаемых группах

Параметры	Группа 1 (n = 118)	Группа 2 (n = 28)	p (значение)
MGF, мл/мин	37,0 (26,0; 54,0)	30,0 (20,0; 43,0)	**< 0,001**
PI, ед	2,3 (1,8; 2,8)	2,8 (2,1; 5,1)	**< 0,001**
DF, %	65 (59; 72)	64 (56; 69)	**0,012**

Примечание: MGF – поток по шунту, PI – пульсативный индекс, DF – процент диастолического объемного наполнения

Важными представляются различия во встречаемости КА малого (< 1 мм) диаметра в группе 2 (15,5 % против 29,3 %, p < 0,001) с худшими параметрами ИУФ. Подробно характеристики КА отражены в «Таблице 3.3».

Таблица 3.3 – Интраоперационные характеристики пациентов

Параметры	Группа 1 (n = 118)	Группа 2 (n = 28)	p (значение)
Общие параметры			
Всего дистальных анастомозов, n	431	116	–
Аутовенозные шунты, n (%)	290 (67,3)	82 (70,7)	0,531
Аутоартериальные шунты, n (%)	141 (32,7)	34 (29,3)	0,534
Среднее количество дистальных анастомозов (n), M±SD	3,6 ± 0,9	4,1 ± 0,7	**< 0,001**
Артерии малого диаметра (< 1 мм), n (% от общего числа целевых артерий)	67 (15,5)	34 (29,3)	**< 0,001**
Использование СКР, n (% от общего числа анастомозов)	192 (44,5)	71 (61,2)	**< 0,001**
Ревизия анастомозов, n (% от общего числа анастомозов)	0	8 (6,9)	**< 0,001**
Длительность ИК (мин), M±SD	92,9 ± 28,2	102 ± 23,4	0,472
Длительность ишемии (мин), M±SD	62,5 ± 22,3	69,1 ± 21,6	0,924

Примечание: СКР – сложные коронарные реконструкции, ИК – искусственное кровообращение

Тяжелое поражение коронарного русла во 2-й группе также обусловливало разницу в количестве дистальных анастомозов (3,6 ± 0,9 против 4,1 ± 0,7, p < 0,001), частоте использования сложных коронарных реконструкций (44,5% против 61,2 %, p < 0,001), разница была достигнута большей частотой проведения пролонгированных коронарных шунтопластик и шунтирования артерий диаметром < 1,5 мм (42,8 % против 60,7 %, p < 0,001), коронарная эндартерэктомия проводилась редко в обеих группах (2,9 % против 2,7 %, p = 0,923). Использование аутоартериальных трансплантатов было сопоставимым в обеих группах – аутоартериальные шунты составили треть от общего количества шунтов.

Субоптимальные параметры ИУФ отмечены для 11,5 % шунтов (n = 63). Большая доля субоптимальных параметров кровотока получена при шунтах к артериям < 1 мм (30,2 %, n = 19), субоптимальные значения ИУФ в группе шунтов к артериям диаметром > 2 мм была низкой и составила 2,5 %. Ревизия шунтов к артериям < 1 мм не проводилась. В остальных случаях решение принималось интраоперационно, суммарно выполнено 8 ревизий шунтов при диаметре артерий 1-1,5 мм), их доля по отношению к общему числу шунтов с субоптимальными

параметрами гемодинамики (с учетом исключения артерий малого диаметра) составила 18,2 %. В 6 случаях выполнена коррекция неадекватного (перегиб или перекрут) расположения шунта, в 2 – перешивание дистального анастомоза. Выполнен анализ параметров ИУФ после ревизии – существенного прироста кровотока по шунту не отмечено «Таблица 3.4».

Таблица 3.4 – Динамика средних параметров флоуметрии после ревизии для целевых артерий диаметром 1-1,5 мм

Параметры	До ревизии (n = 8)	После ревизии (n = 8)	p (значение)
MGF (мл/мин), медиана (Q1; Q3)	14 (9,5; 16)	13 (11,3; 17,8)	0,561
PI (ед), медиана (Q1; Q3)	5,5 (2,0; 7,7)	5,5 (2,0; 7,4)	0,834
DF (%), медиана (Q1; Q3)	57,5 (41; 66)	55,5 (47; 65,5)	0,958

Примечание: MGF – поток по шунту, PI – пульсативный индекс, DF – диастолическая составляющая

При анализе госпитальных результатов существенных различий не получено, зарегистрирован 1 летальный исход, диагностировано 2 периоперационных ИМ, в обоих случаях ведение было медикаментозном, экстренная реваскуляризация не проводилась. В первом случае острый ИМ нижней локализации развился у пациентки 70 лет, была выполнена инвазивная шунтография, визуализирована окклюзия АВШ к ПКА. Учитывая множественное поражение артерии, состояние расценено как технически неоперабельное, было принято решение о консервативном ведении. Во втором случае ИМ диагностирован у мужчины 64 лет, локализация расценена как переднебоковая, вследствие дисфункции АВШ артерии тупого края (АТК) после выполненной коронарной эндартерэктомии. С учетом стабильного состояния пациента и исходной тяжести поражения нативного русла КА, обусловливающей низкую вероятность восстановления перфузии, проводилось медикаментозное лечение. Другие осложнения встречались также редко, данные отражены в «Таблице 3.5».

Таблица 3.5 – Клинические результаты на госпитальном этапе

Параметры	Группа 1 (n = 118)	Группа 2 (n = 28)	p (значение)
Госпитальная летальность, n (%)	0	1 (3,6)	0,192
Периоперационный ИМ, n (%)	1 (0,8)	1 (3,6)	0,348
Периоперационное нарушение мозгового кровообращения, n (%)	1 (0,8)	0	0,808
Острая почечная недостаточность, n (%)	2 (1,9)	1 (3,6)	0,475
Впервые выявленный пароксизм фибрилляции предсердий, n (%)	16 (13,6)	5 (17,9)	0,561
Рестернотомия, n (%)	4 (3,4)	2 (7,1)	0,369

П р и м е ч а н и е: ИМ – инфаркт миокарда

3.3 Анализ данных флоуметрии с учетом диаметра коронарных артерий

Для решения поставленных задач по оценке характеристик ИУФ шунтов к КА различного диаметра в зависимости от тяжести коронарного атеросклероза, используемых сложных коронарных реконструктивных вмешательств и типов трансплантата мы сформировали 3 группы целевых КА. Оперирующими хирургами подтвержден диаметр КА на уровне анастомоза, прогнозируемый диагностами по данным КАГ, и верифицирован интраоперационно градуированными зондами. Оценка показателей ИУФ осуществлялась во всех шунтах у исследуемых больных.

Для сравнительного анализа параметров ИУФ сформированы следующие группы коронарных шунтов в зависимости от диаметра шунтируемой артерии: < 1 мм (n = 101, группа А), 1 – 1,5 мм (n = 138, группа Б), ≥ 1,5 мм (n = 308, группа В). В качестве оптимальных показателей ИУФ также использованы значения MGF ≥ 20 мл/мин для аутовен и ≥ 15 мл/мин для аутоартерий, а также критерий PI < 5 ед и процент DF ≥ 50 %. Состояние шунта расценивалось как оптимальное при достижении целевых значений для трех упомянутых параметров.

Частота субоптимальных значений ИУФ была сопоставимой в группах Б и В – для целевых КА 1 – 1,5 мм и ≥ 1,5 мм (10,9 % и 9,4%, p = 0,402). В то же время диаметр артерии < 1 мм существенно увеличивал частоту субоптимальных

результатов ИУФ по отношению к обеим сравнительным группам (18,8 % против 10,9 % и 9,4 %, соответственно) «Таблица 3.6».

Таблица 3.6 – Качественные результаты флоуметрии в зависимости от диаметра коронарных артерий

Результат	Группа А, < 1 мм (n = 101)	Группа Б, 1 - 1,5 мм (n = 138)	Группа В, > 1,5 мм (n = 308)	p (значение)
Оптимальная функция	82 (81,2 %)	123 (89,1 %)	279 (90,6 %)	p* = 0,083 p** = **0,011** p*** = 0,402

П р и м е ч а н и е: * - сравнение групп А и Б, ** - сравнение групп А и В, *** - сравнение групп Б и В.

Учитывая сопоставимые результаты в группах Б и В, нами был выполнен субанализ данных с объединением указанных групп и сравнением результатов, полученных для группы А. Получено двухкратное повышение риска субоптимальной функции шунта при шунтировании КА диаметром < 1 мм (ОШ = 2,1, 95 % ДИ 1,2 – 3,8, p = 0,011).

Далее выполнен анализ количественных значений ИУФ «Таблица 3.7».

Таблица 3.7 – Средние количественные результаты флоуметрии шунтов в зависимости от диаметра целевых коронарных артерий

Параметры	Группа А (n=101)	Группа Б (n=138)	Группа В (n=308)	p (значение)
MGF, мл/мин	30,0 (21,0; 38,0)	36,0 (27,0; 49,0)	38,5 (26,0; 57,0)	p* < **0,001** p** < **0,001** p*** = 0,402
PI, ед	2,8 (2,1; 3,5)	2,4 (1,7; 2,8)	2,3 (1,8; 3,0)	p* = **0,001** p** = **0,001** p*** = 0,726
DF, %	62,0 (56,0; 68,0)	65,0 (57,0; 71,0)	66,0 (60,0; 72,0)	p* = **0,012** p** < **0,001** p*** = 0,286

П р и м е ч а н и е: MGF – поток по шунтам, PI – пульсативный индекс, DF – диастолическая составляющая, * - сравнение групп А и Б, ** - сравнение групп А и В, *** - сравнение групп Б и В.

Анализ количественных результатов ИУФ продемонстрировал сопоставимые показатели кровотока по шунтам в группах Б (целевой диаметр КА 1 – 1,5 мм) и В (целевой диаметр КА ≥ 1,5 мм). В то же время показатели кровотока по шунтам в группе А (целевой диаметр КА < 1 мм) были существенно ниже, чем в двух других группах КА. Полученные результаты наглядно продемонстрированы на рисунках «Рисунок 3.1», «Рисунок 3.2», «Рисунок 3.3».

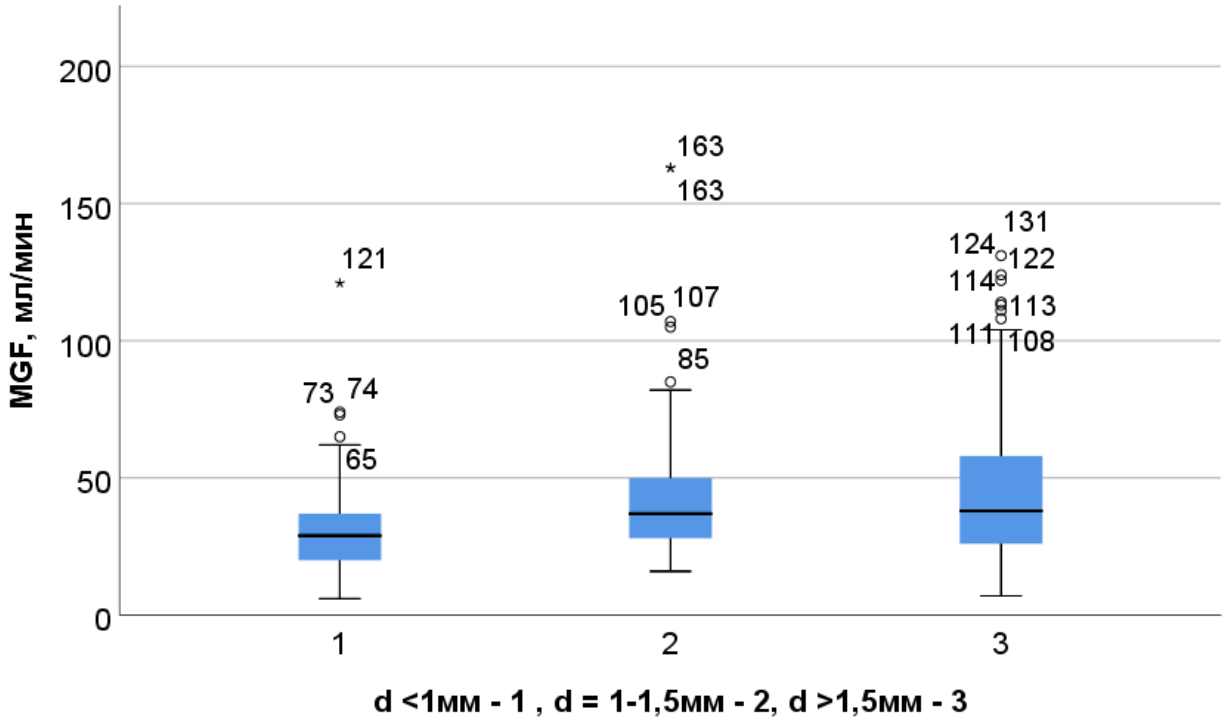

Рисунок 3.1 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от диаметра коронарных артерий – объемная скорость кровотока по шунту

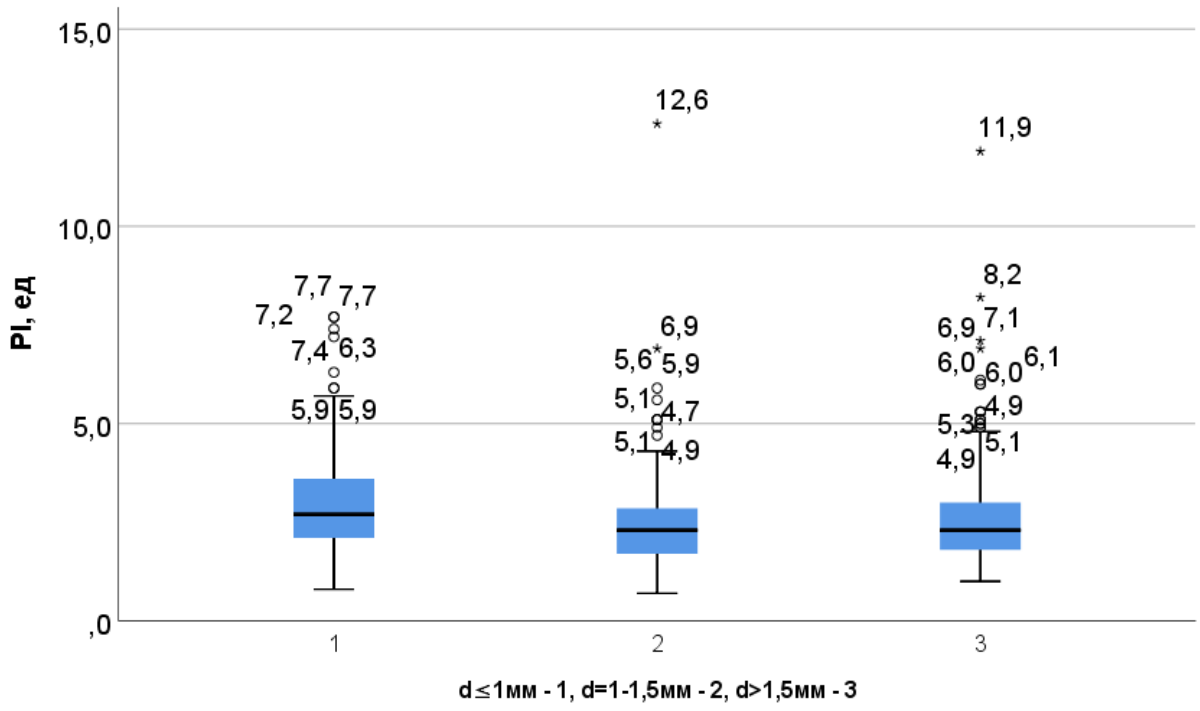

Рисунок 3.2 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от диаметра коронарных артерий – пульсативный индекс

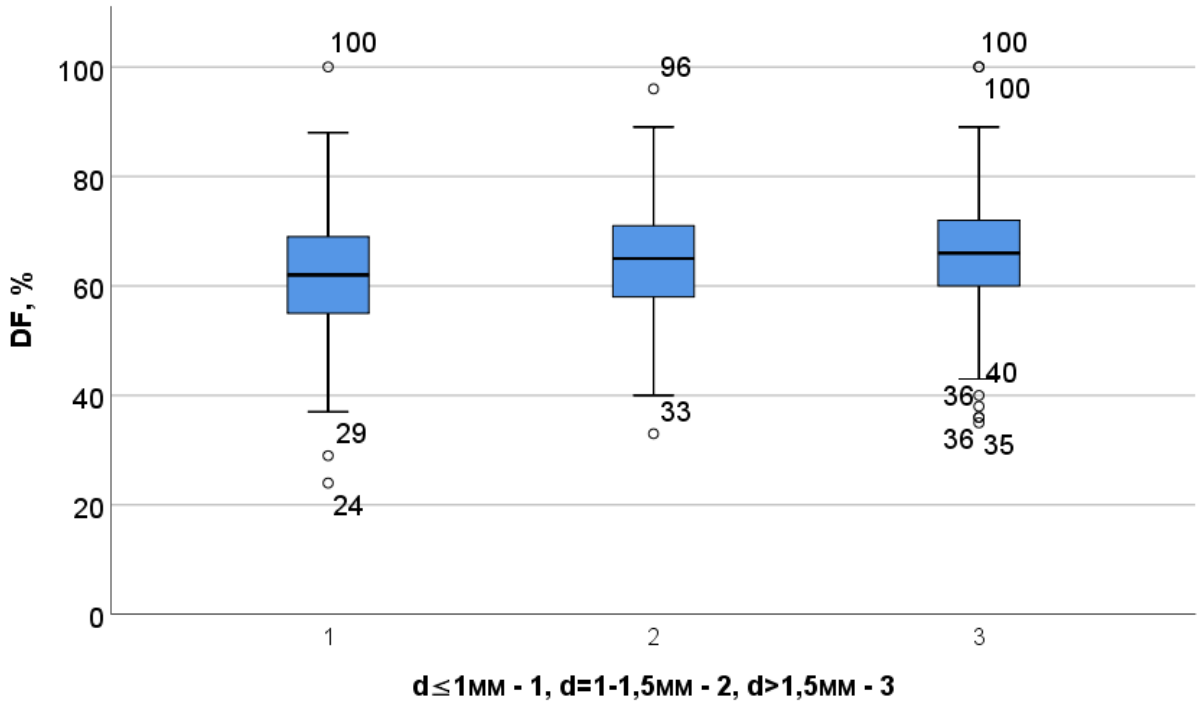

Рисунок 3.3 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от диаметра коронарных артерий – диастолическая составляющая

Корреляционный анализ также демонстрирует статистически значимую взаимосвязь между количественными значениями ИУФ и диаметром целевой КА «Таблица 3.8».

Таблица 3.8 – Корреляционный анализ взаимосвязи параметров интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и диаметра коронарных артерий < 1 мм

Параметры	Коэффициент корреляции			
	Пирсона	p (значение)	Тау – b Кендалла	p (значение)
Для MGF	0,228	< 0,001	0,166	**< 0,001**
Для PI	– 0,110	0,011	– 0,084	**0,015**
Для DF	0,139	0,001	0,103	**0,003**

Примечание: MGF – поток по шунтам, PI – пульсативный индекс, DF – диастолическая составляющая

Так, уменьшение диаметра КА < 1 мм сопровождается увеличением PI, уменьшением MGF и DF, что выражается отрицательной корреляцией для параметра PI и положительной корреляцией для параметров MGF и DF, соответственно.

3.4 Анализ данных флоуметрии с учетом используемой хирургической методики

Следующим этапом выполнен анализ результатов ИУФ в зависимости от использования методов СКР «Таблица 3.9».

Сформирована группа коронарных шунтов к артериям диаметром ≤1,5 мм (n = 239), из них выделена группа диффузно пораженных КА, требующих сложных реконструктивных вмешательств: коронарная шунтопластика и эндартерэктомия (n = 137), в качестве группы сравнения использована оставшаяся группа шунтов, сформированных стандартными способами анастомоза с использованием микрохирургии (n = 102).

Таблица 3.9 – Результаты флоуметрии в зависимости от используемого метода формирования дистального анастомоза

Параметры	Коронарная шунтопластика и эндартерэктомия (n = 137)	Стандартные способы формирования анастомоза (n = 102)	p (значение)
MGF, мл/мин	33,0 (25,0; 45,0)	33,0 (24,0; 45,0)	0,485
PI, ед	2,4 (1,9; 3,3)	2,5 (1,95; 3,2)	0,411
DF, %	63,0 (56,0; 69,0)	63,0 (57,0; 71,5)	0,374

Примечание: MGF – поток по шунтам, PI – пульсативный индекс, DF – диастолическая составляющая

Изучение полученных результатов ИУФ при КШ диффузно пораженных артерий продемонстрировало отсутствие существенных различий в средних значениях MGF по шунту, PI и DF при использовании СКР. Однако важно отметить, что проведение КШ с использованием СКР в 1-й группе представлялось безальтернативным методом реваскуляризации миокарда. В связи с чем достижение сопоставимых значений ИУФ для этих групп можно считать доказательством успешного использования СКР при диффузном поражении коронарных артерий. Распределение значений параметров ИУФ в изучаемых группах отражены на гистограммах «Рисунок 3.4», «Рисунок 3.5», «Рисунок 3.6».

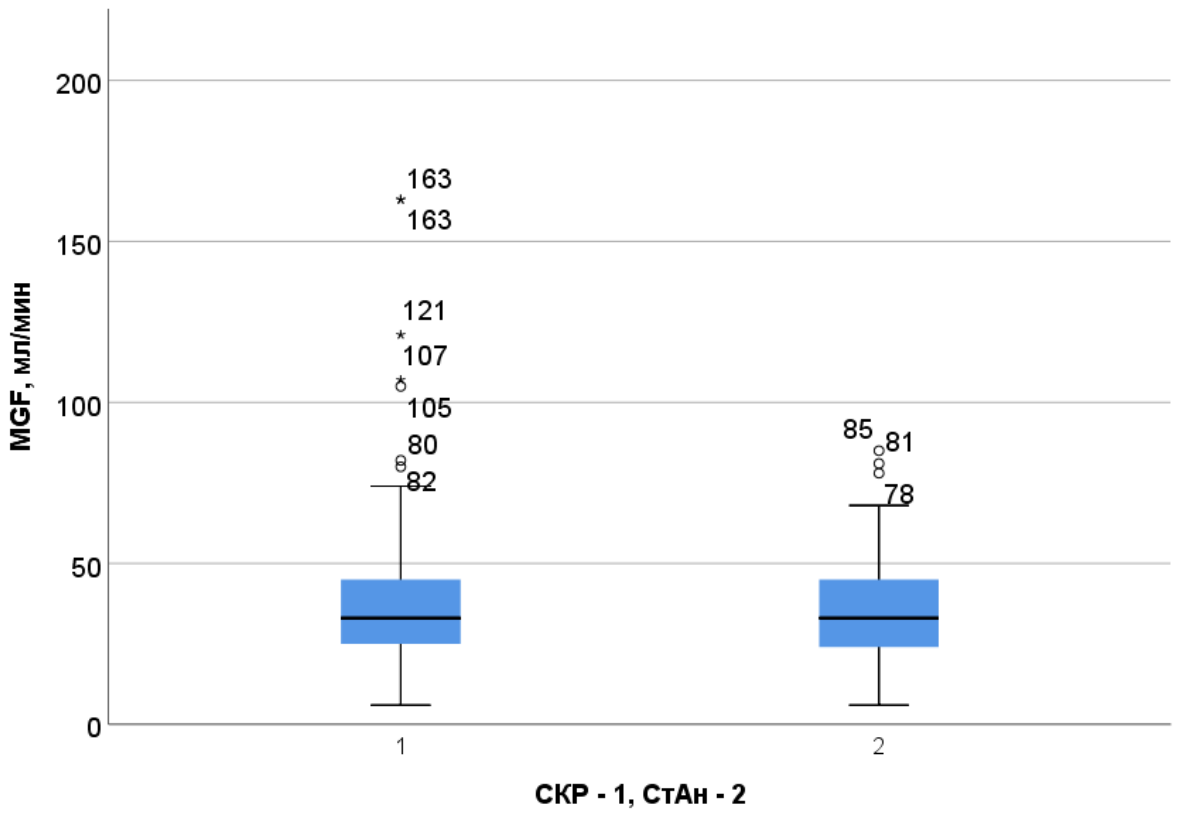

Рисунок 3.4 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от метода коронарного анастомоза – объемная скорость кровотока по шунту

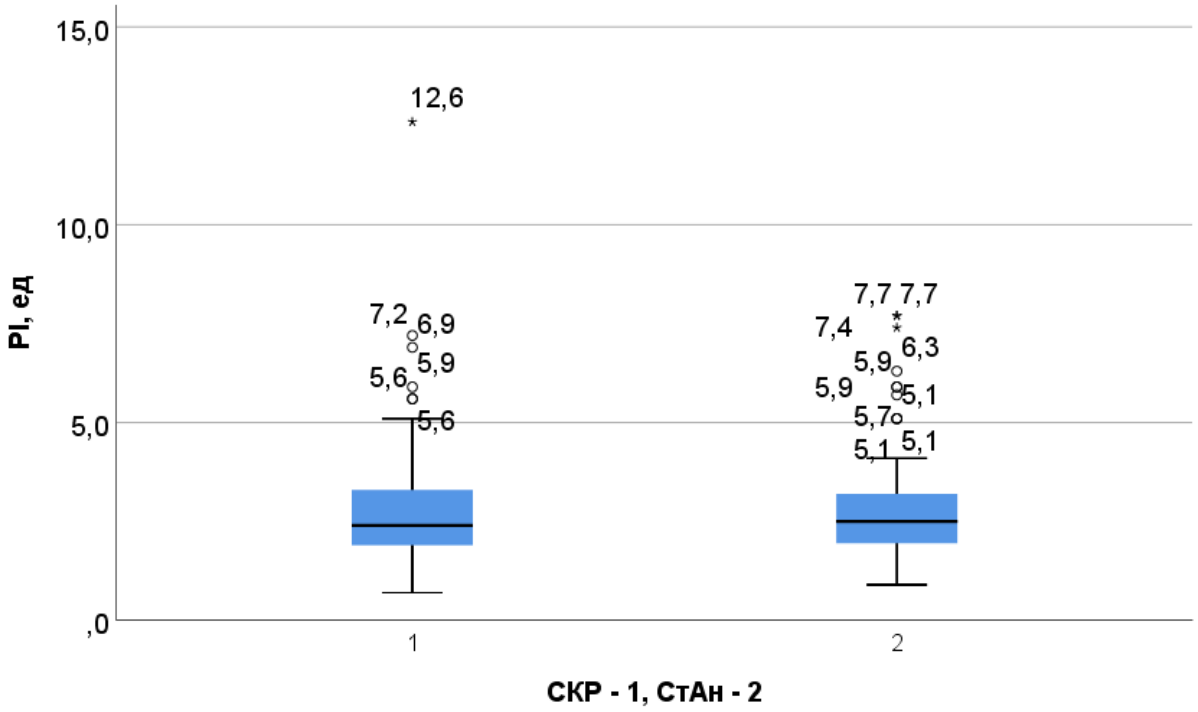

Рисунок 3.5 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от метода коронарного анастомоза – пульсативный индекс

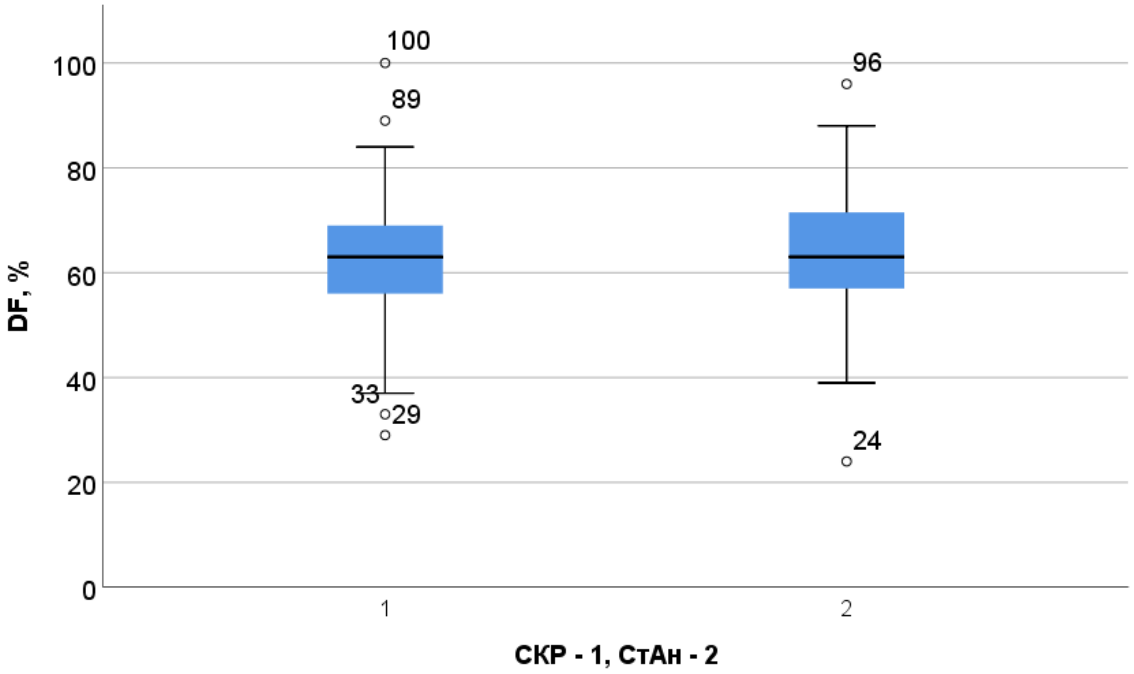

Рисунок 3.6 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от метода коронарного анастомоза – диастолическая составляющая

Результаты ИУФ дополнительно проанализированы в 2-х подгруппах в зависимости от диаметра КА. В подгруппе целевых КА < 1 мм (n = 101) КШ при диффузном поражении с использованием СКР (n = 55) в сравнении с контрольной группой (стандартный анастомоз, n = 46) сопровождается лучшими результатами ИУФ с достоверным увеличением объемной скорости кровотока (MGF - 31,0 против 24,5 мл/мин для медианы, p = 0,027). В подгруппе целевых КА диаметром 1,0 – 1,5 мм использование СКР диффузно пораженных артерий (n = 82) продемонстрировало сопоставимые со стандартным вмешательством (n = 56) результаты ИУФ. Использование СКР позволяет не только сформировать дистальный анастомоз при диффузном поражении КА < 1 мм, но и улучшить результаты ИУФ, поэтому использование методики может быть целесообразным в клинической практике. В то же время СКР при большем диаметре КА не продемонстрировал увеличения кровотока по шунтам, поэтому использование СКР не могут быть методом выбора реконструкции коронарных артерий в большинстве

случаев и должны применяться, когда нет возможности формирования анастомоза иным способом.

При субанализе группы шунтов, сформированных с помощью СКР, с выделением из нее методики коронарной эндартерэктомии (n = 15) и коронарной шунтопластики (n = 122) статистически значимых различий не выявлено. При этом обращает на себя внимание относительно повышенные значения объемной скорости кровотока (MGF) и низкий уровень пульсативного индекса (PI) в подгруппе шунтов, выполненных с помощью коронарной эндартерэктомии, однако различия не достигают статистической значимости «Таблица 3.10».

Таблица 3.10 – Результаты флоуметрии в зависимости от используемой методики сложного коронарного реконструктивного вмешательства

Параметры	Коронарная эндартерэктомия (n = 15)	Коронарная шунтопластика (n = 122)	p (значение)
MGF, мл/мин	36,0 (20,5; 69,5)	32,5 (26,0; 45,0)	0,553
PI, ед	2,0 (1,45; 3,7)	2,4 (2,0; 3,1)	0,605
DF, %	60,0 (51,0; 69,5)	63,5 (57,0; 69,0)	0,306

Примечание: MGF – поток по шунтам, PI – пульсативный индекс, DF – диастолическая составляющая

Отсутствие достоверных различий, вероятно, обусловлено созданием лучшего периферического русла, сформированного как с помощью пролонгированных анастомозов, так и коронарной эндартерэктомией.

С целью изучения возможностей улучшения результатов при КШ больных с диффузным поражением КА мы выполнили анализ полученных результатов с учетом типа используемого трансплантата. Для этого были изучены средние характеристики ИУФ отдельно в аутоартериальных (n = 175) и аутовенозных (n = 372) трансплантатах. Среди аутоартериальных шунтов основную долю составляет трансплантат левой ВГА, использованный для шунтирования ПНА (n = 146, 83,4%). Доля целевых КА < 1 мм в двух группах была сопоставимой (20,6 % против 17,5 %, p = 0,384), как и частота использования СКР (51,4 % против 48,3 %, p = 0,501). Полученные результаты отражены в «Таблице 3.11».

Таблица 3.11 – Результаты флоуметрии в зависимости от типа трансплантата

Параметры	Аутоартерии (n = 175)	Аутовены (n = 372)	p (значение)
MGF, мл/мин	31,0 (25,0; 45,0)	37,5 (25,0; 54,0)	**0,007**
PI, ед	2,4 (1,9; 2,9)	2,4 (1,8; 3,3)	0,887
DF, %	65,0 (58,0; 71,0)	65,0 (59,0; 72,0)	0,950
Субоптимальная функция шунта, n (%)	10 (7,4)	53 (13,4)	**0,004**

Примечание: MGF – поток по шунтам, PI – пульсативный индекс, DF – диастолическая составляющая

Значения MGF для аутоартериальных шунтов были ниже по сравнению с АВШ, тогда как другие параметры были сопоставимы. В то же время, встречаемость субоптимальной функции шунта была существенно выше при использовании аутовенозных трансплантатов (ОШ = 2,7, 95 % ДИ 1,4 – 5,5, p = 0,004). Лучшие параметры MGF для аутовен и повышенная встречаемость субоптимальной функции шунта могут объясняться разными критериями определения оптимальных результатов ИУФ – пороговое значение MGF для аутовен выше, чем для аутоартерий.

С целью оценки влияния типа трансплатата на результаты ИУФ к КА < 1 мм выполнен дополнительный сравнительный анализ (36 аутоартериальных и 65 аутовенозных трансплантатов). При сравнении количественных параметров статистически значимых различий не получено. Анализ качественных параметров (с учетом различий в целевых значениях MGF) также не продемонстрировал существенных различий. И аутоартериальные и аутовенозные шунты при диаметре целевых артерий < 1 мм демонстрировали значительно большее количество субоптимальных значений кровотока по шунтам чем при большем диаметре реципиентного русла. Результаты анализа отражены в «Таблице 3.12».

Таблица 3.12 – Результаты флоуметрии в зависимости от типа трансплантата для артерий малого диаметра < 1 мм

Параметры	Аутоартерии (n = 36)	Аутовены (n = 65)	p (значение)
MGF, мл/мин	29,0 (19,0; 37,0)	29,0 (19,0; 37,0)	0,896
PI, ед	2,45 (2,0; 3,3)	2,8 (2,1; 3,6)	0,258
DF, %	62,5 (55,0; 71,0)	62,0 (55,0; 68,0)	0,465
Субоптимальная функция шунта, n (%)	5 (13,9)	14 (21,5)	0,347

Примечание: MGF – поток по шунтам, PI – пульсативный индекс, DF – диастолическая составляющая

3.5 Клинические результаты через один год после операции

В послеоперационном периоде клинические результаты были оценены у 118 пациентов в группе 1 и 27 пациентов в группе 2. Результаты отражены в «Таблице 3.13».

Таблица 3.13 – Годичные клинические результаты

Параметры	Группа 1 (n = 118)	Группа 2 (n = 27)	p (значение)
Общая смертность, n (%)	2 (1,7)	0	0,488
Рецидив стенокардии, n (%)	11 (9,5)*	7 (25,9)	0,046
Инфаркт миокарда, n (%)	2 (1,7)*	1 (3,7)	0,469
Повторная реваскуляризация, n (%)	7 (6,0%)*	2 (7,4)	0,678

Примечание: * - клинические результаты рассчитаны для выживших

Частота рецидива стенокардии в изучаемых группах составила 9,5 % и 25,9% соответственно для групп. У больных с субоптимальными значениями ИУФ частота развития рецидива стенокардии через 1 год была выше в 3,4 раза (ОШ = 3,4; 95 % ДИ 1,2 – 9,8, p = 0,046). Статистически значимые различия также достигнуты при анализе моделей времени до события с учетом цензурированных наблюдений (анализ Каплана – Майера), результаты отражены на «Рисунке 3.7».

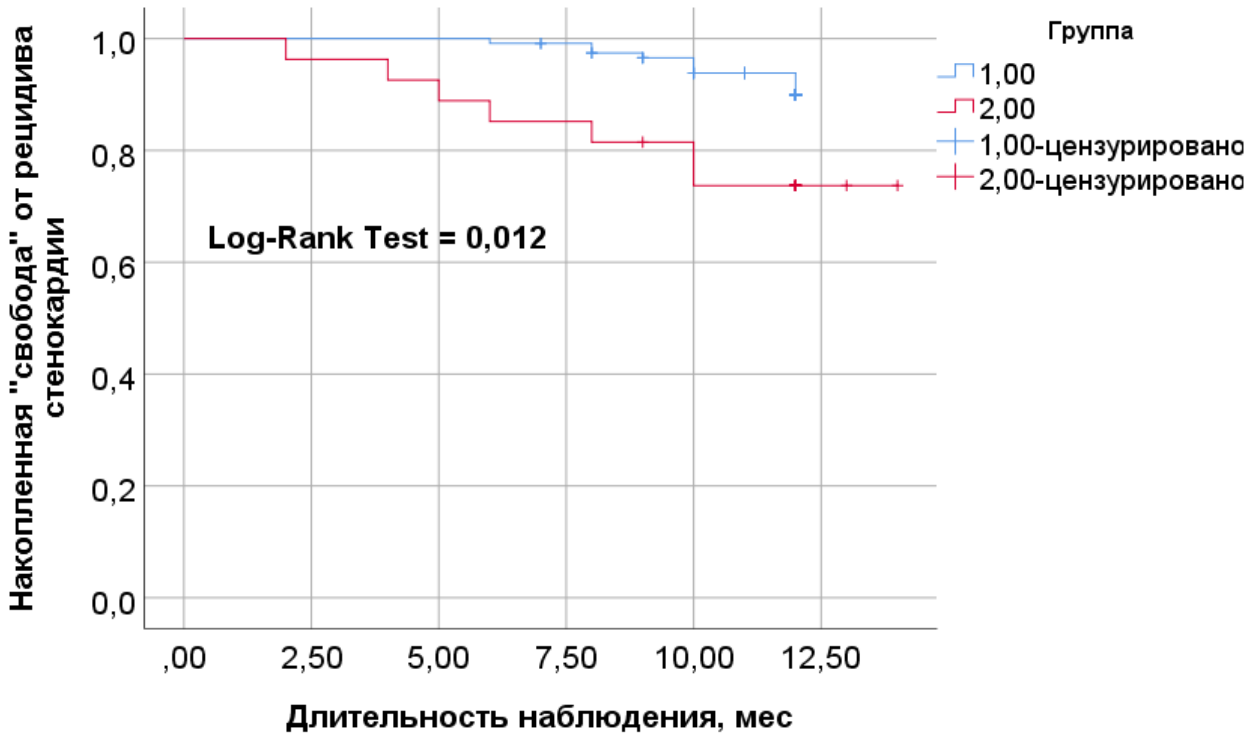

Рисунок 3.7 – Анализ «свободы» от рецидива стенокардии

У всех симптомных пациентов выполнена коррекция медикаментозной терапии с использованием антиангинальных препаратов второго ряда. Повторная реваскуляризация (чрескожное коронарное вмешательство) была выполнена у большинства больных с клиникой стенокардии II ФК и выше в 1-й группе (n = 9/11) и в меньшей части больных 2-й группы (n = 2/7). Другие изучаемые клинические исходы – ИМ (1,7 % против 3,7 %, p = 0,469) и повторная реваскуляризация (6,0 % против 7,4 %, p = 0,678) не различались. В 1-й группе отмечено 2 летальных исхода с диагнозом острая сердечно – сосудистая недостаточность, статистически значимых различий по частоте летальных исходов и анализе выживаемости не достигнуто «Рисунок 3.8».

Рисунок 3.8 – Анализ выживаемости

МСКТ – шунтография в нашем исследовании проводилась для пациентов обеих групп с возвратом стенокардии, а также предлагалась в качестве контрольного исследования для всех пациентов с субоптимальными результатам ИУФ. Таким образом ангиография через 1 год после операции выполнена у 14 больных с возвратом стенокардии (8 пациентов 1-й группы и 6 пациентов 2-й группы). Контрольная МСКТ – шунтография выполнена у 15 бессимптомных больных из 2-й группы. Получены данные о функции 124 шунтов: 29 аутоартериальных из ВГА и 95 АВШ (к артериям < 1 мм – 35 шунтов, к артериям большего диаметра – 89 шунтов). Частота окклюзии шунтов составила 21 % (n = 13) у симптомных больных и 11,3 % (n = 7) у бессимптомных больных, суммарная частота окклюзии шунтов составила 16,1 %.

Выполнена оценка влияния изучаемых параметров тяжести поражения коронарного русла на частоту развития окклюзии шунтов с помощью однофакторного анализа. Для проведения анализа данных была сформирована исследуемая группа из окклюзированных шунтов (n = 20) и контрольная из проходимых шунтов (n = 104). В анализ вошли следующие параметры: малый

диаметр целевой КА (< 1 мм), субоптимальная функция шунта, использование АВШ, использование СКР. Результаты представлены в «Таблице 3.14».

Таблица 3.14 – Факторы риска окклюзии шунтов в течение 1 года после операции

Параметры	Отношение шансов	95 % доверительный интервал	p (значение)
Субоптимальная функция шунта	4,8	1,8 – 13,2	**0,002**
Малый диаметр целевой коронарной артерии (< 1 мм)	3,2	1,2 – 8,5	**0,019**
Использование аутовенозного шунта	7,0	0,9 – 54,7	**0,034**
Использование СКР	1,1	0,4 – 2,8	0,887

П р и м е ч а н и е: СКР – сложные коронарные реконструкции

Согласно полученным результатам, субоптимальные значения ультразвуковой флоуметрии, полученные на интраоперационном этапе, являются важнейшим предиктором окклюзии шунта. Так, вероятность окклюзии шунта при его субоптимальной функции была выше практически в 5 раз (11/32 = 34,4 % против 9/92 = 9,8 %, для групп соответственно; ОШ = 4,8, 95 % ДИ 1,8 – 13,2, p = 0,002). Схожее повышение риска окклюзии шунта продемонстрировали использование аутовенозных трансплантатов, риск окклюзии аутовен был выше в 7 раз (19/95 = 20,0 % против 1/29 = 3,4 %, ОШ = 7,0, 95 % ДИ 0,9 – 54,7, p = 0,034). Существенный вклад в риск окклюзии шунтов в послеоперационном периоде также получен для целевых КА диаметром < 1 мм (10/35 = 28,6 % против 10/89 = 11,2 %, ОШ = 3,2, 95 % ДИ 1,2 – 8,5, p = 0,019), при этом важно отметить высокую степень корреляции между показателями малого диаметра и субоптимальной функции шунта, продемонстрированную выше. Использование СКР улучшало параметры ИУФ в случае тяжелого атеросклеротического поражения целевых КА и не сопровождалось увеличением риска окклюзии шунтов (9/54 = 16,7 % против 11/70 = 15,7 %, p = 0,887).

Клинический пример 1

Пациент Г., 62 года. Госпитализирован с диагнозом: ИБС: стенокардия напряжения III функционального класса, диффузный атеросклероз КА. Фоновое заболевание: Гипертоническая болезнь III стадии, достигнуты целевые уровни АД. Гиперхолестеринемия. Сопутствующие заболевания: Цереброваскулярная болезнь. Стенозирующий атеросклероз брахиоцефальных артерий до 55 %.

Выполнено лабораторно – инструментальное обследование, проведена КАГ «Рисунок 3.9», «Рисунок 3.10».

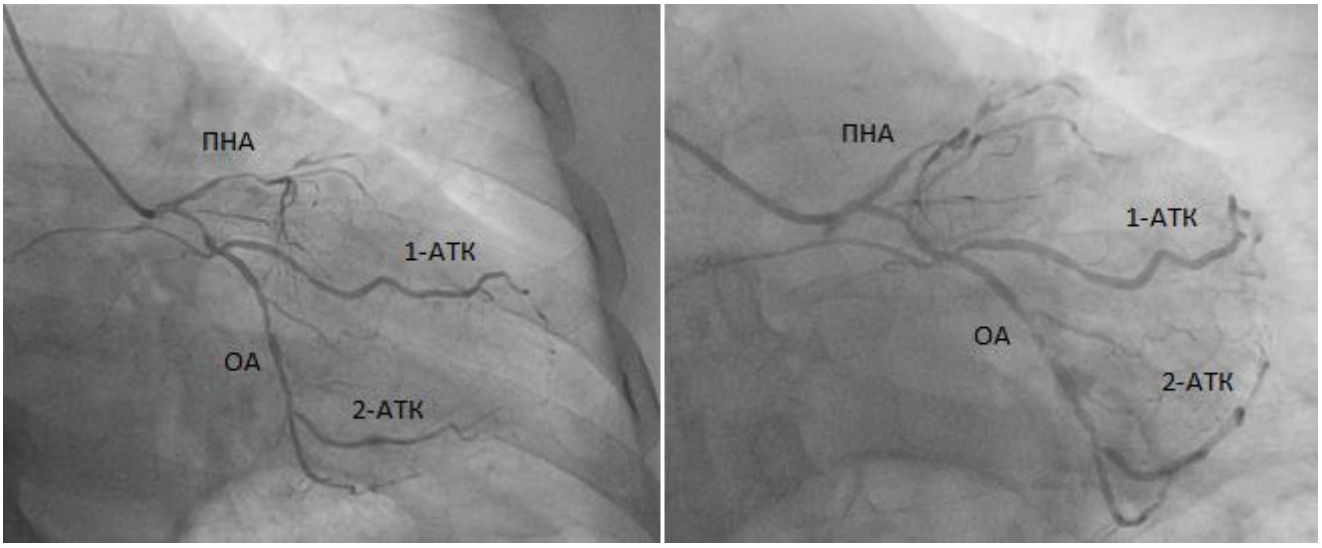

Рисунок 3.9 – Коронарография (пациент Г.). Система левой коронарной артерии. ПНА – передняя нисходящая артерия, АТК – артерия тупого края, ОА – огибающая артерия

Ствол ЛКА: диффузно изменен с максимальным сужением просвета до 50%. ПНА: в проксимальном сегменте субтотально стенозирована, в среднем сегменте окклюзирована, постокклюзионные отделы заполняются по внутрисистемным коллатералям. ОА: в проксимальной трети протяженно стенозирована до 60 %, в средней трети диффузно изменена с максимальным сужением просвета артерии до 80 %, АТК: в устье стенозирована до 70 %. ПКА: в устье субтотально стенозирована далее диффузно изменена на всем протяжении, с максимальным

сужением просвета артерии до 90 %, Заднебоковая ветвь: с неровными контурами Задняя нисходящая артерия: в устье стенозирована на 80 % далее с неровными контурами.

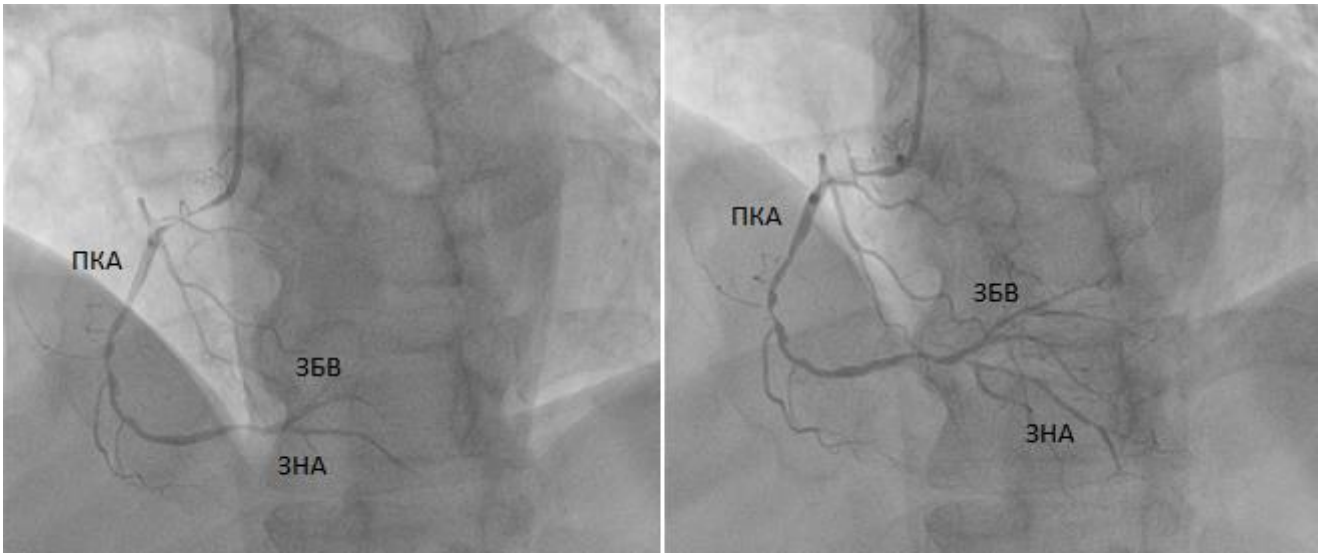

Рисунок 3.10 – Коронарография (пациент Г.). Система правой коронарной артерии. ПКА – правая коронарная артерия, ЗБВ – заднебоковая артерия, ЗНА – задняя нисходящая артерия

Пациенту выполнена операция КШ: аутовенозное шунтирование ПКА, ОА+АТК (искуственная Y – конструкция), диагональной артерии, маммарокоронарное шунтирование (левая ВГА) ПНА с проведением коронарной пролонгированной (28 мм) шунтопластики при диаметре КА < 1,5 мм. «Рисунок 3.11».

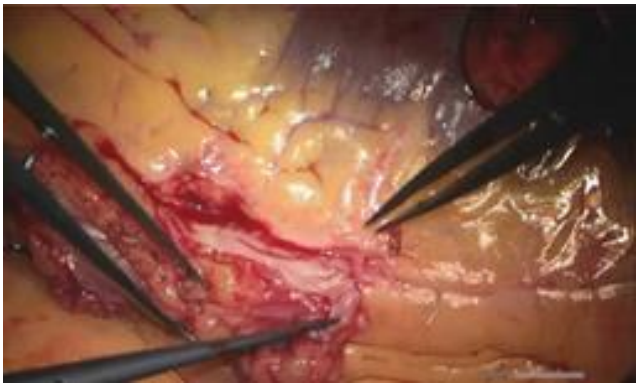

Рисунок 3.11 – Интраоперационные фото (пациент Г.). Пролонгированная шунтопластика

При контрольной ИУФ все шунты имели оптимальные значения кровотока по шунтам: ПКА: MGF = 43 мл\мин, PI – 2,7 ед, DF – 75 %; ОА: MGF = 109 мл\мин, PI – 1,9 ед, DF – 84 %; АТК: MGF = 60 мл/мин, PI – 2,0 ед, DF – 74 %; ДА: MGF = 24 мл\мин, PI – 3,0 ед, DF – 79 %; ПНА: MGF = 24 мл\мин, PI – 2,6 ед, DF – 79 %. Результаты наглядно отражены на рисунках «Рисунок 3.12», «Рисунок 3.13», «Рисунок 3.14», «Рисунок 3.15».

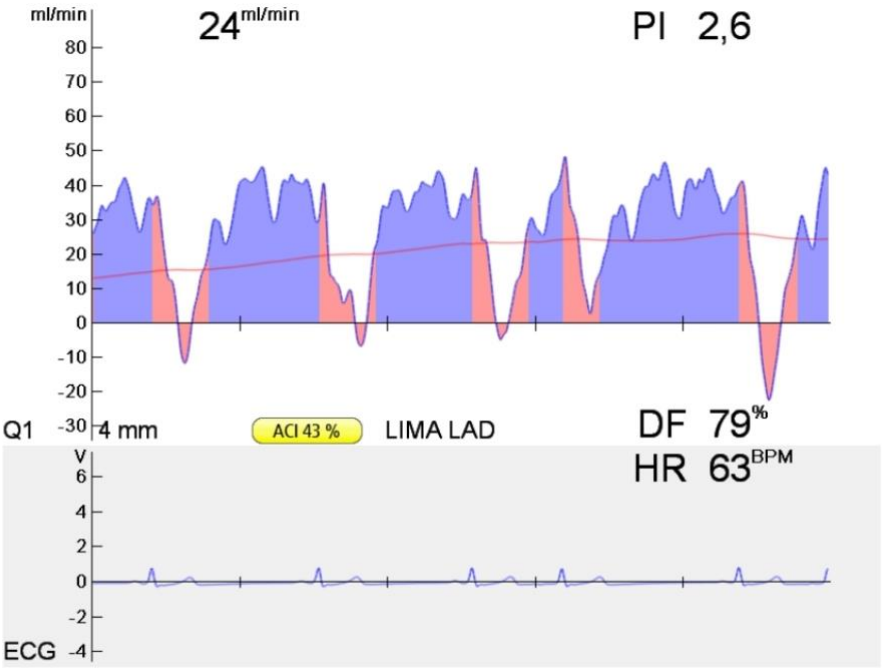

Рисунок 3.12 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия маммарокоронарного шунта к передней нисходящей артерии (пациент Г.)

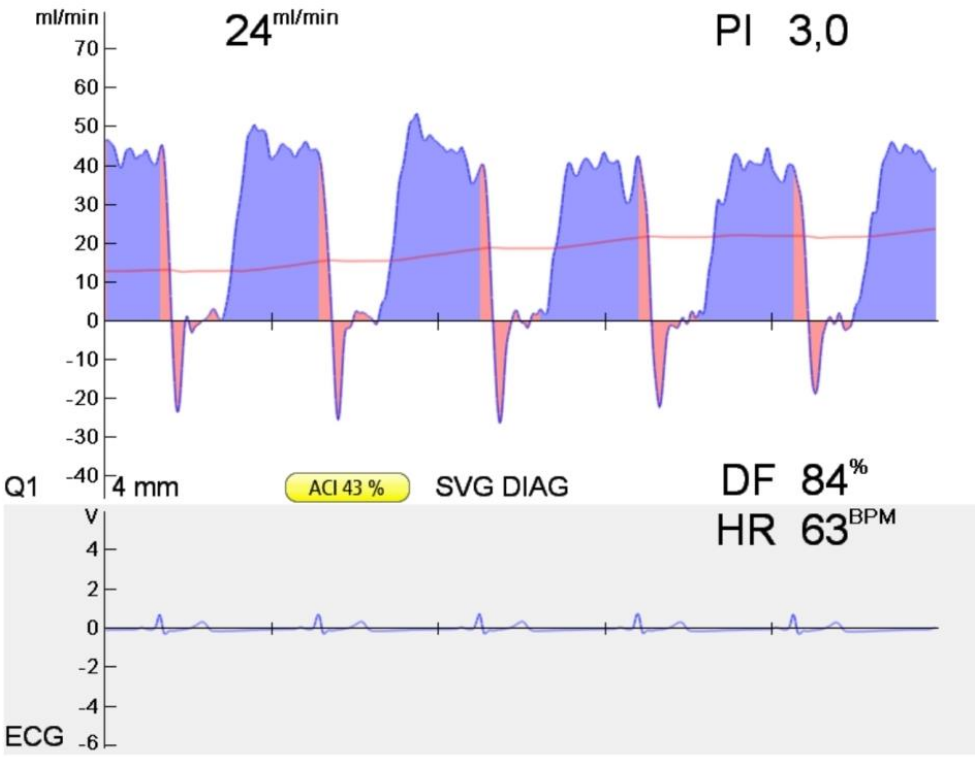

Рисунок 3.13 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к диагональной артерии (пациент Г.)

Рисунок 3.14 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия артокоронарного шунта к огибающей артерии (пациент Г.)

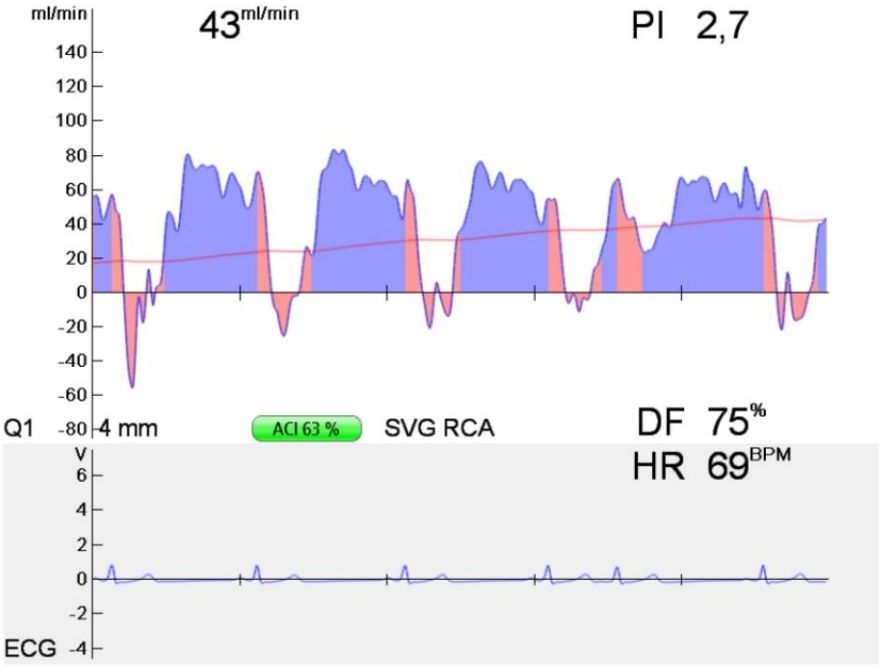

Рисунок 3.15 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к правой коронарной артерии (пациент Г.)

Послеоперационный период прошел без осложнений. Пациент выписан на 8-е сутки после операции, назначена двойная антиагрегантная терапия в составе малых доз аспирина и клопидогрела в течение 12-ти месяцев и высокие дозы статинов. При контрольном осмотре через 1 год после операции ангинозные боли не беспокоят, больших сердечно – сосудистых событий не зарегистрировано. Выполнена МСКТ – шунтография: все шунты проходимы «Рисунок 3.16», «Рисунок 3.17».

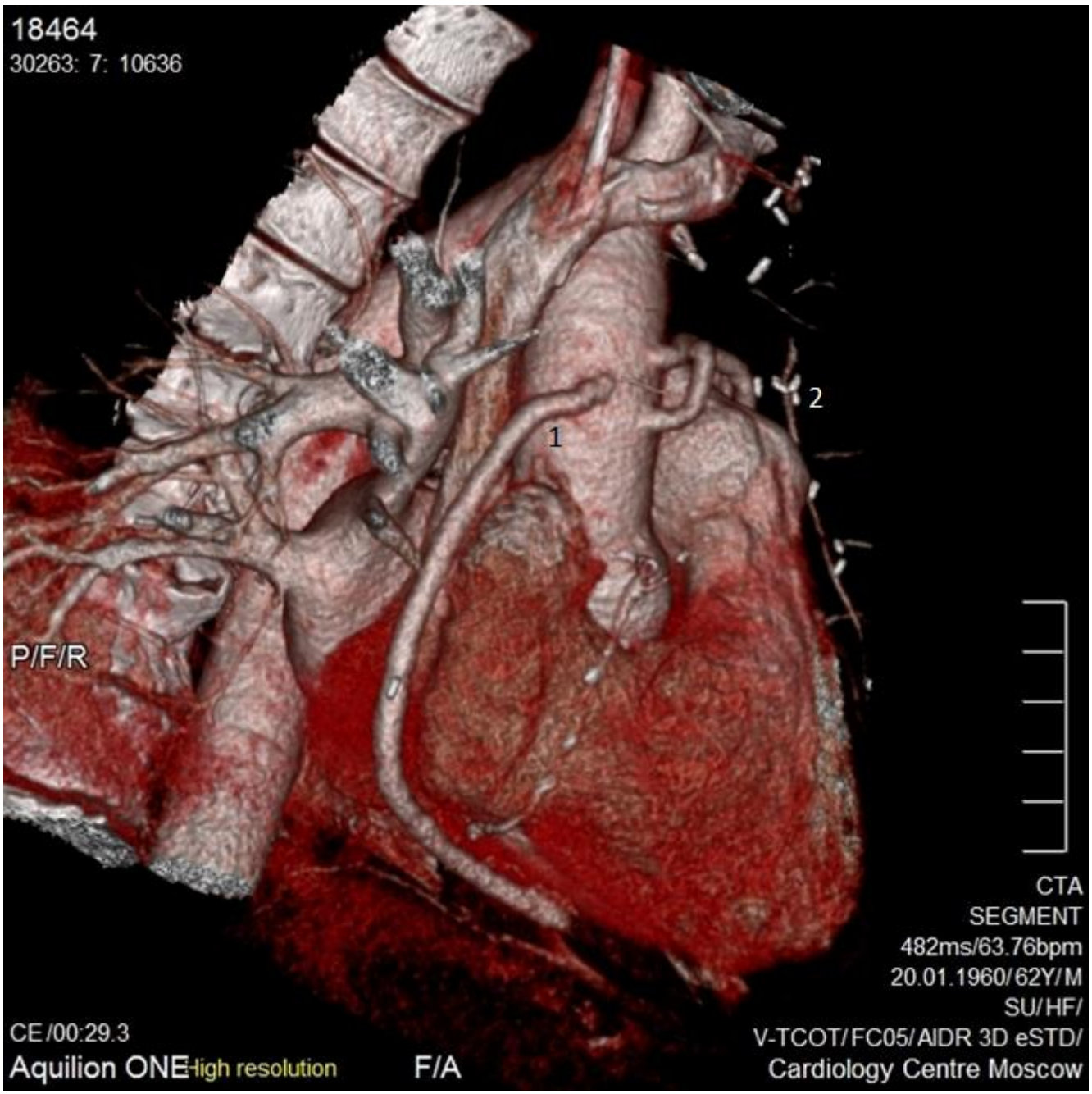

Рисунок 3.16 – Мультиспиральная компьютерная шунтография (пациент Г.). 1 – аутовенозный шунт к правой коронарной артерии, 2 – маммарный шунт к передней нисходящей артерии

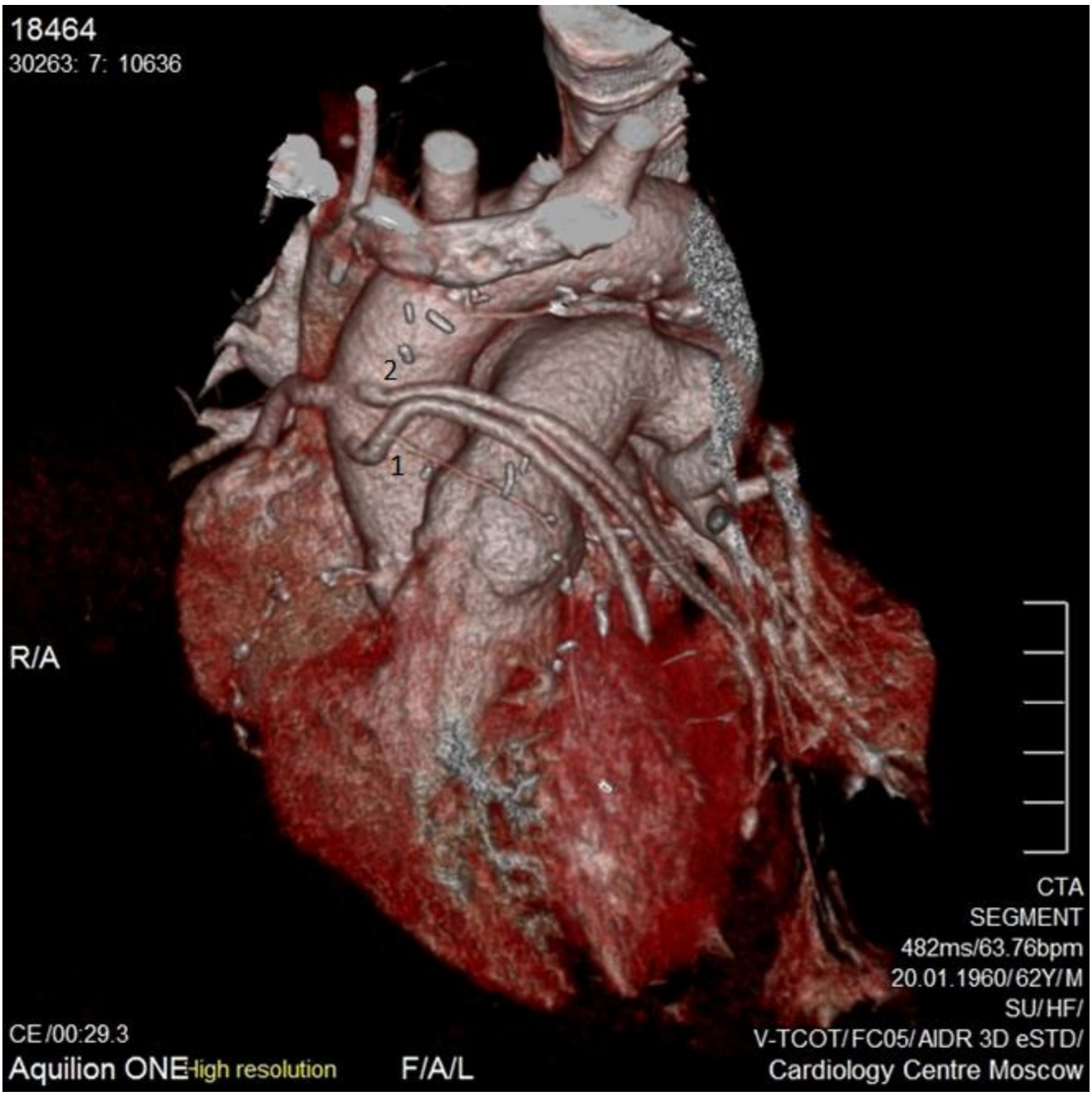

Рисунок 3.17 – Мультиспиральная компьютерная шунтография (пациент Г.). 1 – аутовенозный шунт к диагональной артерии, 2 – искуственная Y – конструкция к огибающей артерии + артерии тупого края

Представленный клинический пример демонстрирует возможности КШ с достижением оптимальных параметров ИУФ и хорошего клинического и ангиографического эффекта в течение 12-ти месяцев после операции у больных с тяжелым поражением КА.

Клинический пример 2

Пациент Л., 65 лет. Госпитализирован с диагнозом: ИБС: Стенокардия напряжения 4 ФК. Атеросклероз аорты и КА (критическое многососудистое поражение со стенозом ствола ЛКА). Постинфарктный кардиосклероз переднебоковой локализации (не–Q ИМ от 2009 г). Состояние после трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации миокарда от 2010г. Гипертоническая болезнь III ст, степень 3, риск очень высокий. Хроническая сердечная недостаточность I ст, ФК II по NYHA. Алиментарно – конституциональное ожирение II степени.

Выполнено лабораторно – инструментальное обследование, проведена КАГ «Рисунок 3.18», «Рисунок 3.19».

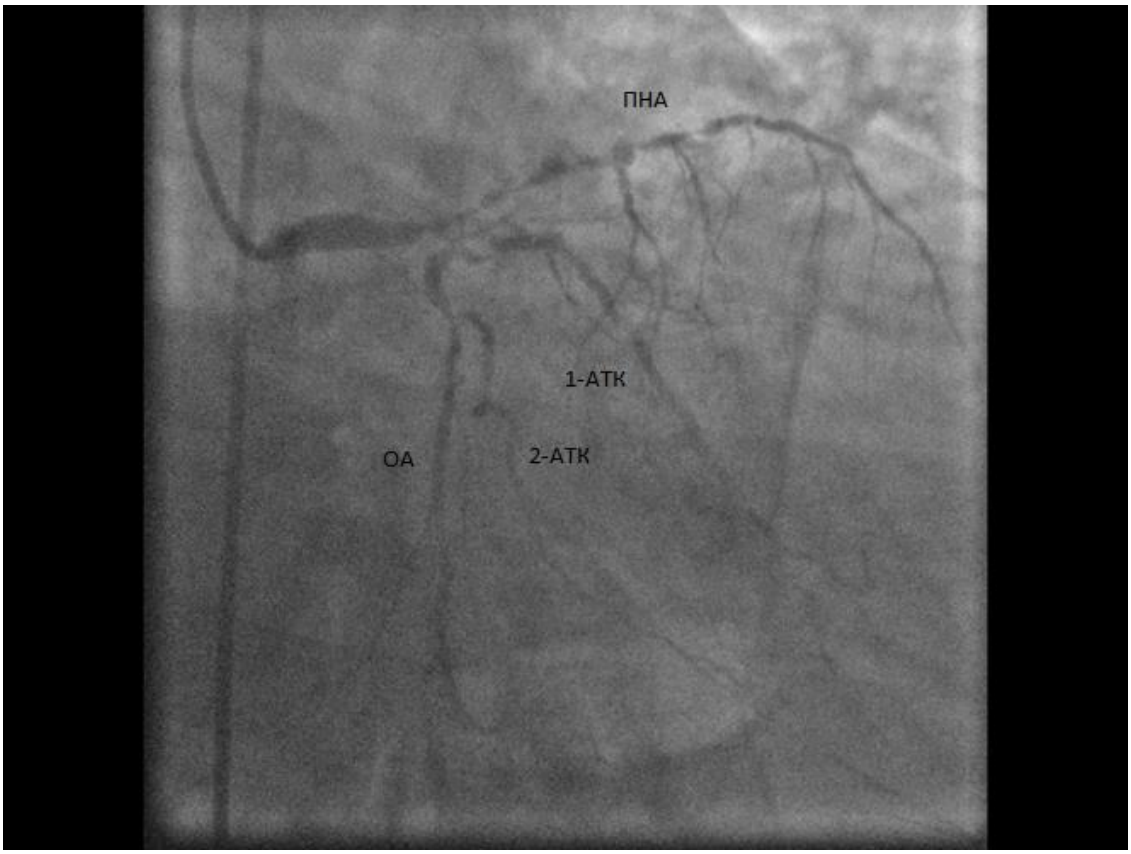

Рисунок 3.18 – Коронарография (пациент Л.). Система левой коронарной артерии. ПНА – передняя нисходящая артерия, АТК – артерия тупого края, ОА – огибающая артерия

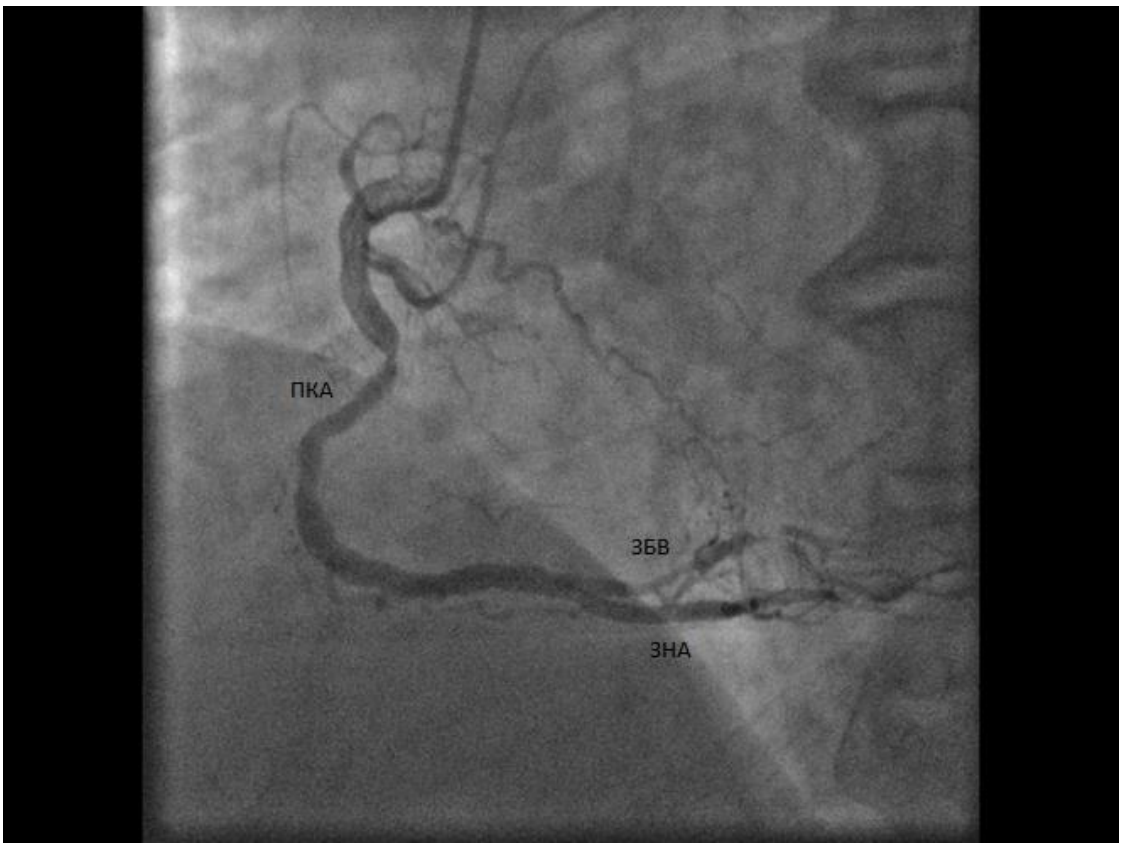

Рисунок 3.19 – Коронарография (пациент Л.). Система правой коронарной артерии. ПКА – правая коронарная артерия, ЗБВ – заднебоковая ветвь, ЗНА – задняя нисходящая артерия

Визуализирован бифуркационный стеноз дистальной трети ствола ЛКА 80 – 90 %, диффузное протяженное множественное стенотическое поражение проксимальной – средней трети ПНА со стенозами до 80 %, субокклюзия проксимальной трети 1-й диагональной артерии, множественное поражение проксимальной – средней трети ОА и 1-й АТК со стенозами до 80 %, диффузный атеросклероз ПКА, стеноз средней трети 80 – 90 % и субокклюзия средней трети заднебоковой ветви.

Пациенту выполнена операция КШ: аутоартериальное (трансплантат лучевой артерии) шунтирование диагональной артерии, аутовенозное шунтирование ОА, АТК с проведением непрямой эндартерэктомии, ПКА с проведением непрямой эндартерэктомии и маммарокоронарное шунтирование (левая ВГА) ПНА, диаметр ПНА и ДА в месте анастомозов < 1 мм.

При контрольной ИУФ шунты к ОА, АТК и ПКА имели оптимальные значения коронарного кровотока: MGF = 33 мл\мин, PI – 1,5 ед, DF – 68 %; MGF = 40 мл\мин, PI – 1,6 ед, DF – 61 %; MGF = 71 мл\мин, PI – 1,5 ед, DF – 66 %, соответственно. Кровоток по шунтам к ПНА и диагональной артерии характеризовался значениями флоуметрии близкими к субоптимальным: MGF = 16 мл\мин, PI – 6,9 ед, DF – 63% и MGF = 19 мл\мин, PI – 6,4 ед, DF – 49 %, соответственно. Результаты представлены на рисунках «Рисунок 3.20», «Рисунок 3.21», «Рисунок 3.22», «Рисунок 3.23», «Рисунок 3.24».

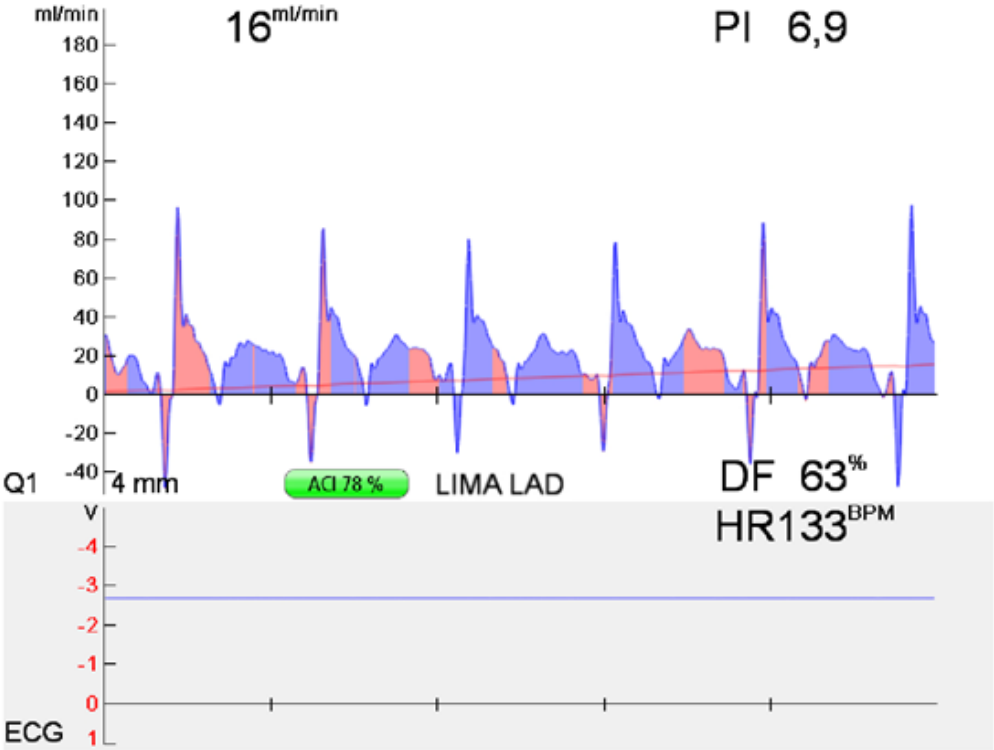

Рисунок 3.20 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия шунта левой внутренней грудной артерии к передней нисходящей артерии (пациент Л.)

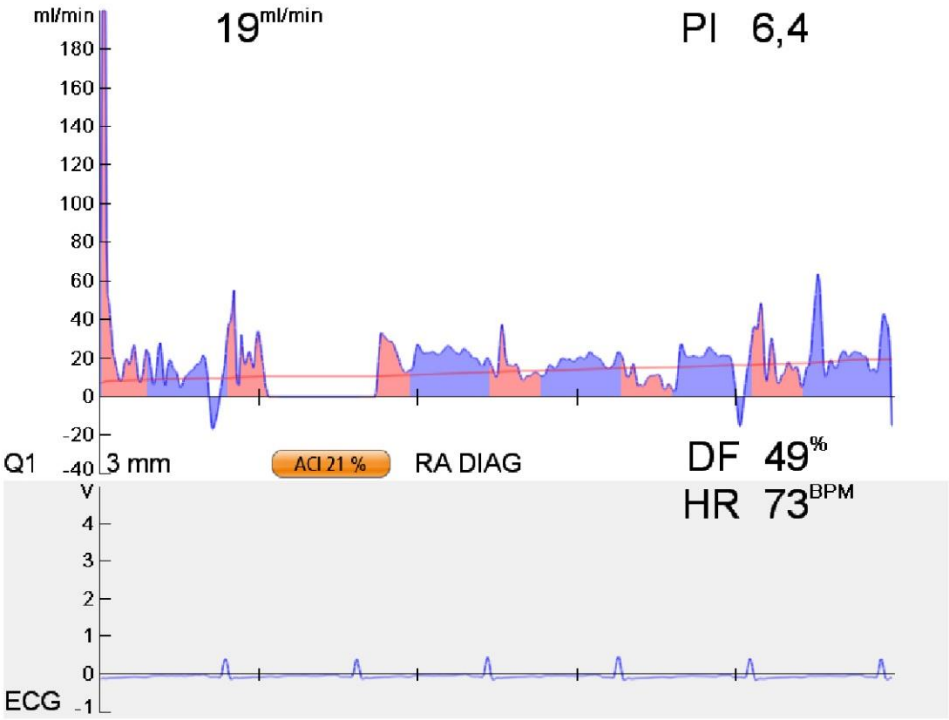

Рисунок 3.21 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к диагональной артерии (пациент Л.)

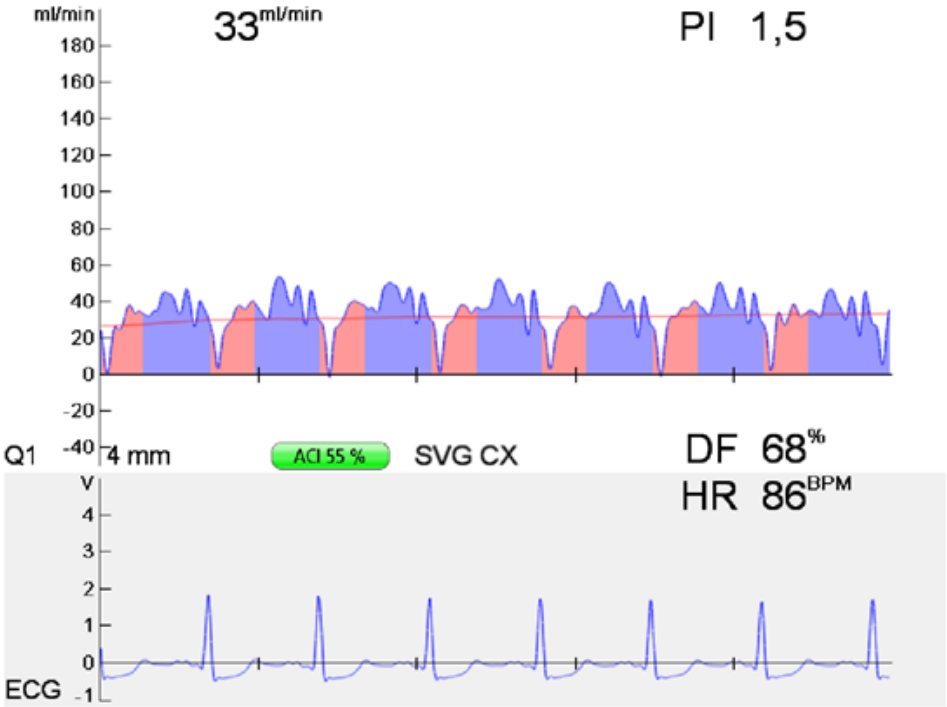

Рисунок 3.22 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к огибающей артерии (пациент Л.)

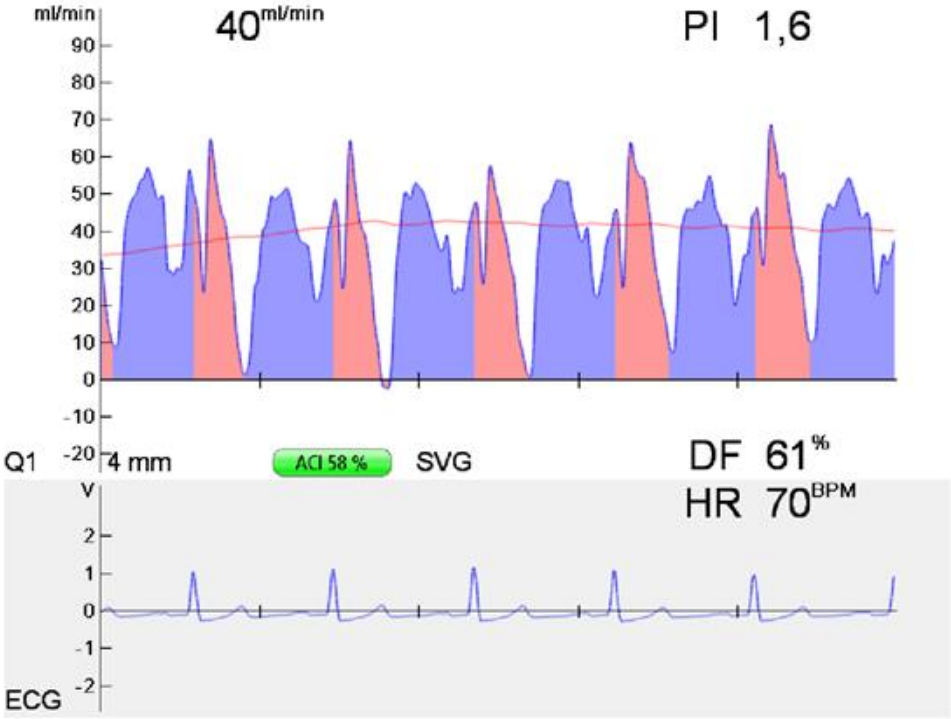

Рисунок 3.23 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к артерии тупого края (пациент Л.)

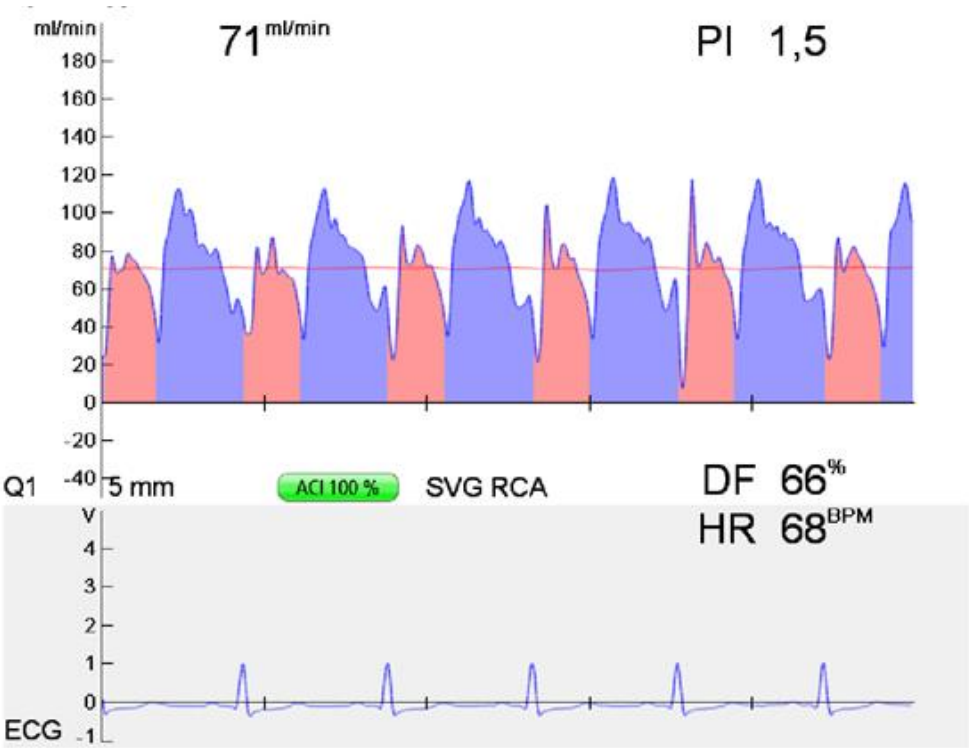

Рисунок 3.24 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к правой коронарной артерии (пациент Л.)

В раннем послеоперационном периоде ограниченного режима ангинозные боли не рецидивировали. Пациент выписан на 9–е сутки после операции, назначена антиагрегантная терапия 75 мг аспирина, варфарином с контролем МНО (2,5-3) в течение 12-ти месяцев и высокие дозы статинов. В связи с явлениями эрозивного гастрита пациент самостоятельно отменил прием варфарина через 1 месяц после операции. При контрольном осмотре через 1 год после операции выявлена клиника стенокардии при умеренной физической нагрузке (быстрая ходьба в пределах 500 метров, подъем по лестнице на 2 – 3 этаж), ангинозные боли при бытовой физической нагрузке отрицает, больших сердечно – сосудистых событий за указанный период не зарегистрировано. Выполнена коронарошунтография: шунты к ПНА, диагональной артерии, ОА и АТК окклюзированы, визуализирована нативная система ЛКА и функционирующий шунт к ПКА «Рисунок 3.25», «Рисунок 3.26».

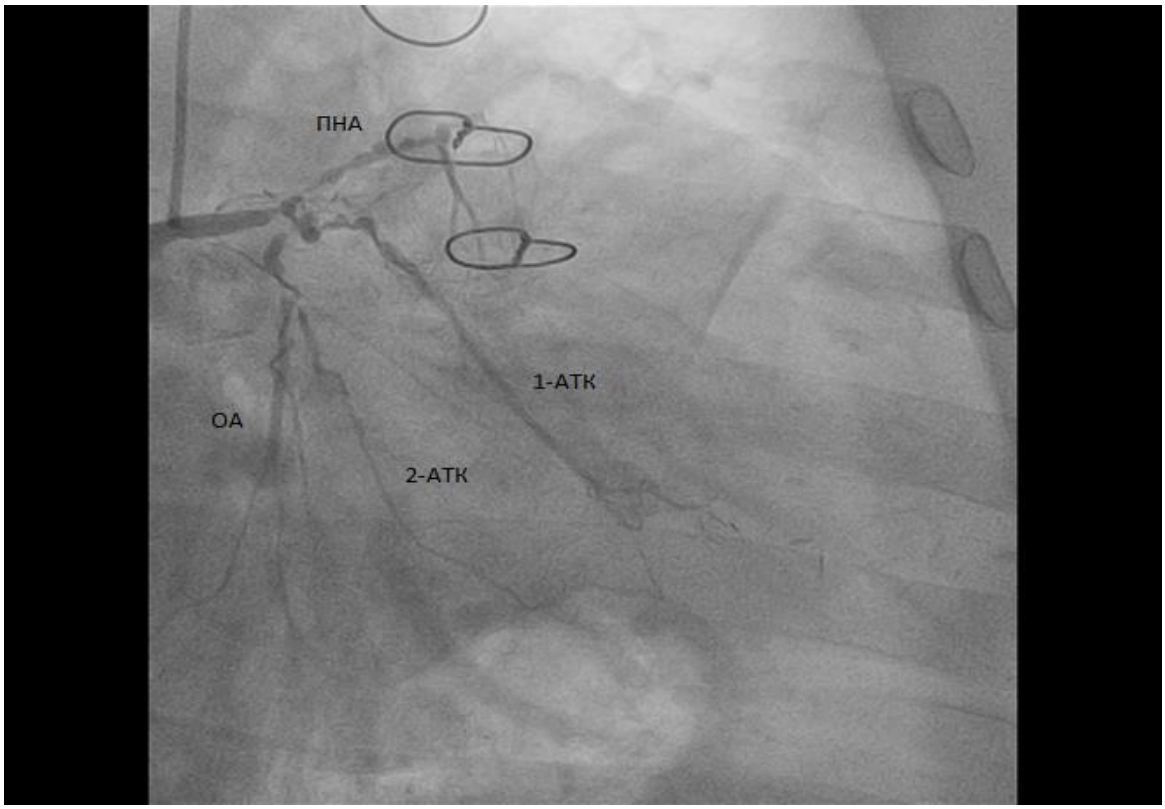

Рисунок 3.25 – Коронарошунтография (пациент Л.). Система левой коронарной артерии. ПНА – передняя нисходящая артерия, АТК – артерия тупого края, ОА – огибающая артерия

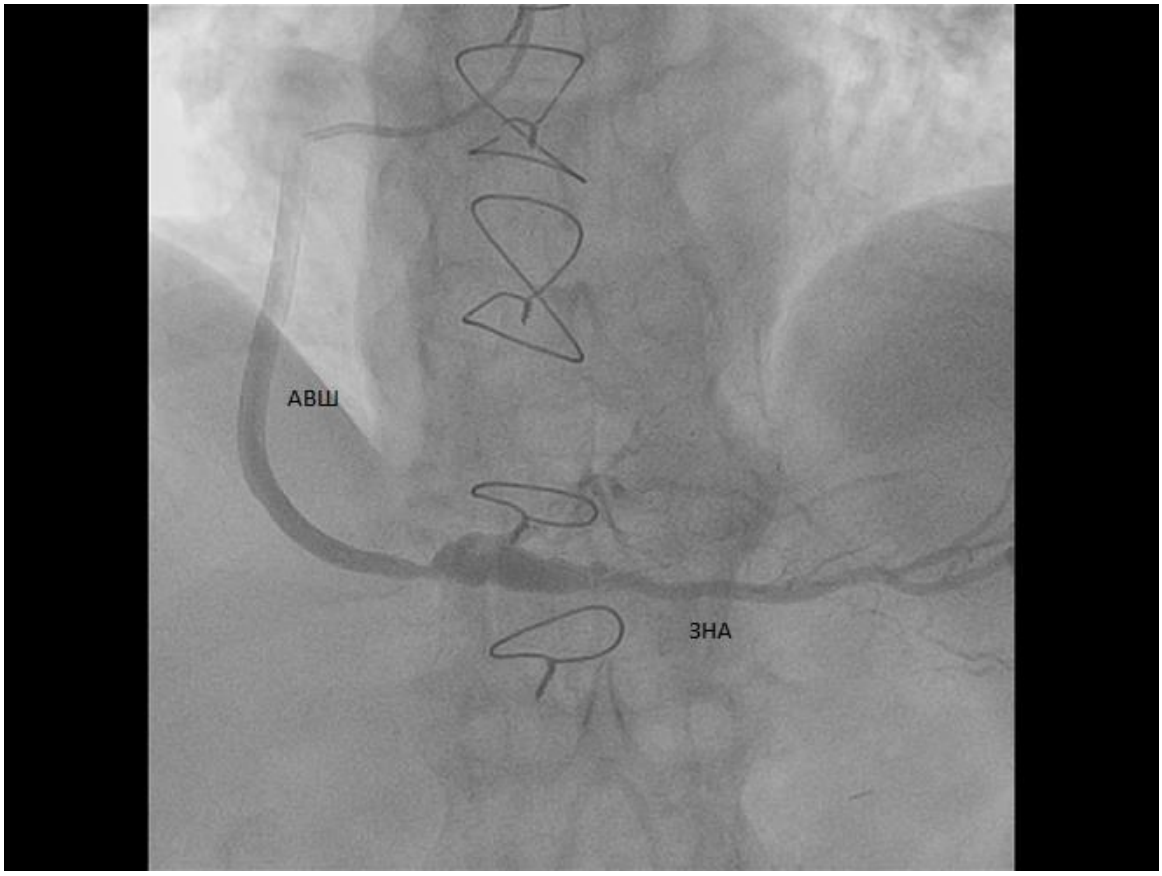

Рисунок 3.26 – Коронарошунтография (пациент Л.). Шунт к правой коронарной артерии (правая коронарная артерия после эндартерэктомии). АВШ – аутовенозный шунт, ЗНА – задняя нисходящая артерия

По результатам коронарошунтографии принято решение о проведении ангиопластики со стентированием ПНА, диагональной артерии «Рисунок 3.27».

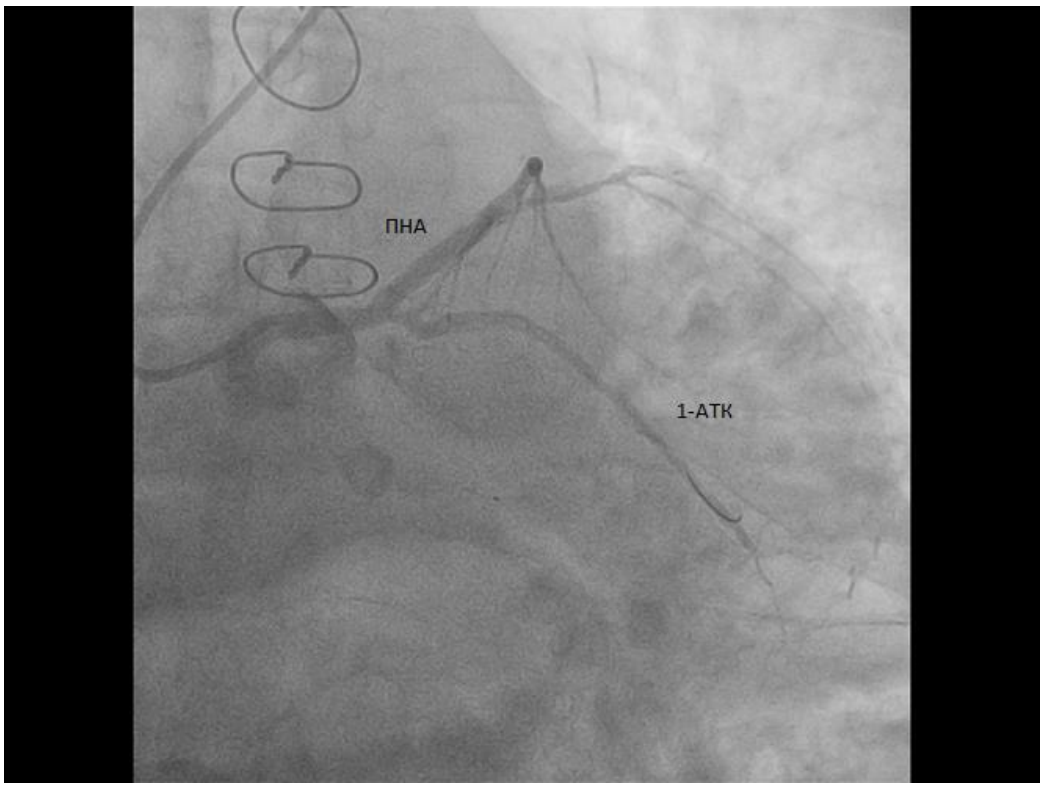

Рисунок 3.27 – Коронарошунтография (пациент Л.). Система левой коронарной артерии (после ангиопластики). ПНА – передняя нисходящая артерия, АТК – артерия тупого края

Проведение вмешательства осложнилось окклюзией ОА в устье с развитием периоперационного ИМ. Состояние больного стабилизировано. Выполнено контрольное обследование, визуализирована зона перенесенного ИМ (зона гипоакинезии по задне – боковой стенке левого желудочка (базальный, частично средний сегменты), глобальная сократимость миокарда не снижена, явлений недостаточности кровообращения нет. За время наблюдения выполнена коррекция антиангинальной терапии, на этом фоне ангинозные боли не рецидивировали, скорректирована двойная антитромботическая терапии и терапия статинами, выписан в удовлетворительном состоянии с улучшением.

Клинический результат, полученный в настоящем примере, позволяет продемонстрировать возможности КШ с проведением коронарной эндартерэктомии при тяжелом коронарном атеросклерозе в виде существенного снижения функционального класса стенокардии.

Вместе с этим в этом клиническом примере также можно выделить потенциальный риск окклюзии шунтов в случае субоптимального кровотока, выявленного на интраоперационном этапе в шунтах к мелким артериям. Очевидно, что риск возврата стенокардии в случае выявления одного или более шунта с субоптимальными результатами ИУФ следует расценивать как высокий. Полученная информация позволяет сделать выбор в пользу необходимости усиленной антитромботической терапию. Стратегия профилактики окклюзии шунтов, оптимизация антитромботической терапии в виде определенной схемы медикаментозной терапии, сроков ее инициации и завершения не изучена и требует проведения дальнейших исследований.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.

При крупном диаметре коронарных артерий более 1,5 мм интраоперационная флоуметрия позволяет достоверно выявить технические ошибки, провести ревизию и коррекцию анастомоза. Диффузное поражение коронарных артерий – одна из наиболее сложных ситуаций с прогностической точки зрения при выполнении операции КШ. Длинная протяженность атеросклеротического поражения целевой КА является важным фактором риска интраоперационной несостоятельности и окклюзии шунта в отдаленном периоде. Выполнение ИУФ может позволить объективно оценить риск окклюзии шунта и ухудшения клинического статуса пациента. ИУФ в настоящее время эффективно используется для качественной и количественной оценки кровотока в шунтах КА и, таким образом, позволяет снизить количество технических ошибок при оперативных вмешательствах и улучшить отдаленный прогноз пациентов. При этом при диффузном поражении КА часто отмечаются относительно невысокие показатели кровотока по шунтам, а их прогностическое значение для различных трансплантатов однозначно не определено.

Важнейшим ограничением для использования ИУФ в клинической практике является низкая чувствительность метода, обусловливающая высокий риск получения ложноотрицательного (оптимальные значения флоуметрии при неадекватной функции шунта) и ложноположительного (субоптимальные значения флоуметрии при адекватной функции шунта) результатов. В основе ложноотрицательного результата можно рассматривать ретроградный кровоток из шунта по нативному руслу на фоне сужения просвета в «носике» дистального анастомоза. Пережатие целевой КА выше анастомоза (петлевая проба), либо коррекция дистального анастомоза позволяет исключить ложноотрицательный результат и получить «истинный» положительный результат ИУФ. Ложноположительный результат является следствием неадекватной оценки параметров ИУФ, наиболее частой причиной является спазм шунта, что характерно для аутоартериальных трансплантатов. Для получения «истинного» результата

используют спазмолитики (орошение папаверином), нормализация параметров гемодинамики позволяет верифицировать спазм шунта. По мнению отдельных авторов ложноположительный результат является настоящей ахиллесовой пятой ИУФ, так как заставляет хирурга выполнять ревизию шунта в отсутствии ее необходимости [8]. В литературе подробно описаны возможности эпикардиального ультразвукового исследования (ЭпиУЗИ) для исключения ложных результатов [42, 64, 81]. Совместное использование ИУФ и ЭпиУЗИ в некоторых исследованиях показало увеличение чувствительности в отношении выявления субоптимального кровотока по шунтам и существенно снижает необходимость ревизии [59, 81].

В настоящей работе ЭпиУЗИ применялось, но не анализировалось, так как отмечена выраженная оператор – зависимость метода. Важно отметить, что инструментальные методы не являются заменой визуальной и мануальной оценки функционирования шунта. Решение о ревизии анастомоза принимается хирургом на основании комплекса данных с учетом состояния дистального русла КА. Выраженный диффузный атеросклероз или кальциноз целевой КА является ограничивающим фактором, предполагая отсутствие лучшей альтернативы для формирования дистального анастомоза, и требует веских доводов в пользу ревизии шунта.

В нашем исследовании ревизия шунтов к артериям диаметром < 1 мм не проводилась. Учитывая техническую сложность формирования анастомоза, высокий риск развития осложнений при повторном вмешательстве, а также вероятность ложноположительных результатов ИУФ, проведение ревизии при клинически стабильном состоянии у больных с диффузным поражением и при наличии кровотока > 10 мл/мин, вероятно, нецелесообразно. Возможности ревизии шунта при диффузном поражении КА ограничены, в литературе нет данных о тактике хирургического лечения при получении субоптимальных результатов гемодинамики по шунту у больных с КА малого диаметра.

Значения ИУФ при диффузном поражении коронарного русла малоизучены, нами найдена лишь одна работа с описанием ИУФ при малом диаметре КА. A. Jalal описывает высокую степень корреляции между параметрами ИУФ и диаметром

КА, среднее значение MGF при диаметре КА ≤ 1 мм составило 18,9 мл/мин, а PI – 4,3 ед. [41]. В нашем исследовании субоптимальные значения ИУФ были получены в 7,9 % случаях, в большинстве из них мы отказались от ревизии шунта с учетом диаметра целевой КА (< 1 мм). Необходимость ревизии шунтов к целевым КА > 2 мм не превышала 2,5 %, что сопоставимо с данными литературы. В нашем исследовании получены более высокие значения ИУФ при малом диаметре целевого русла, что может объясняться высокой частотой использования коронарных реконструктивных вмешательств и прецизионностью анастомозов. Всего выполнена ревизия 8 шунтов к КА диаметром > 1 мм, существенного прироста параметров ИУФ не получено, во всех случаях осложнений не отмечено.

В среднем количество шунтов с субоптимальными значениями ИУФ составляет 2 %, при этом из них лишь четверть подвергается ревизии [77]. В литературе продемонстрированы противоречивые данные относительно клинической эффективности использования ИУФ, при этом большинство исследований показывают высокую прогностическую значимость метода для оценки риска дисфункции шунтов. Наиболее важное значение придают показателю PI, в качестве удовлетворительного принимают PI < 3 ед, прогностически неблагоприятным называют значение > 5 ед. [29, 46, 68]. Среди других параметров ИУФ в качестве отрезного значения высокого риска ранней (около 3 месяцев) окклюзии шунта используют снижение MGF < 15 мл/мин для шунтов к системе левой КА и < 20 мл/мин для шунтов к системе ПКА [78]. Те же авторы в следующей работе показали, что MGF является независимым предиктором и более поздней окклюзии (спустя 1 год и более) – снижение MGF на 1 мл/мин увеличивает риск дисфункции шунта на 4 % [79]. Идентичные результаты получены и в работе P. Lehnert и соавт. в отношении влияния MGF на риск дисфункции трансплантата из ВГА [51]. В работе Di Giammarco продемонстрирована высокая прогностическая значимость для обоих параметров ИУФ – снижение MGF < 15 мл/мин и повышение PI > 3 ед. существенно увеличивало риск ранней (около 6 месяцев) окклюзии АВШ и аутоартериальных шунтов [30]. Ki-B. Kim и соавторы впервые продемонстрировали значимую прогностическую роль диастолической

составляющей в риске окклюзии шунтов и высказали суждение о различном влиянии результатов УИФ на ветви левой и правой КА [47]. В одной из последних работ проведение рутинной МСКТ – шунтографии в течение 1-й недели после операции установило в качестве основных независимых предикторов ранней окклюзии шунта снижение MGF < 23 мл/мин (ОШ = 2,3, 95 % ДИ 1,1 – 4,3, p = 0,02), повышение PI > 2,3 единиц (ОШ = 3,2, 95 % ДИ 1,6 – 6,3, p < 0,001) и использование АВШ (ОШ = 3,1, 95 % ДИ 1,6 – 6,2, p<0,001) [85]. Таким образом, в настоящий момент данные литературы убедительно демонстрируют влияние субоптимальных параметров ИУФ на функцию шунта не только в ранние, но и отдаленные сроки после операции.

В то же время, данных для подтверждения клинической эффективности использования ИУФ в настоящий момент недостаточно. В литературе представлено лишь одно рандомизированное клиническое исследование, где оценивалась возможность улучшения проходимости шунтов и клинических результатов с помощью ИУФ и ревизии шунта. В это исследование (GRIIP – Graft Imaging to Improve Patency) было включено 156 пациентов, по результатам которого статистически значимых различий в частоте окклюзии шунтов и сердечно – сосудистым событиям (смерть, ИМ, повторная реваскуляризация) между группами использования ИУФ и группы контроля не выявлено [68]. В субанализе исследования в группе использования ИУФ установлен статистический значимый фактор риска окклюзии АВШ в течение 1-го года после операции – низкая объемная скорость кровотока по шунту (площадь под кривой – 0,698, p = 0,01), отрезным значением явилась скорость 31 мл/мин. Вероятность окклюзии шунта при MGF менее 31 мл/мин составила 50 % против 21,6 % для шунтов с большим значением MGF. При этом худшие результаты ИУФ не сопровождались увеличением частоты сердечно – сосудистых событий в течение 1-го года [81]. В 2020 году впервые выполнен анализ проходимости шунтов в ранние сроки и в отдаленном периоде после операции в зависимости от использования ИУФ. Ki-B. Kim и соавт. сообщили о более высокой проходимости шунтов через 7 суток после операции для пациентов, перенесших КШ с использованием ИУФ, частота ревизии

шунта в этой группе составила 1,3 %. Проходимость шунтов была выше как для аутовен (91,4 % против 86,0 %, p = 0,181), так и для аутоартерий (99,2 % против 97,2 %) [48]. В другом исследовании авторы сообщили о лучшей проходимости шунтов через 1 год в группе ИУФ (83 % против 78 %, p < 0,01), количество пациентов с окклюзией как минимум одного шунта было ниже в группе ИУФ (29% против 38 %, p = 0,01). Тем не менее, клинические результаты (смерть, ИМ, повторная реваскуляризация) были сопоставимы [61]. Впервые различия в клинических результатах для пациентов с худшими значениями УИФ продемонстрировал C. Herman и соавт. В исследование вошло 2 группы пациентов, в первую включили пациентов с удовлетворительной функцией всех шунтов (PI ≤5 единиц), во вторую с субоптимальной функцией, как минимум одного из шунтов. Авторы продемонстрировали статистически значимые различия по частоте госпитальных осложнений (смерть, ИМ, повторная реваскуляризация, пролонгированная искусственная вентиляция легких и синдром малого выброса) [38]. Важно отметить ограничение исследования в виде использования несопоставимых по значимости конечных точек в виде единой. Так использование в одном ряду событий летального исхода вместе с пролонгированной искусственной вентиляцией легких или синдромом малого выброса существенно снижает качество конечной точки в связи с большим вкладом последних в число событий.

Результаты нашего исследования в отношении взаимосвязи результатов ИУФ и риска окклюзии шунтов схожи с данными литературы. Мы продемонстрировали статистически значимые различия в частоте дисфункции шунтов в случае субоптимальных результатов ИУФ. В качестве отрезных значений мы использовали неудовлетворительное значение как минимум одного из трех ключевых параметров ИУФ, среди них снижение MGF < 20 мл/мин для аутовен и <15 мл/мин для аутоартерий, а также критерий PI < 5 ед. и DF ≥ 50 %. Мы выполнили анализ причин субоптимальной функции шунта и установили в качестве неблагоприятного предиктора тяжелое поражение целевой КА с сужением ее диаметра в месте анастомоза < 1 мм. Субанализ данных позволил

продемонстрировать возможности получения оптимальных результатов ИУФ в большинстве случаев при тяжелом атеросклеротическом поражении КА с помощью СКР.

Изучение клинических результатов в нашем исследовании выполнено в несколько ином дизайне в отличии от общепринятого в литературе. Большинство опубликованных исследований ИУФ направлено на изучение клинических результатов в зависимости от выполнения или невыполнения интраоперационной оценки гемодинамики шунтов. Дизайн нашего исследования не предусматривал разделения групп на использование и неиспользование ИУФ. Напротив, мы выполнили ИУФ всем пациентам и оценили клинические результаты для группы с худшими значениями ИУФ. Мы не получили различий по частоте развития сердечно – сосудистых событий как на госпитальном этапе, так и в послеоперационном периоде. Однако важным результатом, с точки зрения клинической интерпретации настоящего исследования и использования ИУФ в клинической практике, явилась высокая частота рецидива стенокардии, выявленная в группе больных с субоптимальными значениями ИУФ. Среди других потенциальных причин увеличения частоты рецидива стенокардии в данной группе обращает на себя внимание исходная разница по встречаемости сахарного диабета, что могло быть как причиной более тяжелого поражения коронарного русла исходно, так и прогрессирования атеросклероза в послеоперационном периоде. Стоит отметить, что результаты по другим изучаемым исходам, в частности по ключевым показателям – госпитальной и годичной летальности не различались. В целом результаты КШ, полученные в настоящем исследовании оказались сопоставимы с результатами хирургического лечения, представленными в наших предыдущих публикациях и исследованиях других авторов [3, 38, 73, 76]. Полученные данные демонстрируют возможность успешного КШ у больных с диффузным поражением. Использование дополнительных хирургических методик и микрохирургической техники позволяет получить результаты, сопоставимые с реваскуляризацией миокарда при локальном поражении коронарного русла.

Несмотря на противоречивость прогностического значения ИУФ в отношении клинической эффективности, использование этого метода для интраоперационной оценки шунта предлагается экспертами в качестве рутинного при проведении КШ [28]. Он является наименее инвазивным способом выявления ранней дисфункции и профилактики неблагоприятных коронарных событий. Сниженные значения ИУФ коррелируют с тяжестью коронарного атеросклероза, диаметром КА и диффузным характером процесса, что продемонстрировано в нашей работе. Субоптимальный кровоток по шунтам к диффузно пораженным КА определяет высокий риск рецидива стенокардии у больных после операции КШ. ИУФ может быть важным инструментом для улучшения результатов КШ, особенно в группе больных с диффузным поражением КА. Текущие суждения о клинической неэффективности преждевременны с учетом малой выборки пациентов в имеющихся исследованиях, что признают сами авторы [5, 68].

Учитывая полученные данные, наличие диффузного коронарного атеросклероза и малый диаметр КА следует считать самостоятельным фактором, обусловливающим высокий риск субоптимальной гемодинамики по шунту. Использование этих знаний в клинической практике важно для решения вопроса о необходимости ревизии шунта при тяжелом поражении КА, их учет в интерпретации параметров ИУФ позволит хирургу принимать оптимальное решение об отказе от ревизии шунта, так как в настоящее время нет общепризнанных алгоритмов с учетом диаметра целевого русла. В ОССХ ФГБУ «НМИК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России разработана и используется шкала для оценки тяжести атеросклероза целевых КА, получившая название индекс диффузного поражения (ИДП). Она учитывает распространенность коронарного атеросклероза и оценивает дистальное русло от 0 баллов – при нормальных показателях до 9 баллов – при крайне выраженном поражении, диаметре < 1 мм и кальцинозе. В исследованиях, опубликованных ранее, продемонстрированы возможности оценки риска ранней дисфункции шунтов с использованием шкалы ИДП [19]. Мы предполагаем, что дальнейшее совершенствование методов оценки сосудов позволит разработать алгоритм решения вопроса о ревизии шунта в этой

группе больных и позволит улучшить результаты хирургического лечения. Общепринятый алгоритм ускорит поиск новых методик КШ с широким применением аутоартерий для получения оптимальных параметров ИУФ и результатов вмешательств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов ИУФ у больных с диффузным поражением КА показывает, что тяжесть коронарного атеросклероза имеет прямую корреляционную связь с параметрами кровотока по шунту. Достоверное негативное влияние малого калибра сосудов на показатели ИУФ отмечается при диаметре целевой КА < 1 мм. Малый диаметр КА увеличивает риск субоптимальной функции шунта. В то же время субоптимальная функция шунта, наряду с малым диаметром целевой КА и с использованием аутовенозного трансплантата обусловливают многократное увеличение риска его окклюзии через 1 год после операции и увеличение риска рецидива стенокардии. Возможности улучшения кровотока по шунту при диффузном поражении коронарного русла ограничены, ревизия шунта представляется целесообразной только в случае регистрации «нулевого» потока и или близкого к нему и вероятной технической погрешности. В остальных случаях при устранении других причин худшего кровотока по шунту, проведение ревизии не улучшает параметры кровотока.

ИУФ может быть полезным рутинным инструментом в клинической практике для проведения КШ при диффузном поражении КА. Использование ИУФ демонстрирует, что выполнение КШ артерий диаметром 1 – 1,5 мм с использованием операционного микроскопа может быть выполнено с хорошим гемодинамическим эффектом. Важно учитывать, что проведение повторной реваскуляризации в данной группе больных, как правило, ограничено в связи с исходным тяжелым поражением КА. Использование ИУФ позволяет выявить больных высокого риска ранней окклюзии шунтов и рецидива стенокардии в послеоперационном периоде. Дальнейшие исследования должны быть направлены

на оценку прогностического влияния данных ИУФ при шунтировании КА малого диаметра с изучением функции шунтов и клинических результатов оперативного лечения в отдаленные сроки с учетом медикаментозной терапии, назначения усиленной антитромботической а возможно и новой антикоагулянтной терапии.

ВЫВОДЫ

1. Достоверное снижение средних параметров кровотока по шунтам зарегистрировано для целевых КА диаметром < 1 мм в зоне анастомозов (p < 0,01), что сопровождалось существенным увеличением количества наблюдений субоптимальной функции шунта в этой группе целевых КА (ОШ = 2,1, 95 % ДИ 1,2 – 3,8, p = 0,011).

2. При диаметре диффузно атеросклеротически измененных целевых КА < 1 мм использование эндартерэктомии и пролонгированных анастомозов позволяет оптимизировать результаты ИУФ и является предпочтительным методом реваскуляризации миокарда.

3. Средний объемный кровоток по аутовенозным шунтам при диффузных поражениях КА выше, чем по аутоартериальным (37,5 против 31,0 мл/мин, p=0,007, соответственно), однако использование аутоартериальных трансплантатов по сравнению с аутовенозными позволяет снизить риск субоптимальной функции шунта (p = 0,004).

4. При оценке госпитальных результатов достоверных статистически значимых различий в частоте госпитальной летальности и развития периоперационного ИМ в группах пациентов с оптимальными и частично субоптимальными параметрами ИУФ не получено.

5. При оценке годичных результатов выявлено, что наличие шутов с субоптимальными параметрами кровотока сопровождается увеличением риска окклюзии шунтов (ОШ=4,8, 95 % ДИ 1,8 – 13,2, p = 0,002) и рецидива стенокардии в послеоперационном периоде (ОШ = 3,4; 95 % ДИ 1,2 – 9,8, p = 0,046). Среди факторов риска окклюзии шунтов также следует выделить диаметр целевых КА < 1 мм (ОШ = 3,2, 95 % ДИ 1,2 – 8,5, p = 0,019) и использование аутовенозного трансплантата (ОШ = 7,0, 95 % ДИ 0,9 – 54,7, p = 0,034).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для пациентов с субоптимальными значениями ИУФ, как минимум, одного из шунтов может быть рассмотрено использование усиленных мер вторичной профилактики сердечно – сосудистых событий.

2. Коррекция анастомоза шунта при диффузном поражении и диаметре целевой КА < 1,5 мм может быть рассмотрена только при регистрации «нулевого» потока или близкого к нему и вероятной технической погрешности, при коррекции анастомозов мелких сосудов на фоне субоптимальных значениях ИУФ и отсутствии технических ошибок не отмечено достоверное улучшение показателей ИУФ.

3. Предоперационное планирование эндартерэктомии и пролонгированных анастомозов может быть рекомендовано при КШ у больных с диффузным атеросклеротическим поражением при диаметре КА < 1 мм. Использование СКР при диаметре целевой КА 1,0 – 1,5 мм следует рассмотреть в случае невозможности формирования анастомоза стандартным способом.

4. Использование аутоартериального трансплантата, в частности ВГА рекомендуется в качестве предпочтительного при диффузном поражении КА.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АВШ – Аутовенозный шунт

АД – Артериальное давление

АТК – Артерия тупого края

БПВ – Большая подкожная вена

ВГА – Внутренняя грудная артерия

ДИ – Доверительный интервал

ИБС – Ишемическая болезнь сердца

ИДП – Индекс диффузного поражения

ИК – Искусственное кровообращение

ИМ – Инфаркт миокарда

ИУФ – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия

КА – Коронарные артерии

КАГ – Коронарография

КШ – Коронарное шунтирование

ЛКА – Левая коронарная артерия

МСКТ – Мультиспиральная компьютерная томография

ОА – Огибающая артерия

ОМТ – Оптимальная медикаментозная терапия

ОШ – Отношение шансов

ПКА – Правая коронарная артерия

ПНА – Передняя нисходящая артерия

СКР – Сложные коронарные реконструкции

ЭКГ – Электрокардиография

ЭпиУЗИ – Эпикардиальное ультразвуковое исследование

ЭхоКГ - Эхокардиография

BF – Процент обратного потока

DF – Диастолическая составляющая

MGF – Объемная скорость кровотока по шунту

PI – Пульсативный индекс

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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. 35. – № 2. – С. 41–49.

2. Базылев, В.В. Коронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения против хирургии на работающем сердце: сравнение результатов ультразвуковой флоуметрии / В.В. Базылев, Е.В. Немченко, В.А. Карнахин [и др.] // Вестник хирургии Казахстана. – 2015. – № 1. – С. 42–49.

3. Курбанов, С.К. Госпитальные и годичные результаты коронарного шунтирования при диффузном поражении коронарных артерий / С. К. Курбанов, Э. Е. Власова, Д. В. Саличкин [и др.] // Кардиологический вестник. – 2019. – Т. 14. – № 1. – С. 60–66.

4. Потеев, М.А. Интраоперационный менеджмент при коронарном шунтировании: флоуметрия как способ контроля качества / М.А. Потеев, Р.А. Якубов // Современная медицина Закамья. – 2017. – № 4 (105). – С. 15–20.

5. Сигаев И.Ю. Возможности ультразвуковой флоуметрии в сочетании с эпикардиальным ультразвуковым сканированием для комплексной оценки функционального состояния кондуитов при операциях коронарного шунтирования / И.Ю. Сигаев, М.А. Керен, З.Д. Шония // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия – 2021 – Т. 63 – № 2 – С. 133-139.

6. Шония З.Д. Роль ультразвуковой флоуметрии в оценке состоятельности коронарных анастомозов / З.Д. Шония, И.Ю. Сигаев // Клиническая физиология кровообращения – 2020 – Т. 17 – №3 – С. 189-194

7. Achuff, S.C. The “angina-producing” myocardial segment: An approach to the interpretation of results of coronary bypass surgery / S.C. Achuff, L.S.C. Griffith, C.R. Conti [et al.] // The American Journal of Cardiology. – 1975. – Vol. 36. – № 6. – P. 723–733.

8. Akhrass, R. Intraoperative graft patency validation: Friend or foe? / R. Akhrass,

F.G. Bakaeen // JTCVS Techniques. – 2021. – Vol. 7. – P. 131–137.

9. Alexander J.H. Efficacy and safety of Edifoligide, an E2F transcription factor Decoy, for prevention of vein graft failure following coronary artery bypass graft surgery / J.H. Alexander, G. Hafley, R.A. Harrington [et al.] // JAMA. – 2005. – Vol. 294. – № 19. – P. 2446–2454.

10. Balacumaraswami, L. Intraoperative imaging techniques to assess coronary artery bypass graft patency / L. Balacumaraswami, D.P. Taggart // Annals of Thoracic Surgery. – 2007. – Vol. 83. – № 6. – P. 2251–2257.

11. Beerkens, F.J. Contemporary coronary artery bypass graft surgery and subsequent percutaneous revascularization / F.J. Beerkens., B.E. Claessen, M. Mahan [et al.] // Nature Reviews Cardiology. – 2021. – Vol. 19 – № 3. – P. 195–208.

12. Benchimol, A. Relief of angina pectoris in patients with occluded coronary bypass grafts / A. Benchimol, A. dos Santos, K.B. Desser // The American Journal of Medicine. – 1976. – Vol. 60. – № 3. – P. 339–343.

13. Biancari, F. Control angiography for perioperative myocardial ischemia after coronary surgery: meta-analysis / F. Biancari, V. Anttila, A.M. Dell'Aquila [et al.] // Journal of Cardiothoracic Surgery. – 2018. – Vol. 13. – № 24. – P. 1–7.

14. Bittar, N. Vein graft flow and reactive hyperemia in the human heart / N. Bittar, G.M. Kroncke, G.C. Dacumos [et al.] // The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 1972. – Vol. 64. – № 6. – P. 855–860.

15. Bourassa, M.G. Changes in grafts and coronary arteries after saphenous vein aortocoronary bypass surgery: Results at repeat angiography / M.G. Bourassa, L. Campeau, J. Lesperance, C.M. Grondin // Circulation. – 1982. – Vol. 65 – № 7 – P. 90–97.

16. Bourassa, M.G. Long-term fate of bypass grafts: the Coronary Artery Surgery Study (CASS) and Montreal Heart Institute experiences / M.G. Bourassa, L.D. Fisher, L. Campeau [et al.] // Circulation. – 1985. – Vol. 72 – № 6 (Pt 2) – P. V71–78.

17. Buxton, B.F. Do angiographic results from symptom-directed studies reflect true graft patency? / B.F. Buxton, M. Durairaj, D.L. Hare [et al.] // The Annals of Thoracic Surgery. – 2005. – Vol. 80. – № 3. – P. 896–901.

18. Canver, C.C. Ultrasonic assessment of internal thoracic artery graft flow in the revascularized heart / C.C. Canver, N.A. Dame // The Annals of Thoracic Surgery. – 1994. – Vol. 58. – № 1. – P. 135–138.

19. CASS principal investigators and their associates. Coronary artery surgery study (CASS): A randomized trial of coronary artery bypass surgery. Survival data/ CASS principal investigators and their associates // Circulation. – 1983. – Vol. 68. – № 5. – P. 939–950.

20. D'Ancona, G. Graft revision after transit time flow measurement in off-pump coronary artery bypass grafting / G. D'Ancona, H.L. Karamanoukian, M. Ricci [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2000. – Vol. 17. – № 3. – P. 287–293.

21. Desai, N.D. A randomized comparison of intraoperative indocyanine green angiography and transit-time flow measurement to detect technical errors in coronary bypass grafts / N.D Desai, S. Miwa, D. Kodama [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2006. – Vol. 132 – № 3. – P. 585–594.

22. Elbeery, J.R. Intraoperative MIDCABG arteriography via the left radial artery: A comparison with doppler ultrasound for assessment of graft patency / J.R. Elbeery, P.M. Brown, W.R. Chitwood // Annals of Thoracic Surgery. – 1998. – Vol. 66. – № 1. – P. 51–55.

23. Falk, V. Thermal coronary angiography for intraoperative patency control of arterial and saphenous vein coronary artery bypass grafts: results in 370 patients / V. Falk, T. Walther, A. Philippi [et al.] // Journal of Cardiac Surgery. – 1995. – Vol. 10. – № 2. – P. 147–160.

24. FitzGibbon, G.M. Coronary bypass graft fate and patient outcome: Angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years / G.M. FitzGibbon, H.P. Kafka, A.J. Leach [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 1996. – Vol. 28. – № 3. – P. 616–626.

25. Gao, G. Aspirin plus clopidogrel therapy increases early venous graft patency after coronary artery bypass surgery / G. Gao, Z. Zheng, Y. Pi [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 2010. – Vol. 56. – № 20. – P. 1639–1643.

26. Gaudino, M. Mechanisms, consequences, and prevention of coronary graft

failure / M. Gaudino, C. Antoniades, U. Benedetto [et al.] // Circulation. – 2017. – Vol. 136. – № 18. – P. 1749–1764.

27. Gaudino, M. The association between coronary graft patency and clinical status in patients with coronary artery disease / M. Gaudino, A. Di Franco, D.L. Bhatt [et al.] // European Heart Journal – 2021. – Vol. 42 – № 14 – P. 1433–1441.

28. Gaudino, M. The use of intraoperative transit time flow measurement for coronary artery bypass surgery: systematic review of the evidence and expert opinion statements / M. Gaudino, S. Sandner, G. Di Giammarco [et al.] // Circulation. – 2021. – Vol. 144. – № 14. – P. 1160–1171.

29. Giammarco, G. Di. Intraoperative graft verification in coronary surgery: Increased diagnostic accuracy adding high-resolution epicardial ultrasonography to transit-time flow measurement / G. Di Giammarco, C. Canosa, M. Foschi [et al.] // European Journal of Cardio-thoracic Surgery. – 2014. – Vol. 45. – № 3. – P. e41–45.

30. Giammarco, G. Di. Predictive value of intraoperative transit-time flow measurement for short-term graft patency in coronary surgery / G. Di Giammarco, M. Pano, S. Cirmeni [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2006. – Vol. 132. – № 3. – P. 468–474.

31. Glineur, D. Impact of preoperative fractional flow reserve on arterial bypass graft anastomotic function: The IMPAG trial / D. Glineur, J.B. Grau, P.Y. Etienne [et al.] // European Heart Journal – 2019. – Vol. 40. – № 29. – P. 2421–2428.

32. Haaverstad, R. Epicardial colour-doppler scanning of coronary artery stenoses and graft anastomoses / R. Haaverstad, N. Vitale, R.I. Williams, A.G. Fraser // Scandinavian Cardiovascular Journal. – 2002. – Vol. 36. – № 2. – P. 95–99.

33. Halabi, A.R. Relation of early saphenous vein graft failure to outcomes following coronary artery bypass surgery / A.R. Halabi, J.H. Alexander, L.K. Shaw [et al.] // American Journal of Cardiology. – 2005. – Vol. 96. – № 9. – P. 1254–1259.

34. Handa, T. Maximal blood flow acceleration analysis in the early diastolic phase for in situ internal thoracic artery bypass grafts: a new transit-time flow measurement predictor of graft failure following coronary artery bypass grafting / T. Handa, K. Orihashi, H. Nishimori [et al.] // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. –

2015. – Vol. 20. – № 4. – P. 449–457.

35. Harskamp, R.E. Frequency and predictors of internal mammary artery graft failure and subsequent clinical outcomes: insights from the project of ex-vivo vein graft engineering via transfection (PREVENT) IV Trial/ R.E. Harskamp, J.H. Alexander, T.B. Ferguson Jr [et al.] // Circulation. – 2016. – P. 131–138.

36. Harskamp, R.E. Saphenous vein graft failure after coronary artery bypass surgery / R.E. Harskamp, R.D. Lopes, C.E. Baisden [et al.] // Annals of Surgery. – 2013. – Vol. 257. – № 5. – P. 824–833.

37. Hattler, B. Clinical and angiographic predictors of patient-reported angina 1 year after coronary artery bypass graft surgery / B. Hattler, B.M. Carr, J. Messenger [et al.] // Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes. – 2019. – Vol. 12. – № 4. – P. e005119.

38. Herman, C. Intraoperative graft flow measurements during coronary artery bypass surgery predict in-hospital outcomes / C. Herman, J.A. Sullivan, K. Buth, J.-F. Legare // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. – 2008. – Vol. 7. – № 4. – P. 582–585.

39. Hoel, B. Aortocoronary vein bypass in patients with angina pectoris / B. Hoel, H. Eie, G. Semb, E. Sivertssen // Acta Medica Scandinavica. – 1975. – Vol. 197. – № 5. – P. 383–390.

40. Izzat, M.B. Intraoperative “direct” LIMA angiography for beating heart operations / M.B. Izzat, M.H. El-Zufari, A.P.C. Yim // Annals of Thoracic Surgery. – 1998. – Vol. 66. – № 4. – P. 1431–1432.

41. Jalal, A. An objective method for grading of distal disease in the grafted coronary arteries / A. Jalal // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. – 2007. – T. 6 – № 4 – P. 451–455.

42. Jelenc, M. Understanding coronary artery bypass transit time flow curves: role of bypass graft compliance / M. Jelenc, B. Jelenc, T. Klokočovnik [et al.] // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. – 2014. – Vol. 18. – № 2. – P. 164–168.

43. Jokinen, J.J. Clinical value of intra-operative transit-time flow measurement for coronary artery bypass grafting: a prospective angiography-controlled study / J.J.

Jokinen, K. Werkkala, T. Vainikka [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2011. – Vol. 39. – № 6. – P. 918–923.

44. Karla, S. Antithrombotic treatment after coronary artery bypass graft surgery: Systematic review and network meta-analysis / S. Karla, L. Shahar, L. Conrad [et al.] // The BMJ. – 2019. – №. 367. – P. l5476.

45. Kieser, T.M. The use of intraoperative graft assessment in guiding graft revision / T.M. Kieser, D.P. Taggart // Annals of Cardiothoracic Surgery. – 2018. – Vol. 7. – № 5. – P. 652–662.

46. Kieser, T.M. Transit-time flow predicts outcomes in coronary artery bypass graft patients: A series of 1000 consecutive arterial grafts / T.M. Kieser, S. Rose, R. Kowalewski, I. Belenkie // European Journal of Cardio-thoracic Surgery. – 2010. – Vol. 38. – № 2. – P. 155–162.

47. Kim, Ki-B. Prediction of graft flow impairment by intraoperative transit time flow measurement in off-pump coronary artery bypass using arterial grafts / Ki-B. Kim, C.H. Kang, C. Lim // The Annals of Thoracic Surgery. – 2005. – Vol. 80. – № 2. – P. 594–598.

48. Kim, Ki-B. Twenty-Year Experience With Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting and Early Postoperative Angiography / Ki-B. Kim, J.W. Choi, S.J. Oh [et al.] // The Annals of Thoracic Surgery – 2020. – Vol. 109. – № 4. – P. 1112–1119.

49. Knatterud, G.L. Angiographic changes in saphenous vein grafts are predictors of clinical outcomes / G.L. Knatterud, C. White, N.L. Geller [et al.] // American Heart Journal. – 2003. – Vol. 145 – № 2 – P. 262–269.

50. Kolozsvari, R. Various clinical scenarios leading to development of the string sign of the internal thoracic artery after coronary bypass surgery: the role of competitive flow, a case series / R. Kolozsvari, Z. Galajda, T. Ungvari [et al.] // Journal of Cardiothoracic Surgery. – 2012. – Vol. 7. – № 1. – P. 2–9.

51. Lehnert, P. Transit-time flow measurement as a predictor of coronary bypass graft failure at one year angiographic follow-up / P. Lehnert, C.H. Møller, S. Damgaard [et al.] // Journal of Cardiac Surgery. – 2015. – Vol. 30. – № 1. – P. 47–52.

52. Lin, J.C. Evaluation of graft patency during minimally invasive coronary artery

bypass grafting with doppler flow analysis / J.C. Lin, D.L. Fisher, M.F. Szwerc, Magovern J.A. // Annals of Thoracic Surgery. – 2000. – Vol. 70. – № 4. – P. 1350–1354.

53. Lopes, R.D. Project of ex vivo vein graft engineering via transfection IV (PREVENT IV) investigators. Relationship between vein graft failure and subsequent clinical outcomes after coronary artery bypass surgery / R.D. Lopes, R.H. Mehta, G.E. Hafley [et al.] // Circulation. – 2012. – Vol. 125. – P. 749–756.

54. Louagie, Y.A. Intraoperative electromagnetic flowmeter measurements in coronary artery bypass grafts / Y.A. Louagie, J.P. Haxhe, M. Buche, J.C. Schoevaerdts // The Annals of Thoracic Surgery. – 1994. – Vol. 57. – № 2. – P. 357–364.

55. McKavanagh, P. Management and prevention of saphenous vein graft failure: a review / P. McKavanagh, B. Yanagawa, G. Zawadowski, A. Cheema // Cardiology and Therapy. – 2017. – Vol. 6. – № 2. – P. 203–223.

56. Morice, M.C. Angiographic outcomes following stenting or coronary artery bypass surgery of the left main coronary artery: Fifteen-month outcomes from the synergy between PCI with TAXUS express and cardiac surgery left main angiographic substudy (SYNTAX-LE MANS) / M.C. Morice, T.E. Feldman, M.J. Mack [et al.] // EuroIntervention. – 2011. – Vol. 7. – № 6. – P. 670–679.

57. Nakajima, H. Angiographic flow grading and graft arrangement of arterial conduits / H. Nakajima, J. Kobayashi, O. Tagusari [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2006. – Vol. 132. – № 5. – P. 1023–1029.

58. Neumann, F.J. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization / F.J. Neumann, M. Sousa-Uva, A. Ahlsson, M. Roffi // European Heart Journal. – 2019. – Vol. 40. – № 2. – P. 87–165.

59. Niclauss, L. Techniques and standards in intraoperative graft verification by transit time flow measurement after coronary artery bypass graft surgery: a critical review / L. Niclauss // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2017. – Vol. 51. – № 1. – P. 26–33.

60. Nishi, H. Optimal method of coronary endarterectomy for diffusely diseased coronary arteries / H. Nishi, S. Miyamoto, S. Takanashi [et al.] // The Annals of Thoracic Surgery. – 2005. – Vol. 79. – № 3. – P. 846–852.

61. Quin, J.A. Coronary artery bypass grafting transit time flow measurement: graft patency and clinical outcomes / J.A. Quin, M. Noubani, J.Y. Rove [et al.] // The Annals of Thoracic Surgery. – 2021. – Vol. 112. – № 3. – P. 701–707.

62. Robert, E.W. Six-year clinical and angiographic follow-up of patients with previously documented complete revascularization / E.W. Robert, D.F. Guthaner, L. Wexler, E.L. Alderman // Circulation. – 1978. – Vol. 58. – № 3 (Pt. 2). – P. 194–199.

63. Ruiter, M.S. Mechanotransduction in coronary vein graft disease / M.S. Ruiter, M. Pesce // Frontiers in Cardiovascular Medicine. – 2018. – Vol. 5. – № 20. – P. 1–9.

64. 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.

65. Sharma, G.V. Prognosis for aorta-coronary graft patency. A comparison of preoperative and intraoperative assessments / G.V. Sharma, S.F Khuri, E.D Folland [et al.] // Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 1983. – Vol. 85. – № 4. – P. 570–576.

66. Shehada, S-E. Long-term outcomes of coronary endarterectomy in patients with complete imaging follow-up / S-E. Shehada, F. Mourad, I. Balaj [et al.] // Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2020. – Vol. 32. – № 4. – P. 730–737.

67. 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.

68. Singh, S.K. The Graft Imaging to Improve Patency (GRIIP) clinical trial results / S.K. Singh, N.D. Desai, G. Chikazawa [et al.] // Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2010. – Vol. 139. – № 2. – P. 294–301.

69. Smith, S.C. ACC/AHA Guidelines for percutaneous coronary intervention (Revision of the 1993 PTCA Guidelines) - executive summary / S.C. Smith, J.T. Dove, A.K. Jacobs [et al.] // Circulation. – 2001. – Vol. 103. – № 24. – P. 3019–3041.

70. Song, Y. Coronary endarterectomy with coronary artery bypass graft decreases

graft patency compared with isolated coronary artery bypass graft: a meta-analysis / Y. Song, F. Xu, J. Du [et al.] // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. – 2017. – Vol. 25. – № 1. – P. 30–36.

71. 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.] // Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery . – 2014. – Vol. 19. – № 3. – P. 462–473.

72. Storey, R.F. Exploring mechanisms of graft occlusion / R.F. Storey // Journal of the American College of Cardiology – 2011. – Vol. 57. – № 9. – P. 1078–1080.

73. Taggart, D.P. Biochemical assessment of myocardial injury after cardiac surgery: Effects of a platelet activating factor antagonist, bilateral internal thoracic artery grafts, and coronary endarterectomy / D.P. Taggart // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2000. – Vol. 120. – № 4. – P. 651–659.

74. Taggart, D.P. Intraoperative transit-time flow measurement and high-frequency ultrasound assessment in coronary artery bypass grafting / D.P. Taggart, D.J.F.M. Thuijs, G. Di Giammarco [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2020. – Vol. 159. – № 4. – P. 1283–1292.

75. Taggart, D.P. Preliminary experience with a novel intraoperative fluorescence imaging technique to evaluate the patency of bypass grafts in total arterial revascularization / D.P. Taggart, B. Choudhary, K. Anastasiadis [et al.] // Annals of Thoracic Surgery. – 2003. – Vol. 75. – № 3. – P. 870–873.

76. Takanashi, S. Coronary endarterectomy in the left anterior descending artery / S. Takanashi, T. Fukui, Y. Miyamoto // Journal of Cardiology. – 2008. – Vol. 52. – № 3. – P. 261–268.

77. Thuijs, D.J.F.M. Improving coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis on the impact of adopting transit-time flow measurement / D.J.F.M. Thuijs, M.W.A. Bekker, D.P. Taggart [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2019. – Vol. 56. – № 4. – P. 654–663.

78. Tokuda, Y. Predicting early coronary artery bypass graft failure by intraoperative transit time flow measurement / Y. Tokuda, M.-H. Song, Y. Ueda [et al.]

// The Annals of Thoracic Surgery. – 2007. – Vol. 84. – № 6 . – P. 1928–1933.

79. Tokuda, Y. Predicting midterm coronary artery bypass graft failure by intraoperative transit time flow measurement / Y. Tokuda, M.-H. Song, H. Oshima [et al.] // The Annals of Thoracic Surgery. – 2008. – Vol. 86. – № 2. – P. 532–536.

80. Uehara, M. Evaluation of gastroepiploic arterial grafts to right coronary artery using transit-time flow measurement / M. Uehara, S. Muraki, N. Takagi [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2015. – Vol. 47. – № 3. – P. 459–463.

81. Une, D. Cut-off values for transit time flowmetry: are the revision criteria appropriate? / D. Une, S. Deb, G. Chikazawa [et al.] // Journal of Cardiac Surgery. – 2013. – Vol. 28. – № 1. – P. 3–7.

82. Winer, H.E. Mechanism of relief of angina after coronary bypass surgery. An angiographic study / W.E. Winer, E. Glassman, F.C. Spencer // The American Journal of Cardiology. – 1979. – Vol. 44. – № 2. – P. 202–208.

83. Yahagi, K. Pathophysiology of native coronary, vein graft, and in-stent atherosclerosis / K. Yahagi, F.D. Kolodgie, F. Otsuka [et al.] // Nature Reviews Cardiology. – 2016. – Vol. 13. – № 2. – P. 79–98.

84. Yamasaki, M. Comparison of radial artery and saphenous vein graft stenosis more than 5 years after coronary artery bypass grafting / M. Yamasaki, S. Deb, H. Tsubota [et al.] // The Annals of Thoracic Surgery. – 2016. – Vol. 102. – № 3. – P. 712–719.

85. Zientara, A. Early silent graft failure in off-pump coronary artery bypass grafting: a computed tomography analysis/ A. Zientara, L. Rings, H. Bruijnen [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2019. – Vol. 56. – № 5. – P. 919–925.

86. Zhao, D.X. Routine intraoperative completion angiography after coronary artery bypass grafting and 1-stop hybrid revascularization. Results from a fully integrated hybrid catheterization laboratory/operating room / D.X Zhao, M. Leacche, J.M. Balaguer [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 2009. – Vol. 53. – № 3. – P. 232–241.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Рисунки

Рисунок 1.1 – Схема формирования конкурентного кровотока при измерении ИУФ при частичном стенозе коронарной артерии. Флоуметр установлен на шунте. Для исключения конкурентного кровотока и объективизации проходимости шунта возможно пережатие стенозированного приводящего отдела коронарной артерии ……15
Рисунок 1.2 – Показатели флоуметрии при проходимом нормально функционирующем шунте……...17
Рисунок 1.3 – Показатели флоуметрии при нефункциональном шунте…….....18
Рисунок 1.4 – Алгоритм действий по ревизии шунта на основании результатов интраоперационной ультразвуковой флоуметрии (адаптировано из Kieser T.M. et al. [46])……...24
Рисунок 1.5 – Алгоритм действий на основании результатов интраоперационной ультразвуковой флоуметрии (адаптировано из Gaudino M. et al., [28])..……....25
Рисунок 2.1 – Используемый хирургический микроскоп……34
Рисунок 2.2 – Аппарат MiraQ Cardiac……37
Рисунок 2.3 – Датчики различного диаметра для проведения интраоперационной ультразвуковой флоуметрии……38
Рисунок 3.1 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от диаметра коронарных артерий – объемная скорость кровотока по шунту……....48
Рисунок 3.2 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от диаметра коронарных артерий – пульсативный индекс……...49
Рисунок 3.3 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от диаметра коронарных артерий – диастолическая составляющая……49
Рисунок 3.4 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от метода коронарного анастомоза – объемная скорость кровотока по шунту……...52

Рисунок 3.5 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от метода коронарного анастомоза – пульсативный индекс…….52
Рисунок 3.6 – Диаграмма размаха параметров флоуметрии в зависимости от метода коронарного анастомоза – диастолическая составляющая……..53
Рисунок 3.7 – Анализ «свободы» от рецидива стенокардии…….....57
Рисунок 3.8 – Анализ выживаемости……..58
Рисунок 3.9 – Коронарография (пациент Г.). Система левой коронарной артерии……...60
Рисунок 3.10 – Коронарография (пациент Г.). Система правой коронарной артерии……61
Рисунок 3.11 – Интраоперационные фото (пациент Г.). Пролонгированная шунтопластика……...61
Рисунок 3.12 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия маммарокоронарного шунта к передней нисходящей артерии (пациент Г.)……..62
Рисунок 3.13 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к диагональной артерии (пациент Г.)……...……...63
Рисунок 3.14 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия артокоронарного шунта к огибающей артерии (пациент Г.)……63
Рисунок 3.15 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к правой коронарной артерии (пациент Г.)……64
Рисунок 3.16 – Мультиспиральная компьютерная шунтография (пациент Г.)…..65
Рисунок 3.17 – Мультиспиральная компьютерная шунтография (пациент Г.)…...66
Рисунок 3.18 – Коронарография (пациент Л.) Система левой коронарной артерии…….....67
Рисунок 3.19 – Коронарография (пациент Л.). Система правой коронарной артерии……68
Рисунок 3.20 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия шунта левой внутренней грудной артерии к передней нисходящей артерии (пациент Л.)…….69
Рисунок 3.21 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к диагональной артерии (пациент Л.)……70

Рисунок 3.22 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к огибающей артерии (пациент Л)……..70
Рисунок 3.23 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к артерии тупого края (пациент Л.)……71
Рисунок 3.24 – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия аортокоронарного шунта к правой коронарной артерии (пациент Л.)……...71
Рисунок 3.25 – Коронарошунтография (пациент Л.). Система левой коронарной артерии……...72
Рисунок 3.26 – Коронарошунтография (пациент Л.). Шунт к правой коронарной артерии (правая коронарная артерия после эндартерэктомии)……73
Рисунок 3.27 – Коронарошунтография (пациент Л.). Система левой коронарной артерии (после ангиопластики)……74

Таблицы

Таблица 1.1 – Исследования, посвященные изучение результатов использования интраоперационной ультразвуковой флоуметрии……...19
Таблица 1.2 – Проходимость шунтов в зависимости от типа используемого трансплантата……27
Таблица 1.3 – Результаты исследований взаимосвязи дисфункции шунта и клинического статуса……26
Таблица 3.1 – Исходные клинико - демографические параметры……....42
Таблица 3.2 – Результаты средних параметров флоуметрии в изучаемых группах……...43
Таблица 3.3 – Интраоперационные характеристики пациентов……...44
Таблица 3.4 – Динамика параметров флоуметрии после ревизии для целевых артерий 1-1,5 мм..……..45
Таблица 3.5 – Клинические результаты на госпитальном этапе……..46
Таблица 3.6 – Качественные результаты флоуметрии в зависимости от диаметра коронарных артерий……47

Таблица 3.7 – Средние количественные результаты флоуметрии шунтов в зависимости от диаметра целевых коронарных артерий ……47
Таблица 3.8 – Корреляционный анализ взаимосвязи параметров интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и диаметра коронарных артерий < 1 мм……..50
Таблица 3.9 – Результаты флоуметрии в зависимости от используемого метода формирования дистального анастомоза……..51
Таблица 3.10 – Результаты флоуметрии в зависимости от используемой методики коронарного реконструктивного вмешательства……54
Таблица 3.11 – Результаты флоуметрии в зависимости от типа трансплантата….55
Таблица 3.12 – Результаты флоуметрии в зависимости от типа трансплантата для артерий малого диаметра < 1 мм……56
Таблица 3.13 – Годичные клинические результаты……..56
Таблица 3.14 – Факторы риска окклюзии шунтов в течение 1 года после операции……59