

На правах рукописи

АБУСОВ ГАДЖИ МАГОМЕДОВИЧ

**Интраоперационная оценка качества аортокоронарного шунтирования
при секвенциальных анастомозах**

3.1.15. Сердечно - сосудистая хирургия

3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва 2026

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор
доктор медицинских наук

Махачев Осман Абдулмаликович
Петросян Карен Валерьевич

Официальные оппоненты:

Ковалев Сергей Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор, руководитель кардиохирургического центра БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница №1» (специальность 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия);

Азаров Алексей Викторович – доктор медицинских наук, заведующий отделом эндоваскулярного лечения сердечно-сосудистых заболеваний и нарушения ритма ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», (специальность 3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия).

Ведущая организация:

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

Защита диссертации состоится «20» марта 2026 г. в «15-00» часов на заседании диссертационного совета 21.1.038.01 при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечной-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Минздрава России (121552, Москва, Рублевское шоссе, 135, конференц-зал № 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России и на сайтах ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России – www.bakulev.ru и Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) – www.vak.minobrnauki.gov.ru.

Автореферат разослан «13» февраля 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 21.1.038.01
доктор медицинских наук

Д.Ш. Газизова

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования и степень разработанности проблемы

На сегодняшний день коронарное шунтирование (КШ) остается наиболее распространенным кардиохирургическим вмешательством. «золотым стандартом» остается использование трансплантата левой внутренней грудной артерии (ЛВГА) с формированием дистального анастомоза с передней нисходящей артерией. В качестве дополнительного трансплантата наиболее широко используется большая подкожная вена (БПВ), реже правая внутренняя грудная артерия (ПВГА) и лучевая артерия (ЛА).

Секвенциальное КШ является хорошо известной методикой, позволяющей выполнить реваскуляризацию миокарда на фоне дефицита трансплантатов. Согласно результатам мета-анализа, опубликованного в 2022 году (15 исследований, 22004 пациентов), секвенциальное КШ в сравнении со стандартным КШ сопровождается снижением риска дисфункции шунтов на 32% и снижением смертности на 24% в отдаленные сроки после операции.

Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия (ИУФ) – распространённый метод определения работоспособности шунта. Зарубежными специалистами применение ИУФ рекомендовано как средний класс доказательности (класс IIa, уровень B).

Интраоперационная шунтография (ИШГ) реже задействована в клинической практике, что связано с необходимостью наличия гибридной операционной, в купе с трудозатратностью и повышенным экономическим расходом, а также потенциальным негативным воздействием на пациента (нефротоксичность, лучевая нагрузка). Несмотря на это, ИШГ остается золотым стандартом отображения шунтов, однако повсеместно не используется и в действующих рекомендациях отражения не находит.

Цель исследования

Изучить эффективность и безопасность интраоперационной оценки состоятельности коронарных шунтов при проведении интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и интраоперационной шунтографии при секвенциальном коронарном шунтировании и сформулировать алгоритм проведения ревизии шунта с учетом полученных результатов.

Задачи исследования

1. Оценить результаты интраоперационной ультразвуковой флоуметрии при секвенциальном и стандартном шунтировании коронарных артерий
2. Оценить результаты интраоперационной шунтографии при секвенциальном и стандартном шунтировании коронарных артерий
3. Определить влияние секвенциального коронарного шунтирования и диаметра целевой коронарной артерии на параметры интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и интраоперационной шунтографии
4. Изучить госпитальные и средне-отдаленные результаты секвенциального коронарного шунтирования при изолированном использовании интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и сравнить их с результатами коронарного шунтирования при использовании интраоперационной ультразвуковой флоуметрии с дополнительным контролем посредством интраоперационной шунтографии
5. Разработать алгоритм для определения показаний к ревизии шунта при секвенциальном шунтировании.

Научная новизна

Впервые выполнено исследование с системным анализом результатов секвенциального КШ с двойным интраоперационным контролем, включающим ультразвуковую флоуметрию и интраоперационную шунтографию. Разработан алгоритм оценки функциональной состоятельности секвенциальных анастомозов, предоставляющий возможность совокупного использования обоих методов с учетом пользы и недостатков.

Практическая значимость

Клиническое применение системной оценки функции секвенциальных шунтов в соответствии с результатами интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и интраоперационной шунтографии даст возможность улучшить непосредственные результаты КШ, оптимизировать время операции и ее экономическую эффективность.

Методология и методы исследования

Исследовательская работа выполнена на базе ГБУ РД «НКО «Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии» им. А.О. Махачева. Дизайн – когортное ретроспективное исследование. Данное исследование охватывает пациентов с ишемической болезнью сердца, которым в период с 2021 по 2023 гг. было выполнено КШ с формированием секвенциальных анастомозов. Пациенты разделены на 2 группы сравнения. Группа 1 (основная) сформирована из больных, перенесших хирургическое лечение, где использовался двойной контроль функции шунтов. Группа 2 (контрольная) состояла из пациентов с ишемической болезнью сердца, перенесших КШ с ИУФ, но без дополнительной ИШГ для визуализации шунтов.

При проведении ИУФ были проанализированы нижеперечисленные гемодинамические параметры: пульсативный индекс (PI, ед.), средняя объемная скорость кровотока (MGF, мл/мин), процент диастолического наполнения шунта (DF, %). При использовании ИШГ проанализированы: функциональная состоятельность проксимальных и дистальных анастомозов, проходимость шунта, кровотоков по нативной артерии дистальнее анастомоза (TIMI).

Исследовалась зависимость между показателями, полученными методами ИУФ и ИШГ и развитием послеоперационных осложнений, обусловленных дисфункцией шунта (таких как смерть, нестабильная стенокардия, ИМ, аритмии). Анализ был направлен на выявление различий

в эффективности различных хирургических подходов, принимая во внимание дефекты шунтирования, характерные для каждой группы. Анализировалась частота развития кардиальных ишемических событий (рецидив стенокардии, повторная реваскуляризация, ИМ) и смертности в течение 1 года после операции и оценивались предикторы указанных событий с учетом результатов ИШГ.

Статистическую обработку проводили при помощи статистического пакета прикладных программ SPSS 26.0 (IBM, США), MS Excel 2010 (США) и StatTech v. 3.1.8.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Выполнение секвенциального коронарного шунтирования может быть выполнено с использованием двойного интраоперационного контроля функции шунтов с достижением успешных клинических результатов.
2. Дополнительное использование интраоперационной шунтографии после проведения интраоперационной ультразвуковой флоуметрии позволяет оптимизировать показания для ревизии шунта.
3. Секвенциальное шунтирование с применением интраоперационной ультразвуковой флоуметрии позволяет улучшить непосредственные результаты операции коронарного шунтирования.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты данного исследования внедрены в научную и практическую работу кардиохирургических отделений ГБУ РД «НКО «ДЦК и ССХ им. А. О. Махачева»

Апробация диссертации

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на XXV, XXVI Ежегодной сессии «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» с конференцией молодых ученых (Москва, 2022 г. и 2023 г.), XXVIII Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (2022 г.), I Коронарном конгрессе (Москва, 2023 г.).

Публикации по теме диссертации.

По теме диссертации опубликовано 4 статьи, все входят в перечень ВАК при Минобрнауки России. Темы, раскрытые в научных публикациях, полностью соответствуют содержанию диссертационной работы.

Объем и структура диссертации

Диссертация оформлена в виде специально подготовленной рукописи, состоит из введения, четырех глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, насчитывающего 102 наименования (отечественных и зарубежных авторов). Диссертация изложена на 86 страницах машинописного текста, иллюстрирована 18 рисунками и 12 таблицами.

Основное содержание диссертации

Исследование ретроспективное, выполнено на базе ГБУ РД «НКО «Дагестанский центр кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А. О. Махачева». Данное исследование охватывает пациентов с ишемической болезнью сердца, которым в период с 2021 по 2023 гг. было выполнено аортокоронарное шунтирование с применением секвенциальной техники. Исследование проводилось с соблюдением этических норм, установленных Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации. Проведение исследования было одобрено этическим комитетом. Участие пациентов в исследовании было добровольным и подтверждено подписанием информированного согласия. В исследование были включены пациенты со стенокардией средней и тяжелой степени (II-IV ФК по CCS), множественными стенозами коронарных артерий, перенесшие операцию секвенциального КШ в вышеуказанные сроки. К критериям исключения отнесены хроническая почечная недостаточность с устойчивым снижением скорости клубочковой фильтрации (СКФ) менее 60 мл/мин., перенесенный

ИМ в сроки менее 1,5 месяцев до вмешательства, и фракция выброса левого желудочка ниже 35%.

Все исследуемые разделены на 2 группы: группа 1 (основная) сформирована из больных, перенесших хирургическое лечение, где использовался двойной контроль функции шунтов (n=149), группа 2 (контрольная) образована из пациентов, которым выполнено секвенциальное коронарное шунтирование с применением ИУФ без визуализации с помощью ИШГ(n=124).

При проведении ИУФ изучены нижеперечисленные параметры: средняя объемная скорость кровотока (MGF, мл/мин), пульсативный индекс (PI, ед.), процент диастолического наполнения (DF, %). При проведении интраоперационной шунтографии визуализировались шунты с оценкой проходимости/состоятельности проксимальных, дистальных анастомозов и шунта, кровотока по нативной артерии дистальнее анастомозов (TIMI).

Проведен анализ для выявления связи между показателями ИУФ и ИШГ и частотой возникновения госпитальных послеоперационных осложнений, таких как смерть, нестабильная стенокардия, инфаркт миокарда и нарушения ритма, обусловленных окклюзией или дисфункцией шунта. При анализе учитывались различия в хирургических манипуляциях и наличие дефектов шунтирования, выявленных в обеих группах. Выполнен сравнительный анализ частоты развития кардиальных ишемических событий (рецидив стенокардии, повторная реваскуляризация, инфаркт миокарда) и смертности в течение 1 года после операции в двух группах, произведена оценка предикторов указанных событий с учетом метода интраоперационного контроля функции шунтов. В качестве первичной конечной точки взят рецидив стенокардии, изучена частота развития комбинированной конечной точки в течение 1 года после операции с

включением летального исхода, инфаркта миокарда и повторной реваскуляризации.

Клиническая характеристика больных

В обеих группах пациентов преобладали мужчины (79,9% и 82,3% соответственно). Средний возраст пациентов в обеих группах составил 62 года. Статистический анализ не выявил значимых различий между группами по полу ($p = 0,616$) и возрасту ($p=0,939$). У большинства больных отмечалась клиника тяжелой стенокардии (86,6% против 89,5%, $p=0,458$), практически у половины отмечался перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе (45,6% против 39,5%, $p=0,309$), у части больных обеих групп констатирована хроническая сердечная недостаточность (16,1% против 15,3%, $p=0,980$). Частота мультифокального атеросклероза была невысокой (10,7% против 7,3%, $p=0,321$). Распространенность сопутствующей хронической обструктивной болезни легких также оказалась относительно невысокой (6,7% против 6,5%), процент больных с диагностированным сахарным диабетом был примерно одинаковым в обеих группах: 29,5% и 30,6%, соответственно. Распространенность артериальной гипертензии составила 91,3% в одной группе и 86,3% в другой. Нарушения ритма сердца наблюдались с одинаковой частотой в обеих группах – 16,1%. Статистический анализ не выявил значимых различий между группами ни по одному из исследованных параметров.

Анализ исходных данных коронарографии показал, что все больные, соответственно критериям включения, имели многососудистое поражение коронарных артерий, часть больных обеих групп - стволное поражение левой коронарной артерии (27,5% против 25,0%, $p = 0,639$). Тяжесть поражения по шкале Syntax Score была сопоставима в двух группах ($27,9 \pm 5,0$ против $28,1 \pm 5,2$, $p = 0,723$).

Техника операции

Хирургический доступ выполняли через срединную стернотомию. ЛВГА выделяли на лоскуте во всех случаях. Забор большой подкожной вены осуществляли открытым способом и после выделения хранили в растворе гепарина. Искусственное кровообращение (ИК) проводили при нормотермии, с антеградной кровяной кардиopleгией по методике Калафиори. При операциях на работающем сердце кровоток в целевом коронарном сосуде останавливали путем прошивания нитью 4-0 (Prolene, Ethicon) проксимальное и дистальное шунтируемого участка. Для ограничения движения миокарда в области шунтируемого сосуда применяли стабилизатор тканей (Octopus, Medtronic). Попытки шунтирования были осуществлены на всех артериях с значимым стенозом, в том числе и на артериях малого диаметра (менее 1,5 мм). Все артериальные и венозные анастомозы были созданы полипропиленовой нитью 8-0 (Prolene, Ethicon). Проксимальные анастомозы накладывали после снятия зажима с аорты и наложения бокового зажима на восходящую аорту.

При проведении ИУФ изучены нижеперечисленные параметры: средняя объемная скорость кровотока (MGF, мл/мин), пульсативный индекс (PI, ед.), процент диастолического наполнения (DF, %). При проведении интраоперационной шунтографии визуализировались шунты с оценкой проходимости/состоятельности проксимальных, дистальных анастомозов и шунта, кровотока по нативной артерии дистальнее анастомозов (TIMI).

Результаты исследования

Коронарное шунтирование в обеих группах проводилось как на работающем, так и на остановленном сердце. Количество вмешательств в двух вариантах статистически не различалось, доля операций с использованием ИК в группе 1 составила 30,2%, в группе 2 – 33,1% ($p =$

0,612), остальные операции были выполнены на работающем сердце (69,8% против 66,9% в двух группах соответственно). Количество шунтов было схожим по общему показателю для всех типов трансплантатов ($3,5 \pm 0,8$ против $3,5 \pm 0,9$, $p = 0,916$), так и отдельно для аутоартериальных трансплантатов ($1,0 \pm 0,4$ против $1,1 \pm 0,6$, $p = 0,855$) и для аутовенозных трансплантатов ($2,4 \pm 0,9$ против $2,4 \pm 0,9$, $p = 0,854$). Параметры, характеризующие длительность хирургического лечения, были сопоставимы. Продолжительность ИК составила $92,4 \pm 27,9$ мин против $93,3 \pm 21,4$ мин, время ишемии миокарда составило $57,9 \pm 19,9$ мин против $58,9 \pm 16,6$ мин.

Всего в обеих группах выполнено 22 ревизии шунта (2,4%), среди них в группе 1 – 6 (1,2%), в группе 2 – 16 (3,7%). Ревизия шунта проводилась в 3 раза реже при двойном интраоперационном контроле функции шунтов (1,2% против 3,7%, отношение шансов (ОШ) = 3,1, 95% доверительный интервал (ДИ) = 1,2-7,9, $p = 0,011$).

Результаты интраоперационной ультразвуковой флоуметрии

Одной из задач исследования был сравнительный анализ результатов ИУФ при секвенциальном и стандартном шунтировании коронарных артерий. Для решения этой задачи все шунты из обеих групп пациентов ($n=273$) разделены на 2 подгруппы: секвенциальные и стандартные (с линейным шунтированием коронарных артерий). Таким образом, получено 327 секвенциальных шунта и 609 линейных шунтов. Изучены 2 основных параметра ИУФ: средняя объемная скорость кровотока и пульсативный индекс (до ревизии), выполнен анализ полученных результатов для каждой целевой коронарной артерии.

При сравнении суммарных результатов ИУФ существенных различий в показателях MGF и PI для линейных и секвенциальных шунтов не отмечено. Статистически значимое увеличение показателя PI для линейных

шунтов к ИМА (2,4 (1,9; 2,8) единиц против 2,0 (1,5; 2,3) единиц, $p = 0,028$) и секвенциальных шунтов к ЗМЖВ (2,3 (1,9; 2,8) единиц против 2,2 (1,6; 2,4) единиц, $p = 0,045$). Корреляционный анализ зависимости параметров флоуметрии (MGF и PI) от типа формирования анастомоза (линейный или секвенциальный) для всех шунтов вне зависимости от целевой коронарной артерии показал, что статистически значимых различий не было как для показателя MGF ($p = 0,962$), так и для показателя PI ($p = 0,903$).

При анализе частоты субоптимальной функции шунта получены следующие результаты: для линейных шунтов – 28/609 (4,6%), для секвенциальных – 13/327 (4,0%). Сравнение полученных результатов продемонстрировало отсутствие статистически значимой разницы. Установлено незначительное увеличение риска субоптимальной функции шунта для линейных шунтов при шунтировании правой коронарной артерии и ее ветвей (8/169 – 4,7% против 1/81 – 1,2%, ОР (относительный риск) = 3,8, 95% ДИ 0,5 – 30,1, $p = 0,165$). Напротив, не было различий при сравнительном анализе риска субоптимальной функции шунта к левой коронарной артерии и ее ветвям (20/440 – 4,5% против 12/246 – 4,9%, ОР = 1,1, 95% ДИ 0,5 – 2,2, $p = 0,843$). В обоих случаях полученные различия не достигли статистически значимой разницы.

Одним из ключевых анатомических параметров, влияющих на показатели ИУФ, является диаметр целевой коронарной артерии. Нами выполнена оценка влияния диаметра целевой коронарной артерии на результаты ИУФ. Установлена статистически значимая прямая корреляционная связь между значениями MGF и диаметром КА для всех шунтов, $p = 0,249$. Раздельный анализ влияния диаметра целевой КА на параметры ИУФ для линейных и секвенциальных шунтов также продемонстрировал статистически значимые различия с большей теснотой связи для секвенциальных шунтов (таблица №1).

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи показателя диаметра КА и значения MGF

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	Р	Теснота связи по шкале Чеддока	р
Диаметр – MGF	0,249	Слабая	< 0,001
Диаметр – MGF*	0,342	Умеренная	< 0,001
Диаметр – MGF**	0,164	Слабая	< 0,001

Примечание: *для секвенциальных шунтов, **для линейных шунтов

Наблюдаемая зависимость показателя MGF от диаметра КА для всех шунтов описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{MGF} = 22,041 \times X_{\text{Диаметр}} + 20,404$$

График регрессионной функции для всех шунтов отражен на рисунке №1. При увеличении показателя диаметра КА на 1 мм следует ожидать увеличения показателя MGF на 22 мл/мин для всех шунтов и на 25 мл/мин для секвенциальных шунтов. Полученная модель объясняет 4,7% наблюдаемой дисперсии показателя MGF.

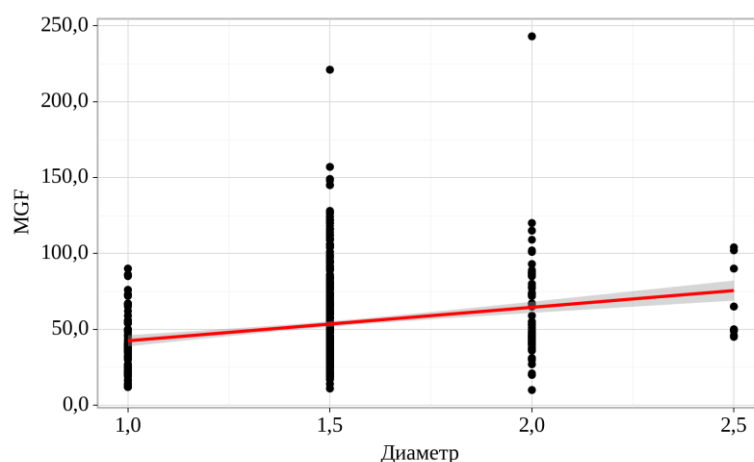


Рисунок 1 – График регрессионной функции, характеризующий зависимость показателя MGF от диаметра КА.

При анализе взаимосвязи пульсативного индекса и диаметра целевой КА для всех шунтов установлена статистически значимая обратная связь, $\rho = -0,183$. Схожие различия также установлены как для секвенциальных, так и для линейных шунтов (таблица №2).

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи диаметра и значения PI.

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	P
Диаметр – PI	-0,183	Слабая	< 0,001
Диаметр – PI*	-0,251	Слабая	< 0,001
Диаметр – PI**	-0,119	Слабая	0,007

Примечание: *для секвенциальных шунтов, **для линейных шунтов

Наблюдаемая зависимость показателя PI от диаметра целевой КА для всех шунтов описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{PI} = -0,424 \times X_{\text{Диаметр}} + 2,935$$

График регрессионной функции отражен на рисунке №2. При увеличении диаметра КА на 1 мм следует ожидать уменьшение показателя PI на 0,4 единицы для всех шунтов и на 0,5 единиц для секвенциальных шунтов. Полученная модель объясняет 3,3% наблюдаемой дисперсии показателя PI.

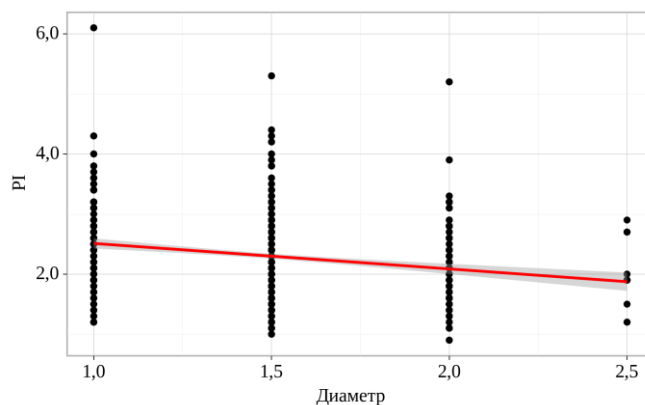


Рисунок 2 – График регрессионной функции, характеризующий зависимость показателя PI от диаметра КА.

Результаты интраоперационной шунтографии

Мы изучили результаты ИШГ во всех случаях больных первой группы (с двойным интраоперационным контролем функции шунтов). Проанализированы результаты 149 исследований, включавшие 517 шунтов, среди которых: 143 шунта к передней нисходящей артерии с использованием трансплантата левой внутренней грудной артерии и аорто-коронарные шунты к диагональной артерии (ДА) ($n = 60$), интермедиарной артерии (ИМА) ($n = 28$), 1-ой ветви тупого края (ВТК-1) ($n = 110$), 2-ой ветви тупого края (ВТК-2) ($n = 49$), правой коронарной артерии (ПКА) ($n = 28$), задне-боковой ветви (ЗБВ) ($n = 16$) и задней межжелудочковой ветви (ЗМЖВ) ($n = 83$).

Согласно результатам ИШГ, неадекватная функция шунта диагностирована в 6 случаях, причем 4 из них были выявлены на фоне субоптимальных результатов ИУФ (4/21, 19,0%) и еще 2 на фоне нормальных параметров ИУФ (2/496, 0,4%). Среди причин чаще всего отмечался перегиб шунта ($n=3$) (рисунок №3-4), реже конкурентный кровоток ($n=2$) и значимый стеноз дистальнее анастомоза ($n = 1$).

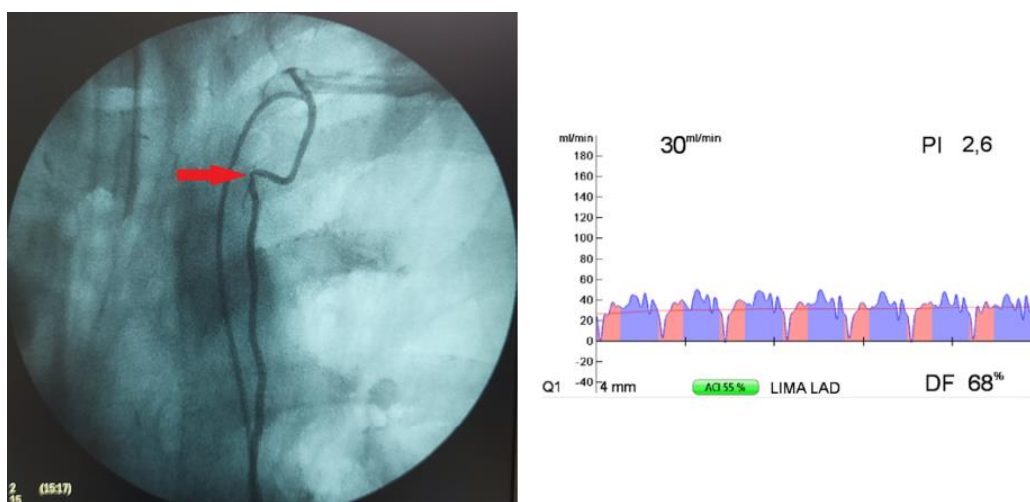


Рисунок 3 – Пример интраоперационной шунтографии (слева) с перегибом шунта при оптимальных результатах ИУФ (справа).

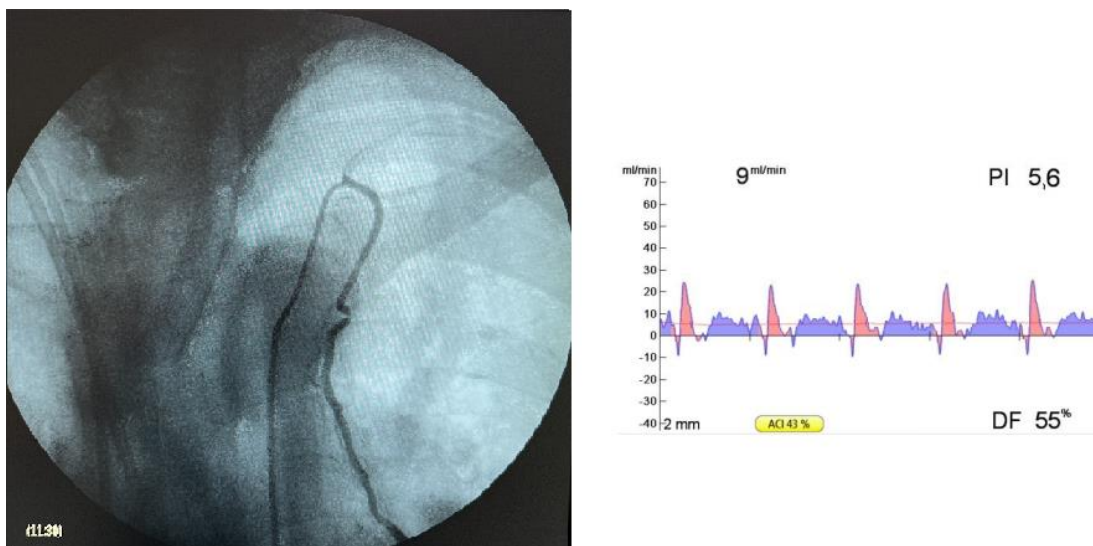


Рисунок 4 – Пример интраоперационной шунтографии (слева) с перегибом шунта при субоптимальных результатах ИУФ (справа).

Анализ полученных результатов показывает, что существенных различий в результатах ИШГ в зависимости от способа формирования анастомоза нет. Признаки неадекватной функции шунта установлены в 0,7% случаев при секвенциальном способе и 1,3% случаев при линейном способе формирования дистального анастомоза, различия статистически незначимы ($p = 0,552$).

Во всех случаях выполнена успешная ревизия с коррекцией кровотока по шунту. Мы считаем, что ИШГ является ценным инструментом, позволяющим оценить проходимость шунта и дистального русла целевой КА.

На основании результатов нашего исследования, мы рекомендуем использование следующего алгоритма показаний для ревизии шунта при КШ. (рисунок №5).

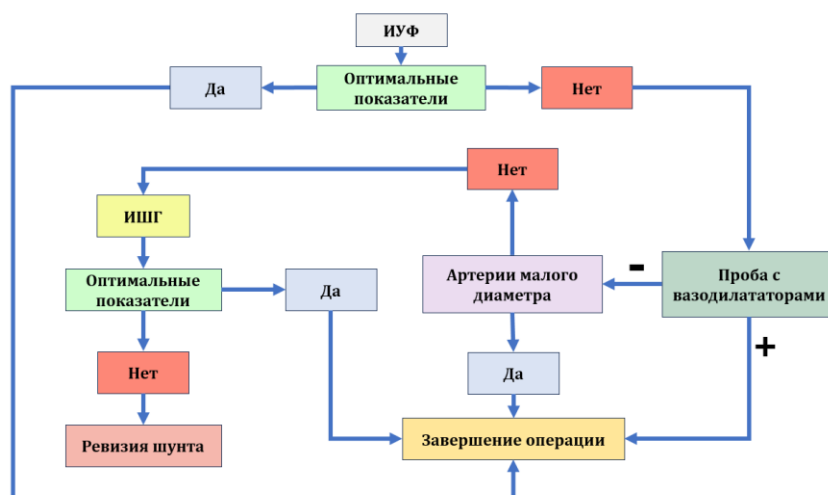


Рисунок 5 – Алгоритм показаний к ревизии шунта при двойном интраоперационном контроле.

В нашей работе при оптимальных результатах флоуметрии ревизия шунта не проводилась, за исключением случаев дисфункции шунта по данным ИШГ после окончания операции. При неудовлетворительных параметрах (MGF менее 20 мл/мин и PI более 5) решение о ревизии шунта принималось с учетом диаметра целевой КА. Если диаметр КА был менее 1,5 мм мы проводили пробу с вазодилататорами (нитроглицерин, папаверин). При положительной пробе на вазодилататоры (MGF увеличивается на более чем 30% с положительной динамикой PI) ревизия шунта не выполнялась. При отсутствии ответа на вазодилататоры мы проводили интраоперационную шунтографию. В случае признаков дисфункции шунта выполнялась его ревизия.

Госпитальные результаты

Выполнен анализ клинических результатов КШ в двух группах в зависимости от использования ИШГ. Согласно полученным результатам, в группе двойной интраоперационной оценки функции шунтов частота развития сердечно-сосудистых событий была нулевой, на госпитальном

этапе данных за инфаркт миокарда и/или нарушение мозгового кровообращения не получено, летальных случаев не зарегистрировано. В группе 2 с использованием только ИУФ для интраоперационной оценки функции шунтов результаты были схожими, за исключением 1 случая периоперационного нефатального инфаркта миокарда нижней локализации. Результаты анализа госпитальных исходов представлены в таблице №3

Таблица 3 – Госпитальные результаты

Результат	Группа №1 (n=149)	Группа №2 (n=124)	P
Летальный исход, n (%)	0	0	1,0
ИМ, n (%)	0	1 (0,8%)	1,0
НМК, n (%)	0	0	1,0
НРС, n (%)	17 (11,4%)	12 (9,7%)	0,644

Примечание: ИМ – инфаркт миокарда, НМК – нарушение мозгового кровообращения, НРС – нарушение ритма сердца.

Единственный случай инфаркта миокарда в двух группах был диагностирован на 2-е сутки после операции, следует отметить, что по результатам ИУФ у пациента была диагностирована субоптимальная функция аутовенозного линейного шунта к задней межжелудочковой ветви (MGF 10 мл/мин, PI 3,7 ед.). Ревизия шунта не проводилась, причину субоптимальной функции шунта связывали с малым диаметром ЗМЖВ.

Данный случай может демонстрировать целесообразность проведения ИУФ и необходимость большей настороженности врача при субоптимальных результатах флоуметрии. Однако неизвестно насколько важна роль субоптимальных результатов ИУФ при ее оценке на одном случае, а не в группе пациентов. С целью решения этого вопроса мы выполнили анализ госпитальных результатов в зависимости от данных ИУФ

и разделили всех больных на 2 подгруппы: с оптимальными результатами ИУФ (подгруппа О, n = 244) и субоптимальными результатами ИУФ (подгруппа С, n = 29). Частота развития инфаркта миокарда у исследуемых с субоптимальными результатами ИУФ была относительно высокой (3,4%). В то же время при сравнительном анализе клинических результатов, в том числе частоте ИМ, в зависимости от достигнутых оптимальных значений флоуметрии статистически значимых различий по основным госпитальным исходам не установлено (таблица №4). Следует отметить, что в группе исследуемых с субоптимальными результатами ИУФ ожидаемо чаще проводилась ревизия шунта (14/29 - 48,3% против 2/244 - 0,8%, $p < 0,001$), что обеспечило успешную профилактику кардиальных ишемических событий в ранние сроки после операции.

Таблица 4 – Госпитальные результаты в зависимости от данных ИУФ

Результат	Группа О (n=244)	Группа С (n=29)	P
Летальный исход, n (%)	0	0	1,0
ИМ, n (%)	0	1 (3,4%)	0,104
НМК, n (%)	0	0	1,0
НРС, n (%)	25 (11,4%)	4 (9,7%)	0,527

Примечание: ИМ – инфаркт миокарда, НМК – нарушение мозгового кровообращения, НРС – нарушение ритма сердца.

Отдаленные результаты

При анализе отдаленных результатов информация о клиническом статусе получена у 138 исследуемых 1 группы (92,6%) и у 118 исследуемых 2 группы (95,2%). У всех исследуемых изучены следующие конечные точки:

рецидив стенокардии, повторная реваскуляризация, инфаркт миокарда и летальный исход. Медиана наблюдения 15 (13; 17) месяцев.

Частота рецидива стенокардии в течение 12 месяцев после операции составила 6,5% в группе 1 и 4,2% в группе 2, статистически значимых различий между группами не установлено ($p = 0,612$).

У части больных с рецидивом стенокардии была выполнена реваскуляризация миокарда с помощью ЧКВ. Встречаемость повторной реваскуляризации миокарда была достаточно низкой и к 12 месяцам составила 3,0% в 1 группе и 0,9% во 2 группе, статистически значимых различий не отмечено ($p = 0,314$) – рисунок № 6.

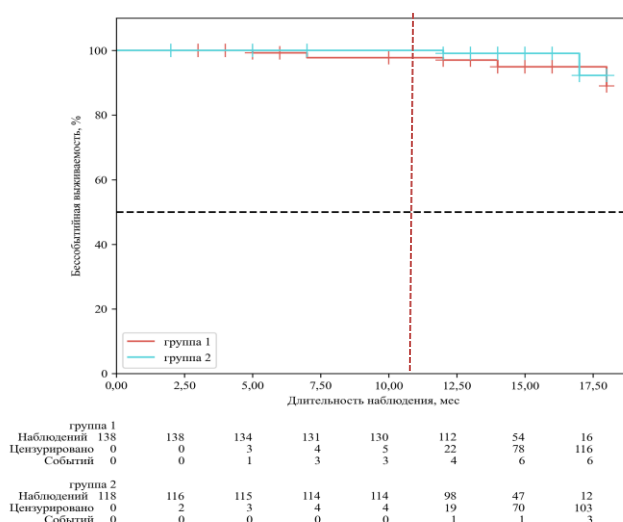


Рисунок 6 – График Каплана – Мейера по «свободе» от повторной реваскуляризации миокарда.

За время наблюдения в течение 12 месяцев в послеоперационном периоде ни у одного из исследуемых 1 группы не было зарегистрировано инфаркта миокарда, в то время как во 2 группе было отмечено 1 событие – инфаркт миокарда (0,8%). Полученные результаты по частоте развития ИМ в послеоперационном периоде были сопоставимы ($p = 0,892$).

Встречаемость летальных исходов в течение 12 месяцев была идентичной развитию инфаркта миокарда. Случаев летального исхода за время наблюдения не зарегистрировано. Таким образом, смертность в течение 1 года составила 0% в обеих группах (рисунок № 7), $p = 1,0$.

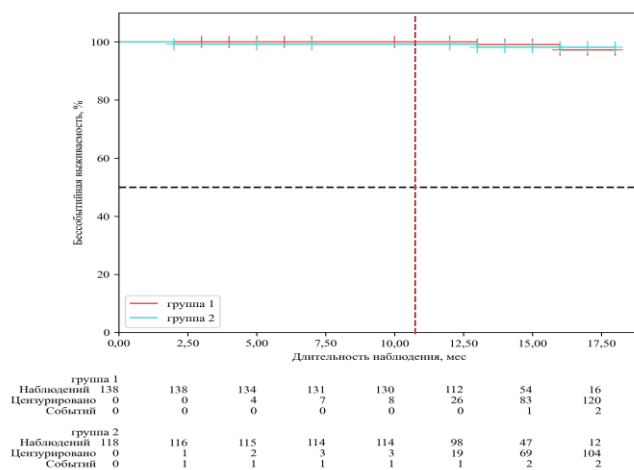


Рисунок 7 – График Каплана – Мейера по выживаемости

Выводы

1. Средние значения объемной скорости кровотока и пульсативного индекса при секвенциальном коронарном шунтировании составляют 46 (33; 67) мл/мин и 2,3 (1,8; 2,7), соответственно, а при линейном коронарном шунтировании – 45 (33; 67) и 2,2 (1,8; 2,7), соответственно. При сравнении полученных результатов статистически значимых различий по обоим показателям не достигнуто, $p = 0,962$ и $0,903$, соответственно. Частота субоптимальной функции шунта также не различалась (4,0% для секвенциальных шунтов и 4,6% для линейных шунтов, $p = 0,658$).
2. Неадекватная функция шунта по данным интраоперационной шунтографии была установлена в 0,7% случаев при секвенциальном способе и в 1,3% случаев - при линейной технике формирования

дистального анастомоза. [статистически значимых различий не установлено ($p = 0,552$).]

3. Уменьшение диаметра целевой коронарной артерии на 1 мм при линейном шунте сопровождается снижением объемной скорости кровотока на 22 мл/мин и увеличением пульсативного индекса на 0,4 единицы. Аналогичные результаты выявлены и для секвенциальных шунтов: уменьшение диаметра целевой коронарной артерии на 1 мм сопровождается снижением объемной скорости кровотока на 25 мл/мин и увеличением пульсативного индекса на 0,5 единиц. В обоих случаях установлены статистически значимые различия ($p < 0,001$).

4. Частота сердечно-сосудистых событий (инфаркт миокарда и инсульт) при секвенциальном коронарном шунтировании и интраоперационной ультразвуковой флоуметрии на госпитальном этапе сопоставима в группах и не зависит от дополнительной визуализации с помощью интраоперационной шунтографии; использование интраоперационной шунтографии сопровождается снижением необходимости ревизии шунта (1,2% против 3,7%, $p=0,0011$) и не уменьшает частоту сердечно-сосудистых событий (инфаркт миокарда и инсульт) в течение 1 года после операции при секвенциальном коронарном шунтировании; частота рецидива стенокардии при секвенциальном коронарном шунтировании при ИУФ в сочетании с ИШГ в течение 1 года после операции составила 6,5%, а у больных без проведения интраоперационной шунтографии – 4,2% [различие не достоверно ($p = 0,612$).] Летальных исходов в обеих группах не было.

5. Разработан и апробирован алгоритм для установления показаний к ревизии шунта при секвенциальном коронарном шунтировании.

Практические рекомендации

1. Секвенциальное коронарное шунтирование с двойным интраоперационным контролем функции шунтов может быть выполнено с удовлетворительными госпитальными и промежуточными результатами.
2. Проведение интраоперационной ультразвуковой флоуметрии при секвенциальном коронарном шунтировании требует соблюдения протокола с поочередным измерением кровотока в секвенциальных шунтах.
3. Двойной интраоперационный контроль функции шунтов с использованием интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и интраоперационной шунтографии позволяет существенно и безопасно снизить необходимость реконструкции шунта при секвенциальном коронарном шунтировании.
4. Показания для реконструкции шунта при коронарном шунтировании могут основываться на разработанном клинико-инструментальном алгоритме.
5. Необходимость выполнения реконструкции шунта при малом диаметре целевых коронарных артерий должна определяться с учетом значений ожидаемого снижения объемной скорости кровотока и увеличения пульсативного индекса.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Махачев О.А., Аскадинов М.Н., Абусов Г.М., Петросян К.В., Ибрагимов Р.Г., Османов О.А., Абасов Ф.Х. Одновременное использование интраоперационной шунтографии и интраоперационной ультразвуковой флоуметрии при коронарном шунтировании. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2023; 4 (24): 329-336. DOI: 10.24022/1810-0694-2023-24-4-329-336.
2. Махачев О. А., Аскадинов М. Н., Абусов Г. М., Петросян К. В., Ибрагимов Р. Г. Османов О. А., Абасов Ф. Х. Результаты ультразвуковой

флоуметрии и интраоперационной шунтографии при секвенциальном коронарном шунтировании. Эндovasкулярная хирургия 2023; 10(4): 443-450. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-4-443-450.

3. Махачев О. А., Аскадинов М. Н., Абусов Г. М., Ибрагимов Р. Г., Дибирова З. Г. Абдулаев К. И. «Хирургическая формула» коронарного шунтирования: новые возможности для компьютерной обработки данных и персонализированной оценки результатов лечения Вестник Авиценны. 2024; 26(2): 203-213. DOI: 10.25005/2074-0581-2024-26-2-203-213.

4. Абусов Г. М., Махачев О. А., Аскадинов М. Н., Петросян К. В., Ибрагимов Р. Г., Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия при коронарном шунтировании: возможности и ограничения метода. Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2024; 25 (5): 385-391.

Список сокращений и условных обозначений

ДИ – Доверительный интервал

ИМ – Инфаркт миокарда

ИУФ – Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия

ИШГ – Интраоперационная шунтография

КА – Коронарная артерия

КШ – Коронарное шунтирование

ОР – Относительный риск

ОШ – Отношение шансов

DF – Диастолическое наполнение шунта

MGF – Средняя объемная скорость кровотока

PI – Пульсативный индекс