

На правах рукописи



МИКУЛЯК Артур Иванович

**КОМПЛЕКСНАЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА
КОРОНАРНЫХ ШУНТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ**

14.01.26 – Сердечно-сосудистая хирургия

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Нижний Новгород – 2021

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Нижний Новгород).

Научный руководитель: доктор медицинских наук
Базылев Владлен Владленович.

Официальные оппоненты:

Шнейдер Юрий Александрович – заслуженный врач России, доктор медицинских наук, профессор; Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Министерства здравоохранения РФ, г. Калининград; главный врач;

Молочков Анатолий Владимирович – доктор медицинских наук, профессор; Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная клиническая больница с поликлиникой» (г. Москва); начальник центра лечения сердечно-сосудистых заболеваний, заведующий кардиохирургическим отделением; Центральная государственная медицинская академия (г. Москва), профессор кафедры хирургии.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В. И. Шумакова» (г. Москва).

Защита состоится 23 сентября 2021 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д. 208.061.06 при ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1; с авторефератом – на официальном сайте ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Автореферат разослан « ___ » _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор



Алексей Станиславович Мухин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Ведущую роль в лечении ишемической болезни сердца (ИБС) играет коронарное шунтирование (КШ). По данным Всемирной организации здравоохранения потребность населения в КШ составляет 1000 операций на 1 млн населения в год. Накопленный опыт в лечении ишемической болезни сердца, развитие анестезиологического, перфузионного и реанимационного обеспечения, совершенствование хирургической техники позволили значительно улучшить результаты лечения ишемической болезни сердца (Белов Ю. В. и соавт., 2016; Petrie Mark C. et al., 2016). Но, несмотря на достижения современной кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, одной из основных проблем остается срок службы коронарных шунтов. Анализ отдаленных результатов КШ показал, что основными причинами рецидива стенокардии, инфаркта миокарда, повторных операций являются стенозы и окклюзии коронарных шунтов (Мироненко С. М. и соавт., 2006; Стражеско И. Д. и соавт., 2012; Campeau L. et al., 1984; Pereg D. et al., 2014). По данным многих авторов, несостоятельность КШ можно выявить еще во время операции у 4–12 % пациентов, в то время как на момент выписки из стационара этот показатель достигает 5–20 % и возрастает до 30 % в течение первого года (Шнейдер Ю. А. и соавт., 2019; Белан И. А. и соавт., 2015; Белов Ю. В. и соавт., 2016; Чернявский А. М. и соавт., 2012; Шумаков Д. В. и соавт., 2006). Множество факторов влияет на проходимость графтов, в том числе состояние русла коронарной артерии, развитие гиперплазии интимы и прогрессирование атеросклероза, субоптимальное лечение и неблагоприятный образ жизни (Harskamp R. E. et al., 2013; Motwani J. G. et al., 1998; Sabik J. F., 2011; Samano N. et al., 2015; Storey R. F. et al., 2011; Yahagi K. et al., 2016). Однако немалую роль в несостоятельности коронарных шунтов играют технические ошибки, а именно изгиб или перекрут трансплантата, его линейное натяжение, а также тромбоз или стеноз, обусловленный нарушением техники формирования анастомоза (Белов Ю. В. и соавт., 2017; Мурадов М. М. и соавт., 2015; Balacumaraswami L. et al., 2007). Таким образом, интраоперационное подтверждение проходимости шунтов имеет большое значение, поскольку позволяет исправить технические ошибки и избежать многих осложнений.

Наиболее часто в настоящее время оценку коронарных шунтов выполняют методом ультразвуковой флоуметрии – ТТФМ (transit time flow measurement) (D'Ancona G. et al., 2000; Di Giammarco G. et al., 2014; Singh S. K. et al., 2010; Thuijsa D. J. F. M. et al., 2019). Данный метод не инвазивен и предоставляет информацию о гемодинамике в кондуите в реальном времени. Однако существующий протокол оценки КШ не включает измерение кровотока в условиях искусственного кровообращения и кардиоплегической остановки сердца. Таким образом, ревизия шунта и повторное формирование анастомоза могут потребовать повторного пережатия аорты и остановки сердца.

Также остается спорным вопрос о правильной интерпретации результатов ТТФМ. В настоящее время отсутствуют универсальные показатели флоуметрии в плане прогнозирования проходимости графтов (Атькова О. Ю.,

2015; Ferguson T. B. et al., 2017; Niclauss L. et al., 2017; Mujanovic E. et al., 2007); таким образом, располагая данными интраоперационной оценки, а также отдаленными результатами шунтирования, можно выбрать наиболее выгодную хирургическую тактику реваскуляризации миокарда, учитывающую выраженность атеросклеротического процесса, диаметр шунтируемой артерии и тип используемого кондуита.

Таким образом, разработка алгоритма и критериев флоуметрической оценки коронарных шунтов, позволяющих выявить несостоятельность КШ во время основного этапа операции, а также разработка дифференциального подхода к выбору метода реваскуляризации миокарда не теряют своей актуальности и в настоящее время.

Степень разработанности проблемы. Множество исследований были направлены на то, чтобы продемонстрировать надежность метода ультразвуковой флоуметрии в качестве способа интраоперационного контроля качества коронарных шунтов и определения предельных значений для прогнозирования недостаточности трансплантата. Однако в различных исследованиях были применены разные пороговые значения для ревизии анастомоза, что привело к противоречивым выводам относительно интерпретации измерения параметров кровотока (Mack M. J. et al., 2008; Une D. et al., 2013; Walker P. F. et al., 2013). Среди других ограничений эти исследования имели небольшие размеры выборок и период наблюдения (Lucas B. Ohmes et al., 2017; Leong D. K. et al., 2005).

В литературе описаны разные методы выполнения флоуметрической оценки, включающие различные хирургические и клинические сценарии. Описаны результаты флоуметрической оценки во время искусственного кровообращения и без него, выявлены различия в параметрах гемодинамики венозных и артериальных трансплантатов, установлено влияние степени проксимального стеноза, коронарного русла и бассейна, линейного или секвенциального шунтирования (Nakajima, H. et al., 2007; Quin J. et al., 2014; Takazawa A., et al., 2015; Forcillo J. et al., 2014; Jelenc M. et al., 2014). Все эти факторы оказывали влияние на параметры флоуметрии. Отсутствие стандартизированных методов выполнения и интерпретации параметров флоуметрии в сочетании с несуществующими стандартизированными пороговыми значениями ТТФМ все еще представляют субъективный аспект для необходимости пересмотра трансплантата.

Прогностическая способность метода ТТФМ также весьма дискуссионна. На состоятельность шунтов в отдаленном периоде оказывает влияние множество факторов, включающих анатомические особенности шунтируемой коронарной артерии, биологические свойства кондуита и его устойчивость к атеросклерозу, а также возраст, пол, сопутствующие заболевания пациента и т.д. (Kieser T. M. et al., 2010; Leon M. et al., 2017; Lehnert P. et al., 2015; Oshima H. et al., 2016; Tokuda Y. et al., 2007; Hatada A. et al., 2014). В литературе не описана зависимость срока функционирования коронарных шунтов от полученных значений параметров флоуметрии.

Таким образом, стандартизация протокола флоуметрической оценки КШ, а также пограничных значений флоуметрии в настоящее время не завершена. Обозначенные проблемы послужили поводом к разработке метода комплексной интраоперационной оценки коронарных шунтов и дифференциального подхода в тактике реваскуляризации миокарда.

Цель исследования – улучшить ближайшие и отдаленные результаты коронарного шунтирования за счет разработки и внедрения алгоритма комплексной интраоперационной оценки коронарных шунтов с помощью метода ультразвуковой доплеровской флоуметрии (ТТФМ).

Задачи исследования:

1. Разработать алгоритм комплексной интраоперационной оценки коронарных шунтов с помощью метода ультразвуковой доплеровской флоуметрии (ТТФМ).
2. Разработать критерии несостоятельности коронарных шунтов в условиях искусственного кровообращения и пережатия аорты.
3. Провести оценку коронарных шунтов в отдаленном периоде, оценить прогностическую способность метода ультразвуковой доплеровской флоуметрии, а также выявить предикторы несостоятельности коронарных шунтов.
4. Разработать дифференциальный подход к выбору метода хирургической реваскуляризации миокарда с учетом выявленных предикторов несостоятельности коронарных шунтов.

Научная новизна исследования:

1. Впервые описан и внедрен в клиническую практику способ оценки коронарных шунтов с помощью метода ультразвуковой доплеровской флоуметрии (ТТФМ), проводимый в условиях искусственного кровообращения и пережатия аорты (патент РФ RU2556785C1 от 20.07.2015).
2. Рассчитаны пограничные значения показателей флоуметрии, позволяющие выявить несостоятельный графт и провести ревизию анастомоза, не прибегая к повторному пережатию аорты и введению кардиоплегического раствора.
3. Выявлены предикторы окклюзии коронарных шунтов, включающие параметры флоуметрии. Разработан дифференциальный подход к выбору метода хирургической реваскуляризации миокарда, учитывающий выявленные критерии несостоятельности коронарных шунтов.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Предложен простой в техническом исполнении способ интраоперационной оценки состоятельности коронарных шунтов у больных с ишемической болезнью сердца с помощью аппарата MediStim VeriQ (Норвегия).

В результате реализации алгоритма комплексной оценки коронарных шунтов становится возможным выявление и ревизия скомпрометированных кондуитов без повторного пережатия аорты и дополнительного введения кардиоплегического раствора.

Оценка отдаленных результатов коронарного шунтирования позволила выявить факторы, способствующие окклюзии коронарных шунтов, что, в свою

очередь, дает возможность избирательно подходить к тактике реваскуляризации миокарда каждого пациента и нивелировать влияние предикторов окклюзии КШ.

Материалы диссертации внедрены в учебный процесс на кафедре «Хирургия» Медицинского института Пензенского государственного университета.

Положения, выносимые на защиту:

1. Ультразвуковая доплеровская флоуметрия позволяет выявить несостоятельность коронарных шунтов во время искусственного кровообращения и пережатия аорты, что позволяет провести ревизию шунта и анастомоза, не прибегая к повторному пережатию аорты и дополнительному введению кардиоплегического раствора.

2. Флоуметрическая оценка коронарных шунтов во время пережатия аорты и кардиоплегии предоставляет дополнительную информацию о состоянии коронарного русла, что позволяет принять решение о необходимости ревизии шунта в случае пограничных значений параметров кровотока после останова искусственного кровообращения и инактивации гепарина.

3. Предложенный метод оценки коронарных шунтов на остановленном сердце является эффективным в прогнозировании вероятности повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины ($P_i > 3$) после инактивации гепарина протамином.

4. Метод флоуметрической оценки коронарных шунтов обладает прогностической способностью в оценке отдаленных результатов коронарного шунтирования.

5. Использование артериального шунтирования улучшает отдаленные результаты коронарного шунтирования.

Степень достоверности полученных результатов. Достоверность научных выводов основана на достаточном количестве пациентов, принявших участие в исследовании, современной статистической обработке данных с использованием методов параметрической и непараметрической статистики. Оценка результатов клинического исследования базировалась на принципах доказательной медицины.

Внедрение в практику. Предложенная лечебно-диагностическая тактика лечения пациентов с ИБС применяется в Специализированной кардиохирургической больнице имени академика Б. А. Королева, в Федеральном центре сердечно-сосудистой хирургии Минздрава России (г. Пенза). Основные материалы и положения работы используются в учебном процессе на кафедре «Хирургия» Медицинского института Пензенского государственного университета.

Личное участие автора. Микуляк А. И. принял участие в разработке протокола комплексной оценки коронарных шунтов. Разработал дизайн исследования, критерии включения и исключения из исследования, самостоятельно выполнял операции и участвовал в операциях в качестве ассистента, провел статистический анализ и обобщил полученные результаты исследования.

Реализация результатов исследования. Метод комплексной оценки коронарных шунтов является стандартной процедурой, сопровождающей коронарное шунтирование (изолированное или в составе сочетанной операции) в ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Пенза). На основании данных флоуметрической оценки хирург принимает решение о необходимости ревизии коронарного шунта с целью уменьшения осложнений в раннем и отдаленном послеоперационном периоде.

Дизайн исследования. Данная работа носила характер проспективного одноцентрового обсервационного исследования. В работе приняли участие последовательные 1026 пациентов с ишемической болезнью сердца, которым выполнено изолированное коронарное шунтирование в ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» (г. Пенза) с 01.01.2014. Все операции выполнены в условиях искусственного кровообращения и кардиopleгии в плановом порядке. Все пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Первичной конечной точкой являлась состоятельность коронарных шунтов. В связи с этим при помощи метода ультразвуковой доплеровской флоуметрии проводили оценку параметров кровотока на разных этапах операции (во время искусственного кровообращения до снятия зажима с аорты и после снятия зажима с аорты, после остановки искусственного кровообращения (ИК), после инактивации гепарина, перед стернотомией), фиксировали все случаи нарушения работы шунтов. В раннем послеоперационном периоде функциональное состояние шунтов оценивали клинически: повышение уровня кардиоспецифических ферментов, изменения по данным электрокардиограмм (ЭКГ), появление новых зон нарушения локальной сократимости по данным эхокардиографии. В отдаленном периоде состоятельность коронарных шунтов оценивали проведением коронарошунтографии.

Апробация работы. Результаты работы были изложены на Кардиоторакальном конгрессе (Санкт-Петербург, 2014 г.), Европейском съезде кардиоторакальных хирургов (EACTS, Вена, 2017 г.), Азиатском кардиоваскулярном и торакальном конгрессе (ASCVTS, Москва, 2018 г.), Коронарном конгрессе (Нью-Йорк, 2016 г.), Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2018 г.). Также по данной теме опубликовано 13 научных статей в рецензируемых журналах ВАК РФ.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 14.01.26 – сердечно-сосудистая хирургия.

Объем и структура диссертации. Работа состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, трех глав собственного материала, обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Диссертация изложена на 116 страницах, содержит 12 таблиц и 23 рисунков. Список использованной литературы содержит перечень из 191 работы (из них 37 отечественных и 154 зарубежных авторов).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Данная работа носила характер проспективного одноцентрового обсервационного исследования. В работе приняли участие последовательные 1026 пациентов с ишемической болезнью сердца, которым выполнены изолированные коронарные шунтирования. Все операции выполнены в условиях искусственного кровообращения и кардиоплегической остановки сердца в плановом порядке. Все пациенты дали добровольной информированное согласие об участии в исследовании.

Первичная конечная точка – выявление нарушения функции шунта на интраоперационном этапе. В связи с этим при помощи метода ультразвуковой доплеровской флоуметрии проводили оценку параметров кровотока на разных этапах операции (во время искусственного кровообращения до снятия зажима с аорты и после снятия зажима с аорты, после остановки искусственного кровообращения, после инактивации гепарина, перед стернотомией), фиксировали все случаи нарушения работы шунтов. В раннем послеоперационном периоде функциональное состояние шунтов оценивали клинически: повышение уровня кардиоспецифических ферментов, изменения по ЭКГ, появление новых зон нарушения локальной сократимости по данным эхокардиографии. В отдаленном периоде состоятельность коронарных шунтов оценивали проведением коронарошунтографии.

Показания для реваскуляризации миокарда соответствовали рекомендациям ESC/EACTS 2014 г. по реваскуляризации миокарда. Все участники исследования были информированы о том, что результаты будут использованы для научного анализа и выразили добровольное информированное согласие.

Критерии включения:

- поражение (стеноз/окклюзия) русла левой коронарной артерии, стенокардия.

Критерии исключения:

- поражение русла правой коронарной артерии;
- экстренный характер операции;
- сочетанная патология клапанного аппарата, требующая хирургического лечения;
- сочетанное поражение коронарного русла и брахиоцефальных артерий, требующее одномоментной коррекции;
- пациенты с фибрилляцией предсердий, которым требуется коррекция нарушения ритма;
- исходно тяжелое состояние пациента (фракция выброса (ФВ) менее 30 %, дыхательная недостаточность, почечная и печеночная недостаточность);
- отказ от участия в исследовании.

Первичная конечная точка – выявление нарушения функции шунта на интраоперационном этапе.

Вторичные конечные точки включали:

- летальность на госпитальном этапе;

- периоперационный инфаркт миокарда;
- рецидив стенокардии;
- окклюзия коронарных шунтов по данным коронарошунтографии;
- повторная реваскуляризация.

В соответствии с тактикой реваскуляризации миокарда пациенты были разделены на две группы:

- группа 1 – 631 пациент, которым выполнена полная аутоартериальная реваскуляризация миокарда;
- группа 2 – 395 пациентов, которым в качестве второго кондуита в тактике реваскуляризации использована большая подкожная вена.

Полная клиническая и демографическая характеристика пациентов обеих групп представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Клиническая и демографическая характеристика пациентов

	Группа 1, n = 631	Группа 2, n = 395	P
Пол Мужской	449 (71,2 %)	295 (74,7 %)	0,21
Женский	182 (28,8 %)	100 (25,3 %)	0,21
Возраст	57,9 ± 9,2	59,1 ± 10,1	0,051
Молодой возраст (25–44 лет)	25 (4 %)	9 (2,3 %)	0,14
Средний возраст (44–60 лет)	340 (53,9 %)	98 (24,8 %)	0,001
Пожилой возраст (60–75 лет)	267 (42,1 %)	288 (72,9 %)	0,001
Индекс массы тела (кг/м ²)	27,1 ± 6,1	27,3 ± 7,4	0,64
18–29	372 (58,9 %)	237 (60 %)	0,7
30–34	202 (32 %)	134 (33,9 %)	0,13
>35	57 (9,1 %)	24 (6,1 %)	0,09
Площадь поверхности тела (м ²)	29 ± 3,59	28,6 ± 4	0,1
Escore	4,1 ± 2,5	4,4 ± 3,2	0,09
Escore (%)	5,1 ± 4,3	5,6 ± 4,5	0,08
ФВ (%)	45,5 ± 11,4	44,2 ± 10,9	0,071
<35	38 (6 %)	28 (7,1 %)	0,5
35–50	164 (26 %)	99 (25,1 %)	0,74
>50	429 (68 %)	268 (67,8 %)	0,96
Артериальная гипертензия	375 (59,4 %)	242 (61 %)	0,56
Сахарный диабет	94 (14,9 %)	64 (16,2 %)	0,57
Хроническая обструктивная болезнь легких	45 (7,1 %)	33 (8,4 %)	0,47
Мультифокальный атеросклероз	51 (8,1 %)	35 (8,8 %)	0,47
Хроническая сердечная недостаточность по NYHA I	24 (3,8 %)	14 (3,5 %)	0,83
II	240 (38,1 %)	158 (40 %)	0,53
III	285 (45,2 %)	177 (44,8 %)	0,91
IV	82 (12,9 %)	46 (11,7 %)	0,52
Стенокардия II класс по CCS	132 (20,9 %)	87 (22 %)	0,67
III класс	423 (67 %)	271 (68,7 %)	0,6
IV класс	76 (12,1 %)	37 (9,3 %)	0,18
Инфаркт миокарда в анамнезе	486 (77 %)	312 (79 %)	0,46
Тест шестиминутной ходьбы	391,2 ± 64,1	384,5 ± 58	0,08

Интраоперационные результаты исследования

Проведен анализ хирургического лечения 1026 последовательных пациентов с ишемической болезнью сердца, которым выполнено изолированное коронарное шунтирование бассейна левой коронарной артерии в условиях искусственного кровообращения и кардиоплегической остановки сердца. Тактику реваскуляризации определяли индивидуально для каждого пациента с учетом данных коронароангиографии. В качестве кондуитов использованы внутренние грудные артерии, а также большие подкожные вены. В случае аутоартериального шунтирования использовали внутреннюю грудную артерию (ВГА) *in situ* и ВГА в составе композитных Т-графтов. В таблице 2 представлена интраоперационная характеристика пациентов.

Таблица 2 – Интраоперационная характеристика пациентов

	Группа 1, n = 631	Группа 2, n = 395	P
ИК (мин)	69,86 ± 35	71,23 ± 40	0,26
Время ишемии миокарда (мин)	42,17 ± 23,54	41 ± 17,2	0,12
Т-графт (n = 564)			
ПНА	255	–	
ЗБВ	219	–	
ВТК	117	–	
ВГА <i>in situ</i> (n = 1011)			
ПНА	376	395	
ЗБВ	244	–	
ВТК	167	–	
БПВ (n = 689)			
ЗБВ	–	239	
ВТК	–	270	
Кол-во дистальных анастомозов	1378	904	
Среднее кол-во дистальных анастомозов	2,18	2,29	
Ревизия анастомозов			
до снятия зажима	22	9	
после снятия зажима	0	0	
Значение параметров флоуметрии для ревизованных анастомозов			
Pi	2,75±0,43		
Qmean (мл/мин)	4,72±3,17		
Продолжительность операции (мин)	268,9 ± 61	260,8 ± 54	0,06

Примечание. БПВ – большая подкожная вена; ПНА – передняя нисходящая артерия; ЗБВ – заднебоковая ветвь огибающей артерии; ВТК – ветвь тупого края огибающей артерии.

Проведена оценка 2255 коронарных шунтов. Индекс реваскуляризации миокарда для группы 1 составил 2,18, для группы 2 – 2,29. На рисунке 1 представлены варианты шунтирования и шунтируемые коронарные артерии.

Исходя из полученных данных в тактике реваскуляризации миокарда, чаще всего использовали линейное аутоартериальное шунтирование – 45 %.

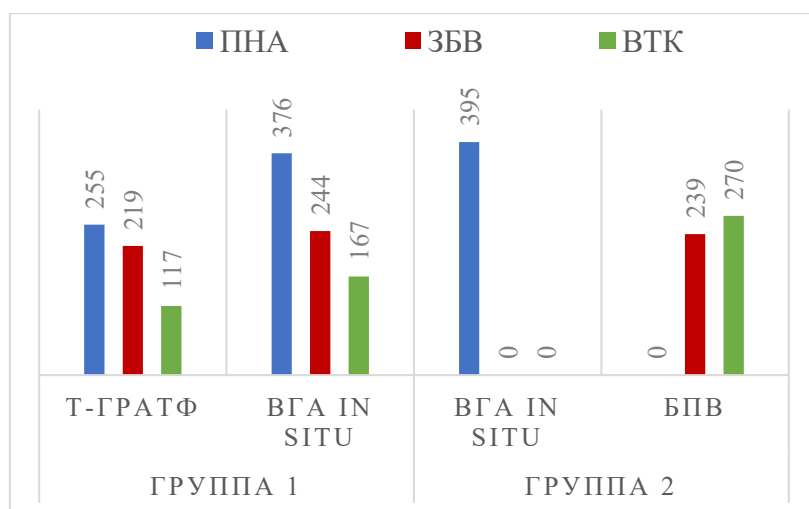


Рисунок 1 – Коронарные артерии и способы их шунтирования

С помощью предложенного метода флоуметрической оценки коронарных шунтов была выявлена несостоятельность 31 анастомоза, как следствие была проведена ревизия 31 шунта:

- в 5 случаях – анастомозы «конец в бок» между браншей Т-графта и ЗБВ;

- в 6 случаях – анастомозы «бок в бок» между браншей Т-графта и ветвями огибающей артерии;

- в 9 случаях – ревизия анастомозов «конец в бок» между левой внутренней грудной артерией и ПНА;

- в 4 случаях – анастомозы «конец в бок» между аутовеной и ветвями огибающей артерии;

- в 7 случаях – анастомоз «бок в бок» между аутовеной и ветвями огибающей артерии.

При ревизии анастомозов были выявлены следующие причины их несостоятельности:

- 1) деформация анастомоза вследствие вовлечения в шов задней стенки коронарной артерии;

- 2) расслоение стенки артериального кондуита в области анастомоза;

- 3) кистирование анастомоза;

- 4) расслоение стенки шунтируемой артерии, нестабильная атеросклеротическая бляшка.

Средние значения параметров кровотока для ревизованных шунтов были следующие: $P_i = 2,75 \pm 0,43$; $Q_{mean} = 4,72 \pm 3,17$ мл/мин. Также во всех случаях была выявлена диастолическая фаза кровенаполнения шунта – DF. Таким образом, полученные усредненные значения параметров флоуметрии могут быть использованы в качестве критериев несостоятельности коронарных шунтов в условиях искусственного кровообращения и пережатия аорты.

Средние значения параметров флоуметрии, полученные при оценке коронарных шунтов во время пережатия аорты и кардиоплегии, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результат флоуметрической оценки коронарных шунтов во время искусственного кровообращения и пережатия аорты

Шунтируемая КА	Pi		Qmean	
	значение	ДИ (95 %)	значение	ДИ (95 %)
Т-графт				
ПНА (n = 255)	0,45 ± 0,24	0,42–0,48	57,43 ± 17,24	55,18–59,68
ЗБВ (n = 219)	0,45 ± 0,16	0,43–0,47	45,4 ± 14,91	43,33–47,47
ВТК (n = 117)	0,44 ± 0,31	0,3–0,5	53,06 ± 17,79	49,82–56,3
ВГА in situ				
ПНА (n = 771)	0,43 ± 0,24	0,41–0,45	56,17 ± 21,13	54,67–57,66
ЗБВ (n = 244)	0,42 ± 0,21	0,39–0,45	47,1 ± 12,87	45,16–49
ВТК (n = 167)	0,39 ± 0,21	0,34–0,44	57,12 ± 16,11	53,22–61,01
БПВ				
ЗБВ (n = 239)	0,42 ± 0,21	0,4–0,44	48,3 ± 22,16	45,83–50,78
ВТК (n = 270)	0,45 ± 0,25	0,41–0,49	55,17 ± 16,26	52,89–57,45

Примечание. ДИ – доверительный интервал; ИК – время искусственного кровообращения; ИМ – время ишемии миокарда; ВГА – внутренняя грудная артерия; Pi – индекс периферического сопротивления; Qmean – средняя объемная скорость кровотока.

Таким образом, установлено, что среднее значение индекса периферического сопротивления в зависимости от способа шунтирования и шунтируемой коронарной артерии менялось от 0,38 до 0,45, а среднее значение объемной скорости кровотока – от 45,4 до 61,4 мл/мин. На рисунке 2 показаны средние значения индекса периферического сопротивления и объемной скорости кровотока во время искусственного кровообращения до снятия зажима с аорты.

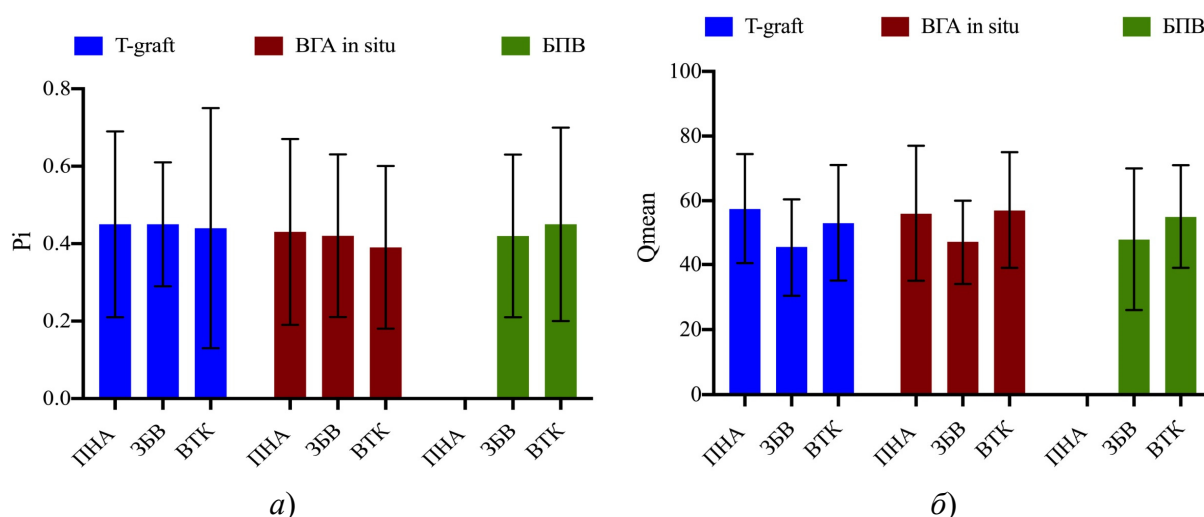


Рисунок 2 – Значения параметров флоуметрии на остановленном сердце:
a – индекс периферического сопротивления (Pi);
б – средняя объемная скорость кровотока (Qmean)

Значения параметров флоуметрии, полученные при оценке коронарных шунтов после остановки искусственного кровообращения и инактивации гепарина протаминам, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Гемодинамические характеристики кондуитов после остановки искусственного кровообращения

Шунтируемая КА	Pi		Qmean	
	значение	ДИ (95 %)	значение	ДИ (95 %)
Т-графт				
ПНА (n = 255)	2,3 ± 0,87	2,07–2,53	33,8 ± 20,7	28,41–39,19
ЗБВ (n = 219)	2,1 ± 0,9	1,83–2,34	41 ± 20,17	33,78–47,02
ВТК (n = 117)	2,8 ± 0,34	2,74–2,86	42,02 ± 8,19	40,49–43,55
ВГА in situ				
ПНА (n = 771)	2,69 ± 1,44	2,52–2,86	39,6 ± 20,2	38,17–41,03
ЗБВ (n = 244)	2,77 ± 1,07	2,56–3,08	32,49 ± 13,85	30,41–34,57
ВТК (n = 167)	2,33 ± 0,98	2,09–2,57	50,13 ± 27,36	43,51–56,75
БПВ				
ЗБВ (n = 239)	2,4 ± 0,93	2,3–2,5	39,75 ± 18,78	37,65–41,85
ВТК (n = 270)	2,46 ± 0,96	2,33–2,59	39,38 ± 21,26	36,4–42,36

Примечание. Pi – индекс периферического сопротивления; Qmean – средняя объемная скорость кровотока.

Установлено, что средние значения параметров кровотока также зависли от шунтируемой коронарной артерии и способа шунтирования. Тем не менее средние значение были ниже пороговых величин, установленных производителем: $Pi \leq 3$, $Q_{mean} \geq 15$. На рисунке 3 показаны средние значения индекса периферического сопротивления и объемной скорости кровотока после инактивации гепарина.

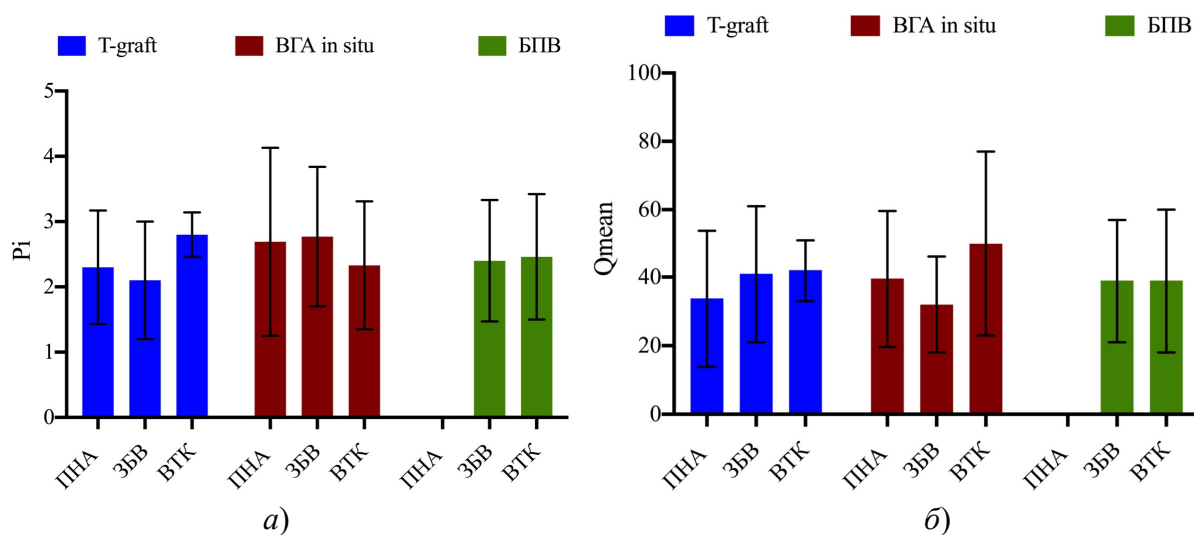


Рисунок 3 – Значения параметров флоуметрии после инактивации гепарина:

- a* – индекс периферического сопротивления (Pi);
- б* – средняя объемная скорость кровотока (Qmean)

Так как значения показателя Qmean в большой степени зависят от системного давления, а значение индекса периферического сопротивления является расчетной величиной (рассчитывается по формуле: $Pi = Q_{max} - Q_{min} / Q_{mean}$), и больше зависит от состояния дистального русла шунтируемой артерии, мы

провели линейный регрессионный анализ для выявления взаимосвязи между значениями индекса периферического сопротивления, полученного при оценке коронарных шунтов во время искусственного кровообращения до снятия зажима с аорты и значениями индекса периферического сопротивления, полученными после инактивации гепарина. На рисунке 4 представлены диаграммы рассеяния для индекса P_i для разных типов кондуитов и областей шунтирования.

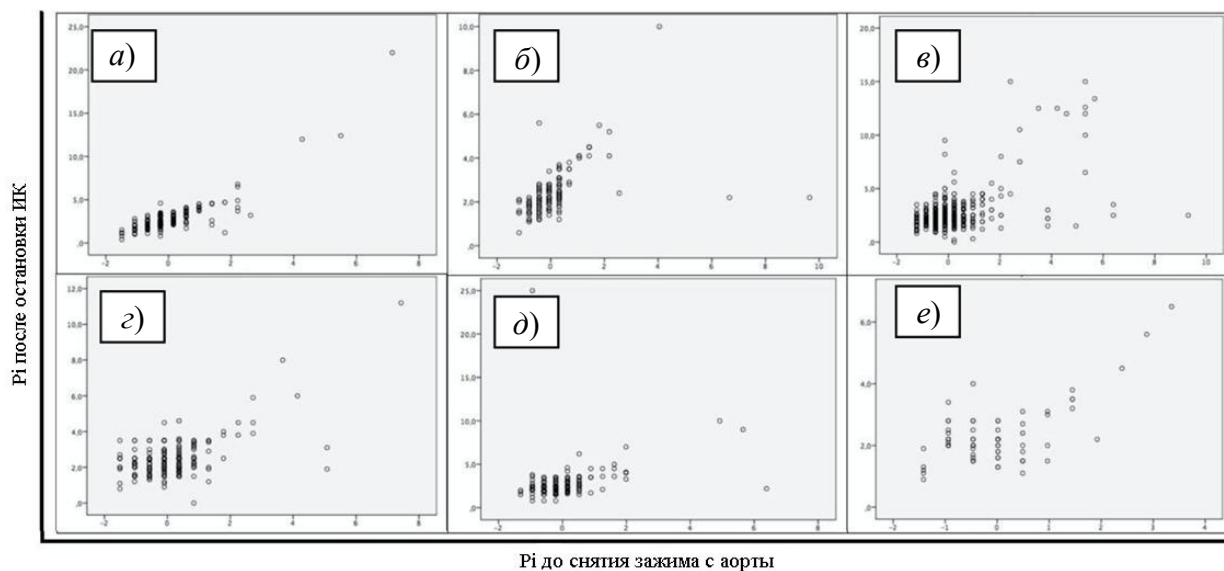


Рисунок 4 – Диаграммы рассеяния для разных типов кондуитов и областей шунтирования: *a* – Т-графт – ПНА; *б* – Т-графт – ВТК; *в* – Т-графт – ЗБВ; *г* – ВГА – ПНА; *д* – ВГА – ветви огибающей артерии; *е* – БПВ (аортокоронарное шунтирование) – ветви огибающей артерии

При анализе диаграмм рассеяния выявлено, что существует тенденция увеличения индекса периферического сопротивления после инактивации гепарина, если исходно индекс периферического сопротивления высокий. Данная тенденция характерна для всех кондуитов и областей шунтирования.

Проведен корреляционный анализ для оценки взаимосвязи между значениями индекса периферического сопротивления до снятия зажима с аорты и после инактивации гепарина. На рисунке 5 показано графическое отображение зависимости между величинами.

В таблице 5 представлены результаты корреляционного анализа для разных типов шунтирования.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о наличии корреляционной связи разной степени выраженности между индексами периферического сопротивления для всех способов шунтирования.

Для того чтобы оценить эффективность метода оценки коронарных шунтов на остановленном сердце в прогнозировании вероятности повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины ($P_i > 3$) после инактивации гепарина, проведен ROC-анализ. В качестве порога отсечения приняты значения индекса периферического сопротивления от 0 до 0,4 ($P_i \leq 0,4$). Так как измерение венозных шунтов происходит после подключения кондуита к контуру аппарата искусственного кровообращения через систему для

внутривенной инфузии, все шунты разделены на две группы: артериальные и венозные. ROC-анализ проведен отдельно как для артериальных, так и для венозных кондуитов. Результаты ROC-анализа представлены на рисунке 6.

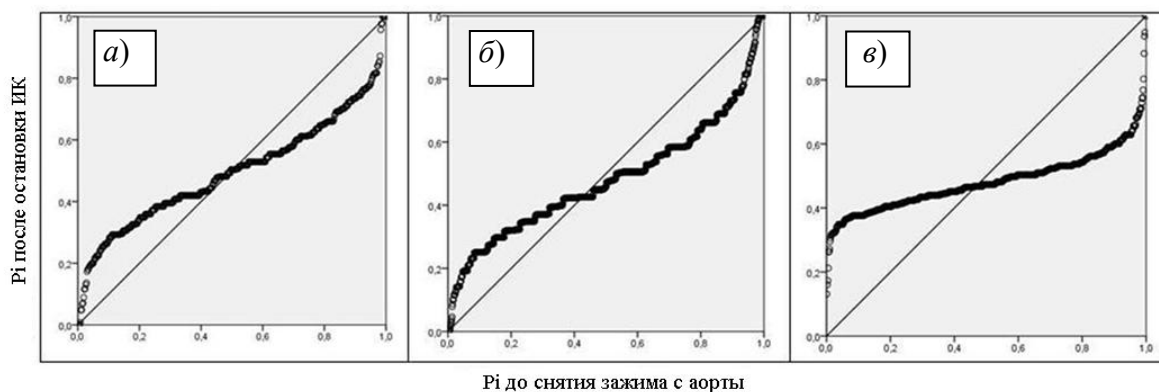


Рисунок 5 – Оценка зависимости периферического сопротивления (P_i) после остановки ИК от периферического сопротивления (P_i) до снятия зажима с аорты: *a* – Т-графт; *б* – ВГА in situ; *в* – БПВ

Таблица 5 – Результаты корреляционного анализа для разных типов шунтирования

Кондуит	R	R ²	F
Т-графт (n = 564 анастомозов)	0,659	0,434	346,459
ВГА in situ (n = 1012 анастомозов)	0,483	0,233	322,824
АКШ, аутовена (n = 680 анастомозов)	0,157	0,025	17,326

Примечание. R – коэффициент корреляции; R² – коэффициент детерминации; АКШ – аортокоронарное шунтирование.

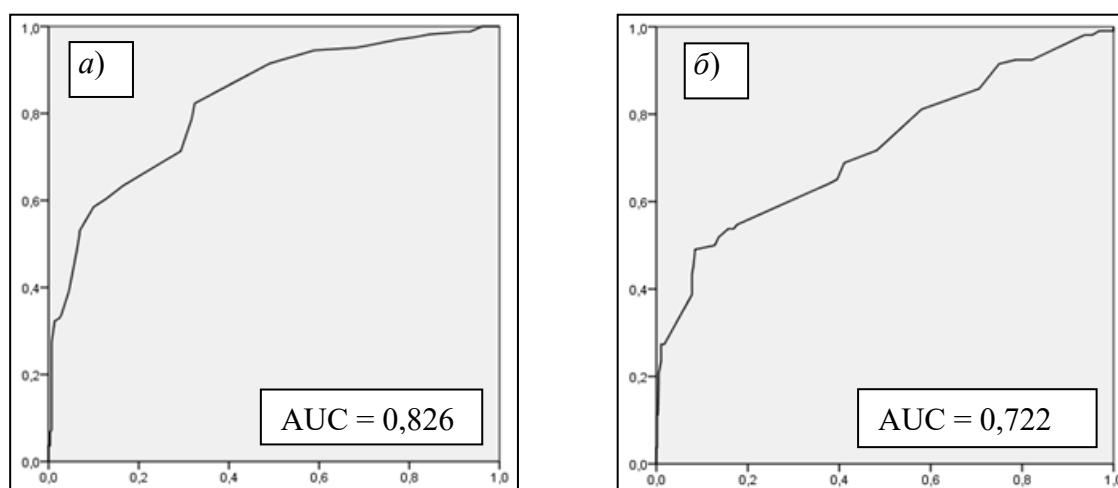


Рисунок 6 – Результаты ROC-анализа:
a – артериальные шунты; *б* – венозные шунты

Таким образом установлено, что способность модели в прогнозировании повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины можно оценить как «очень хорошая» для артериальных шунтов

и «хорошая» для венозных, о чем говорят значения показателей площади под кривой ($AUC = 0,826$ и $AUC = 0,722$, соответственно).

С целью выявления факторов, влияющих на параметры флоуметрии, которые получены при оценке коронарных шунтов после инактивации гепарина, проведен множественный регрессионный анализ. Результаты анализа для индекса периферического сопротивления (P_i) представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Факторы, влияющие на значение индекса периферического сопротивления (P_i)

Фактор	OR	ДИ (95 %)	P
Степень проксимального стеноза, %	0,987	0,975–0,999	0,034
T-графт, пограничный стеноз (<70 %)	1,699	1,101–2,62	0,017
T-графт, пограничный стеноз/окклюзия	4,12	2,75–5,89	0,022
Тип кондуита	0,298	0,141–0,632	0,002
Диаметр шунтируемой артерии	0,21	0,112–0,395	0,001
Фиброз, кальциноз сосудистой стенки	2,25	0,98–5,18	0,05

Примечание. OR – отношение шансов; ДИ – доверительный интервал.

Таким образом, на индекс периферического сопротивления оказывают влияние анатомические особенности шунтированной коронарной артерии (КА): увеличение диаметра КА на 1,0 мм уменьшает вероятность повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины на 79 % ($OR = 0,21$; $p = 0,001$), увеличение степени проксимального стеноза шунтируемой артерии на 1 % уменьшает вероятность повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины на 1,3 % ($OR = 0,987$; $p = 0,034$), сопутствующий фиброз и кальциноз сосудистой стенки увеличивает шанс повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины в 2,25 раза ($OR = 2,25$; $p = 0,05$). Также на значение индекса периферического сопротивления оказывают влияние способ шунтирования и тип используемого кондуита: аутоартериальное шунтирование уменьшает вероятность повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины на 70,2 % ($OR = 0,298$; $p = 0,002$), комpositное шунтирование пограничного стеноза увеличивает вероятность повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины в 1,699 раза ($OR = 1,699$; $p = 0,017$), сочетание стеноза и окклюзии при комpositном шунтировании увеличивает шанс снижения скорости кровотока вbranche T-графта в 4,12 раза ($OR = 4,12$; $p = 0,022$).

Результаты множественного регрессионного анализа для значения средней объемной скорости кровотока (Q_{mean}) представлены в таблице 7.

Таким образом, на значение средней объемной скорости кровотока влияют следующие факторы: комpositное шунтирование пограничного стеноза увеличивает шанс снижения объемной скорости кровотока ниже пороговой величины в 1,841 раза ($OR = 1,841$; $p = 0,018$), сочетание окклюзии и пограничного стеноза при комpositном шунтировании увеличивает шанс снижения объемной скорости кровотока в 3,91 раза ($OR = 3,91$; $p = 0,041$), увеличение

диаметра шунтируемой артерии на 1,0 мм уменьшает шанс снижения объемной скорости кровотока на 53,7 % (OR = 0,423; p = 0,05).

Таблица 7 – Результаты множественного регрессионного анализа для значения средней объемной скорости кровотока (Qmean)

Факторы	OR	ДИ (95 %)	P
Степень проксимального стеноза	1,001	0,995–1,027	0,195
T-графт, пограничный стеноз (<70%)	1,841	1,112–3,05	0,018
T-графт, пограничный стеноз/окклюзия	3,91	2,21–4,65	0,041
Тип кондуита	0,714	0,314–1,627	0,423
Диаметр шунтируемой артерии	0,463	0,21–1,022	0,05
Фиброз, кальциноз сосудистой стенки	1,21	0,63–2,34	0,56

Примечание. OR – отношение шансов.

Ранние послеоперационные результаты исследования

Общая госпитальная летальность для данной группы пациентов составила 0,39 %. Основные причины летальности:

- острое нарушение мозгового кровообращения у одного пациента (0,1 %),
- полиорганная недостаточность у двух пациентов на фоне мезентериальной ишемии (0,2 %).

Характеристика пациентов в раннем послеоперационном периоде представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Ранние послеоперационные характеристики пациентов

	n = 1026	ДИ (95 %)
Время ИВЛ (мин)	291,7 ± 52,6	288,48–294,92
Дней в ОРИТ	2 ± 2,4	1,85–2,14
Продолжительность госпитализации	11,5 ± 7,7	11,03–11,97
Результаты госпитализации		
Умершие		4
Острое нарушение мозгового кровообращения		1
Полиорганная недостаточность		3
Улучшение состояния		1011
Инфаркт миокарда		3

Примечание. ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии.

Периоперационный инфаркт миокарда выявлен у трех пациентов. В послеоперационном периоде у одного из пациентов выявлено повышение уровня кардиоспецифических ферментов (Тропонин-Т – 1237 нг/мл, креатинфосфокиназа – 3444 Е/л, креатинфосфокиназа-МВ – 142 Е/л), в связи с чем принято решение о выполнении коронарошунтографии (КШГ). По данным КШГ выявлена окклюзия ветви правой коронарной артерии, которая не была шунтирована в связи с ее выраженным атероматозом и кальцинозом. Гемодинамика пациента не требовала кардиотонической поддержки. Выполнить реваскуляризацию не представлялось возможным. Принято решение о дальнейшем медикаментозном лечении. Пациент выписан в удовлетворительном состоянии.

В одном случае послеоперационный период сопровождался повышением кардиоспецифических ферментов, появлением новых зон нарушения локальной сократимости и ишемических изменений по ЭКГ, в связи с чем принято решение о выполнении КШГ. По данным ангиографии выявлена дистальная эмболия ПНА, при этом шунт сохранял свою функциональность. Пациенту проведено медикаментозное лечение, после которого он выписан в удовлетворительном состоянии.

В одном случае послеоперационный период сопровождался повышением уровня кардиоспецифических ферментов без соответствующей клиники и ишемических изменений. Пациенту комбинированным Т-графтом выполнено шунтирование пограничного стеноза ПНА и окклюзированной крупной диагональной артерии. По данным КШГ выявлено обкрадывание ПНА ветвью Т-графта. Пациент также выписан в удовлетворительном состоянии после проведенной медикаментозной терапии.

Отдаленные результаты исследования

С целью дифференциальной диагностики стенокардии в отдаленном периоде выполнены коронарошунтографии 141 пациенту. Всем пациентам проведена комплексная оценка коронарных шунтов на интраоперационном этапе.

Состоятельность шунтов после проведенной КШГ определяли по классификации Fitzgibbon: А – проходимые шунты, В – проходимые, но с имеющимися стенозами, О – окклюзированные шунты. Результаты КШГ у больных в период наблюдения 6–42 месяца представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты КШГ у больных в период наблюдения 6–42 месяца

Аутоартериальное шунтирование, n = 235			
Шунтируемая КА	Состоятельность шунта по Fitzgibbon		
	А	В	О
ПНА (n = 134)	118 (88 %)	2 (1,5 %)	14 (10,5 %)
ЗБВ, ВТК (n = 73)	56 (76,7 %)	1 (1,3 %)	16 (22 %)
ПКА, ЗМЖВ (n = 28)	24 (85,7 %)	1 (3,6 %)	3 (10,7 %)
Аутовенозное шунтирование, n = 117			
ПНА (n = 1)	–	–	1
ЗМЖВ, ВТК (n = 60)	42 (70 %)	3 (5 %)	15 (25 %)
ПКА/ветви (n = 56)	41 (72,2 %)	1 (1,8 %)	14 (25 %)

Примечание. ЗМЖВ – задняя межжелудочковая артерия; ПКА – правая коронарная артерия.

В период наблюдения до 42 месяцев выявлено 33 (14 %) окклюзированных артериальных и 30 (25,6 %) венозных кондуитов. Проведен анализ кумулятивной вероятности свободы от окклюзии артериальных и венозных шунтов (Каплан – Майер). Результаты исследования представлены на рисунке 7.

Анализ Каплана – Майера показал, что вероятность отсутствия окклюзий венозных графтов составляет $74,4 \pm 5,8$ %, артериальных – $86 \pm 3,3$ %. По данным анализа выявлено, что в период наблюдения до 42 месяцев вероятность окклюзии венозных шунтов достоверно выше, чем артериальных (Log Rank = 0,006).

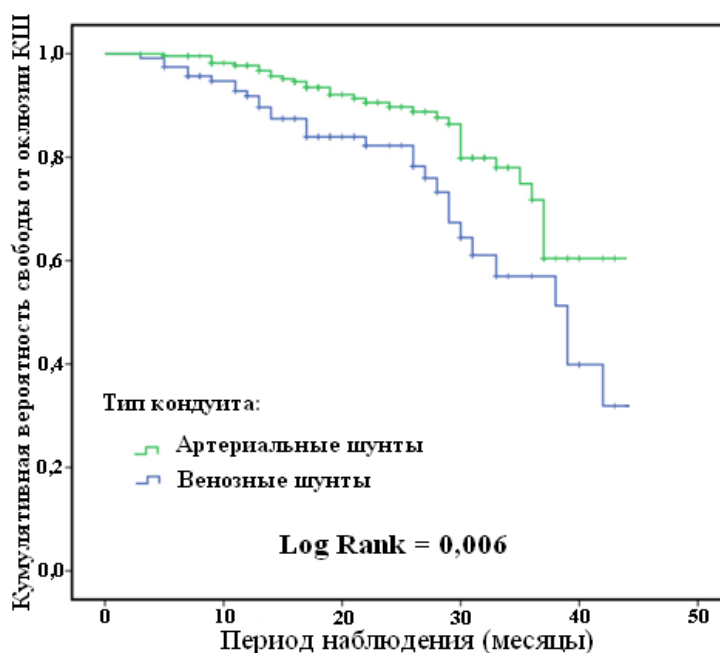


Рисунок 7 – Кумулятивная вероятность отсутствия окклюзии коронарных шунтов в период наблюдения до 42 месяцев

С целью выявления факторов риска окклюзии коронарных шунтов проведен мультивариантный регрессионный анализ (метод Кокса). Результаты исследования представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты мультивариантного регрессионного анализа факторов риска окклюзий шунтов (метод Кокса)

Фактор	HR	ДИ (95 %)	P
Тип кондукта	2,587	1,527–4,383	0,001
Диаметр КА	1,116	0,636–1,957	0,7
Степень проксимального стеноза	0,993	0,978–1,008	0,34
Pi	1,374	1,026–1,841	0,033
Qmean	0,981	0,962	0,05

Примечание. Pi – индекс периферического сопротивления; Qmean – средняя объемная скорость кровотока.

Анализ факторов риска окклюзий коронарных шунтов в сроки до 42 месяцев показал, что использование в качестве кондукта аутовены повышает риск развития окклюзии шунта в 2,5 раза каждый месяц после операции. Также повышение индекса периферического сопротивления (Pi) на 1 единицу увеличивает риск окклюзии коронарного шунта в 1,3 раза с каждым месяцем после операции. Уменьшение объемной скорости кровотока (Q) на 1 мл приводит к увеличению риска окклюзии шунта на 2 % с каждым месяцем после операции. Такие критерии, как диаметр шунтируемой КА, степень проксимального стеноза КА, по результатам нашего исследования, не оказали влияния на риск окклюзии коронарных шунтов в отдаленном периоде.

Тактика реваскуляризации миокарда

Причина несостоятельности коронарных шунтов во время операции и в раннем послеоперационном периоде в большинстве случаев является следствием технической ошибки: дефект формирования анастомоза, повреждение шунта или шунтируемой артерии, изгиб кондуита. В отдаленном периоде причина несостоятельности шунта – влияние различных факторов, которые приводят к гиперплазии интимы, прогрессированию атеросклероза не только в нативной артерии, но и в трансплантате, и, как следствие, его тромботической окклюзии.

Проведенный мультивариантный регрессионный анализ факторов риска (метод Кокса) окклюзий шунтов показал, что после формирования анастомоза между трансплантатом и коронарной артерией в силу вступают определенные законы, которые неуклонно с определенной скоростью ведут к окклюзии кондуита. В нашем исследовании этими факторами стали тип кондуита и показатели флоуметрии. По данным анализа установлено, что использование аутовены, повышение индекса периферического сопротивления и снижение объемной скорости кровотока ассоциированы с более ранней несостоятельностью коронарных шунтов. Если хирургическая тактика относительно множественной аутоартериальной реваскуляризации понятна, то остается открытым вопрос, каким образом можно улучшить параметры флоуметрии.

Проведенный многофакторный регрессионный анализ показал, что, помимо предикторов окклюзии шунтов, существуют факторы, которые влияют на параметры гемодинамики в кондуите. Таким факторами стали анатомические особенности шунтируемой коронарной артерии, которые включают в себя состояние сосудистой стенки, степень проксимального стеноза КА и ее диаметр. А также определенное влияние на параметры флоуметрии оказывали тактика реваскуляризации: тип кондуита и способ шунтирования.

Однако, рассматривая воздействие факторов на индекс периферического сопротивления, установили, что на значение P_i влияет только анатомические особенности шунтированной коронарной артерии, такие как состояние сосудистой стенки и ее диаметр. Таким образом, с хирургической точки зрения оказание влияния на индекс периферического сопротивления становится маловероятным.

На значение средней объемной скорости кровотока влияли следующие факторы: умеренный стеноз крупной коронарной артерии в сочетании с ее диаметром более 2,0 мм, использование композитного шунтирования и аутовены.

Следовательно, исключение всех или части указанных факторов придает шунту более выгодное в гемодинамическом плане положение, что, в свою очередь, оказывает влияние на его функциональность.

Учитывая вышеизложенные факты, мы предлагаем следующую концепцию коронарного шунтирования:

1. Множественное артериальное шунтирование. Среди возможных способов шунтирования можно выделить следующие:

- линейное бимаммарное шунтирование *in situ* в случае двухсосудистого поражения;
- комбинированный Т-графт для двух- и трехсосудистого поражения (рисунок 8).



Рисунок 8 – Множественное маммарокоронарное шунтирование с применением композитной техники

2. Следует избегать сочетания стеноза и окклюзии коронарных артерий при композитном шунтировании. Также следует ограничить шунтирование крупных коронарных артерий с умеренными стенозами композитными кондуитами.

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм комплексной оценки коронарных шунтов, который позволяет выявить и провести ревизию скомпрометированных кондуитов во время искусственного кровообращения и пережатия аорты.

2. Разработаны критерии несостоятельности коронарных шунтов в условиях искусственного кровообращения и пережатия аорты: $P_i = 2,75 \pm 0,43$; $Q_{mean} = 4,72 \pm 3,17$ мл/мин; появление диастолической фазы наполнения шунта – DF.

3. Результаты флоуметрической оценки шунтов на остановленном сердце эффективны в прогнозировании повышения индекса периферического сопротивления выше пороговой величины после инактивации гепарина ($AUC = 0,826$ и $AUC = 0,722$ для артериальных и венозных шунтов соответственно).

4. На индекс периферического сопротивления (P_i) оказывают влияние следующие факторы: диаметр коронарной артерии ($OR = 0,21$; $p = 0,001$), степень проксимального стеноза КА ($OR = 0,987$; $p = 0,034$), состояние сосудистой стенки ($OR = 2,25$; $p = 0,05$), тип используемого кондуита ($OR = 0,298$;

$p = 0,002$), способ шунтирования ($OR = 1,699$; $p = 0,017$), а также сочетание стеноза и окклюзии при комбинированном шунтировании ($OR = 4,12$; $p = 0,022$).

5. На значение средней объемной скорости кровотока влияют следующие факторы: способ шунтирования ($OR = 1,841$; $p = 0,018$), сочетание окклюзии и пограничного стеноза при комбинированном шунтировании ($OR = 3,91$; $p = 0,041$), диаметр шунтируемой артерии ($OR = 0,423$; $p = 0,05$).

6. По данным множественного регрессионного анализа факторов риска окклюзий коронарных шунтов (метод Кокса) в сроки до 42 месяцев, использование в качестве кондуита аутовены повышает риск развития окклюзии шунта в 2,5 раза каждый месяц после операции ($HR = 2,59$; $p = 0,001$), повышение индекса периферического сопротивления (Pi) на 1 единицу увеличивает риск окклюзии коронарного шунта в 1,3 раза с каждым месяцем после операции ($HR = 1,37$; $p = 0,033$), уменьшение объемной скорости кровотока (Q_{mean}) на 1 мл приводит к увеличению риска окклюзии шунта на 2 % с каждым месяцем после операции ($HR = 0,98$; $p = 0,05$).

7. С учетом выявленных предикторов несостоятельности коронарных шунтов разработан дифференциальный подход к выбору метода хирургической реваскуляризации миокарда, заключающийся в множественном артериальном шунтировании, отказе от комбинированного шунтирования сочетания пограничного стеноза и окклюзии коронарных артерий, отказе от комбинированного шунтирования пограничных стенозов коронарных артерий.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Необходимо прецизионно проводить флоуметрическую оценку параметров кровотока с целью профилактики несостоятельности коронарных шунтов.

2. Необходимо выполнить ревизию анастомоза, если на остановленном сердце получены следующие параметры кровотока: $Pi = 2,75 \pm 0,43$; $Q_{mean} = 4,72 \pm 3,17$ мл/мин; изменение формы флоуметрической кривой – пикообразный характер, появление диастолической фазы наполнения шунта – DF.

3. С целью улучшения отдаленных результатов коронарного шунтирования следует выполнять множественную артериальную реваскуляризацию.

4. Следует избегать шунтирования коронарных артерий с умеренными стенозами с помощью комбинированных кондуитов в случае множественной артериальной реваскуляризации.

5. Следует избегать сочетания стеноза и окклюзии коронарных артерий при комбинированном шунтировании.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Базылев, В. В. Влияние степени стеноза правой коронарной артерии на отдаленные результаты шунтирования / В. В. Базылев, Д. С. Тунгусов А. И. Микуляк, Б. Р. Начкебия, М. Г. Шматков // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2020. – Т. 26, № 3. – С. 151–157. – doi:10.33529/ANGIQ2020310**

2. Базылев, В. В. Интраоперационная оценка композитных шунтов с помощью метода ультразвуковой доплеровской флоуметрии / В. В. Базылев, Е. В. Россейкин, А. И. Микуляк // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2013. – Т. 19, № 2. – С. 41–46. – ISSN 1027-6661.

3. 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, А. А. Павлов, А. И. Микуляк // *Вестник хирургии Казахстана*. – 2015. – № 1 (41). – С. 42–50. – ISSN 2306-5559.

4. Базылев, В. В. Предикторы ранней окклюзии коронарных шунтов у пациентов с крайне низкой фракцией выброса / В. В. Базылев, Ф. Л. Бартош, Р. М. Бабуков, А. И. Микуляк // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2019. – Т. 25, № 1. – С. 153–157. – doi:10.33529/angio2019120

5. Базылев, В. В. Предоперационная и интраоперационная оценка объемной скорости кровотока по внутренней грудной артерии у больных ишемической болезнью сердца / В. В. Базылев, Ф. Л. Бартош, С. В. Сивущина, А. И. Микуляк // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 57–65. – ISSN 1027-6661.

6. Базылев, В. В. Результаты флоуметрической оценки комбинированных I-графтов и аутовенозных аортокоронарных шунтов / В. В. Базылев, Е. В. Россейкин, Дж. А. Раджабов, А. И. Микуляк // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 52–55. – doi:10.33529/ANGIO 2020210

7. Базылев, В. В. Роль флоуметрии в тактике шунтирования миокардиального моста передней нисходящей артерии / В. В. Базылев, Е. В. Немченко, А. И. Микуляк, В. А. Карнахин // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 143–150. – ISSN 1027-6661.

8. Базылев, В. В. Сравнительные результаты реваскуляризации бассейна правой коронарной артерии с использованием бимаммарного у-графта и аутовены / В. В. Базылев, Е. В. Немченко, А. А. Павлов, А. И. Микуляк // *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. – 2014. – № 5. – С. 11–18. – ISSN 0236-2791.

9. Базылев, В. В. Ультразвуковая доплеровская флоуметрия в интраоперационной диагностике несостоятельности коронарных шунтов / В. В. Базылев, Е. В. Россейкин, А. И. Микуляк, О. А. Карпунькин // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2014. – Т. 20, № 1. – С. 45–50. – ISSN 1027-6661.

10. Базылев, В. В. Факторы риска прогрессирования атеросклероза шунтируемой коронарной артерии в отдаленном периоде / В. В. Базылев, Е. В. Немченко, А. А. Павлов, А. И. Микуляк, В. А. Карнахин // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 142–147. – ISSN 1027-6661.

11. Базылев, В. В. Флоуметрическая оценка коронарных шунтов в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце /

В. В. Базылев, Е. В. Немченко, В. А. Карнахин, А. А. Павлов, А. И. Микуляк // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 67–72. – ISSN 1027-6661.

12. Базылев, В. В. Флоуметрические и ангиографические предикторы окклюзии коронарных шунтов / В. В. Базылев, Е. В. Немченко, Е. В. Россейкин, А. И. Микуляк // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 49–55. – ISSN 1027-6661.

13. Павлов, А. А. Использование метода интраоперационной ультразвуковой флоуметрии для прогнозирования проходимости шунтов в отдаленном периоде / А. А. Павлов, В. В. Базылев, Е. В. Немченко, А. И. Микуляк, В. А. Карнахин // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2017. – Т. 18, № S6. – С. 69.

14. Павлов, А. А. Сравнительные результаты реваскуляризации бассейна правой коронарной артерии с использованием композитных Т-графтов, комбинированных I-графтов, аутовенозных шунтов / А. А. Павлов, В. В. Базылев, Е. В. Немченко, А. И. Микуляк, В. А. Карнахин, Е. В. Россейкин // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – Т. 15, № S6. – С. 72.

15. Россейкин, Е. В. Результаты аутоартериального и аутовенозного коронаро-коронарного шунтирования / Е. В. Россейкин, В. В. Базылев, Е. В. Немченко, А. И. Микуляк // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2018. – Т. 19, № S6. – С. 64.

16. Bazylev, V. Coronary – coronary pbypass grafting: artery or vein? / V. Bazylev, E. Rosseikin, D. Tungusov, A. Mikulyak // Asian Cardiovasc Thorac Ann. – 2020. – Vol. 28 (6). – P. 316–321. doi:10.1177/0218492320941689/

17. Mikulyak, A. I. Coronary artery bypass grafting of myocardial bridging: a new look at the problem / A. I. Mikulyak, V. V. Bazylev, E. V. Nemchenko // The 26th Annual Meeting of the Asian Society for Cardiovascular and Thoracic Surgery. conference proceedings. – Moscow, 2018. – P. 24.

Изобретения

18. Патент RU 2556785 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/026. Способ интраоперационной несостоятельности коронарных шунтов / Базылев В. В., Микуляк А. И., Россейкин Е. В., Немченко Е. В. – № 2014100743/14 ; заявл. 09.01.14 ; опубл. 20.07.2015.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БПВ – большая подкожная вена
ВГА – внутренняя грудная артерия
ВТК – ветвь тупого края огибающей артерии
ДИ – доверительный интервал
ЗБВ – заднебоковая ветвь огибающей артерии
ИБС – ишемическая болезнь сердца
ИК – искусственное кровообращение
КА – коронарные артерии
КШ – коронарное шунтирование
КШГ – коронарошунтография
ПКА – правая коронарная артерия
ПНА – передняя нисходящая артерия
ФВ – фракция выброса
ЭКГ – электрокардиограмма
ТТФМ – transit time flow measurement

Научное издание

МИКУЛЯК Артур Иванович

**КОМПЛЕКСНАЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА
КОРОНАРНЫХ ШУНТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ**

14.01.26 – Сердечно-сосудистая хирургия

Редактор *А. Г. Темникова*
Технический редактор *М. Б. Жучкова*
Компьютерная верстка *М. Б. Жучковой*
Дизайн обложки *А. А. Стаценко*

Подписано в печать 29.06.2021.
Формат 60×84¹/₁₆. Усл. печ. л. 1,4.
Тираж 100. Заказ № 225.

Издательство ПГУ.
440026, Пенза, Красная, 40.
Тел.: (8412) 66-60-49, 66-67-77; e-mail: iic@pnzgu.ru