

Дадабаев Фарходжон Муратович

Гибридное стентирование сужений и гипоплазий легочных артерий при
хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца

3.1.15. Сердечно - сосудистая хирургия

3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

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

Научные руководители:

д.м.н., профессор
д.м.н.

Шаталов Константин Валентинович
Петросян Карен Валерьевич

Официальные оппоненты:

Абрамян Михаил Арамович – доктор медицинских наук, заведующий отделением экстренной кардиохирургии и интервенционной кардиологии ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москва» (специальность 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия);

Горбатов Артем Викторович – кандидат медицинских наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией интервенционной хирургии ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России (специальность 3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия).

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (Кемерово).

Защита диссертации состоится «20» марта 2026 года в 14-00 часов на заседании диссертационного совета 21.1.038.01 при ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России (121552, Москва, Рублевское шоссе 135, конференц-зал No 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России www.bakulev.ru и Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) <http://vak.minobranauki.gov.ru>

Автореферат разослан «13» февраля 2026 года.

Ученый секретарь
Диссертационного совета 21.1.038.01
доктор медицинских наук

Д.Ш. Газизова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы и степень ее разработанности. В настоящее время результаты хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца (ВПС) могут расцениваться как достаточно оптимистичные, однако проблема стенозирующих и гипопластических поражений легочно-артериального русла по-прежнему актуальна. Даже при применении эндоваскулярных технологий – традиционно используемых как этап подготовки к радикальной или гемодинамической коррекции – клиницисты нередко сталкиваются с анатомическими и техническими ограничениями: тромбозом венозных доступов, низкой массой тела ребенка, риском сосудистого разрыва в ранние сроки после операции или невозможностью полноценной открытой реконструкции ветвей легочной артерии (ЛА). В подобных случаях наиболее рациональным решением становится гибридное стентирование, объединяющее преимущества хирургических и рентгенэндоваскулярных методов лечения [Mendelsohn A.M. et al., 1993; Соболев А. В. и др., 1999; Пурсанов М. Г., 2002, Алекян Б. Г. и др., 2008].

Гибридная хирургия, оформившаяся как самостоятельное направление в 1980–1990-е годы, доказала свою эффективность в коррекции обструктивных поражений ЛА. Работы Emile A. M. Bacha заложили методологические основы, описав показания, технику и возможности метода [Bacha E.A.M. et al., 2005]; последующие исследования Menon et al. и Mathilde Meot et al. подтвердили безопасность и стабильность результатов гибридного стентирования даже при сочетанных ВПС [Menon S.C. et al., 2008; Meot M. et al., 2017]. Первый ретроспективный анализ 14 случаев гибридного стентирования ЛА провели Kouakou G. A. et al. (2011), отметив отсутствие осложнений и необходимости повторных процедур в течение 19 месяцев наблюдения

[Kouakou G. A. et al., 2011]. Mathilde Meot et al. (2017) опубликовали данные по 33 пациентам с комплексными ВПС, показав эффективность метода и низкую послеоперационную летальность – 9 % [Meot M. et al., 2017]. Особое внимание заслуживает ретроспективное исследование под руководством Jeffrey D. Zampì объединивший двадцатилетний опыт применения гибридных вмешательств (81 имплантированный стент), показав частоту осложнений 4,4 % и реинтервенций 44 % за 6 лет наблюдения [Zampì J.D. et al., 2017].

Так, гибридное стентирование легочных артерий при сложных ВПС видится потенциально удачным подходом, однако эффективность которого нуждается в уточнении посредством новых исследований. Так, остаются недостаточно изученными отдаленные результаты операций, показатели гемодинамической эффективности и факторы, влияющие на риск рестенозов и повторных вмешательств. Наряду с этим, требует уточнение показания и противопоказания к гибриднему стентированию легочных артерий при коррекции сложных врожденных пороков сердца.

Цель исследования:

Оценить эффективность и безопасность гибридного стентирования сужений и/или гипоплазий ветвей легочной артерии при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца.

Задачи исследования:

1. Изучить непосредственные результаты гибридного стентирования обструктивных поражений легочных артерий при коррекции сложных врожденных пороков сердца.
2. Разработать показания и противопоказания к гибриднему стентированию легочных артерий при коррекции сложных врожденных пороков сердца.
3. Разработать методику гибридного стентирования сужений и/или

гипоплазий легочных артерий при выполнении хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца.

4. Изучить отдаленные результаты гибридного стентирования обструктивных поражений легочных артерий при коррекции сложных врожденных пороков сердца.

Научная новизна. Впервые в Российской Федерации на большом клиническом материале доказана безопасность и эффективность проведения гибридного подхода при обструкции ветвей легочной артерии и одномоментное устранение ВПС у ограниченного контингента больных. Впервые в стране проанализировано более 80 случаев гибридного стентирования легочной артерии при одномоментном проведении гемодинамической или радикальной коррекции у маловесных пациентов с исходно низким показателем легочно-артериального индекса. Представленная работа подтверждает эффективность и безопасность проведение гибридного подхода без искусственного кровообращения или искусственное кровообращение без кардиopleгии, что в свою очередь снижает риски сердечно-сосудистых неблагоприятных событий. Впервые в стране была выполнена уникальная методика выполнения гибридного стентирования легочной артерии через правое предсердие.

Теоретическая значимость. Исследование дополняет научные представления о патогенезе и гемодинамике обструктивных поражений легочных артерий при сложных ВПС и развивает теоретические основы гибридного подхода в кардиохирургии. Полученные данные обосновывают принципы сочетания открытых и эндоваскулярных методов реконструкции легочного кровотока и определяют критерии выбора оптимальной хирургической тактики.

Практическая значимость. Гибридное стентирование легочных артерий позволит расширить показания к выполнению радикальной или

гемодинамической коррекции сложных ВПС у больных ранее считавшихся условно не операбельными из-за высокого риска хирургического вмешательства. Гибридный подход в хирургическом лечении сложных ВПС будет способствовать полному устранению порока и осложнений, связанных с ним. Методика гибридного стентирования сужения и гипоплазии легочных артерий позволит повысить эффективность хирургического лечения ВПС и способствовать выздоровлению и улучшению качества жизни пациентов.

Положения, выносимые на защиту

1. Гибридное стентирование ветвей легочной артерии является эффективным методом лечения сужений и/или гипоплазий ветвей легочной артерии, позволяющим успешно выполнить радикальную и гемодинамическую коррекцию сложных врожденных пороков сердца.
2. Возможность выполнения гибридного стентирования легочных артерий в условиях искусственного кровообращения без кардиopleгии, приводит к сокращению времени искусственного кровообращения (ИК) и возможных негативных влияний у пациентов, связанных с ИК при коррекции сложных врожденных пороков сердца.
3. Несмотря на высокую частоту стент-ассоциированных вмешательств в отдаленном периоде, одномоментное стентирование ветвей легочной артерии и гемодинамическая или радикальная коррекция сложных врожденных пороков сердца имеют хорошие непосредственные и отдаленные клинические результаты.

Методология и методы исследования

Настоящее исследование представляет собой ретроспективно-проспективный анализ результатов гибридного стентирования обструкции ветвей ЛА в сочетании с хирургической коррекцией сложных ВПС за период с 2012 по 2022 гг. В дизайне исследования использован системный

подход с применением клинических, лабораторных, инструментальных методов исследования (клинический анализ и сбор анамнестических данных, эхокардиографию, ангиографию, компьютерную томографию, гемодинамические измерения, анализ показателей искусственного кровообращения и времени операции). *Критерии включения* - пациенты с врожденными пороками сердца, осложненными сужениями или гипоплазиями ветвей легочной артерии. *Предмет исследования* – результаты и эффективность гибридного стентирования легочных артерий в рамках комбинированной хирургической коррекции.

Статистическая обработка данных выполнялась в программной среде R версии 4.3.1 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия). Для категориальных переменных описательные характеристики представлялись в виде абсолютных и относительных частот. Количественные показатели описывались либо средним значением и стандартным отклонением при условии симметричного распределения, либо медианой с указанием интерквартильного размаха (1-й–3-й квартили) при наличии асимметрии. В качестве критерия для разделения выборок по типу распределения использовалось абсолютное значение коэффициента, равное 1,96. Сравнение категориальных переменных между группами проводилось с применением точного критерия Фишера. Для количественных данных при сравнении трех и более групп использовался непараметрический тест Краскела– Уоллиса, позволяющий корректно оценивать различия даже при отсутствии нормальности распределения. Сравнение количественных переменных до и после вмешательства использовался тест Уилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Для оценки ассоциации бинарного исхода с количественными предикторами производилась оценка отношений шансов (ОШ) с соответствующими 95% доверительными интервалами (95% ДИ).

Степень достоверности результатов. Достоверность полученных данных подтверждается достаточным объемом клинического материала; использованием современных инструментальных и лабораторных методов; репрезентативностью выборки пациентов различных возрастных групп; воспроизводимостью результатов при анализе независимых серий наблюдений.

Внедрение результатов исследования в практику. Результаты исследования внедрены в клиническую деятельность специализированных подразделений ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, где выполняется хирургическая коррекция сложных ВПС, осложненных обструктивными поражениями легочно-артериального русла. Разработанный алгоритм гибридного стентирования включен в протоколы оперативного лечения пациентов младшего и подросткового возраста с комбинированными формами стеноза легочных артерий.

Апробация результатов. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на XXV и XXVI ежегодных сессиях НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева с конференцией молодых ученых (Москва, 2022–2023); XXVIII Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2022); Научно-практической конференции сердечно-сосудистых хирургов Москвы (2022); Рабочих конференциях отделения рентгенохирургических методов исследования и лечения сердца и сосудов НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева в 2021–2024 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых изданий ВАК и 6 тезисов докладов на российских и международных конференциях. Тематика публикаций полностью соответствует содержанию и результатам диссертационной работы.

Личный вклад автора. Автор принимал непосредственное участие во всех этапах представленной работы – аналитический обзор литературы, разработка дизайна и модели исследования, планирование и проведение анализа клинических наблюдений, включая сбор данных и их статистическую обработку, а также интерпретация полученных данных и представление результатов диссертационного исследования в виде докладов и научных статей, и составление научных выводов и практических рекомендаций. Наряду с этим, под контролем научных руководителей, автором выполнено и документировано проведение интраоперационных этапов гибридного стентирования, а также осуществлен ангиографический и эхокардиографический анализ результатов, оформлены таблицы, графики и иллюстрации.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 149 страницах машинописного текста. Структура включает: введение, пять глав (обзор литературы, материалы и методы, методика стентирования, результаты собственных исследований, обсуждение), выводы, практические рекомендации и список литературы из 116 источников (28 отечественных и 88 зарубежных). Работа иллюстрирована 55 рисунками и 17 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. В исследование включены пациенты (n=81), которым в период с 2012 по 2022 гг. в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева было выполнено гибридное стентирование стенозов и/или гипоплазий ветвей легочной артерии. Медианные значения антропометрических и возрастных характеристик распределились следующим образом: возраст – 38 месяцев (17–81), масса тела на момент операции – 13 кг (8,8–19), рост – 92 см (77–116).

С учетом анатомо-морфологических особенностей врожденных пороков сердца и ранее осуществленных хирургических вмешательств условное распределение больных на группы представилось обоснованным. В первую группу были включены 37 пациентов (45,7%), которым проводилась гемодинамическая коррекция; во вторую – 17 пациентов (21%) после радикальной коррекции (РК); в третью – также 17 больных (21%), подвергшихся повторным вмешательствам после РК; в четвертую – 10 пациентов (12,3%), находившихся на этапе коррекции сложных ВПС. Демографическая и антропометрическая характеристика пациентов в зависимости от типа оперативного вмешательства представлены в таблице 1. Анатомо-морфологическая и функциональная характеристика пациентов, представлена в таблице 2. Так же на рисунке 1 представлена частота стенозов, гипоплазий и окклюзий ЛА и их локализация среди пациентов разных групп. Из данного рисунка видно, что наибольшую часть составляли пациенты со стенозом ветвей ЛА (61,7%), а в 4,9% случаев наблюдалась окклюзия ЛА.

Таблица 1 – Демографическая и антропометрическая характеристика пациентов в зависимости от типа оперативного вмешательства.

Характеристика	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Возраст, месяцев	31 (15–56)	38 (31–80)	73 (20–165)	23,5 (17–151,3)
Масса тела, кг	12,6(8,8–15,5)	13 (9,8–19)	15,5 (8,3–45)	10,5 (8,2–36,5)
Рост, см	91 (77–107)	97 (81–112)	112 (77–153)	81,5 (76,5–148,8)

Таблица 2 – Анатомо-морфологическая и функциональная характеристика пациентов

Характеристика	Группа 1 (n=37)	Группа 2 (n=17)	Группа 3 (n=17)	Группа 4 (n=10)
ГСД, мм рт. ст.	2 (1–5,8)	34 (25–65)	40,5 (31,8–61)	65,5 (47,8–74)
Индекс McGoon	1,6 (1,3–1,8)	1,4 (1,1–1,9)	1,5 (1,2–1,8)	1,2 (1,1–1,5)
Индекс Nakata	246 (214–351)	310 (269–347)	276 (210–332)	125 (85–259)
КДР ЛЖ, см	3,4 ($\pm 0,7$)	2,9 ($\pm 0,5$)	3,4 ($\pm 1,1$)	2,7 ($\pm 0,7$)
	3,4 (3–4)	2,9 (2,5–3,2)	3,2 (2,5–4,2)	2,9 (2,2–3,2)
ФВ ЛЖ, %	67,3 ($\pm 4,8$)	67,9 ($\pm 2,9$)	68,2 ($\pm 7,4$)	64,8 ($\pm 7,3$)
	68 (64–70)	68 (67–70)	68,5 (63–71,3)	66 (60,5–68)

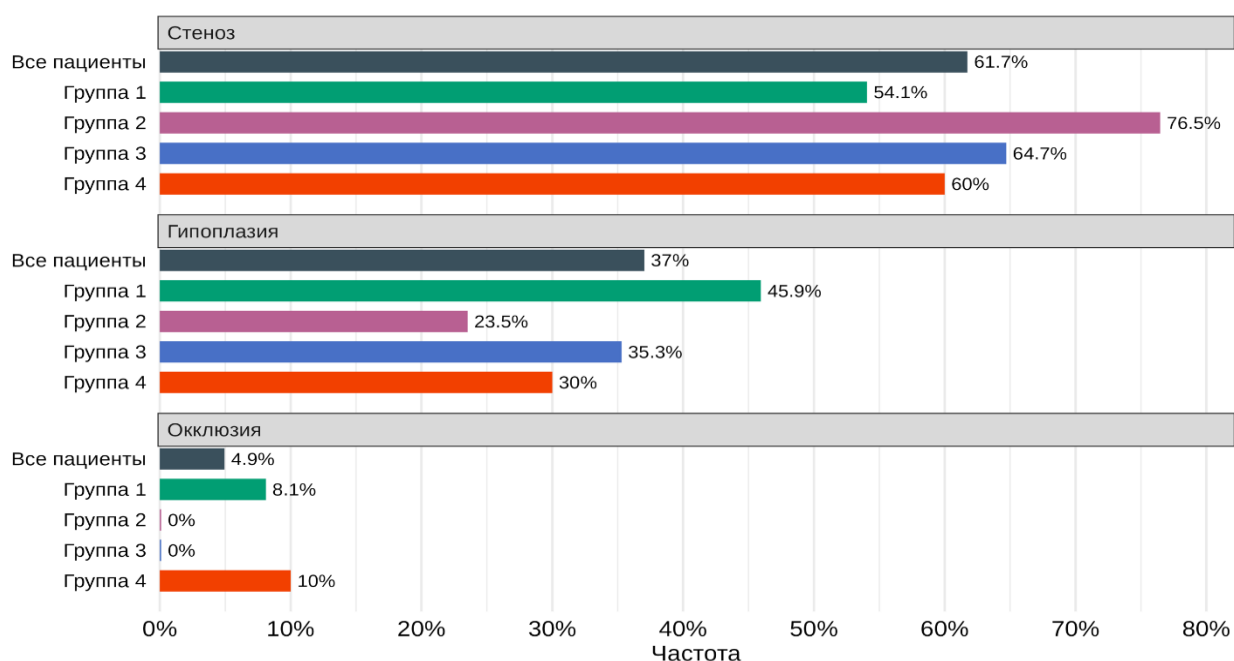


Рисунок 1. Частота стеноза, гипоплазии и окклюзий легочной артерии

Алгоритм выбора хирургической тактики включал клинико-инструментальную верификацию анатомии ветвей легочной артерии с использованием эхокардиографии, компьютерной томографической, ангиографии и катетеризации; ангиографическую классификацию

поражений, охватывающую стеноз, гипоплазию и окклюзию; определение показаний к выполнению гемодинамической, радикальной или этапной коррекции; проведение интраоперационного гибридного стентирования в условиях искусственного кровообращения с кардиopleгией, без искусственного кровообращения либо искусственное кровообращение без кардиopleгии под ангиографическим контролем; а также оценку непосредственных и отдаленных результатов по динамике градиента систолического давления, индексу McGoon и частоте стент-ассоциированных осложнений.

Данный алгоритм лег в основу клинического протокола и использовался при отборе пациентов для включения в исследование

Методика гибридного стентирования. Операция включала интраоперационное стентирование ветвей легочной артерии под контролем ангиографии в условиях искусственного кровообращения с кардиopleгией, без искусственного кровообращения, искусственное кровообращение без кардиopleгии. Через предварительно введенный проводник выполнялась баллонная дилатация стенозированного сегмента с последующей имплантацией стента, что позволяло одномоментно устранить обструкцию и выполнить радикальную или гемодинамическую коррекцию порока.

Этапы гибридного стентирования:

1. Подготовительный этап: срединная стернотомия, подключение искусственного кровообращения (ИК) с кардиopleгией, без ИК или ИК без кардиopleгии, визуализация устьев ветвей легочной артерии.
2. Катетеризация и проведение проводника: введение направляющего катетера в целевую ветвь ЛА, проведение гидрофильного проводника через зону стеноза, контроль правильного положения под ангиографией.
3. Предварительная баллонная дилатация: расширение зоны стеноза

баллоном соответствующего диаметра, контроль восстановления кровотока, минимизация риска диссекции.

4. Установка периферического баллонорасширяемого стента: позиционирование стента в зоне обструкции, раскрытие под ангиографическим и визуальным контролем, проверка отсутствия миграции и деформации.

5. Контрольный этап: оценка градиента систолического давления (ΔГСД), контроль кровотока и симметрии ветвей ЛА, фиксация результатов ангиографически и эхокардиографически.

Результаты исследования

Непосредственные результаты исследования. Наиболее частым оперативным доступом при гемодинамической коррекции являлась контралатеральная правая ветвь ЛА (40,5 %), что объясняется ее прямолинейным ходом и удобством катетеризации после предшествующих вмешательств по типу двунаправленного кавопульмонального анастомоза (ДКПА) и операции Фонтена. При радикальных коррекциях преобладал доступ через правый желудочек (52,9 %), а при повторных и этапных вмешательствах его доля достигала 64,7–60 %. Отмечен единичный, уникальный случай применения доступа через правое предсердие при выраженной легочной гипертензии.

Имплантация стентов выполнялась преимущественно с использованием моделей Andrastent (30,9%), Palmaz Genesis XD 21 (25,9%) и Valeo (24,7%). В 7,4 % случаев использовались коронарные стенты вследствие крайней гипоплазии ветвей ЛА. Большинство операций (44,4 %) проводилось без искусственного кровообращения, еще 37% – при ИК без кардиopleгии, что снижало риск кардиальных осложнений. Средняя продолжительность вмешательства составила 442,5 мин.

По результатам неинвазивных методов исследования и диагностической ангиокардиографии в 1 группе при гемодинамической

коррекции было проведено гибридное вмешательство в 45,7% (n=37) случаев (Рисунок 2).

Во 2 группе при РК сложного ВПС гибридное вмешательство выполнено в 21% (n=17) случаев. В основном в данную группу входили пациенты с пороками конотрункуса, синдромом Вильямса и ДМПП (Рисунок 3).

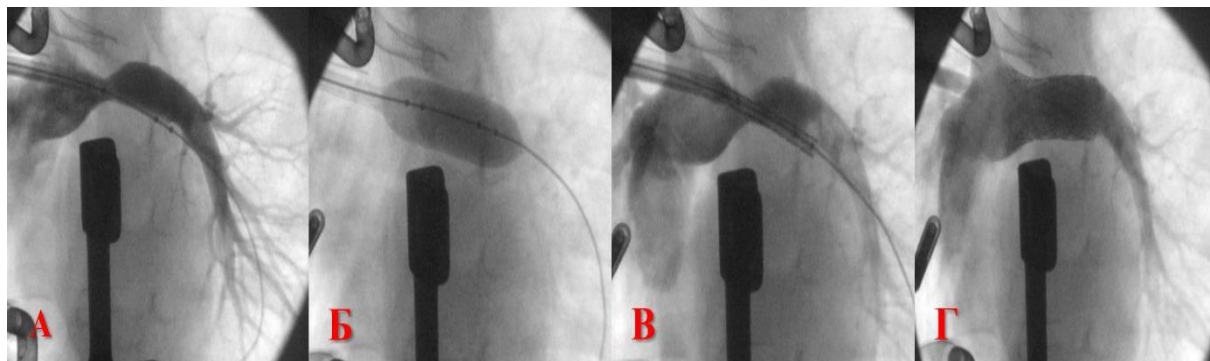


Рисунок 2 – Стентирование из правой легочной артерии при операции Фонтена: А – ангиография из правой легочной артерии: визуализирован стеноз левой легочной артерии. Б – баллонная дилатация стеноза левой легочной артерии периферическим баллоном. В – позиционирование Andrastenta. Г- контрольная ангиография для исключения диссекции и миграции стента. Отмечается полное раскрытие и прилегание стента.



Рисунок 3 – Ангиография из правого желудочка у пациента при радикальной коррекции тетрады Фалло.

А – ангиография из правого желудочка, визуализирован устьевой стеноз левой легочной артерии. Б – баллонная дилатация стеноза левой легочной артерии периферическим баллоном. В – позиционирование Andrastenta. Г- контрольная ангиография для исключения диссекции и миграции стента. Отмечается полное раскрытие и прилегание стента.

В 3 группе при повторных вмешательствах после РК ВПС гибридный подход выполнен в 21% (n=17) случаев. В данную группу входили больные с ВПС: ДОС, ОАС, ТФ, АЛА и АВК (Рисунок 4).

В 4 группу входили пациенты при этапной коррекции сложных ВПС и встречались в 12,3% (n=10) случаев. На рисунке 5 представлен клинический случай успешного гибридного бифуркационного стентирования ветвей ЛА и закрытия фенестрированного ДМЖП.



Рисунок 4 – Ангиография из правого желудочка у пациента после радикальной коррекции тетрады Фалло.

А – ангиография из правого желудочка, визуализировано критическое сужение правой легочной артерии. Б – позиционирование периферического стента. Г- контрольная ангиография отмечается полное раскрытие стента и устранение стеноза правой легочной артерии.

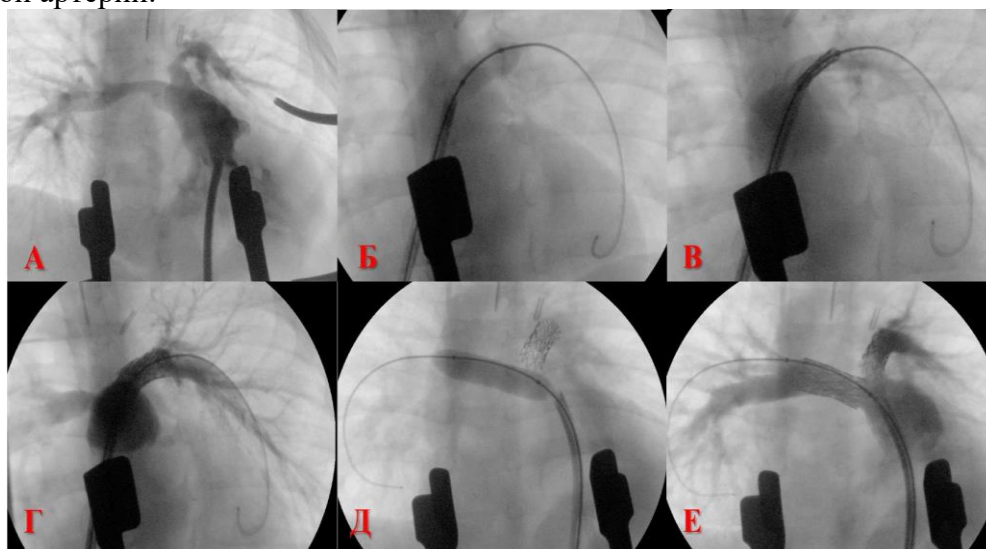


Рисунок 5 – Бифуркационное стентирование ветвей легочной артерии

А – ангиография из правого желудочка, устьевые сужения. Б – баллонная дилатация левой легочной артерии. В – позиционирование периферического стента в левую легочную артерию. Г – контрольная ангиография из правого желудочка. Д – баллонная дилатация правой легочной артерии. Е – контрольная ангиокардиография - отмечается полное раскрытие и прилегание стентов в правой и левой легочных артериях.

Частота и структура осложнений

Интраоперационные осложнения были зарегистрированы у 8 пациентов, что составило 9,9 % от общей когорты исследования. Наибольшая их частота отмечена в группе повторных вмешательств после радикальной коррекции (23,5 %; n=4): один случай дислокации стента в ствол легочной артерии и три интраоперационных летальных исхода.

В 8,1 % наблюдений (n = 3) осложнения регистрировались у пациентов, перенесших ранее гемодинамическую коррекцию: в двух случаях, развилась диссекция сосудистой стенки, устраненная имплантацией покрытого стента (Covered CP) с ушиванием линии разрыва; в одном наблюдении возникла компрессия главного бронха, купированная реконfigurацией стента с сохранением проходимости дыхательных путей.

В 5,9% (n=1) случае при проведении радикальной коррекции: случай перфорации правой ЛА; данное осложнение устранено имплантацией покрытого CP стента. При проведении этапной коррекции сложных ВПС интраоперационных осложнений зарегистрировано не было.

В раннем послеоперационном периоде осложнения дифференцировались на общие и неврологические. К общим осложнениям относились синдром верхней полой вены, дыхательная и сердечно-легочная недостаточность, артериальная гипоксемия, гидро- и пневмоторакс. К неврологическим – гипоксически-ишемическое поражение ЦНС и острое нарушение мозгового кровообращения.

Общие осложнения отмечены у 46,1 % пациентов, неврологические – у 10,2 %. К наиболее частым относились синдром верхней полой вены, дыхательная и сердечно-легочная недостаточность, артериальная гипоксемия, гидроторакс и пневмоторакс. Средняя длительность пребывания в ОРИТ составила 2 суток (1–4,8), госпитализации – 16 дней (13–28). Повторные вмешательства потребовались 13 % больных, в том

числе для устранения конкурирующего легочного кровотока (эмболизация БАЛКА). Послеоперационная летальность составила 8,6 %. Различия выживаемости между группами не достигли статистической значимости ($p = 0,448$), хотя минимальные показатели наблюдались у пациентов, перенесших этапную коррекцию.

Отдаленные результаты исследования. В отдаленном периоде было проанализировано 74,6% ($n=53$) больных из выживших больных ($n=71$).

Медианная длительности периода наблюдения после операции и оценка состояния пациента составила 24 (14–34) месяца, среди пациентов 1 группы – 21 (11,8–29,3) месяц, среди пациентов 2 группы – 36 (34–45) месяцев, среди пациентов 3 группы – 27 (15,8–35,5) месяцев, среди пациентов 4 группы – 15 (14–17,5) месяцев ($p=0,012$). Анализ выживаемости в отдаленном периоде показал, что в течение первого года жизни после операции умер только 1 ребенок, причиной гибели явилась прогрессирующая сердечная недостаточность. Общая частота осложнений составила 32 %, из них рестенозы – 24,5 %, дислокация стента – 5,6 %, перелом – 1,9 %.

Наибольшая частота рестенозов отмечалась у пациентов с гипоплазией ветвей легочной артерии (53,8 %) (Таблица 3). При этом риск рестеноза ассоциирован с меньшими значениями индексов McGoon и Nakata, меньшим диаметром имплантируемого стента и более высоким предоперационным систолическим артериальным давлением; увеличение McGoon и Nakata статистически достоверно снижает вероятность рестеноза ($p<0,05$).

Повторные эндоваскулярные вмешательства выполнены у 33,4 % пациентов: стентирование – 7,4 %, транслуминальная баллонная ангиопластика (ТЛБАП ЛА) – 26 %. Большую группу случаев ТЛБАП ЛА составляли пациенты с рестенозом, а в 5 случаях операция выполнялась

при соматическом росте больных (Таблица 4). На ряду с эти отмечено достоверное снижение ГСД во всех группах ($p=0,002-0,031$; по совокупной когорте $p<0,001$), а также увеличение индексов McGoon ($p=0,029$) и Nakata ($p=0,002$).

Таблица 3 – Характеристика случаев рестеноза.

Характеристика	Все пациенты	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Гипоплазия	7 (53,8%)	6 (66,7%)	1 (100%)	–	–
Стеноз	6 (46,2%)	3 (33,3%)	–	2 (100%)	1 (100%)
Окклюзия	1 (7,7%)	1 (11,1%)	–	–	–
Сторона					
левая	9 (69,2%)	8 (88,9%)	–	–	1 (100%)
правая	2 (15,4%)	–	1 (100%)	1 (50%)	–
обе	2 (15,4%)	1 (11,1%)	–	1 (50%)	–

Конечный диастолический размер левого желудочка по совокупной выборке увеличился ($p<0,001$), тогда как ФВ левого желудочка в целом не изменялась ($p=0,151$; тенденция к росту выявлялась лишь в одной подгруппе).

Таблица 4 – Характеристика повторных эндоваскулярных вмешательств.

Характеристика	Всего	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
стентирование	4 (7,4%)	2 (7,1%)	1 (10%)	1 (10%)	0 (0%)
ТЛБАП	14(26%)	9 (32,1%)	1 (10%)	1 (10%)	3 (50%)
При рестенозе					
стентирование	3/12	2/9	0/1	1/1	0/1
ТЛБАП	9/12	6/9	1/1	1/0	1/1
При соматическом росте					
стентирование	0/5	0/2	0/0	0/1	0/2
ТЛБАП	5/5	2/2	0/0	1/1	2/2
При переломе					
Стентирование	1/1	0/0	1/1	0/0	0/0
ТЛБАП	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

Установлено, что в отдаленном периоде у 50,9 % пациентов сохраняется I стадия недостаточности кровообращения по классификации Стражеско-Василенко (Рисунок 6)



Рисунок 6. Недостаточность кровообращения до операции и в отдаленном периоде после операции.

Также у больных после гемодинамической коррекции зафиксировано снижение фракции выброса правого желудочка на 3,5% ($p=0,004$).

Выводы

1. Применение гибридного подхода продемонстрировало высокую результативность при гемодинамической коррекции сложных ВПС (успешность – 89,2 %) и при радикальных операциях (94,2 %) у пациентов с обструктивным поражением ветвей ЛА. Успешная имплантация стента достигнута в 96,3 % наблюдений. Показатели интраоперационной и госпитальной летальности составили 3,7 % и 12,3 % соответственно.
2. В результате эффективности гибридного подхода при обструкции ветвей легочной артерии отмечается значимое снижение ГСД, при этом пациенты в группе гемодинамической коррекции характеризовались наименьшим ГСД до оперативного вмешательства (2 (1–5) мм рт. ст.) и

наименьшим его снижением (-2 (-5– -1) мм рт. ст.), а пациенты в группе радикальной коррекции характеризовались наиболее высоким ГСД до операции (56 (39,5–70) мм рт. ст.) и наиболее выраженным снижением в отдаленном периоде (-53 (-65,5– -32,5) мм рт. ст.). В виду малой выборки в группах при повторных вмешательствах после радикальной коррекции и этапной коррекции ВПС достоверно статистически значимых данных получено не было.

3. В качестве основных показаний к выполнению гибридного стентирования ветвей ЛА рассматривались гемодинамически значимые стенозы (59,5 %), гипоплазия (35,7 %) и, реже, окклюзия ЛА (4,8 %). Проведение гибридного стентирования целесообразно у пациентов, у которых наличие этих изменений создает угрозу нарушений легочной гемодинамики и ограничивает возможности радикальной или этапной коррекции сложных ВПС. Гибридное стентирование ЛА показана пациентам: с сочетанными ВПС, требующим открытого кардиохирургического вмешательства; при анатомо-морфологических особенностях ветвей ЛА (острый угол отхождения; невозможность проведения доставляющей системы); пациентам с отсутствием доступа при тромбозах системных вен; пациентам массой тела менее 15 кг; при клинически значимых стенозах ветвей ЛА после открытого хирургического вмешательства.

4 Гибридное стентирование ветвей легочной артерии в большинстве случаев выполнялось без искусственного кровообращения (44,4%), что в свою очередь снижает негативное влияние длительного искусственного кровообращения с кардиоплегией.

5 Успешное выполнение гибридного вмешательства, включавшего коррекцию ВПС в сочетании со стентированием ветвей ЛА, способствовало выраженному улучшению клинического состояния

пациентов. Установлено, что в отдаленном периоде у 50,9 % пациентов сохраняется I стадия недостаточности кровообращения согласно классификации Стражеско-Василенко. К осложнениям отдаленного периода относятся рестеноз (24,5%), перелом (1,9%), дислокация (5,6%). Наибольшая частота рестеноза наблюдается в группе гемодинамической коррекции, в частности, после операции ДКПА. На основании проведенного исследования отмечено, что увеличение индекса McGoon на 1 показатель статистически значимо ассоциирован со снижением шансов развития рестеноза. Свободу от повторных вмешательств на ветвях легочной артерии составило (69,8%). В 9,4 % случаев пациенты подверглись повторным эндоваскулярным вмешательствам в связи с соматическим ростом.

Практические рекомендации

1. При сочетании обструктивных изменений легочно-артериального русла с врожденными пороками сердца, требующими хирургической коррекции, а также при невозможности использования стандартных венозных доступов вследствие тромбозов бедренных или яремных вен, рациональным решением является комбинированная тактика — одномоментное гибридное стентирование ветвей ЛА в комплексе с открытой коррекцией ВПС.
2. При проведении гемодинамической коррекции наиболее удобным и безопасным доступом для стентирования, как показывает опыт, служат правая ЛА или верхняя полая вена. Их преимущество заключается в анатомически прямом ходе, что облегчает проведение инструментов и снижает риск осложнений.
3. При выполнении радикальной коррекции, а также в послеоперационном периоде, целесообразным считается использование доступа через ствол ЛА либо ПЖ. Такой выбор обусловлен их

анатомически прямым и технически удобным расположением, что облегчает проведение вмешательства и снижает риск осложнений.

4. Рекомендуется имплантировать периферические баллонорасширяемые стенты, которые в дальнейшем можно расширять с соматическим ростом пациента.

5. Стентирование ветвей легочной артерии предпочтительно выполнять после проведения основного этапа открытой хирургической операции, так как это позволит избежать деформацию имплантируемого стента.

6. В случае миграции стента во время гибридного стентирования в дистальные отделы необходимо имплантировать и зафиксировать стент на данном участке, если анатомия сосуда позволяет. При невозможности раскрытия стента, рекомендовано удаление стента хирургическим способом.

7. Проведение планового гибридного стентирования ветвей легочной артерии рекомендуется выполнять без искусственного кровообращения, это позволит избежать неврологических осложнений в раннем послеоперационном периоде.

8. В отдаленном периоде после гибридного вмешательства на ветвях легочной артерии при необходимости возможно дальнейшее расширение стента до удовлетворительных размеров легочной артерии баллонными катетерами ультравысокого давления.

Список публикаций по теме диссертации

1. Петросян К. В., Соболев А. В., Данилов Т. Ю., Дадабаев Г. М., Дадабаев Ф. М. Оригинальный гибридный подход при стентировании кондуита между правым желудочком и легочной артерией // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 65, № 2. – С. 230–236.
2. Петросян К. В., Шаталов К. В., Дадабаев Ф. М., Голухова Е. З. Гибридное стентирование сужений и гипоплазий легочных артерий при

хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца // Эндоваскулярная хирургия. – 2023. – Т. 10, № 2. – С. 121–128.

3. Дадабаев Ф. М., Петросян К. В., Ким А. И., Соболев А. В., Токарева Е. В., Голухова Е. З. Многоэтапное лечение тетрады Фалло: от паллиативных вмешательств до гибридного бифуркационного Y-стентирования легочной артерии и радикальной коррекции // Вестник Авиценны. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 346–354.

4. Подзолков В. П., Петросян К. В., Шаталов К. В., Данилов Т. Ю., Ковалев Д. В., Соболев А. В., Дадабаев Г. М., Дадабаев Ф. М. Госпитальные результаты гибридного стентирования сужений и гипоплазий легочных артерий при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца // Детские болезни сердца и сосудов. – 2024. – Т. 21, № 3. – С. 222–234.

5. Голухова Е.З., Петросян К. В., Шаталов К. В., Пурсанов М.Г., Данилов Т. Ю., Соболев А. В., Дадабаев Г. М., Дадабаев Ф. М., Карапетян К. К. Отдаленные результаты гибридного стентирования сужений и гипоплазии легочных артерий при хирургической коррекции сложных врожденных пороков сердца // Эндоваскулярная хирургия. – 2025. – Т. 12, № 4. – С. 457–466.

Список сокращений и условных обозначений

АКГ – ангиокардиографическое исследование

АЛА – атрезия легочной артерии

ВПС – врожденный порок сердца

ВПВ – верхняя полая вена

ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка

ГСД – градиент систолического давления

ДОС от ПЖ – двойное отхождение сосудов от правого желудочка

ДКПА – двунаправленный кавопульмональный анастомоз

ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки

ЕЖС – единственный желудочек сердца

КПОС – катетеризация полостей сердца

КСЛА – клапанный стеноз легочной артерии
КТМС – корригированная транспозиция магистральных сосудов
КДР ЛЖ – конечно – диастолический размер левого желудочка
КСР ЛЖ – конечно-систолический размер левого желудочка
ЛЖ – левый желудочек
ЛП – левое предсердие
ЛА – легочная артерия
Левая ЛА – левая легочная артерия
МК – митральный клапан
НК – недостаточность кровообращения
ОАП – открытый артериальный проток
ОПС – общее периферическое сопротивление
ОАС – общий артериальный ствол
ООАВК – общий открытый атриовентрикулярный канал
ОБВ – общая бедренная вена
ПП – правое предсердие
ПЖ – правый желудочек
Правая ЛА – правая легочная артерия
РПОПЖ – реконструкция путей оттока из правого желудочка
РК – радикальная коррекция
СИБКК – сердечный индекс большого круга кровообращения
СИМКК – сердечный индекс малого круга кровообращения
СН – сердечная недостаточность
САД – систолическое артериальное давление
ТМС – транспозиция магистральных сосудов
ТФ – тетрада Фалло
ТЛБАП – транслюминальная баллонная ангиопластика
ФВ – фракция выброса
ЭКГ – электрокардиограмма
Эхо КГ – эхокардиография
ЭКМО – экстракорпоральная мембранная оксигенация