

на правах рукописи

Хакимов Хуршид Анварович

**«Эндоваскулярное лечение артериальных и венозных мальформаций
у больных после гемодинамической коррекции ВПС»**

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2026 г.

Диссертационная работа выполнена в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

Научный руководитель:

д.м.н., профессор РАН

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 Москвы»;

Горбатов Артем Викторович – кандидат медицинских наук, заведующий НИЛ интервенционной хирургии, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России.

Защита диссертации состоится «19» июня 2026 года в 15:00 часов на заседании диссертационного совета 21.1.038.01 при ФГБУ «НМИЦ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России по адресу: 121552, г. Москва, Рублевское шоссе, д. 135, конференц-зал №2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России и на сайтах www.bakulev.ru и Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) <https://vak.gisnauka.ru>.

Автореферат разослан «15» мая 2026 года

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.01.038.01

доктор медицинских наук

Д.Ш. Газизова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования:

На сегодняшний день, по данным литературы, отмечается тенденция к увеличению числа случаев диагностированных врожденных заболеваний сердечно-сосудистой системы (ВПС) в Российской Федерации. Анализ эпидемиологических данных демонстрирует тенденцию к расширению зарегистрированных случаев сердечно-сосудистых аномалий на единицу численности населения. Одновременно выявлено перераспределение диагностических находок: если в старших возрастных группах число впервые диагностированных случаев сократилось, то среди детей до 14 лет между 2016 и 2017 годами произошел прирост на 2,9%. Это может указывать на совершенствование методов раннего выявления и повышение чувствительности диагностических подходов.

Настоящее исследование сосредоточено на одной из редких категорий врожденных аномалий - мальформациях легочной сосудистой системы, регистрируемых в 0,02% случаев от всей популяции. На современном этапе минимально инвазивное эндоваскулярное вмешательство рассматривается как наиболее эффективный подход к лечению, показывающий положительные непосредственные и среднесрочные исходы. Вместе с тем, в связи с низкой частотой встречаемости патологии объем клинического материала в большинстве публикаций остается ограниченным. Следует отметить, что в ходе текущего исследования особый интерес представляют пациенты со сложными ВПС, которым требуется гемодинамическая коррекция, а именно выполнение операций Гленна и Фонтена. При этом, одним из осложнений выполнения данных операций является развитие артериовенозных мальформаций легких (АВМЛ) и веновенозных фистул (мальформаций) (ВВФ(М)). Транскатетерные методики лечения при данных патологиях характеризуются минимальной инвазивностью и

демонстрируют выраженный эффект в ближайшем периоде наблюдения. Тем не менее, долгосрочные результаты применения данных методик остаются недостаточно освещёнными в литературе, что во многом связано с ограниченным размером когорт пациентов в существующих исследованиях. ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России является лидером по объему, как хирургического (n=3444), так и эндоваскулярного (n=986) лечения пациентов с врожденными пороками системы кровообращения, более чем двукратно опережая ближайшие по рейтингу клиники. Количество операций эндоваскулярного устранения различных патологических межсосудистых сообщений в ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России также было наибольшим среди клиник Российской Федерации в 2020 году. Проведение данного исследования поможет обобщить накопленный опыт и оптимизировать тактику эндоваскулярного лечения артерио-венозных и вено-венозных фистул у пациентов с врожденными пороками сердечно-сосудистой системы.

Цель исследования: оценить эффективность и безопасность эндоваскулярного лечения артериовенозных и веновенозных мальформаций легких у пациентов с различными патологическими состояниями в анамнезе.

Задачи исследования:

1. Проанализировать непосредственные результаты эндоваскулярного лечения артериовенозных и веновенозных мальформаций легких с учетом их морфологии и индивидуальных характеристик пациентов, определить критерии эффективности выполненных вмешательств.
2. Проанализировать средне-отдаленные результаты эндоваскулярного лечения артериовенозных и веновенозных мальформаций легких, определить эффективность выполненных вмешательств, подходы к наблюдению пациентов в отдаленном периоде.

3. Определить показания и оптимальную методику эндоваскулярного лечения АВМЛ и ВВМЛ на основании сравнения и оценки эффективности различных способов закрытия мальформаций легких.

Научная новизна. Впервые, у больных с АВМЛ и ВВФ на фоне различных патологических состояний:

1. На основании сравнения оксигенации крови на дооперационном, а также послеоперационном периодах определено влияние развития артериовенозных и вено-венозных мальформаций легких на качество жизни и, как следствие, прогноз выживаемости после эндоваскулярного лечения данных патологий;
2. Доказана высокая эффективность эндоваскулярного лечения артериовенозных и вено-венозных мальформаций легких, развившихся у пациентов на фоне коррекции, в том числе гемодинамической, сложных ВПС;
3. Показана возможность достижения полного закрытия артериовенозной и вено-венозной мальформации легких с применением различных методик закрытия;
4. Изучена эффективность и безопасность применения различных устройств закрытия АВМЛ и ВВФ.

Практическая значимость:

Усовершенствован алгоритм эндоваскулярного лечения артериовенозных и вено-венозных мальформаций, развившихся у пациентов на фоне различных патологических состояний.

Проведена комплексная оценка влияния эндоваскулярных методов лечения артериовенозных и веновенозных мальформаций легких на клинический статус пациентов различных возрастных групп.

Показано, что полное закрытие питающей артерии/вены мальформации возможно достигнуть с применением различных устройств

и методик эндоваскулярного закрытия, без риска развития пери- и пост-процедуральных осложнений.

Отмечено, что согласно морфологической классификации артериовенозных и веновенозных мальформаций легких у пациентов, кандидатов для эндоваскулярного лечения, мальформации представлены в основном простым и сложным типом.

Доказано, что использование различных методик закрытия, а также различных окклюдизирующих устройств при эндоваскулярном лечении артериовенозных и веновенозных мальформаций легких имеет высокие показатели эффективности и безопасности.

Реализация результатов исследования. Результаты проведенного исследования находят применение в практике Национального Медицинского Исследовательского Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева и могут быть использованы в работе других кардиохирургических центров страны.

Основные положения, выносимые на защиту.

Доказано, что заявленный алгоритм интервенционного лечения пациентов с артериовенозными и веновенозными мальформациями легких позволяет оптимизировать тактику лечения данных нозологий, а также минимизировать количество перипроцедуральных и постпроцедуральных осложнений.

Продемонстрирована высокая эффективность закрытия АВМЛ и ВВМЛ различной морфологии с применением комбинированных эндоваскулярных подходов при закрытии питающей артерии/вены.

Выявлено, что при использовании окклюдеров в сочетании со спиралями при закрытии питающих артерий/вен более 3 мм в диаметре нивелируется риск частичной или полной реканализации мальформации в средне-отдаленном периоде.

Доказано, что комплексный диагностический и терапевтический подход при эндоваскулярном лечении пациентов с АВМЛ и ВВМЛ способствует существенному улучшению качества жизни пациентов, а также снижения функционального класса сердечной недостаточности.

Выявлена низкая частота повторных вмешательств, обусловленная отсутствием клинических проявлений и ангиографической картины реканализации питающей артерии/вены.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на всероссийских научно-практических конференциях, с международным участием.

Публикации. По теме диссертации опубликовано, 4 статьи в журналах, рецензируемых ВАК, и 5 тезисов.

Структура работы. Диссертация изложена на 109 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав, в которых отражены обзор литературы, характеристика больных и методов исследования, результаты и их обсуждение, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, который включает 118 источников, из них 14 отечественных и 104 зарубежных. Работа иллюстрирована 5 таблицами, 26 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В течение периода с августа 2016 года по август 2023 года транскатетерная эмболизация и окклюзия патологических сосудистых мальформаций была осуществлена у 27 пациентов. В исследуемую когорту были включены больные с артериовенозными соустьями лёгочной системы (n=10), а также пациенты с веновенозными анастомозами, сформировавшимися в результате хирургической коррекции врождённых сердечных пороков (n=17). Указанные пациенты были включены в ретроспективное исследование. Критерии включения и исключения из исследования сформированы в соответствии с действующими

клиническими рекомендациями по хирургическому лечению АВМЛ и ВВФ.

Критерии включения: Пациенты НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России, различных возрастных групп, которым было выполнено эндоваскулярное лечения АВМЛ и ВВФ за период с 08.2016 по 08.2023 гг., выразившие своё согласие или через законных представителей на участие в данном исследовании.

Критерии исключения: Пациенты с отсутствием периферического сосудистого доступа. Пациенты с инфекционной патологией в период обострения. Пациенты с жизнеугрожающими состояниями.

Все пациенты проходили стационарное лечение в специализированном отделении, где осуществлялись комплексные клинико-инструментальные диагностические процедуры. Программа инструментальной диагностики включала регистрацию электрокардиограммы в двенадцати стандартных отведениях, трансторакальную ультразвуковую визуализацию сердца, дуплексное ультразвуковое исследование артериального русла нижних конечностей с целью исключения тромбозов, а также селективную ангиопульмонографию и катетеризацию полостей сердца. Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

Возрастной диапазон пациентов составил от 3 до 34 лет при среднем значении $14,5 \pm 9,1$ года. В общей сложности у 27 включённых в исследование пациентов было идентифицировано 14 артериовенозных мальформаций лёгких и 21 веновенозное соустье, возникшее после радикального либо паллиативного хирургического вмешательства по поводу врождённых пороков сердца. У одного из обследованных пациентов регистрировалось одновременное персистирование как веновенозной, так и артериовенозной мальформации.

Обобщённая информация относительно общего числа имплантированных окклюзионных устройств и основных характеристик выполненных процедур приведена в таблице 1.

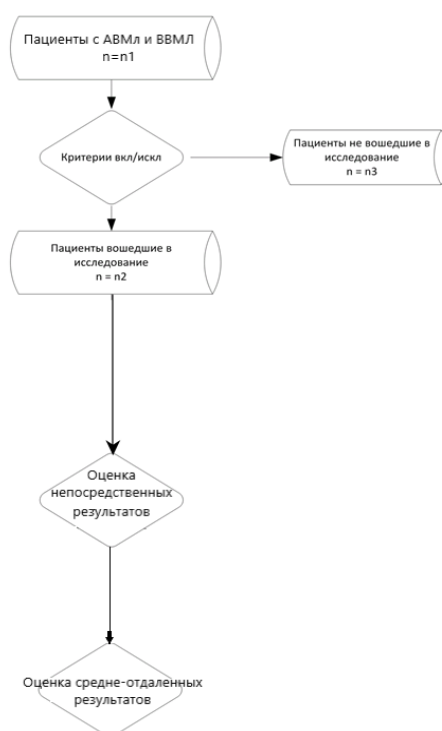


Рисунок 1. Дизайн исследования.

Таблица 1. Общая информация об имплантированных устройствах, примененных для эмболизации мальформаций с количественно морфологической характеристикой сосудистых аномалий

Показатель	Спирали и микроспирали	Окклюдеры	Спираль + окклюдер
Кол-во больных	7	17	3
Средний возраст (лет)	4,7±2,3	11,43±5,6	10,3±5,5
Количество малформаций	7	23	5
Количество имплантируемых устройств	14	23	8+5
Диаметр фистулы (мм)	2,0 – 5,0 9,5±5,5 мм.	2,0-16,0	3,0 – 8,0

Рентгенологическое исследование сердца и легких.

Рентгенографическое исследование осуществлялось на современных рентгеновских аппаратах производства General Electric (США) и Siemens (Германия) с минимизацией дозовой нагрузки ионизирующего излучения - время экспозиции составляло 0,03-0,06 секунды при рабочем напряжении до 50 кВ и фокусном расстоянии одного метра. Такие оптимизированные технические параметры позволяют получить высокочёткое изображение лёгочного сосудистого рисунка и отчётливую визуализацию контуров сердечно-сосудистой тени. Характерная рентгенографическая картина включала выраженное расширение и деформацию лёгочного корня на стороне поражения, создающие впечатление инфильтративных изменений в базальных сегментах поражённого лёгкого с одновременным усилением лёгочного сосудистого рисунка. Дополнительно могли визуализироваться полосы парамедиастинального просветления, соответствующие интерстициальной эмфиземе. Морфология сердца в подобных случаях обычно характеризовалась трапециевидной конфигурацией с выраженным расширением кардиальной тени, при этом кардиоторакальный индекс находился в диапазоне 60–70%.

Ангиокардиографическое исследование. Ангиографические исследования осуществлялись в специализированных рентгенооперационных на современном оборудовании производства Siemens (Германия), Philips (Нидерланды) и General Electric (США).

Для контрастирования кардиальных полостей и сосудистых магистралей применялись неионные йодсодержащие контрастные препараты (омнипак-350, ксенетикс-350). Введение контрастного вещества осуществлялось в виде болюса посредством электромеханического инжектора в расчётной дозе 1,5 миллилитра на один килограмм массы пациента. Скорость инфузии варьировала от 10 до 18 миллилитров в секунду в зависимости от диаметра применяемого катетера и исследуемой

анатомической области. Типичной ангиографической картиной, подтверждающей наличие АВМЛ, является расширение легочной артерии и ее ветвей, идущих к месту артериовенозных соустьев, также характерна картина депонирования контрастного вещества в области мальформации, легочная вена на стороне поражения заполняется контрастным веществом намного интенсивнее, чем в здоровом участке, поскольку пропускается капиллярная фаза, при этом также отмечается расширение легочной вены. Дополнительными ангиографическими признаками является контрастирование мешка мальформации располагающегося на терминальном конце питающей артерии с легочной веной, левое предсердие с резко обедненным артериальным руслом здоровых отделов легких.

Показаниями к рентгенэндоваскулярным вмешательствам были:

Артерио-венозные и веновенозные мальформации при артериальной гипоксемии; Выраженные симптоматические проявления наличия правого сброса крови на фоне диагностированной АВМЛ и ВВМ

Эндоваскулярное лечение артериовенозных и веновенозных мальформаций (фистул) легких. При выявлении патологических соустьев диаметром менее 2,5–3,0 миллиметров в качестве окклюдирующего устройства применялись металлические спирали, подбираемые таким образом, чтобы их поперечный диаметр в два раза превышал диаметр фистулярного отверстия. При размере фистулы, превышающем 2,5–3,0 миллиметра, использовались специализированные окклюдеры, первоначально разработанные для окклюзии открытого артериального протока и дефектов межжелудочковой перегородки. Размер выбираемого окклюдера должен быть на тридцать процентов больше диаметра фистулы. Селективная катетеризация питающего артериального либо венозного сосудов осуществлялась посредством диагностических катетеров с различной конфигурацией (Pigtail, Judkins Right 3,5–4)

диаметром по французской шкале от 4 до 6 Fr, выбираемых в зависимости от антропометрических параметров пациента. При выполнении эмболизации артериовенозных фистул с использованием металлических спиралей предпочтительным является применение диагностического катетера диаметром 4–6 Fr с конфигурацией Judkins Right 4. Дистальный конец катетера проводился к оптимальной анатомической зоне для имплантации эмболизационной спирали, как правило, соответствующей дистальному сегменту питающего сосуда. Далее спираль загружалась в дистальный конец диагностического катетера с соблюдением стандартных мер профилактики воздушной эмболии. В случае применения неуправляемой спирали диаметром 0,035 дюйма в качестве проводникового устройства использовался стандартный наконечник 0,035 дюйма. При использовании управляемой спирали спираль монтировалась на специализированный авансер с микровинтовой системой фиксации, поставляемый в комплекте с управляемой спиралью. После достижения оптимального места имплантации спираль позиционировалась в просвете целевого сосуда, и после выполнения контрольной ангиографической серии производилось отсоединение спирали от системы доставки. При использовании окклюзионных устройств для закрытия артериовенозных фистул применялись аналогичные этапы катетеризации питающего сосуда с использованием диагностических катетеров конфигурации Judkins Right либо Pigtail. На следующем этапе осуществлялась замена диагностического катетера по проводнику с повышенной жёсткостью диаметром 0,035 дюйма и длиной 260 сантиметров на доставляющую систему для окклюдера размером 7–9 Fr. Критически важным условием является использование проводника с повышенной радиальной жёсткостью для обеспечения беспрепятственного продвижения системы доставки к целевой зоне. Дистальный конец доставляющего катетера необходимо позиционировать максимально близко к анатомической зоне имплантации

окклюзионного устройства. Далее окклюдер проводился к зоне имплантации с использованием специализированного авансера. После полного раскрытия дистального и проксимального дисков окклюдера выполнялась контрольная ангиографическая серия для верификации адекватности окклюзии, после чего производилось отсоединение окклюдера от системы доставки. Для осуществления окклюзии артериовенозных фистул может применяться широкий спектр окклюзионных устройств различных конструктивных типов: от саморасширяющихся сетчатых дуктальных окклюдеров, первоначально разработанных для закрытия открытого артериального протока или мышечных дефектов межжелудочковой перегородки, до устройств с жёстким каркасом зонтообразной конфигурации. В случаях выявления значительного остаточного сброса крови после имплантации первичного окклюзионного устройства требуется применение дополнительных эмболизационных методик для достижения полной окклюзии фистулы:

Полиспиральная микроэмболизация; Комбинированное применение окклюдера и металлических спиралей; Последовательная имплантация нескольких окклюдеров (в этом случае вследствие значительного локального гидродинамического воздействия потока крови повышается риск развития механической гемолитической анемии). Основными критериями оценки эффективности проведённого эндоваскулярного вмешательства служат: полное отсутствие остаточного сброса через окклюзионное устройство, верифицированное при выполнении контрольной ангиографической серии, а также объективное увеличение парциального давления кислорода в артериальной крови. Учитывая использование общей бедренной вены в качестве сосудистого доступа, критически важным было осуществление компрессионного воздействия как в дистальном, так и в проксимальном направлении от места введения интродьюсера. После достижения гемостаза и верификации его

состоятельности на зону сосудистого доступа накладывалась стерильная асептическая повязка, фиксируемая компрессионным валиком и эластичным бинтом для обеспечения надёжного прижатия и профилактики кровотечения.

Результаты исследования

Непосредственные результаты. У пациентов с артериовенозными мальформациями лёгких соустья были локализованы в толще лёгочной паренхимы. У четырёх пациентов (11,4%) артериовенозные мальформации выявлены в одном лёгком (четыре - в правом, три - в левом), тогда как у шести пациентов (17,1%, n=7) мальформации регистрировались билатерально.

В ходе девяти процедур окклюзия артериовенозных мальформаций выполнена с использованием окклюдеров (два - Amplatzer Duct Occluder II, пять - Amplatzer Vascular Plug, два - Amplatzer Muscular VSD). Общее количество спиралей, применённых для эмболизации артериовенозных мальформаций, составило две и было использовано при лечении одного пациента. В трёх случаях артериовенозных мальформаций для достижения полной окклюзии фистулярного соустья применялась комбинированная техника с использованием как окклюдеров, так и спиралей (два случая - Amplatzer Duct Occluder II в сочетании с Gianturco, один случай - Amplatzer Duct Occluder II в сочетании с Flipper). У пациентов с ВВФ основной локализацией фистулы являлась коллатераль между правой брахиоцефальной веной и легочными венами что составило 16 (45,7%) случаев. 4 (11,4%) фистулы были сформированы с участием непарной вены, 1 (2,8%) ВВФ была сформирована непосредственно с участием ВПВ. В 15 случаях эмболизация ВВФ осуществлялась при помощи окклюдеров (6- Amplatzer Duct Occluder II, 5- Amplatzer Vascular Plug, 4- Amplatzer muscular VSD). Остальные 6 фистул были эмболизированы спиральями. Следует отметить, что 1 случай завершился безуспешно с сохранением

сброса на окклюдизирующем устройстве, при этом попытку эмболизации проводили как спиралью так и окклюдером. Эндоваскулярное закрытие артериовенозных мальформаций лёгких осуществлялось с применением двух различных хирургических методологий: закрытие дистального сегмента питающей артерии (ЗДПА) и закрытие «мешка» и дистальной части питающей артерии (ЗМиДПА). Четыре пациента (14,8%) были включены в группу, закрытия дистального сегмента питающей артерии; шесть пациентов (22,2%) составили группу, закрытие «мешка» и дистальной части питающей артерии. В качестве основного венозного доступа у двадцати шести пациентов (96,29%) была использована общая бедренная вена; в одном случае (3,7%), обусловленном наличием двусторонней подвздошно-бедренной венозной окклюзии при наличии предшествующих интервенций, в качестве альтернативного сосудистого доступа была выбрана правая яремная вена. Детализированные данные, касающиеся применённой методики закрытия артериовенозной мальформации и количества имплантированных окклюдизирующих устройств, представлены в таблице 2

Таблица 2. Общие данные характеризующие пациентов и вид вмешательств в зависимости от метода эмболизации артериовенозных мальформаций легких

	ЗДПА	ЗМиДПА	P
Количество пациентов	4	6	0.62
Количество мальформаций	6	8	0.324
Наследственная телеангиоэктазия в анамнезе	1/4	3/6	0,376
Ангиографические характеристики АВМЛ			
Простые	3/6	-	0.08
Сложные	3/6	8/8	

Мешотчатые	-	-	-
Безмешотчатые	-	-	
Диаметр питающей артерии			
Менее 3 мм	5/6	2/8	0.056
Более 3 мм	1/6	6/8	
Количество спиралей	2	3	0.156
Количество окклюдеров	5	6	0.369

Средний показатель насыщения артериальной крови кислородом до операции составил $79 \pm 0,4\%$, среднее давление в легочной артерии составило $13,5 \pm 4,7$ мм. рт. ст.

Сводные данные касательно данных гемодинамики представлены в таблице 3.

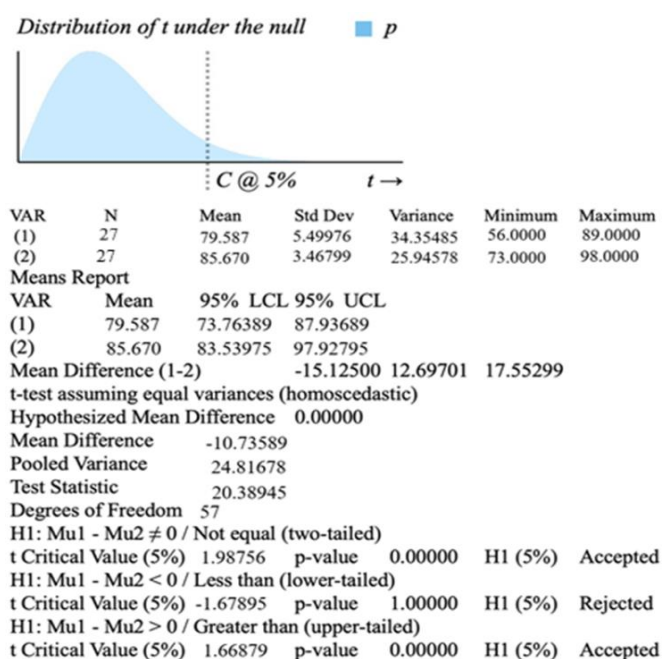
Таблица 3. Сводные данные 27 пациентов, полученные при инвазивной катетеризации правых отделов сердца и легочных артерий

Среднее давление в ЛА (мм рт.ст.)	от 10 до 26 мм.рт.ст., в среднем $13,5 \pm 4,7$ мм. рт. ст.
Насыщение артериальной крови кислородом	от 56 до 89%, в среднем $79,0 \pm 0,4\%$.

По результатам ангиографии средний диаметр артериовенозных мальформаций лёгких составил $3,4 \pm 5,2$ миллиметра, тогда как средний диаметр вено-венозных фистулёзных соустьев достигал $8,5 \pm 7,8$ миллиметра. По данным контрольной ангиопульмонографии – подтверждающей отсутствие ($n=31$; 88,5%) или незначительный ($n=3$; 8,5%) резидуальный сброс по питающем сосуде – без заполнения мешка

мальформации и наличия сброса по венозному руслу. Насыщение артериальной крови кислородом после эмболизации АВМЛ и ВВФ возросло в среднем с $79,0 \pm 0,4\%$ до $85,67 \pm 3,98\%$ (Student's T-Test, $t(27) = 11,342$, $C = 2,345$, $P < 0,001$). Данные представлены на рисунке 2.

Рисунок 2. Графическое отображение статистического анализа динамики изменения показателя SpO2S.



Средне-отдаленные результаты

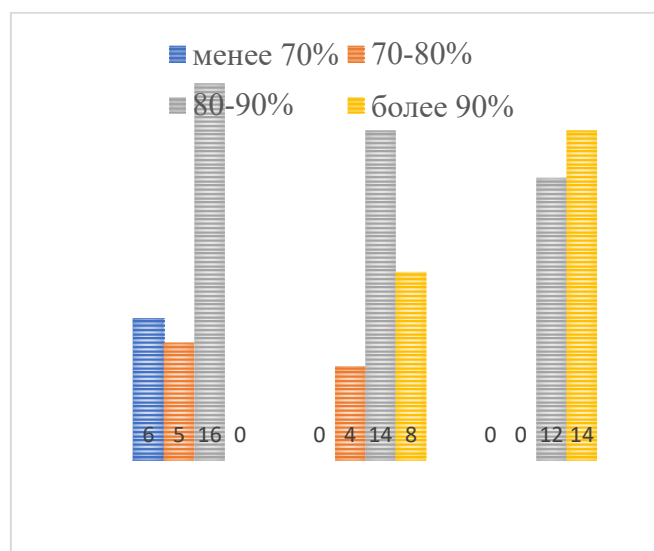
У двух пациентов (7,4%) через промежуток времени $6,1 \pm 2,8$ месяцев выявлена частичная реканализация окклюдера с восстановлением части кровотока через артериовенозную мальформацию. Во всех случаях выявленные осложнения протекали без клинической манифестации и были идентифицированы случайным образом при проведении планового ангиокардиографического исследования с использованием чреспищеводного ультразвукового датчика. При выполнении контрольного ангиокардиографического исследования в среднесрочном и отдалённом периодах наблюдения (временной диапазон шесть-восемь месяцев, в

среднем $6,1 \pm 2,8$ месяцев после первичного вмешательства) зафиксировано статистически значимое увеличение парциального напряжения кислорода (SpO_2) в артериальной крови на $3,35 \pm 0,5$ процентных пункта. (Paired Student's T-Test, $t(27) = 12,254$, $C = 1,557$, $P < 0,001$). В предоперационном периоде парциальное давление кислорода менее 70% регистрировалось у шести пациентов (22,2%), в диапазоне от 70 до 80% - у пяти пациентов (18,5%), в диапазоне от 80 до 90% - у шестнадцати пациентов (59,2%). Ни у одного из обследованных пациентов показатель парциального давления кислорода артериальной крови не превышал 90%.

Непосредственно в раннем послеоперационном периоде после проведённого эндоваскулярного закрытия мальформации парциальное напряжение кислорода в диапазоне от 70 до 80% выявлено у четырёх пациентов (14,8%), что было обусловлено исходно тяжёлым гемодинамическим статусом пациентов с наличием комплексного врождённого порока сердца, подвергшихся ранее хирургической гемодинамической коррекции. В диапазоне от 80 до 90% показатель наблюдался у четырнадцати пациентов (55,5%), превышая значение 90% - у восьми пациентов (29,6%). Парциальное напряжение кислорода менее 70% не выявлено ни у одного пациента. При этом пациент с неудачной попыткой закрытия артериовенозной мальформации был исключён из дальнейшего анализа результатов.

При проведении контрольного ангиокардиографического исследования в средне-отдалённом периоде наблюдения у преобладающей части исследуемой когорты парциальное напряжение кислорода находилось в диапазоне 80–90% и превышало 90% (соответственно: $n=13$ пациентов (48,1%) и $n=14$ пациентов (51,8%)). Показатель парциального напряжения кислорода менее 80% не выявлен ни у одного пациента на этапе контрольного обследования, представлено на рисунке 3.

Рисунок 3. Изменения показателя SpO₂ непосредственно после операции и в отдаленном периоде.



Вместе с тем значимых динамических изменений среднего артериального давления в лёгочной артерии на этапах исследования не выявлено.

Оценка клинической результативности предоставленного эндоваскулярного пособия пациентам с артериовенозными и вено-венозными мальформациями лёгких осуществлялась с применением методов многофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Эндоваскулярное закрытие и эмболизация сосудистых артериовенозных и вено-венозных мальформаций легких продемонстрировали статистически значимую клиническую эффективность. ($p < 0,001$, $r(62) = 0,505$, $C = 0,279$) сопряженную с минимальным количеством осложнений ($p < 0,001$; $r(29) = 0,945$; $C = 0,401$).

При проведении сравнительного анализа клинической эффективности метода спиральной эмболизации в сравнении с методом окклюзионного закрытия специализированными окклюдерами установлено, что

применение окклюдеров для закрытия артериовенозных мальформаций лёгких и вено-венозных фистул продемонстрировало более высокую клиническую результативность ($R=0,76$, 95% ДИ: 0,67–0,87) с учётом сравнительного анализа общего количества требуемых имплантируемых окклюзионных устройств.

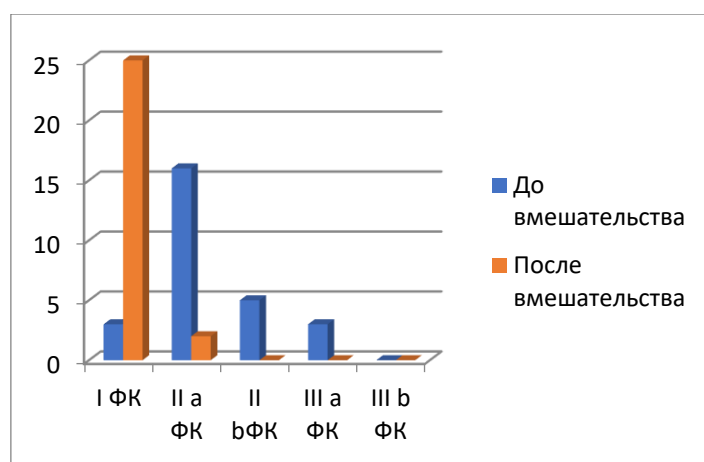
Анализируя двух пациентов (7,4%) с выявленной частичной реканализацией артериовенозной мальформации, необходимо отметить, что в одном случае частичная реканализация зарегистрирована в подгруппе, получившей закрытие дистального сегмента питающей артерии (ЗДПА), тогда как в двух случаях реканализация выявлена в подгруппе комбинированной окклюзии мешка и дистального сегмента питающей артерии (ЗМиДПА). Во всех случаях выявленной реканализации её течение было асимптомным и реканализация обнаружена случайно при проведении планового ангиокардиографического зондирования. Во всех выявленных случаях частичной реканализации артериовенозной мальформации диаметр приносящей артерии составлял величину, превышающую четыре с половиной миллиметра.

Клиническая результативность эндоваскулярного лечения также оценивалась на основании анализа изменения функционального класса сердечной недостаточности согласно классификации Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (NYHA) при контрольном обследовании пациентов во время повторной госпитализации. В исходном периоде три пациента были распределены в функциональный класс I, двадцать один пациент - в функциональный класс II и три пациента находились в функциональном классе III в соответствии с выраженностью клинической симптоматики.

Спустя $6,1 \pm 2,8$ месяцев после проведённого эндоваскулярного закрытия сосудистых мальформаций лёгких выявлена статистически значимая ($F(7, 69) = 26,655$, $S = 2,145$, $P < 0,001$) положительная

клиническая динамика в отношении изменения функционального класса хронической сердечной недостаточности: двадцать пять пациентов были отнесены к функциональному классу I, один пациент - к функциональному классу II(a). Обобщённые данные, отражающие динамические изменения функционального класса хронической сердечной недостаточности, представлены на рисунке 4.

Рисунок 4. Динамика изменения функционального класса сердечной недостаточности после эндоваскулярного лечения АВМЛ.



Выводы

1. При анализе непосредственных результатов отмечается хороший ангиографический результат, подтверждающий полное закрытие (90%) АВМЛ/ВВФ или гемодинамически незначимый сброс (9%) на устройстве закрытия. О непосредственной гемодинамической эффективности закрытия, эмболизации АВМЛ/ВВФ свидетельствовало существенное увеличение показателя SpO₂ по данным интраоперационного мониторинга - в среднем с $79,0 \pm 0,4\%$ до $85,67 \pm 3,98\%$ (Student's T-Test, $t(27) = 11,342$, $C = 2,345$, $P < 0,001$). Исходя из полученных данных, нами выведены основные критерии непосредственной эффективности эндоваскулярной эмболизации/закрытия АВМЛ/ВВФ, а именно - отсутствие сброса контрастного агента на окклюдизирующем устройстве или незначительный

сброс, без АВМЛ во время венозной фазы; увеличение показателя SpO₂ непосредственно после эмболизации/закрытия АВМЛ.

2. При анализе средне-отдаленных результатов отмечается достоверная, положительная динамика в изменении функционального класса сердечной недостаточности у всех 27 пациентов $F(7, 69) = 26,655$, $C = 2,145$, $P < 0,001$). В свою очередь по данным контрольного ангиокардиографического исследования подтверждается стойкий результат эмболизации/закрытия АВМЛ/ВВФ (за исключением 2 случаев частичной реканализации, не повлёкших за собой возврат клинических проявлений), при этом в средне-отдаленном периоде, спустя $6,1 \pm 2,8$ месяцев, отмечено достоверное увеличение показателя SpO₂ на $3,35 \pm 0,5\%$ (Paired Student's T-Test, $t(27) = 12,254$, $C = 1,557$, $P < 0,001$).

3. Интервенционная окклюзия артериовенозных и вено-венозных мальформаций легких продемонстрировала статистически значимую клиническую эффективность ($p < 0,001$, $r(62) = 0,505$, $C = 0,279$), сопряжённую с минимальным количеством ассоциированных осложнений ($p < 0,001$; $r(29) = 0,945$; $C = 0,401$). При проведении сравнительного анализа клинической эффективности метода спиральной эмболизации в сравнении с методом закрытия специализированными окклюдерами установлено, что применение окклюдеров для окклюзии артериовенозных мальформаций лёгких и вено-венозных фистул является более эффективным методом ($R = 0,76$, 95% доверительный интервал: $0,67 - 0,87$) на основании анализа общего количества требуемых имплантируемых окклюзионных устройств. При сравнительной оценке эффективности ЗДПА и ЗМиДПА не выявлены статистически значимые различия в отношении получаемых результатов. ($P = 0,13$).

Практические рекомендации

1. Наиболее предпочтительным методом лечения АВМЛ/ВВФ, развившихся на фоне различных патологических состояний является эндоваскулярный подход.
2. В зависимости от морфологии АВМЛ/ВВФ и диаметра питающего сосуда возможно использовать различные методики эндоваскулярной эмболизации/закрытия с комбинированным применением окклюдеров и спиралей.
3. При условии достаточного диаметра питающей артерии/вены (>3 мм) в качестве основного устройства закрытия мальформации целесообразно рассмотреть окклюдер, поскольку высока вероятность достижения полной окклюзии питающего сосуда с применением меньшего количества окклюзирующих устройств.
4. Основным критерием непосредственной эффективности эндоваскулярного лечения АВМЛ/ВВФ является увеличение показателя SpO₂ сразу после выполнения эндоваскулярной эмболизации/закрытия. Основным ангиографическим маркером успешности процедуры является отсутствие пассажа контрастного вещества на устройстве закрытия, или незначительная проходимость – без подтвержденного сброса контрастного вещества по венозной системе мальформации.
5. Обязательным условием в контексте ведения пациентов с АВМЛ/ВВФ является контрольное ангиокардиографическое исследование спустя, в среднем, 6 месяцев после эндоваскулярного лечения.
6. Основными критериями эффективности эндоваскулярного лечения АВМЛ/ВВФ в средне-отдаленном периоде является стойкое увеличение показателя SpO₂ по сравнению с исходными показателями, повышение толерантности к физическим нагрузкам, а также отсутствие признаков

реканализации АВМЛ/ВВФ по данным контрольной ангиопульмонографии.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Петросян К.В. Хакимов Х.А. Артериовенозные фистулы легких – современное состояние проблемы. Клиническая физиология кровообращения. 2021; 4 (18): 273-280.
2. Петросян К.В., Подзолков В.П., Дадабаев Г.М., Соболев А.В., Хакимов Х.А. Закрытие крупной артериовенозной мальформации левого легкого у пациента после операции Фонтена (клиническое наблюдение). Ангиология и сосудистая хирургия. 2022; 4: 86-91.
3. Голухова Е.З., Алекян Б.Г., Подзолков В.П., Пурсанов М.Г., Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Соболев А.В., Хакимов Х.А. Эндоваскулярное лечение артериовенозных мальформаций легких у пациентов после этапной гемодинамической коррекции сложных ВПС. Эндоваскулярная хирургия 2023; (2): 72-77.
4. Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Хакимов Х.А. Оценка влияния интервенционного лечения артерио-венозных мальформаций легких на качество жизни пациентов используя современные шкалы-опросники. Современная наука: Серия «Естественные и технические науки» 2026; (3): 56-69.