

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Новосибирский научный медицинский исследовательский центр имени
академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской
Федерации

На правах рукописи

Сойнов Илья Александрович

**Комплексный подход и оптимизация хирургического лечения
коарктации аорты у детей первого года жизни.**

Диссертация на соискание ученой степени
доктор медицинских наук
по специальности

3.1.15 - сердечно-сосудистая хирургия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Новосибирск 2024

Работа выполнена в научно-исследовательском отделе новых медицинских технологий
института патологии кровообращения ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина»
Минздрава России

Научный консультант

д-р мед.наук, профессор Горбатов Юрий Николаевич

Официальные оппоненты:

Зеленикин Михаил Михайлович, д-р мед. наук профессор
(ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России; заведующий отделением
хирургии детей раннего возраста с врожденными пороками сердца);

Кривошеков Евгений Владимирович, д-р мед.наук
(ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Минздрава России
(г.Калининград), заведующий кардиохирургическим отделением №3);

Мовсесян Рубен Рудольфович, доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН
(Детский городской многопрофильный клинический специализированный центр
высоких медицинских технологий города Санкт-Петербурга (ДГБ №1), заведующий
отделением кардиохирургии).

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации
(443099 , г. Самара, ул. Чапаева, 89)

Защита состоится 24.04. 2024 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета
21.1.027.01 (Д 208.063.01) при ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава
России.

Адрес: 630055, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15;

e-mail: dissovet@meshalkin.ru

http://meshalkin.ru/nauchnaya_deyatelnost/dissertatsionnyy_sovet/soiskateli

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России
и на сайте http://meshalkin.ru/nauchnaya_deyatelnost/dissertatsionnyy_sovet/soiskateli

Автореферат разослан «__» _____ 20__ года

Ученый секретарь совета
21.1.027.01 (Д 208.063.01)
д-р мед. наук

Альсов Сергей Анатольевич

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.

- АГ – артериальная гипертензия
АД – артериальное давление
АЗЛГ – аортопластика заплатой из легочного гомографта
АПГМ – антеградная перфузия головного мозга
ВОЛЖ – выводной отдел левого желудочка
ГГОК – глубокая гипотермическая остановка кровообращения
ГДА – гипоплазия дуги аорты
ДАК – двойная канюляция аорты
ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки
ДМПП – дефект межпредсердной перегородки
ИВЛ – искусственная вентиляция легких
ИК- искусственное кровообращение
иКДО - индекс конечного диастолического объема
КДР - конечный диастолический размер
КоАо – коарктация аорты
ЛЖ – левый желудочек
МЖП – межжелудочковая перегородка
МК – митральный клапан
МРТ – магниторезонансная томография
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
НМИЦ – национальный медицинский исследовательский центр
ОриТ- отделение реанимации и интенсивной терапии
Р/Н- руки/ноги
СЛК- сердечно-легочный коэффициент
СН – сердечная недостаточность
ТМЖП - толщина межжелудочковой перегородки в диастолу и систолу
ФВ – фракция выброса
ФК – функциональный класс
ХСН – хроническая сердечная недостаточность
ЧАДЛА – частичный аномальный дренаж легочных вен
ЭКГ – электрокардиография
ЭхоКГ – эхокардиография
AS – восходящее скольжение
IL-6 – интерлейкин 6
PGE1- простагландин E1

Актуальность темы исследования

Реконструктивная хирургия у пациентов с обструктивной патологией дуги аорты сопровождается высоким риском послеоперационных осложнений в ближайшем и отдаленном периоде [Soynov и др. 2018]. Осложнения ближайшего послеоперационного периода зависят от выбранной методики защиты мозга и висцеральных органов [Kornilov и др. 2015].

Глубокая гипотермическая остановка кровообращения снижает метаболические потребности и потребление кислорода, повышая толерантность к гипоксии, что позволяет увеличить время безопасной остановки кровообращения до 40-60 минут [Elefteriades и др. 2020]. Однако, несмотря на эти данные, риск развития неврологических осложнений может достигать 33% [Kornilov и др. 2015], а риск развития дисфункции почек достигает 55% [Hammel и др. 2013, Algra и др. 2014]. Для поиска решений этих вопросов был предложен метод антеградной перфузии головного мозга (АПГМ) [Asou и др. 1996]. АПГМ осуществляется с помощью дополнительной канюляции брахиоцефального ствола через сосудистый протез, во время основного этапа скорость перфузии составляет около 30%, температура охлаждения - до 24-26С. Однако существуют данные, что АПГМ не имеет превосходства над ГЦА по эффективности защиты головного мозга, а в некоторых случаях возникают дополнительные нарушения в бассейне правого полушария за счет предполагаемых микроэмболов и повреждения сосудистой стенки в месте канюляции [Algra и др. 2014]. Данные о частоте развития почечных осложнений по сравнению с ГЦА достаточно противоречивы, так как помимо результатов о снижении частоты развития почечных осложнений (АПГМ 27% vs. ГЦА 55%, $p=0,03$) [Algra и др. 2012] имеются сведения о повышении частоты почечной дисфункции при использовании АПГМ (АПГМ 62,9% vs. ГЦА 22,2%, $p=0,02$) [Kornilov и др. 2015].

В 2010 г была впервые предложена методика двойной канюляции, которая показала значительное снижение висцеральных осложнений по сравнению с двумя предыдущими методами защиты [Rajagopal и др. 2010]. В связи с этим в

детской кардиохирургии всё более широко используются новая техника перфузии. Двойная артериальная канюляция (ДАК) осуществляется путем канюляции брахиоцефального ствола (через сосудистый протез) и нисходящей аорты через задний листок перикарда, при этом поддерживается полнопоточная перфузия с поверхностным охлаждением до 30-32С. Данные об улучшении висцерального кровотока (ДАК 5% vs. АПГМ 31%, $p < 0.001$) и снижении частоты неврологических осложнений по сравнению с АПГМ получены из ретроспективных исследований [Hammel и др. 2013, Rajagopal и др. 2010]. Мы считаем, что проведенное проспективное, рандомизированное, клиническое исследование позволит получить качественно новые данные об эффективности метода двойной артериальной канюляции у детей раннего возраста, а также определены критерии для использования данного метода в зависимости от хирургической анатомии порока.

В отдаленном периоде главная проблема таких пациентов остается артериальная гипертензия. По данным Toro-Salazar нарушения вследствие артериальной гипертензии могут приводить к ранним сердечно-сосудистым и цереброваскулярным заболеваниям, ишемической болезни сердца и снижению продолжительности жизни [Toro-Salazar и др. 2002]. В последнее время все методики пластики дуги аорты сводятся к использованию своих тканей. Несмотря на хорошие результаты в ближайшем послеоперационном периоде, отдаленные результаты до сих пор нельзя назвать вполне удовлетворительными. Артериальная гипертензия достигает частоты 90% [Lee и др. 2012]. В настоящее время результаты пластик аорты с использованием инородного материала основаны лишь на данных ретроспективных исследований, где частота артериальной гипертензии не превышает 37%, а в качестве заплат использовались ксеноперикард и дакрон [Ou и др. 2007, Seo и др. 2016, Gorbatykh и др. 2015]. Данные материалы обладают низкими эластическими свойствами и часто подвержены деформации [Seo и др. 2016]. Мы считаем, что использование легочного аллогraftа позволит сохранить нормальную форму дуги аорты и сведет к минимуму частоту развития артериальной гипертензии.

Цель исследования

Разработка оптимальной стратегии хирургического лечения пациентов первого года жизни с коарктацией аорты.

Задачи исследования:

- сравнить результаты глубокой гипотермической остановки кровообращения и перфузии методом двойной канюляции;
- оценить результаты хирургического лечения у пациентов после коррекции коарктации аорты методами «ascending sliding» и аортопластики заплатой из легочного аллогraftа;
- провести анализ предикторов неудовлетворительных результатов (резидуальная артериальная гипертензия, рекоарктация аорты) хирургического лечения коарктации аорты у детей младше 1 года;
- провести сравнительную оценку торакотомного и стернотомного доступа в лечение коарктации аорты методом формирования «extended» анастомоза;
- оценить результаты хирургического лечения критической коарктации аорты у пациентов после паллиативного стентирования и открытого хирургического вмешательства;
- изучить качество жизни детей в отдаленные сроки после хирургической коррекции коарктации аорты.

Научная новизна

Данная работа является первой в России с большим количеством пациентов (более 300 пациентов) с коарктацией аорты у новорожденных и младенцев. Подтверждены эффективность и безопасность процедур коррекции коарктации аорты; определены факторы риска летальности и специфических осложнений в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде. Впервые в мировой практике произведена оценка хирургического лечения критической коарктации аорты. Получены новые сведения о частоте и факторов риска летального исхода, ассоциированных осложнений в

ближайшем послеоперационном периоде. С учетом полученных данных определены преимущества паллиативного стентирования коарктации аорты.

Также впервые в мировой практики произведена оценка безопасности и эффективности «ascending sliding» пластики у пациентов с коарктацией и гипоплазией дуги аорты. Оценены ближайшие и отдаленные осложнения и ассоциированные факторы риска.

Впервые произведена проспективная оценка методов перфузии головного мозга на большой когорте пациентов.

Впервые в России произведен сравнительный анализ стернотомного и торакотомного доступа при коррекции коарктации аорты с гипоплазией дистальной дуги аорты. Выявлены предикторы ближайших и отдаленных осложнений.

Теоретическая и практическая значимость.

На основании выполненного исследования дополнены уже существующие фундаментальные и практические знания коарктации аорты и получены качественно новые данные. Оптимизированы методы перфузии внутренних органов и хирургические методы коррекции коарктации аорты у пациентов до года. Показана эффективность и безопасность использования стентирования перешейка аорты у критических пациентов и хирургического метода «ascending sliding» у пациентов с гипоплазией дуги аорты.

В ходе диссертационной работы определены независимые факторы риска артериальной гипертензии, рекоарктации аорты и специфических осложнений, результативности процедур, что позволило сформулировать практические рекомендации по повышению эффективности и безопасности хирургического лечения коарктации аорты, основанные на относительно высоком уровне доказательности.

Полученные данные внедрены в клиническую практику в кардиохирургическом отделении врожденных пороков сердца ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России. Материалы диссертационной работы использовались для подготовки обучающих лекций для врачей

сердечно-сосудистых хирургов, а также для подготовки докладов на всероссийских и международных конференциях. Диссертационная работа может быть использована для подготовки учебных пособий и методических рекомендаций.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Двойная канюляция является эффективным и безопасным методом перфузии головного мозга и внутренних органов при коррекции коарктации аорты, снижая частоту неврологических и почечных осложнений.
2. Рекоарктация аорты и артериальная гипертензия не зависят от хирургической методики при коррекции коарктации аорты.
3. Коррекция коарктации аорты методом «ascending sliding» имеет выше шанс компрессии бронхов или трахеи в раннем послеоперационном периоде, в то время как пациенты после коррекции методом аортопластики заплатой из легочного гомографта имели более высокую частоту артериальной гипертензии и рекоарктации аорты.
4. Качество жизни детей не страдает в отдаленном периоде времени после коррекции коарктации аорты методами «ascending sliding» и аортопластики заплатой из легочного гомографта. Когнитивные проблемы и проблемы с общением в обеих группах могут быть связаны с отдаленными осложнениями.
5. Паллиативное стентирование аорты является безопасным и эффективным методом лечения пациентов с критической коарктацией аорты, которая может стать хорошей альтернативой открытому хирургическому вмешательству, снижая частоту летальности и ранних послеоперационных осложнений и не увеличивая частоту отдаленных осложнений.
6. Пациенты с коарктацией и гипоплазией дистальной дуги аорты оперированные из стернотомного доступа достоверно снижает риск развития рекоарктации аорты в отдаленном периоде

Личный вклад автора

Личное участие автора осуществлялось на всех этапах работы и включало в себя анализ литературных источников, отбор, обследование и включение в исследование пациентов с коарктацией аорты. Автор в качестве врача-сердечно-сосудистого хирурга занимался ведением пациентов на госпитальном и отдаленном послеоперационном периодах, участвовал непосредственно в хирургическом лечении пациентов в качестве основного хирурга или первого ассистента осуществлял составление электронной базы данных. Автором был проведен статистический анализ данных обследования и результатов лечения пациентов, полученные данные были интерпретированы. Личное участие автора в получении научных результатов, представленных в диссертации, подтверждается соавторством в публикациях по теме диссертации.

Основное содержание работы

Диссертация изложена на 297 страницах машинописного текста. Указатель литературы содержит 33 отечественных и 410 зарубежных источников. Работа проиллюстрирована 86 таблицами и 79 рисунками.

В анализ были включены 308 пациентов с коарктацией аорты, которые были разделены на 4 блока исследований (рис. 1).

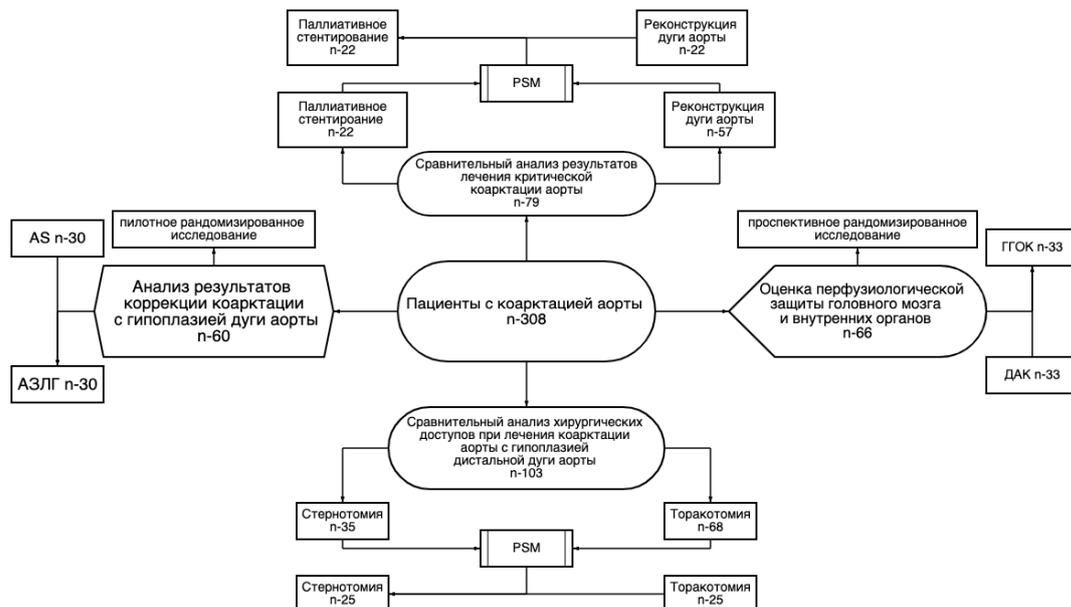


Рисунок 1. Блок-схем клинических исследований. PSM – propensity score matching анализ, AS – ascending sliding, АЗЛГ- аортопластика заплатой из легочного гомографта, ГГОК – глубокая гипотермическая остановка кровообращения, ДАК – двойная канюляция аорты.

Общая характеристика пациентов. Анализ непосредственных и отдаленных результатов коррекции коарктации аорты

В представленном одноцентровом, когортном, ретроспективном исследовании выполнена оценка результатов 308 пациентов после хирургического лечения коарктации аорты (рис. 2). Набор данных осуществлялся с января 2008 по март 2023 г в ФГБУ «НМИЦ им акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России.

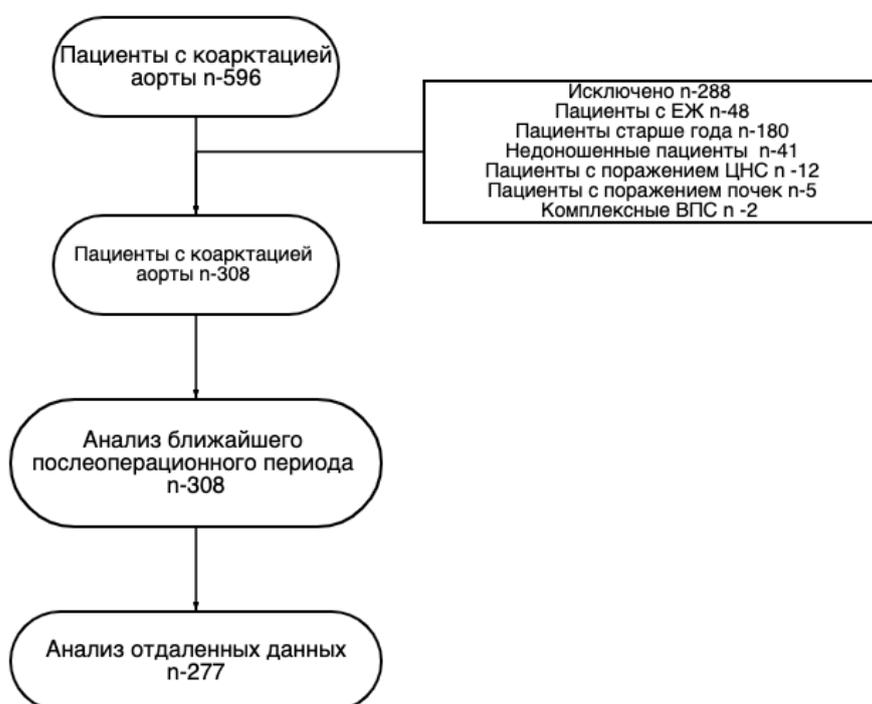


Рисунок 2. Дизайн исследования.

Критерии включения: Новорожденные и младенцы с коарктацией аорты.

Критерии исключения:

- Пациенты с унивентрикулярной гемодинамикой;
- Пациенты с сепсисом или пневмонией;
- Пациенты с патологией почек
- Пациенты с тяжелой неврологической патологией
- Глубокая недоношенность (гестационный возраст < 32 недель);

Первичная конечная точка: отдаленные осложнения (артериальная гипертензия, рекоарктация аорты, аневризмы аорты)

Вторичные конечные точки: летальность, осложнения ближайшего послеоперационного периода.

Базовые и демографические характеристики общей когорты пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Базовые и демографические характеристики пациентов до операции.

Характеристики	Коарктация аорты, n-308
Возраст (дни)	11(7;23)
Рост (см)	52(50;54)
Вес (кг)	3.4(2.8;3.75)
Площадь поверхности тела	0.21(0.2;0.23)
Пол (муж), n (%)	190 (61.7%)
Ивл до операции, n (%)	83 (26.9%)
Фиброэластоз, n (%)	50 (16.2%)
СЛК до операции	58.1(57;60)
ФВ ЛЖ до операции (%)	63(58;67)
иКДО ЛЖ до операции (мл/м ²)	34.7(31;42)
Zscore проксимальной дуги	-3.5(-4.1;-2.9)
Zscore дистальной дуги	-3.8(-4.6;-3.2)
Zscore перешейка аорты	-5.8(-7.1;-4.9)
Градиент верхние/нижние конечности (мм.рт.ст)	37 (33;45)
Септальные дефекты, n (%)	225 (73%)
Двустворчатый клапан, n (%)	145 (47%)
Простагландин E1, n (%)	184 (59.75%)
Продолжительность инфузии простагландина E1	3(2;5)
Новорожденные, n (%)	256 (83.1%)
Недоношенные, n (%)	47 (15.2%)
Артериальный проток, n (%)	174 (56.5%)

ФВ – фракция выброса, ЛЖ – левый желудочек, иКДО - индекс конечного диастолического объема, ИВЛ – искусственная вентиляция легких, СЛК – сердечно-легочный коэффициент.

Госпитальная летальность после коррекции коарктации аорты составила 10.05% (31 пациент). Летальность при экстренной хирургии у пациентов с критической коарктацией аорты составила 29.1% (23 из 79 пациентов), при плановой хирургии составила 3.5% (8 из 229 пациентов).

Осложнения раннего послеоперационного периода представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Осложнения раннего послеоперационного периода.

Характеристики	Коарктация аорты, n-308
Повреждение возвратного нерва, n (%)	25 (8.1%)
Пневмония, n (%)	35 (11.3%)
Абдоминальный синдром, n (%)	43 (14%)
Острая почечная недостаточность, n (%)	126 (40.9%)
Нагноение мягких тканей, n (%)	9 (2.9%)
Тромбоз бедренных артерий, n (%)	4 (1.3%)
Полиорганная недостаточность, n (%)	34 (11%)
Хилоторакс, n (%)	10 (3.2%)
Компрессия бронхов или трахеи, n (%)	21 (6.8%)
Парадоксальная гипертензия, n (%)	81 (26.3%)
Неврологические осложнения, n (%)	28 (9.1%)

В отдаленном периоде не было летальных исходов. Средний период наблюдения пациентов составил 34 (31;39) месяцев. Отдаленные осложнения представлены в таблицы 3.

Таблица 3.

Осложнения отдаленного послеоперационного периода.

Характеристики	Коарктация аорты (n-277)
Артериальная гипертензия	62 (22.4%)
Стеноз подключичной артерии	4 (1.4%)
Аневризмы аорты	1 (0.4%)
Рекоарктация аорты	25 (9%)

Факторы риска рекоарктации аорты представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для рекоарктации аорты

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОР (95%ДИ)	p	ОР (95%ДИ)	p
Вес	0.89 (0.77;0.98)	0.006	0.54 (0.1;1.2)	0.342
Романическая дуга	0.09 (0.01;0.52)	0.031	0.12 (0.04;1.09)	0.671
Рассасывающийся шовный материал	4.1 (1.3;26)	0.028	9.1 (0.4;203.8)	0.722
Боковой доступ	11 (5.3;98)	0.004	16 (0.98;275)	0.081

Из таблицы 4 видно, что многофакторный анализ не выявил факторов риска рекоарктации аорты, однако факторами риска при однофакторном анализе являлись: вес ребенка на момент операции, операции из бокового доступа, романическая дуга аорты, рассасывающийся шовный материал.

Факторы риска артериальной гипертензии представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для артериальной гипертензии.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОР (95%ДИ)	p	ОР (95%ДИ)	p
Фиброэластоз	6.1 (1.5;27)	0.038	28 (0.8;108)	0.112
Возраст	1.05(1.01;1.12)	0.033	1.13 (0.96;1.47)	0.091
Амбразурная дуга	4.4 (1.3;19)	0.042	10.7 (0.6; 89)	0.452
Готическая дуга	21 (3.6;146)	0.001	33 (6.7;179)	0.012
Индекс массы миокарда левого желудочка	1.9 (1.4;4.5)	0.003	2.1 (1.09;8.3)	0.047

Как видно из таблицы 5, факторами риска артериальной гипертензии были готическая дуга аорты, увеличивающая риск артериальной гипертензии в 33 раза и индекс массы миокарда левого желудочка, которая увеличивала риск артериальной гипертензии в 2.1 раз.

Оценка перфузиологической защиты головного мозга и внутренних органов у новорожденных и младенцев после хирургической коррекции коарктации аорты

В представленном одноцентровом, проспективном рандомизированном исследовании выполнена оценка результатов хирургического лечения врожденной патологии дуги аорты в условиях искусственного кровообращения. Общий размер выборки составил 66 пациента (рис. 3).

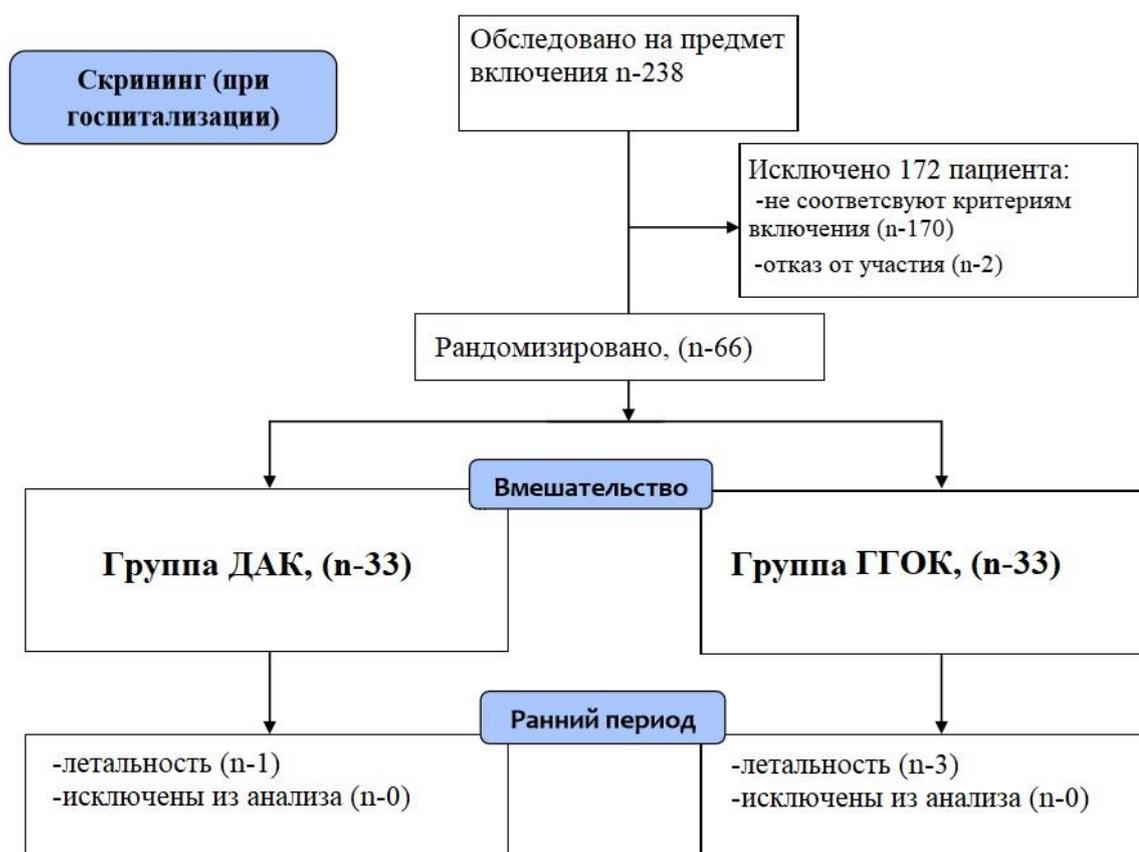


Рисунок 3. Дизайн исследования.

Первичная конечная точка: острое повреждение почек (pRIFLE)

Вторичная конечная точка: неврологические осложнения (МРТ до и после операции), госпитальная летальность.

Критериями включения явились:

- возраст до 1 года;
- наличие обструктивной патологии дуги аорты, требующей хирургической коррекции в условиях искусственного кровообращения.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- изолированная коарктация аорты с умеренной гипоплазией дуги аорты (z-score диаметра дистальной или проксимальной части дуги аорты > -2.0);
- унiventрикулярные пороки;

- комплексные пороки сердца, включающие обструкцию системного кровотока на уровне дуги аорты (комплекс Шона, атриовентрикулярная коммуникация, транспозиция магистральных сосудов);
- дисфункция левого желудочка (снижение фракции выброса < 55%);
- гипоксически-геморрагические и органические поражения центральной нервной системы;
- глубокая недоношенность (гестационный возраст < 32 недель);
- отказ родителей от участия в исследовании

Базовые и демографические характеристики представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Базовые и демографические характеристики пациентов до операции.

Характеристики	ДАК (n=33)	ГГОК (n=33)	p
Возраст (дни)	8 (5;28)	10 (7;24)	0.553
Вес (кг)	3.5 (2.9; 4.1)	3.2 (2.6;3.6)	0.032
Маловесные пациенты, n (%)	2 (6%)	6 (18.2%)	0.261
Рост (см)	52 (50;54)	51 (50;53)	0.063
Пол (муж), n (%)	21 (63.6%)	18 (54.5%)	0.841
Площадь поверхности тела	0.23 (0.2;0.24)	0.23 (0.21;0.24)	0.285
Новорожденные, n (%)	25 (75.7%)	27 (81.8%)	0.852
Недоношенные, n (%)	4 (12.1%)	4 (12.1%)	>0.99
Критические пациенты, n (%)	6 (18.2%)	5 (15.15%)	>0.99
Размер артериального протока (мм)	4 (3;6)	5 (3;7)	0.445
Артериальный проток, n (%)	24 (72.7%)	21 (63.6%)	0.842
Септальные дефекты, n (%)	25(75.7%)	27 (81.8%)	0.851
Z score проксимальной дуги аорты	-3 (-4.2;-2.4)	-2.4 (-2.6;-2.1)	0.005
Z score дистальной дуги аорты	-2.9 (-3.6;-2.3)	-2.9 (-3.9;-2.3)	0.802
Z score нисходящей аорты	0.13 (-0.5;0.6)	0.2 (-0.6;1.5)	0.232
Фракция выброса ЛЖ, %	75 (70;76)	74 (71;76)	0.711
иКДО ЛЖ (мл/м ²)	23 (19;25)	22 (19;25)	0.834
PaO ₂ (мм.рт.ст)	95 (68;120)	120 (102;132)	0.022
PaCO ₂ (мм.рт.ст)	41 (38;43)	47 (44;51)	0.007
Сатурация, %	92 (87;98)	92 (88;95)	0.452
Лактат (ммоль/л)	1.9 (1.2;2.6)	2.1 (1.8;2.6)	0.127
Церебральная инфракрасная спектроскопия до операции, %	92 (85;97)	90 (85;96)	0.139
Инфракрасная спектроскопия (спина) до операции, %	93 (90;95)	92 (90;96)	0.351
Креатинин до операции	62 (54;74)	58 (49;73)	0.665
Сопутствующая патология:			

-ДМПП, n (%)	4 (12.1%)	5 (15.1%)	>0.99
-ДМЖП, n (%)	5 (15.15%)	6 (18.2%)	>0.99
-ДМЖП+ДМПП, n (%)	16 (48.5%)	16 (48.5%)	>0.99
-Изолированная ГДА, n (%)	8 (24.25%)	6 (18.2%)	0.772

Периоперационные характеристики когорты представлены в таблице 7.

Таблица 7.

Периоперационные характеристики когорты.

Характеристики	ДАК (n=33)	ГГОК (n=33)	p
Z score проксимальной дуги аорты	0.1 (-0.9;1)	-0.3 (-1;0.4)	0.214
Z score дистальной дуги аорты	1 (0.4;1.3)	0.2 (0;0.56)	0.002
Z score нисходящей аорты	0.4 (-0.1;0.62)	0.4 (-0.05;0.7)	0.905
Хирургический диастаз грудины, n (%)	19 (57.6%)	21 (63.6%)	0.844
Время хирургического диастаза грудины (дни)	2 (1;3)	2 (1;3)	0.113
Фракция выброса ЛЖ, %	70 (68;72)	69(68;71)	0.622
иКДО ЛЖ (мл/м2)	23 (20;24)	23 (20;25)	0.764
ИВЛ (дни)	3 (2;5.5)	5 (4.5;8)	0.375
Длительность лечения в реанимации (дни)	7 (5;9)	8 (6;10)	0.390
Инотропная поддержка (дни)	5 (3.5;7.5)	5 (4;7)	0.278
Максимальный индекс инотропной поддержки через 24 часа	7.5 (5;15)	12 (5.5;17.5)	0.319
Максимальный индекс инотропной поддержки через 48 часов	6 (4.25;9)	10.5 (6.5;16.5)	0.002
Максимальный индекс инотропной поддержки через 72 часа	3 (0.5;7.5)	10 (5.25;14.5)	0.001
Кровотечение (мл/кг)	17.3 (11.4;25.2)	22.4 (16.9;32.4)	0.033
Креатинин 24 часа	78 (71;87)	98 (77;120)	0.018
Креатинин 48 часа	73 (64;87)	99 (74;117)	0.025
Креатинин 72 часа	70 (65;84)	92 (69;112)	0.025
pRIFLe, n (%)	9 (27.3%)	23 (69.7%)	0.051
Risk, n (%)	3 (9.1%)	4 (12.1%)	>0.99
Injury, n (%)	5 (15.15%)	11 (33.3%)	0.262
Failure, n (%)	1 (3%)	8 (24.25%)	0.035
Перитониальный диализ, n (%)	6 (18.2%)	19 (57.6%)	0.032
Время перитониального диализа (дни)	6 (4;8)	5 (4;7)	0.624
Церебральная инфракрасная спектроскопия после операции, %	92 (87;93)	90(80;93)	0.081
Инфракрасная спектроскопия (спина) после операции, %	93(91;95)	90 (83;93)	0.021

Неврологическое события по данным МРТ, n (%)	5 (15.15%)	18 (54.5%)	0.026
из них			
Эмболический инфаркт, n (%)	0 (0%)	4 (12.1%)	0.112
Инфаркт водораздельных зон, n (%)	0 (0%)	6 (18.2%)	0.028
Кортикальный ламинарный некроз, n (%)	1 (3%)	2 (6%)	>0.99
Субдуральная гематома, n (%)	3 (9.1%)	3 (9.1%)	>0.99
Внутрижелудочковые кровоизлияния, n (%)	1 (3%)	3 (9.1%)	0.612
Госпитализация (дни)	19.5 (15;24)	25.5 (21;32)	0.001

Факторы риска любого неврологического события представлены в таблице 8.

Таблица 8.
Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для любого неврологического события.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОР (95%ДИ)	p	ОР (95%ДИ)	p
Температура	0.89 (0.79;0.99)	0.039	1.12 (0.91;1.3)	0.255
Группа ГГОК	6.7 (2.1;21.7)	0.001	8.8 (1.8;77)	0.048
Церебральная спектроскопия во время основного этапа операции	0.95 (0.92;0.98)	0.001	0.96 (0.93;1.01)	0.057

Единственным фактором риска при многофакторном анализе была группа ГГОК, которая увеличивает риск неврологического события в 8.8 раз.

Факторы риска почечной дисфункции (pRIFLE) представлены в таблице 9.

Таблица 9.
Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для почечной дисфункции (pRIFLE)

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОР (95%ДИ)	p	ОР (95%ДИ)	p
Температура	0.88 (0.79;0.9)	0.024	1.01 (0.81;1.25)	0.913
Группа ГГОК	6.1 (2.1;17.8)	0.001	10.6 (1.3;83)	0.024
Длительность инотропной поддержки	1.25 (1.04;1.56)	0.009	1.3 (1.01;1.66)	0.039
Инотропный индекс (24 часа)	1.1 (1.02;1.17)	0.007	1.07 (0.99;1.16)	0.084
PCO2 после операции	0.91 (0.85;0.99)	0.031	0.95 (0.86;1.05)	0.380

При многофакторном анализе для почечной дисфункции (pRIFLE) факторами риска была группа ГГОК, которая увеличивает риск неврологического

события в 10.6 раз и длительность инотропной поддержки, которая увеличивала риск почечной дисфункции на 30%.

Факторы риска кровотечения в послеоперационном периоде представлены в таблице 10.

Таблица 10.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ для кровотечения в послеоперационном периоде.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	β coef (95%ДИ)	p	β coef (95%ДИ)	p
Площадь поверхности тела	13 (4.18;21)	0.004	9.3 (-13;5.6)	0.852
Группа ГГОК	7.7 (1.8;13.6)	0.011	-5 (-8.99;1.1)	0.377
Время ИК	0.27 (0.24;0.35)	0.001	0.27 (0.22;0.31)	0.001
Температура	-0.94 (-1.5;-0.36)	0.002	-0.18 (-0.55;0.22)	0.311
Время окклюзии аорты	0.36 (0.25;0.46)	0.001	0.037 (-0.04;0.711)	0.339

Единственным фактором риска было время искусственного кровообращения, которое увеличивало риск кровотечения на 27%.

**Анализ результатов коррекции коарктации с гипоплазией дуги аорты:
«ascending sliding» против пластики дуги аорты заплатой из легочного
гомографта**

В представленном одноцентровом, пилотном, проспективном рандомизированном исследовании выполнена оценка результатов хирургического лечения коарктации с гипоплазией дуги аорты в условиях искусственного кровообращения.

Согласно дизайну исследования, в зависимости от способа коррекции коарктации аорты, все пациенты разделены на две группы (рис. 4):

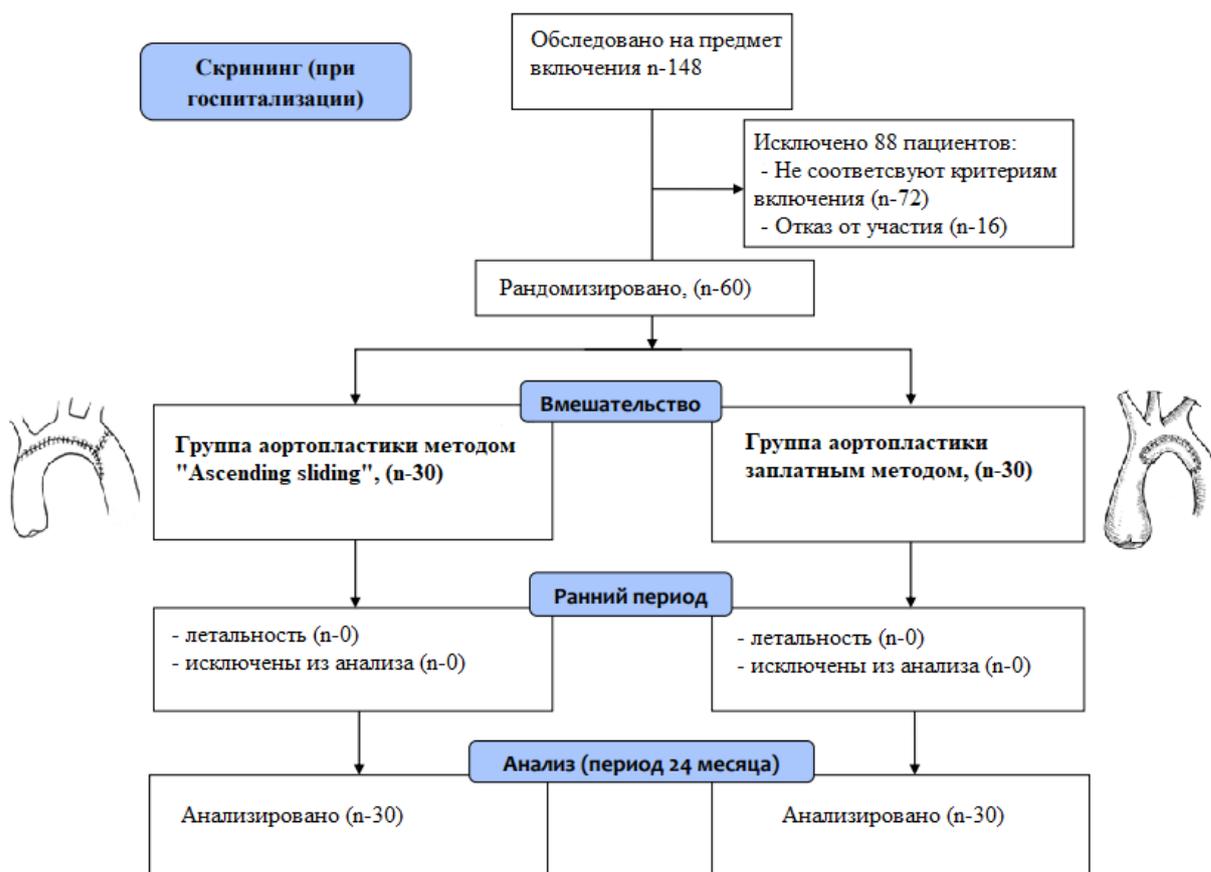


Рисунок 4. Дизайн исследования.

- **Первичная конечная точка:** артериальная гипертензия
- **Вторичная конечная точка:**
 - Изменения эластических свойств аорты
 - Ремоделирование дуги аорты
 - Рекоарктация аорты

Критерии включения: Новорожденные и младенцы с коарктацией и гипоплазией дуги аорты, коррекция которой возможна только в условиях искусственного кровообращения.

Критерии исключения:

- Пациенты с унивентрикулярной гемодинамикой;
- Пациенты с сепсисом или пневмонией;
- Пациенты с патологией почек
- Пациенты с тяжелой неврологической патологией

- Критические пациенты с полиорганной недостаточностью
- Глубокая недоношенность (гестационный возраст <32 недель);
- Отказ родителей от участия в исследовании.

Базовые и демографические характеристики представлены в таблице 11.

Таблица 11.

Базовые и демографические характеристики пациентов до операции.

Характеристики	AS, n-30	A3ЛГ, n-30	P
Возраст (дни)	11(8;15)	18.5(7;35)	0.193
Рост (см)	52(50;54)	52.(49;56)	0.931
Вес (кг)	3.5(3;3.85)	3.2(2.7;3.8)	0.332
Площадь поверхности тела	0.22(0.2;0.23)	0.22(0.2;0.24)	0.733
Пол (муж), n (%)	17(56.6%)	17(56.6%)	>0.99
Ивл до операции, n (%)	9 (30%)	7 (23.3%)	0.772
Фиброэластоз, n (%)	4 (13.3%)	7 (23.3%)	0.501
СЛК до операции	59.5(58;62)	59.5(56;61)	0.443
ФВ ЛЖ до операции (%)	66.5(59;71)	68(60;71)	0.652
иКДО ЛЖ до операции (мл/м ²)	36.6(27.2;45)	41.6(31.8;50)	0.133
Zscore проксимальной дуги	-3.75(-4.5;-3)	-3(-3.7;-2.3)	0.029
Zscore дистальной дуги	-3.28(-4.5;-2.8)	-3.1(-4;-2.6)	0.314
Zscore перешейка аорты	-5.9(-7.6;-5.2)	-5.2(-6;4.5)	0.061
ДМПШ, n (%)	21 (70%)	18(60%)	0.832
ДМЖП, n (%)	18(60%)	14(46.6%)	0.432
Двустворчатый клапан, n (%)	11 (36.6%)	13 (43.3%)	0.791
Простагландин E ₁ , n (%)	21 (70%)	22 (73.3%)	>0.99
Продолжительность инфузии простагландина E ₁	3(1.8;8.5)	4 (2;9)	0.783

Результаты раннего послеоперационного периода представлены в таблице 12.

Таблица 12.

Результаты раннего послеоперационного периода.

Характеристики	AS, n-30	A3ЛГ, n-30	P
Индекс кардиотонической поддержки в первые 24 часа	5.5(2.5;9.5)	7.5(3.5;15)	0.394
Продолжительность ИВЛ (ч)	72(48;120)	84.5(38;168)	0.339
Период наблюдения в ОРИТ (дни) (рис. 34)	5(4;9)	7(5;11)	0.029
СЛК после операции	54(52;57)	54(52;58)	0.844
ФВ ЛЖ после операции (%)	72.5(70;78)	70(63;76)	0.141
иКДО ЛЖ после операции	38.5 (30.8;46.5)	40.1(31.2;47.9)	0.624
Z-score проксимальной дуги после операции	0.2(-0.5;0.7)	0.3(-0.4;0.9)	0.516
Z-score дистальной дуги после операции	0.39(-0.15;0.58)	0.6(0;1.2)	0.037
Осложнения раннего п/о периода, n (%)	25 (83.3%)	25 (83.3%)	>0.99

Повреждение возвратного нерва, n (%)	7 (23.3%)	6 (20%)	>0.99
Пневмония, n (%)	2 (6.6%)	5 (16.6%)	0.426
Абдоминальный синдром, n (%)	5 (16.6%)	8 (26.6%)	0.535
Острая почечная недостаточность, n (%)	9 (30%)	11 (36.6%)	0.783
Нагноение мягких тканей, n (%)	1 (3.3%)	2 (6.6%)	>0.99
Тромбоз бедренных артерий, n (%)	1 (3.3%)	1 (3.3%)	>0.99
Полиорганная недостаточность, n (%)	2 (6.6%)	5 (16.6%)	0.428
Хилоторакс, n (%)	2 (6.6%)	4 (13.3%)	0.679
Компрессия бронхов или трахеи, n (%)	6 (20%)	0(0%)	0.024
Парадоксальная гипертензия, n (%)	16 (51.3%)	14(46.6%)	0.791
Время госпитального периода (дни)	23(19;29)	22.5(18;28)	0.662

Однофакторный и многофакторный анализ для компрессии бронхов и трахеи представлены в Таблице 13.

Таблица 13.

Однофакторный и многофакторный логистический регрессионный анализ для компрессии бронхов или трахеи

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОШ (95%ДИ)	p	ОШ (95%ДИ)	p
Вес	0.05 (0.005;0.58)	0.015	0.06 (0.005;0.71)	0.026
Возраст	0.95 (0.88;1.04)	0.317	0.97 (0.89;1.06)	0.602
Пол	0.34 (0.05;2.04)	0.240	0.84 (0.11;6.4)	0.869

Единственным фактором риска при многофакторном анализе был вес, который снижал риск компрессии бронхов или трахеи в 6 раз.

Эластические свойства аорты представлены в таблице 14.

Таблица 14.

Эластические свойства восходящей и нисходящей аорты.

Характеристики		AS, n-30	АЗЛГ, n-30	P
Восходящая аорта				
До операции	Ригидность	5.4(4.7;6.5)	5.65(4.8;6.4)	0.673
	Растяжимость	44(37;52)	40(32;47)	0.056
После операции	Ригидность	2.5(2.3;2.9)	2.2(2;2.4)	0.001
	Растяжимость	85.5(71;100)	103(98;119)	0.001
12 месяцев	Ригидность	3.25(2.65;3.5)	4.05(3.3;5.4)	0.001
	Растяжимость	64.5(54;81)	42(35;59)	0.001
24 месяца	Ригидность	3.35(3;4.1)	4.65(3.9;6.1)	0.001
	Растяжимость	62.5(49;69)	35.5(29;54)	0.001
Нисходящая аорта				
До операции	Ригидность	2.1(1.7;2.2)	2(1.7;2.2)	0.568
	Растяжимость	132.5(92;174)	143(109;170)	0.464
После операции	Ригидность	1.95(1.5;2.1)	1.9(1.7;2)	0.468
	Растяжимость	115(100;139)	125(109;156)	0.149

12 месяцев	Ригидность	2.25(2;2.5)	2.55(2.4;3)	0.001
	Растяжимость	92.5(72;114)	77(68;93)	0.001
24 месяца	Ригидность	2.5(2.2;2.7)	3.5(3;4.4)	0.001
	Растяжимость	86.5(76;100)	58.5(40;74)	0.001

Ремоделирование дуги аорты оценивалось с помощью МСКТ исследования на контрольной точки 24 месяца. Результаты представлены в таблице 15.

Таблица 15.

Ремоделирование дуги аорты.

Характеристики	AS (n-30)	АЗЛГ (n-30)	P
Готическая дуга аорты (рис. 41)	0(0%)	1 (3.3%)	>0.99
Амбразурная дуга аорты (рис. 42)	5 (16.6%)	11 (36.7%)	0.14
Романическая дуга аорты (рис. 43)	25 (84%)	18(60%)	0.047

Летальности в отдаленном периоде не было. Отдаленные осложнения были у 4 (13.3%) пациентов в группе «ascending sliding» и у 18(60%) пациентов в группе «аортопластики заплатой из легочного гомографта», $p < 0.01$. Отдаленные осложнения представлены в таблице 16.

Таблица 16.

Осложнения отдаленного периода.

Характеристики	AS (n-30)	АЗЛГ (n-30)	P
Артериальная гипертензия	4 (13.3%)	17(56.6%)	0.001
Скрытая артериальная гипертензия	3 (10%)	7 (23.3%)	0.299
Явная артериальная гипертензия	1 (3.3%)	10 (33.3%)	0.018
Аневризмы аорты	0(0%)	0(0%)	>0.99
Рекоарктация аорты	0(0%)	9 (30%)	0.002

Анализ свободы от рекоарктации представлен на рисунке 5.

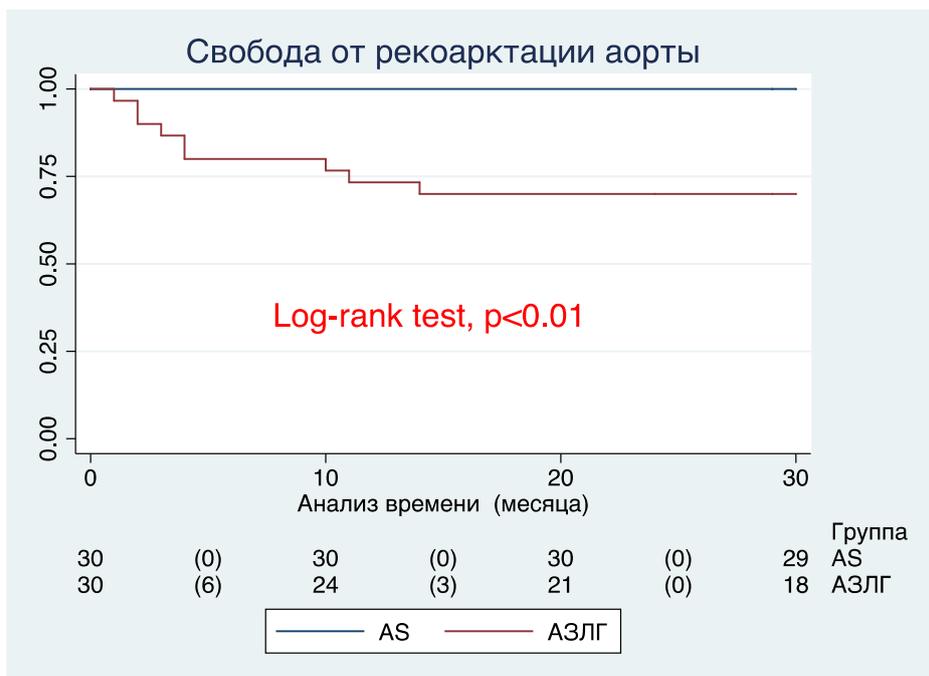


Рисунок 5. Кривая Kaplan-Meier свобода от рекоарктации аорты в двух группах

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для рекоарктации аорты представлен в таблице 17.

Таблица 17.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса рекоарктации аорты.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОР (95% ДИ)	p	ОР (95% ДИ)	p
Вес	0.61 (0.19;1.8)	0.382	0.23 (0.03;1.4)	0.141
Возраст	1.09 (0.98;1.05)	0.303	1.06 (0.99;1.14)	0.052
Романическая дуга	0.07 (0.01;0.44)	0.003	0.06 (0.004;0.99)	0.049
Рассасывающийся шовный материал	41.1 (6.3;267.9)	0.001	29.1 (3.4;203.8)	0.003

Факторами риска рекоарктации аорты являются романическая дуга аорты, которая снижает риск рекоарктации аорты на 93%, в то время как рассасывающийся шовный материал увеличивал риск рекоарктации аорты в 29.1 раз.

Анализ свободы от артериальной гипертензии представлен на рисунке 6.

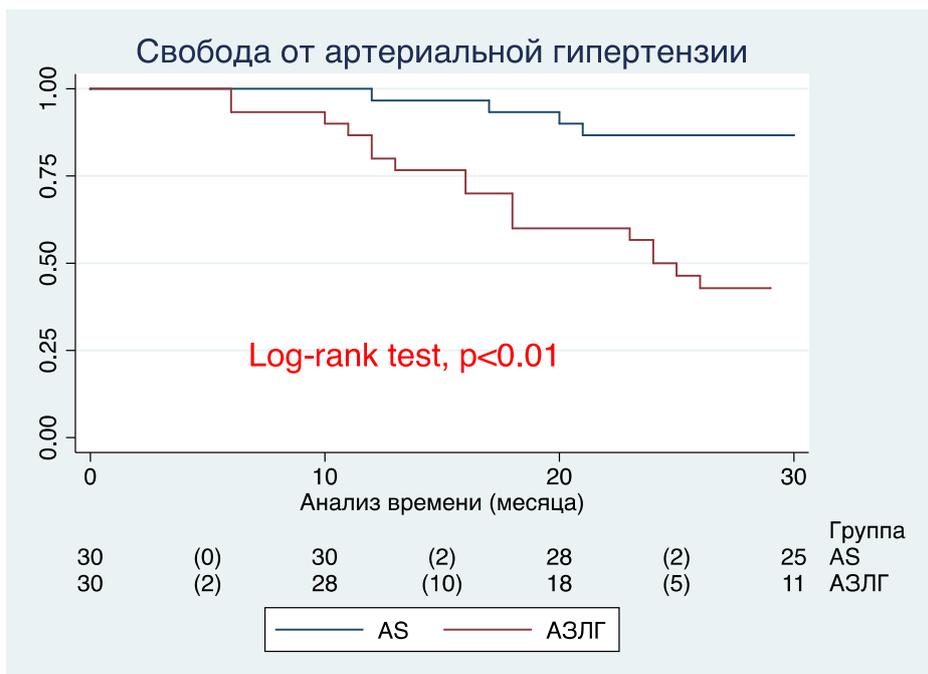


Рисунок 6. Кривая Kaplan-Meier свобода от артериальной гипертензии в двух группах

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для артериальной гипертензии представлен в таблице 18.

Таблица 18.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для артериальной гипертензии.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОР (95% ДИ)	p	ОР (95% ДИ)	p
Фиброэластоз	7.4 (1.7;32.2)	0.008	35.2 (1.8;67)	0.029
Возраст	1.04 (1.01;1.08)	0.027	1.1 (0.99;1.37)	0.056
Амбразурная дуга	37 (6.85;200)	0.001	43.1 (3.2;162)	0.021
Ригидность восходящей аорты через 12 месяцев	10.2 (2.9;35.9)	0.001	14.8 (1.4;155)	0.024
Индекс массы миокарда левого желудочка	4.5 (1.4;14.9)	0.012	5.6 (0.99;29)	0.061

Факторами риска артериальной гипертензии были фиброэластоз эндокарда левого желудочка, увеличивающий риск артериальной гипертензии в 35.2 раз, амбразурная дуга, увеличивающая риск артериальной гипертензии в 43.1 раза, ригидность восходящей аорты через 12 месяцев после операции увеличивающая риск артериальной гипертензии в 14.8 раз.

Диаграмма распределения компонентов оценки качества жизни представлены на рисунке 7.

**ДИАГРАММА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ В ГРУППАХ.**

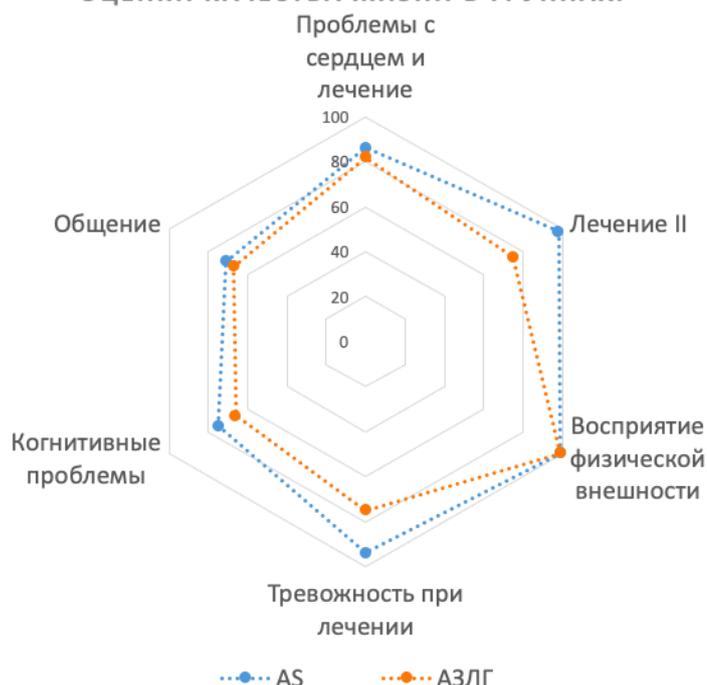


Рисунок 7. Распределение компонентов качества жизни в двух группах

Анализ качества жизни у пациентов с коарктацией аорты в отдаленном периоде представлен в таблице 19.

Таблица 19.

Анализ качества жизни у пациентов с коарктацией аорты в отдаленном периоде.

Характеристики	Группа AS (n-30)	Группа AZLG (n-30)	P
Проблемы с сердцем и лечение	85.7 (82.1;92.8)	82.1 (75;85.7)	0.003
Лечение II	98 (95;100)	75 (50;100)	0.0005
Восприятие физической внешности	99(98;100)	99(98;100)	>0.99
Тревожность при лечении	93.7 (87.5;94)	75 (68.7; 93.7)	0.002
Когнитивные проблемы	75 (66.6; 81)	66.6 (58.3;75)	0.004
Общение	70.8 (66.6; 75)	67.5 (58.3;83.3)	0.102

**Сравнительный анализ результатов лечения критической коарктации
аорты: паллиативное стентирование и хирургическая коррекция:
propensity score matching анализ**

Настоящее одноцентровое, ретроспективное исследование проведено в Национальном медицинском исследовательском центре имени академика Е.Н. Мешалкина. С января 2008 г. по март 2023 г. в отделении врожденных пороков

сердца выполнено хирургическое лечение 79 пациентам с критической коарктацией аорты (рис. 8).

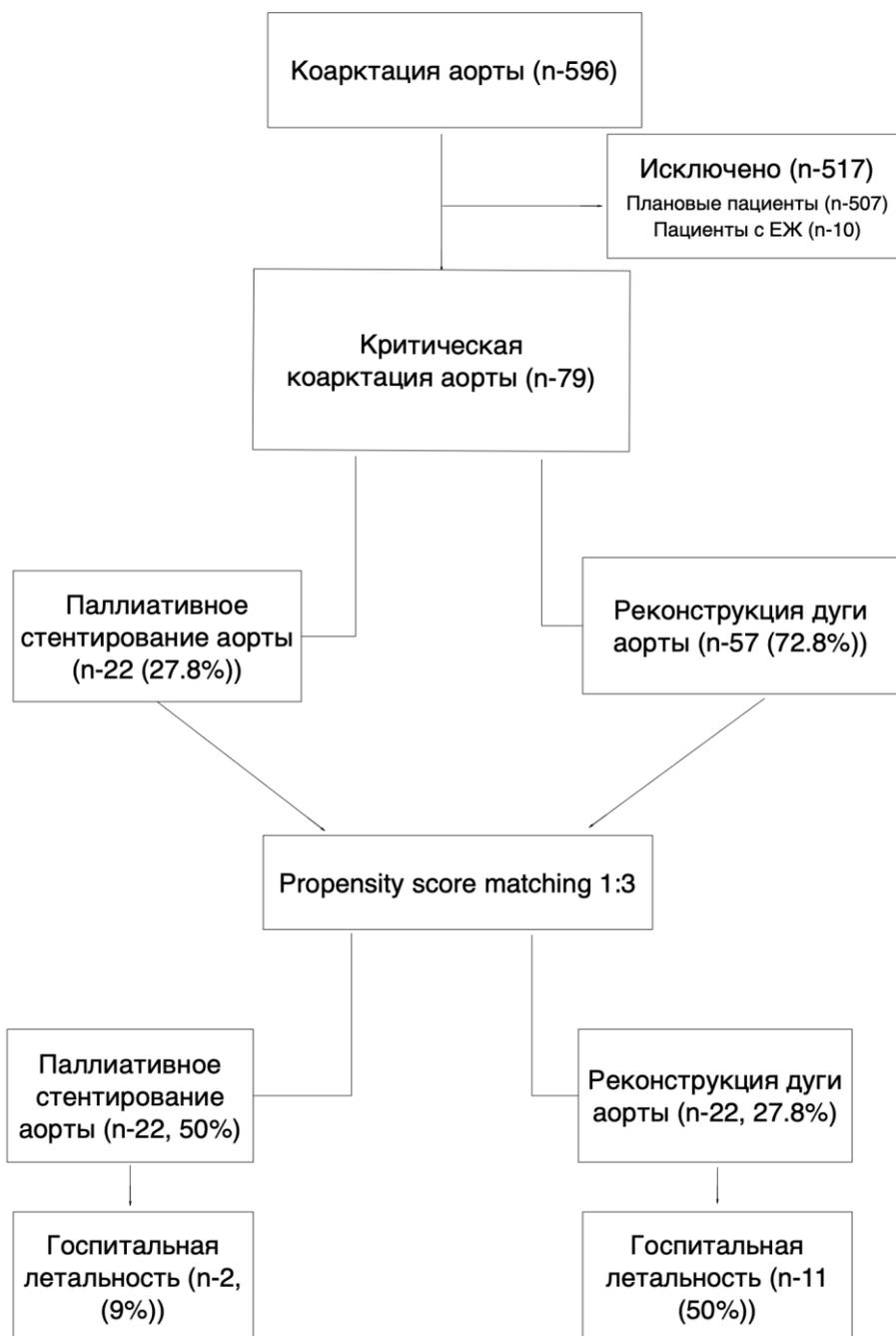


Рис. 8. Дизайн исследования.

- **Первичная конечная точка:** Госпитальная летальность
- **Вторичная конечная точка:**

- Острое повреждение почек (pRIFLE) в раннем послеоперационном периоде.
- Полиорганная недостаточность в раннем послеоперационном периоде
- Индекс инотропной поддержки в раннем послеоперационном периоде

Критерии включения: новорожденные пациенты с критической формой коарктации аорты (метаболический ацидоз, почечная недостаточность).

Критерии исключения:

- Пациенты с унивентрикулярной гемодинамикой;
- Пациенты с тяжелой неврологической патологией
- Отказ родителей от участия в исследовании.

Базовые характеристики до propensity score matching представлены в таблице 20.

Таблица 20.

Базовые характеристики до propensity score matching.

Признаки	Группа стентирования аорты (n-22)	Группа открытой хирургии (n – 57)	d	p
Возраст (дни)	14.3 (7;26)	17 (6;30)	-11.8	0.382
Пол (муж)	13 (59%)	38 (66.6%)	-12.2	0.601
Вес (кг)	3.35 (2.8;3.8)	3.8 (3;4.2)	-12.4	0.357
Площадь поверхности тела (м ²)	0.217 (0.2;0.24)	0.236 (0.2;0.25)	-13.8	0.322
pRIFLE R	11 (50%)	22 (43.8%)		0.800
pRIFLE I	7 (31.8%)	17 (29,8%)		>0.99
pRIFLE F	4 (18.2%)	15 (26.4%)		0.576
Лактат (ммоль/л)	8 (6.5;14.5)	6.5 (6,1;10.7)	17.1	0.213
Градиент Р/Н (мм. рт.ст.)	35 (25;45)	40 (26;45)		0.455
ФВ ЛЖ (%)	49 (38;58)	58 (44;63)		0.038
Индекс КДО ЛЖ (мл/ м ²)	42.8 (27;54)	34.6 (26.5;50.5)		0.315
Инотропный индекс	2.5 (0;5)	5 (1;8)		0.157
Z score проксимальной части дуги аорты	-1.95 (-1.4;-2.25)	-2.5 (-2.;-4)		0.061
Z score дистальной части дуги аорты	-3 (-2.4;-3.8)	-3.7 (-2.8;-4.)		0.059
Z score перешейка аорты	- 5.8 (-5.1;-6.55)	- 5.9 (-5.2;-7.5)		0.514
СЛК до операции (%)	56.6 (52;59)	55.9 (53;58)		0.717
Маловесные пациенты	5 (22.7%)	9(15.8%)		0.512
ИВЛ до операции	8 (36.4%)	20 (36.8%)		>0.99
Сопутствующие аномалии:				
Стеноз аортального клапан	1 (4.55%)	3 (5.2%)		>0.99
Аномалия МК	2 (9.1%)	4 (7%)		0.666
ДМЖП	8 (36.4%)	21 (36.8%)		>0.99

ДМПП	6 (27.3%)	21 (36.8%)		0.591
ЧАДЛВ	2 (9.1%)	2 (3.5%)		0.300

Смешение по признаку (confounding by indication), $p=0.66$. Базовые характеристики после propensity score matching представлены в таблица 21.

Таблица 21.

Базовые характеристики после propensity score matching.

Признаки	Группа стентирования аорты (n-22)	Группа открытой хирургии (n-22)	d	p
Возраст (дни)	14.3 (7;26)	13.4 (6.5;27)	5.5	0.819
Пол (муж)	13 (59%)	13 (59%)	3.6	>0.99
Вес (кг)	3.35 (2.8;3.8)	3.3 (2.7;3.8)	2.2	0.934
Площадь поверхности тела (м ²)	0.217 (0.2;0.24)	0.216 (0.19;0.24)	8.9	0.749
pRIFLE R	11 (50%)	10 (45.5%)		>0.99
pRIFLE I	7 (31.8%)	6 (27.25%)		>0.99
pRIFLE F	4 (18.2%)	6 (27.25%)		0.723
Лактат (ммоль/л)	8 (6.5;14.5)	7.7 (6;14.3)	8.2	0.759
Градиент Р/Н (мм. рт.ст.)	35 (25;45)	35 (25.5;44)		0.872
ФВ ЛЖ (%)	49 (38;58)	53 (42;61)		0.535
Индекс КДО ЛЖ (мл/ м ²)	42.8 (27;54)	37 (25;53)		0.314
Инотропный индекс	2.5 (0;5)	2.5 (0;5)		0.912
Z-score проксимальной части дуги аорты	-1.95 (-1.4;-2.25)	-1.9 (-0.9;-2.4)		0.864
Z-score дистальной части дуги аорты	-3 (-2.4;-3.8)	-2.9 (-2.2;-3.1)		0.821
Z score перешейка аорты	- 5.8 (-5.1;-6.55)	- 5.8(-5.2;-6.8)		0.552
СЛК до операции (%)	56.6 (52;59)	56.2 (52.5;60)		0.913
Маловесные пациенты	5 (22.7%)	5 (22.7%)		>0.99
ИВЛ до операции	8 (36.4%)	6 (31.8%)		>0.99
Сопутствующие аномалии:				
Стеноз аортального клапан	1 (4.55%)	1 (4.5%)		>0.99
Аномалия МК	2 (9.1%)	1 (4.5%)		>0.99
ДМЖП	8 (36.4%)	10 (45.5%)		0.763
ДМПП	6 (27.3%)	10 (45.5%)		0.344
ЧАДЛВ	2 (9.1%)	0 (0%)		0.491

Послеоперационные характеристики и осложнения раннего послеоперационного периода после propensity score matching представлены в таблицы 22.

Таблица 22.

Послеоперационные характеристики и осложнения раннего послеоперационного периода после propensity score matching.

Признаки	Группа стентирования аорты (n=22)	Группа открытой хирургии (n=22)	P
Время ИВЛ (дни)	2.5 (1;7.4)	3.9 (3;10)	0.232
Время ОРИТ (дни)	5 (4;9)	7.8 (4.1;11.8)	0.293
СЛЖ после операции	54 (52;59)	53 (51;55.5)	0.381
ФВ ЛЖ (%)	69 (65;71)	71 (65.5;77)	0.632
Индекс КДО ЛЖ (мл/ м ²)	37.8 (32;45)	32.3 (25;40.5)	0.153
Острое повреждение почек (pRIFLE)	7 (31.8%)	14 (63.6%)	0.074
pRIFLE R	5 (22.7%)	3 (13.6%)	0.694
pRIFLE I	2 (9.1%)	5 (25%)	0.426
pRIFLE F	0 (0%)	6 (27.3%)	0.021
Перитониальный диализ (ОПН)	2 (9.1%)	11 (50%)	0.001
Градиент Р/Н (мм. рт.ст.)	12 (9;15)	7.9(6;10)	0.347
Инотропный индекс	3 (1;5)	10.5 (6;13.5)	0.001
Лактат (ммоль/л) через 24 часа	2.3 (1.7;3)	8 (5.2;11.4)	0.001
Осложнения раннего п/о периода, n (%)	8 (36.4%)	16 (72.7%)	0.032
Повреждение возвратного нерва, n (%)	0 (0%)	1(4.55%)	>0.99
Пневмония, n (%)	0 (0%)	4 (18.2%)	0.101
Абдоминальный синдром, n (%)	4 (18.2%)	10 (45.5%)	0.104
Нагноение мягких тканей, n (%)	0 (0%)	1(4.55%)	>0.99
Тромбоз бедренных артерий, n (%)	1 (4.55%)	0 (0%)	>0.99
Полиорганная недостаточность, n (%)	2 (9.1%)	10 (45.5%)	0.015
Хилоторакс, n (%)	0 (0%)	1(4.55%)	>0.99
Компрессия бронхов или трахеи, n (%)	0 (0%)	1(4.55%)	>0.99
Парадоксальная гипертензия, n (%)	2 (9.1%)	1(4.55%)	>0.99
Время госпитального периода (дни)	10 (8;12)	24 (19;26)	0.001

Летальность в группе стентирования была у 2 (9.1%) пациентов в то время, как в группе открытой хирургии была у 11 (50%) пациентов, $p=0.006$ (рис. 9).

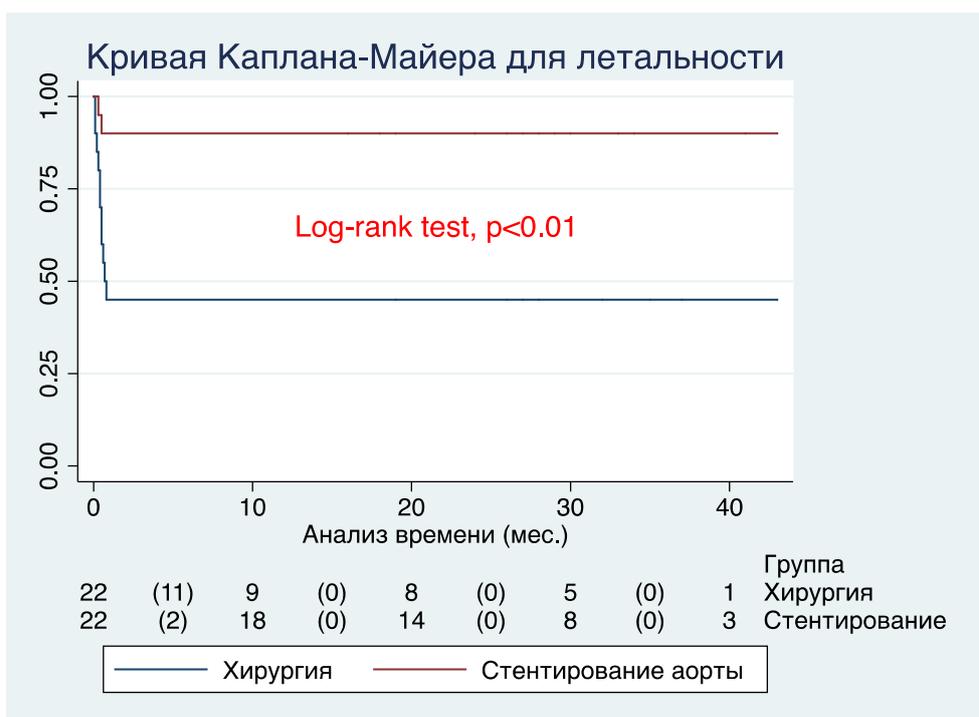


Рисунок 9. Выживаемость пациентов в двух группах.

Однофакторный и многофакторный анализ для летальности представлены в таблице 23.

Таблица 23.

Однофакторный и многофакторный логистический регрессионный анализ для летальности.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОШ (95% ДИ)	p	ОШ (95% ДИ)	p
Маловесные пациенты	4.9 (1.7;7.8)	0.039	5.4 (0.92;3.7)	0.786
Z score проксимальной дуги аорты до операции	0.66 (0.43;0.98)	0.023	0.88 (0.01;2.9)	0.915
Z score дистальной дуги аорты до операции	0.43 (0.21;0.88)	0.017	0.2 (0.01;1.09)	0.091
Инотропный индекс	1.35 (1.1;1.8)	0.001	1.19 (0.98;1.9)	0.562
Абдоминальный синдром	18.5 (4;93)	0.001	25.1 (0.2; 99)	0.193
Полиорганная недостаточность	39 (7;192)	0.001	106 (82;322)	0.001
Почечная недостаточность	10.5 (2;42)	0.001	5.5 (0.45; 27)	0.442
Группа открытой хирургии	12 (1.5;54)	0.001	26 (0.01;319)	0.658

Единственным факторами риска явилась полиорганная недостаточность - ОШ 106 (95%ДИ от 82 до 322).

Однофакторный и многофакторный анализ для острого повреждения почек требующий перитониального диализа представлены в таблице 24.

Таблица 24.

Однофакторный и многофакторный логистический регрессионный анализ для острого повреждения почек требующий перитониального диализа

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОШ (95%ДИ)	p	ОШ (95%ДИ)	p
Время ИВЛ	1.15 (1.02;1.35)	0.041	1.2 (0.91;1.4)	0.096
Инотропный индекс 24 часа	1.25 (1.01;1.44)	0.015	0.92 (0.66;1.3)	0.888
Группа открытой хирургии	16.1 (2.1;99)	0.001	18.1 (1.9;245)	0.023
Полиорганная недостаточность	12 (2.5;58)	0.001	3.4 (0.22;35)	0.528
Операции в условиях ИК	7.9 (1.9;33)	0.021	12.6 (0.76;53)	0.621

Единственным факторами риска являлась группа открытой хирургии - ОШ 18.1 (95%ДИ от 1.9 до 245)

Однофакторный и многофакторный анализ для полиорганной недостаточности представлены в Таблице 25.

Таблица 25.

Однофакторный и многофакторный логистический регрессионный анализ для полиорганной недостаточности.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОШ (95%ДИ)	p	ОШ (95%ДИ)	p
Возраст	0.93 (0.89;0.97)	0.011	0.93 (0.87;1.01)	0.376
Площадь поверхности тела	0.009 (0.001;0.34)	0.001	3.3 (0.45;6.9)	0.135
Вес	0.77 (0.65;0.99)	0.011	2.5 (0.90;17)	0.672
Лактат после операции	1.04 (1.01;1.2)	0.023	1.09 (0.98;1.4)	0.495
СЛК после операции	0.98 (0.96;0.99)	0.001	1.05 (0.97;1.34)	0.561
Фракция выброса ЛЖ после операции	0.97 (0.93;0.98)	0.001	0.99 (0.93;1.08)	0.785
Группа открытой хирургии	10.3 (2.7;39)	0.001	24.1 (5.2;189)	0.018
Операции в условиях ИК	5.5 (1.7;21)	0.038	1.8 (0.01;42)	0.888

Единственным фактором риска была группа открытой хирургии - ОШ 24.1 (95%ДИ от 5.1 до 189).

Линейный регрессионный анализ для индекса инотропной поддержки в послеоперационном периоде представлен в таблице 26.

Таблица 26.

Однофакторный и многофакторный логистический регрессионный анализ для инотропного индекса.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	β coef (95%ДИ)	p	β coef (95%ДИ)	p
Лактат после операции	0.55 (0.32;0.92)	0.027	0.33 (-0.12;0.78)	0.261
Фракция выброса ЛЖ после операции	-0.11 (-0.32;-0.002)	0.031	-0.07 (-0.21;0.11)	0.773
Z score проксимальной дуги аорты	-1.7 (-3.6;-0.1)	0.039	0.23 (-0.1;0.9)	0.455
Время ИВЛ	0.16 (0.03;0.29)	0.001	0.11 (0.01;0.89)	0.047
Пневмония	8.9 (5.4;15)	0.001	5.7 (-0.7; 15)	0.215
Абдоминальный синдром	7.2 (3;14)	0.001	-0.89 (-2.5;3.2)	0.782
Полиорганная недостаточность	8.5 (3.2;11)	0.001	5.7 (1.3;10)	0.022
Группа открытой хирургии	6.2 (3.7;10.2)	0.001	3.9 (-0.99;7.5)	0.081
Операции в условиях ИК	7.5 (3.5;12)	0.001	4.4 (-1.9; 8.3)	0.892

Единственными факторами риска были время ИВЛ увеличивающий индекс инотропной поддержки на 11% и полиорганная недостаточность, увеличивающая индекс инотропной поддержки в 5.7 раз.

Сравнительный анализ результатов лечения коарктации аорты и гипоплазии дистальной части дуги аорты с помощью косого расширенного анастомоза propensity score matching: стернотомия или боковая торокотомия

Настоящее одноцентровое, ретроспективное исследование проведено в Национальном медицинском исследовательском центре имени академика Е.Н. Мешалкина. С января 2008 г. по декабрь 2020 г. в отделении врожденных пороков сердца проведено 489 хирургические операции пациентам с

коарктацией аорты, из них 103 (21%) методом косо́го расширенного анастомоза, подходящий по критериям включения (рис. 10).

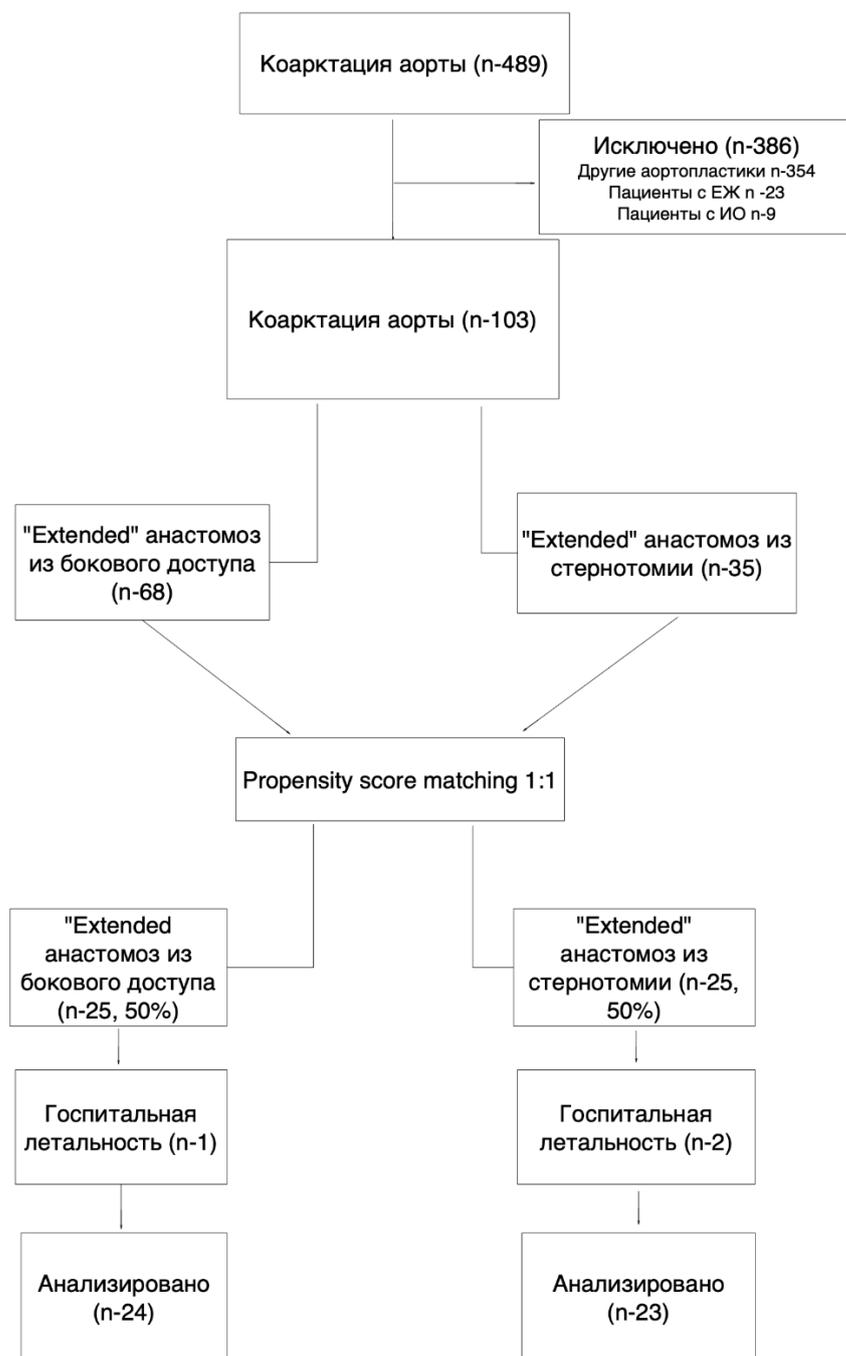


Рисунок 10. Дизайн исследования.

- **Первичная конечная точка:** Рекоарктация аорты
- **Вторичная конечная точка:**
 - Артериальная гипертензия

➤ Ремоделирование дуги аорты (готическая и амбразурная дуги аорты)

Критерии включения:

- Пациенты с коарктацией аорты, которым выполнено формирование косого расширенного анастомоза.
- Возраст до 1 года

Критерии исключения:

- Пациенты с унивентрикулярной гемодинамикой;
- Пациенты с сепсисом или пневмонией;
- Пациенты с выраженной гипоплазией проксимального отдела дуги аорты z score < -3.5.
- Пациенты с патологией почек;
- Пациенты с тяжелой неврологической патологией;
- Критические пациенты с полиорганной недостаточностью.

Базовые и демографические характеристики до propensity score matching представлены в таблице 27.

Таблица 27.

Базовые и демографические характеристики пациентов до propensity score matching.

Характеристики	Боковая торакотомия (n-68)	Стернотомия (n-35)	d	P
Возраст (дни)	34.5(13;95)	27(8;53)	18.1	0.224
Вес (кг)	4 (3.2;4.8)	3 (2.7;3.65)	18.7	0.186
Площадь поверхности тела (м ²)	0.23(0.21;0.27)	0.24(0.21;0.26)	-6.2	0.812
Пол (муж), n (%)	45(66.2%)	21(60%)	13.3	0.667
Ивл до операции, n (%)	11 (16,2%)	6 (17.1%)		>0.99
Фиброэластоз, n (%)	11 (16.2%)	4 (11.4%)		0.768
СЛК до операции (%)	56 (54;59)	56 (53;60)		0.701
ФВ ЛЖ до операции (%)	74.5(64;79.5)	69(61;77)		0.310
иКДО ЛЖ до операции (мл/м ²)	44.4 (33;59)	50.1(38;60)		0.374
Z-score проксимальной дуги	-1.9(-2.4;-1.2)	-2.75(-3.4;-2.3)		0.001
Z-score дистальной дуги	-2.8(-3.35;-2.5)	-3.38(-4.3;-2.7)	-45.4	0.001
Z-score перешейка аорты	-5.5(-6;-4.5)	-5.2(-6;-4.5)		0.965
Простагландин E1, n (%)	56 (82.3%)	30 (85.7%)		0.783

Продолжительность инфузии простагландина E1 (дни)	4 (2;5)	3(2;4)		0.691
Двустворчатый аортальный клапан, n (%)	33 (49.2%)	14 (40%)		0.404
ДМПШ, n (%)	31 (45.6%)	17 (45.7%)		0.832
ДМЖП, n (%)	19 (27.9%)	11 (31.4%)		0.811

Смещение по признаку (confounding by indication), p=0.31.

Базовые и демографические характеристики после propensity score matching представлены в таблице 28.

Таблица 28.

Базовые и демографические характеристики пациентов после propensity score matching.

Характеристики	Боковая торакотомия (n-25)	Стернотомия (n-25)	d	P
Возраст (дни)	10 (8;15)	10 (7;15)	0.71	0.948
Вес (кг)	3.35 (2.8;3.7)	3.3 (2.9;3.65)	0.11	0.982
Площадь поверхности тела (м ²)	0.21(0.20;0.23)	0.22(0.20;0.23)	-5.8	0.829
Пол (муж), n (%)	14 (56%)	14 (56%)	0.011	>0.99
Ивл до операции, n (%)	6 (24%)	3 (12%)		0.462
Фиброэластоз, n (%)	3 (12%)	2 (8%)		>0.99
СЛК до операции (%)	56 (54;60)	56 (53;58)		0.807
ФВ ЛЖ до операции (%)	70 (63;79)	68 (61;75)		0.269
иКДО ЛЖ до операции (мл/м ²)	38 (30;43)	43.2 (35;52)		0.318
Z-score проксимальной дуги	-2(-2.48;-1.89)	-2.3(-2.4;-2)		0.386
Z-score дистальной дуги	-2.53(-3.3;-2.3)	-2.5(-3.3;-2.3)	0.68	0.969
Z-score перешейка аорты	-5.2(-5.9;-4.8)	-5.4(-5.9;-4.5)		0.891
Простагландин E1, n (%)	20 (80%)	19 (76%)		>0.99
Продолжительность инфузии простагландина E1 (дни)	3 (2;5)	3(2;5)		0.962
Двустворчатый аортальный клапан, n (%)	12 (48%)	10 (40%)		0.771
ДМПШ, n (%)	11 (44%)	10 (40%)		>0.99
ДМЖП, n (%)	8 (32%)	6 (24%)		0.758

Летальность в группе боковой торакотомии была у 1 (4%) в то время, как в группе стернотомии была у 2 (8%), p>0.99.

Послеоперационные характеристики и осложнения раннего послеоперационного периода представлены в таблице 29.

Таблица 29.

Послеоперационные характеристики и осложнения раннего послеоперационного периода.

Признаки	Группа боковой торакотомии (n-25)	Группа стернотомии (n-25)	P
Время ИВЛ (часы)	65 (24;96)	72 (46;180)	0.183
Время ОРИТ (дни)	5 (3;7)	7 (5;10)	0.135
Инотропный индекс	1 (0.5;3)	3.5 (1;6)	0.146
Длительность инотропной поддержки (часы)	10 (8;16)	96(36 ;210)	<0.01
СЛК после операции (%)	54(52;57)	54(50; 56)	0.511
ФВ ЛЖ (%)	74 (70; 77)	68(63 ;76.3)	0.070
Индекс КДО ЛЖ (мл/ м ²)	42.8 (40; 58.7)	41(35;60)	0.655
Z score проксимальной дуги аорты	-0.78(-0.91; -0.3)	-0.4(-0.8; 0.1)	0.060
Z score дистальной дуги аорты	0.32(-0.1; 0.7)	1.3(1.2; 1.4)	<0.01
Острое повреждение почек (pRIFLE) , n (%)	3 (12%)	6 (24%)	0.463
pRIFLE R, n (%)	3 (12%)	3 (12%)	>0.99
pRIFLE I, n (%)	0 (0%)	2 (8%)	0.489
pRIFLE F, n (%)	0 (0%)	1 (4%)	>0.99
Повреждение возвратного нерва, n (%)	2 (8%)	2 (8%)	>0.99
Пневмония, n (%)	4 (16%)	2 (8%)	0.667
Абдоминальный синдром, n (%)	2 (8%)	2 (8%)	>0.99
Нагноение мягких тканей, n (%)	3 (12%)	0 (0%)	0.234
Тромбоз бедренных артерий, n (%)	0 (0%)	1 (4%)	>0.99
Полиорганная недостаточность, n (%)	0(0%)	3(12%)	0.234
Хилоторакс, n (%)	0(0%)	0(0%)	>0.99
Компрессия бронхов или трахеи, n (%)	0(0%)	4 (16%)	0.109
Неврологические осложнения, n (%)	0(0%)	3(12%)	0.234
Парадоксальная гипертензия, n (%)	8 (32%)	9 (36%)	>0.99
Градиент Р/Н (мм. рт.ст.)	8 (6;10)	6(5;8)	0.246
Время госпитализации (дни)	22 (19; 24)	19(17; 26)	0.189

Характеристики и осложнения отдаленного послеоперационного периода представлены в таблице 30.

Таблица 30.

Характеристики и осложнения отдаленного послеоперационного периода.

Признаки	Группа боковой торакотомии (n-24)	Группа стернотомии (n-23)	P
Z-score проксимальной дуги аорты через 12 месяцев	-0.5(-0.65 -0.03)	-0.3(-0.5; 0.15)	0.42

Z-score дистальной дуги аорты через 12 месяцев	0.7 (0; 1)	0.9(0.5; 1)	0.18
Готическая дуга аорты, n (%)	1 (4.1%)	2 (8.7%)	0.61
Амбразурная дуга аорты, n (%)	6 (25%)	5 (21.7%)	>0.99
Романическая дуга аорты, n (%)	17 (70.9%)	16 (69.6%)	>0.99
Гипертрофия левого желудочка, n (%)	4 (16.7%)	5 (21.7%)	0.72
Индекс массы миокарда левого желудочка (г/м ²)	51 (49; 57)	54(52; 59)	0.09
Артериальная гипертензия, n (%)	5 (20.8%)	5 (21.7%)	>0.99
Рекоарктация аорты, n (%)	5 (20.8%)	0(0%)	0.049
Стеноз или окклюзия левой подключичной артерии, n (%)	1 (4.1%)	0(0%)	>0.99

Динамика роста дуги аорты представлены на рисунке 11.

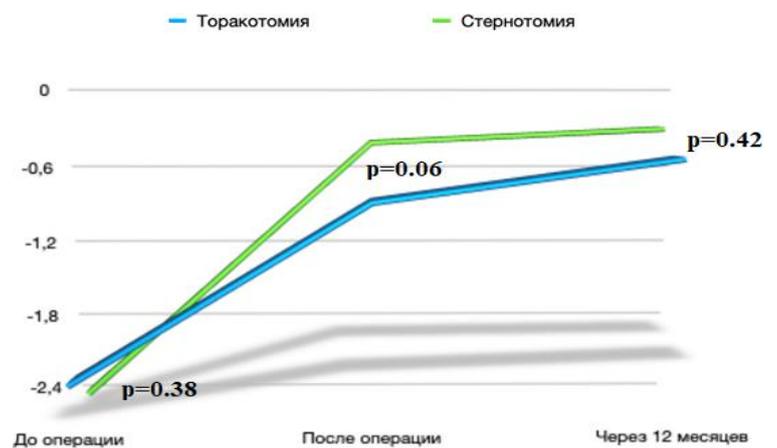


Рисунок 11. Динамика роста проксимальной дуги аорты

Анализ свободы от рекоарктации представлен на рисунке 12.

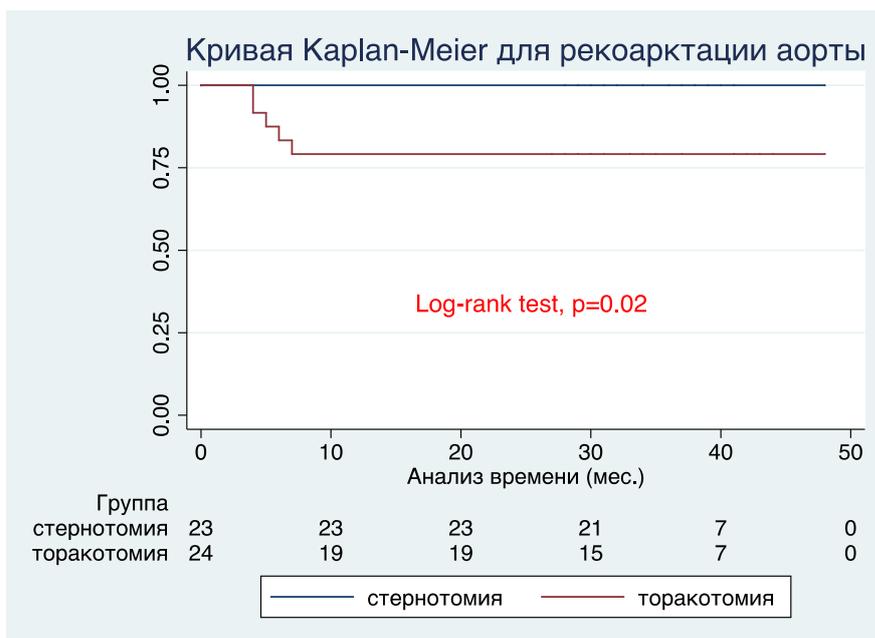


Рисунок 12. Свобода от рекоарктации.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для рекоарктации аорты представлен в таблице 31.

Таблица 31.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса рекоарктации аорты.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОР (95%ДИ)	p	ОР (95%ДИ)	p
Вес	0.08 (0.0001;0.55)	0.024	0.03 (0.0007;0.93)	0.048
Возраст	1.13 (0.98;1.31)	0.073	1.25 (0.94;1.6)	0.117
Пол	1.12 (0.16;7.45)	0.903	0.34 (0.02;5.27)	0.441
Z score дистальной дуги аорты в отдаленном периоде	2.25 (0.25;19.7)	0.463	0.26 (0.01;6.5)	0.418

Из таблицы 31 видно, что единственным фактором риска рекоарктации аорты является вес ребенка снижающий риск рекоарктации аорты на 197%.

Анализ свободы от артериальной гипертензии представлен на рисунке 13.

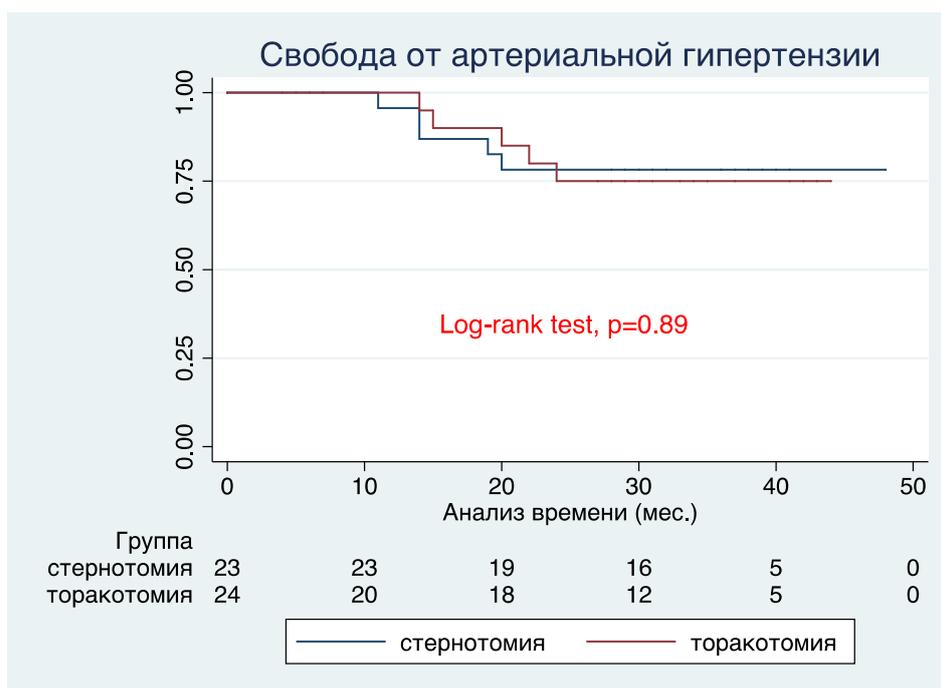


Рисунок 13. Свобода от артериальной гипертензии.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса для артериальной гипертензии представлен в таблице 32.

Таблица 32.

Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ Кокса артериальной гипертензии.

Показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
	ОР (95%ДИ)	p	ОР (95%ДИ)	p
Рекоарктация аорты и	144 (11;789)	<0.01	32 (0.41;254)	0.119
Амбразурная дуга аорты	45 (6.4;317)	<0.01	11 (0.1;133)	0.875
Романическая дуга аорты	0.01 (0.001;0.13)	<0.01	0.65 (0.003;118)	0.307
Индекс массы миокарда	1.38 (1.13;1.70)	<0.01	1.25 (1.01;1.56)	0.042

Единственным фактором риска артериальной гипертензии был индекс массы миокарда левого желудочка, который увеличивал риск артериальной гипертензии на 25%.

ВЫВОДЫ

1. Отдаленные осложнения не зависят от варианта коррекции коарктации аорты. Предикторами рекоарктации аорты являются: вес ребенка на момент операции (95% ДИ 0.77;0.98, $p=0.006$), операции из бокового доступа (95% ДИ 5.3;98, $p=0.004$), романическая дуга аорты (95% ДИ 0.01;0.52, $p=0.031$), рассасывающийся шовный материал (95% ДИ 1.3;26, $p=0.028$). Предикторами артериальной гипертензии являются: готическая дуга аорты (95% ДИ 6.7;179, $p=0.012$) и индекс массы миокарда левого желудочка более $59\text{г}/\text{м}^2$ (95% ДИ 1.09;8.3, $p=0.047$).
2. Реконструкция дуги аорты с использованием метода полнопоточной перфузии снижает частоту развития неврологических осложнений на 39.3% и тяжелых почечных осложнений, требующих почечнозаместительную терапию на 39.4% по сравнению с группой глубокой гипотермической остановки кровообращения.
3. Пролонгирование длительности ИК более 100 мин. на каждую 1 минуту приводит к увеличению риска развития гипокоагуляционного кровотечения в непосредственном послеоперационном периоде на 27%.
4. Пациенты после коррекции методом «ascending sliding» имеют выше шанс компрессии бронхов и трахеи в раннем послеоперационном

- периоде (20% против 0%, $p=0.024$), в то время как пациенты после коррекции методом аортопластики заплатой из легочного гомографта имели более высокую частоту артериальной гипертензии (56,6% против 13,3%, $p=0.001$) и рекоарктации аорты (30% против 0%, $p=0.002$).
5. Независимые факторы риска артериальной гипертензии: фиброэластоз эндокарда (95% ДИ 1.8;67, $p=0.029$), амбразурная дуга аорты (95% ДИ 3.2;162, $p=0.021$), ригидность восходящей аорты через 12 месяцев (95% ДИ 1.4;155, $p=0.024$). Фактором риска рекоарктации аорты являются романическая дуга аорты (95% ДИ 0.004;0.99, $p=0.049$) и рассасывающийся шовный материал (95% ДИ 3.4;203.8, $p=0.003$).
 6. Качество жизни детей не страдает в отдаленном периоде времени после коррекции коарктации аорты. Когнитивные проблемы (95%ДИ -103; -6.9, $p=0.006$), тревожность при лечении (95%ДИ -21;-4.4, $p=0.038$), проблемы с сердцем и лечением (95%ДИ -18.9; -8.3, $p=0.031$) связаны с отдаленными осложнениями.
 7. Пациенты с критической коарктацией аорты после открытой хирургической коррекции имеют высокой частоту летального исхода (50% против 9.2%, $p=0.006$) и ранних послеоперационных осложнений (72.7% против 36.4%, $p=0.032$).
 8. Основным фактором риска летального исхода является полиорганная недостаточность (95% ДИ 82;322, $p=0.001$). Единственным фактором риска для полиорганной недостаточности (95% ДИ 5.2;189, $p=0.018$) и острой почечной недостаточности (95% ДИ 1.9;245, $p=0.023$) была когорта пациентов, оперированная открытым хирургическим способом.
 9. Ремоделирование дуги аорты (готическая и амбразурная форма) не отличается между стернотомным и торакотомным доступом при лечении коарктации аорты с гипоплазией дистальной дуги аорты, однако рекоарктация встречалась чаще в группе торакотомного доступа (20,8% против 0%, $p=0.049$).

Практические рекомендации.

1. Для снижения частоты рекоарктации аорты рекомендуется выполнять реконструкцию дуги аорты из стернотомного доступа.
2. Для снижения риска кровотечения в послеоперационном периоде реконструкцию дуги аорты рекомендуется выполнять в условиях полнопоточной перфузии с умеренной гипотермией.
3. Для снижения частоты парадоксальной гипертензии в раннем послеоперационном периоде реконструкцию дуги аорты рекомендуется выполнять в периоде новорожденности.
4. С целью профилактики компрессии левого главного бронха не рекомендуется выполнять процедуру «ascending sliding» у пациентов менее 2,8 кг.
5. Не рекомендуется использовать рассасывающийся шовный материал при пластиках дуги аорты легочным гомографтом с целью профилактики рекоарктации аорты
6. При реконструктивных операциях на дуге аорты у детей первого года жизни не рекомендуется использование «чужеродных материалов» для избежания «ангуляции дуги аорты».
7. Пациентам с декомпенсированной сердечной недостаточностью рекомендовано выполнять стентирование перешейка аорты для снижения летальности и ранних послеоперационных осложнений.
8. Ранняя эксплантация стента (в течение первых 3 недель) у пациентов после паллиативного стентирования позволяет избежать развития рекоарктации аорты.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Сойнов И.А., Архипов А.Н., Кулябин Ю.Ю., Горбатов Ю.Н., Корнилов И.А., Омельченко А.Ю., Богачев-Прокофьев А.В. /Артериальная гипертензия у детей после коррекции коарктации аорты: проблемы диагностики и

- лечения.//**Патология кровообращения и кардиохирургия**. 2018. 22(4). С. 21-34. -<http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-21-34>
2. Soynov I, Sinelnikov Y, Gorbatykh Y, Omelchenko A, Kornilov I, Nichay N, Bogachev-Prokophiev A, Karaskov A. / Modified reverse aortoplasty versus extended anastomosis in patients with coarctation of the aorta and distal arch hypoplasia.// **Eur J Cardiothorac Surg**. 2018. 1;53(1). P. 254-261. - doi: 10.1093/ejcts/ezx249.
 3. Синельников Ю.С., Гасанов Э.Н., Сойнов И.А., Мирзазаде Ф.А. / Фатальные почечные и неврологические осложнения после реконструкции дуги аорты у новорожденных.// **Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова**. 2018. (6). С. 77-82. - <https://doi.org/10.17116/hirurgia2018677-82>
 4. Кулябин Ю.Ю., Омельченко А.Ю., Сойнов И.А., Зубрицкий А.В., Войтов А.В., Горбатов А.В., Горбатов Ю.Н. / Анализ методов непрерывной регионарной перфузии при реконструкции дуги аорты у детей.// **Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний**. 2019. 8(3). С.43-51. -<https://doi.org/10.17802/2306-1278-2019-8-3-43-51>
 5. Кулябин Ю.Ю., Горбатов Ю.Н., Сойнов И.А., Ничай Н.Р., Зубрицкий А.В., Богачёв-Прокофьев А.В., Караськов А.М. / Сравнительная оценка методов защиты внутренних органов при хирургической коррекции коарктации аорты с гипоплазией дуги аорты у детей первого года жизни.// **Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия**. 2019. 12(3).С.183-193. - <https://doi.org/10.17116/kardio201912031183>
 6. Сойнов И.А., Кулябин Ю.Ю., Горбатов А.В., Войтов А.В., Омельченко А.Ю., Горбатов Ю.Н., Иванцов С.М., Архипов А.Н. / Паллиативное стентирование коарктации аорты у новорожденного пациента в критическом состоянии// **Патология кровообращения и кардиохирургия**. 2019. 23(1). С. 78-82. -<http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2019-1-78-82>
 7. Kulyabin YY, Gorbatykh YN, Soynov IA, Zubritskiy AV, Voitov AV, Bogachev-Prokophiev AV. / Selective antegrade cerebral perfusion with or without additional lower body perfusion during aortic arch reconstruction in infants. //

World J Pediatr Congenit Heart Surg. 2020. Jan;11(1). P. 49-55. -doi: 10.1177/2150135119885887.

8. Kulyabin YY, Bogachev-Prokophiev AV, Soynov IA, Omelchenko AY, Zubritskiy AV, Gorbatykh YN. / Clinical assessment of perfusion techniques during surgical repair of coarctation of aorta with aortic arch hypoplasia in neonates: a pilot prospective randomized study.// **Semin Thorac Cardiovasc Surg.** 2020. 32(4). P. 860-871. -doi: 10.1053/j.semtcvs.2020.04.015.

9. Синельников Ю.С., Гасанов Э.Н., Сойнов И.А., Мирзазаде Ф.А. /Врожденная аномалия дуги аорты: когда оперировать и как.// **Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.** 2020. 9. С. 38–42. - <https://doi.org/10.17116/hirurgia202009138>

10. Рзаева К.А., Сойнов И.А., Горбатов А.В., Кулябин Ю.Ю., Войтов А.В., Иванцов С.М., Горбатов Ю.Н., Богачев-Прокофьев А.В. / Критическая коарктация аорты. Возможности диагностики и методов хирургической коррекции коарктации аорты у новорожденных.// **Патология кровообращения и кардиохирургия.** 2020. 24(2). С. 46-62. - <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-2-46-62>

11. Сойнов И.А., Кулябин Ю.Ю., Горбатов Ю.Н., Архипов А.Н., Корнилов И.А., Иванцов С.М., Богачев-Прокофьев А.В., Берген Т.А. / Оценка перфузиологической защиты головного мозга у новорожденных детей после хирургической коррекции коарктации аорты с гипоплазией дуги аорты.// **Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.** 2022.-15(1). С. 58–65. - <https://doi.org/10.17116/kardio20221501158>

12. Kulyabin YY, Voitov AV, Nichay NR, Soynov IA, Zubritskiy AV, Bogachev-Prokophiev AV. / Single-stage off-pump repair of coarctation of the aorta and ventricular septal defects in children. // **Interact Cardiovasc Thorac Surg.** 2022. Jul 9;35(2). ivac186. - doi: 10.1093/icvts/ivac186.

13. Сойнов И.А., Горбатов Ю.Н., Горбатов А.В., Рзаева К.А., Кулябин Ю.Ю., Ничай Н.Р., Войтов А.В., Архипов А.Н. / Оценка качества жизни у детей после радикальной коррекции гипоплазии дуги аорты в периоде

новорожденности.// **Детские болезни сердца и сосудов.** 2022. 19 (4). С. 318–26. - DOI: 10.24022/1810-0686-2022-19-4-318-326

14. Рзаева К.А., Сойнов И.А., Горбатых А.В., Архипов А.Н., Войтов А.В., Кулябин Ю.Ю., Горбатых Ю.Н., Богачев-Прокофьев А.В. / Паллиативное стентирование коарктации аорты у новорожденных в критическом состоянии.// **Детские болезни сердца и сосудов.** 2022. 19 (4). С. 304–11. - DOI: 10.24022/1810-0686-2022-19-4-304-311

15. Рзаева К.А., Сойнов И.А., Горбатых А.В., Архипов А.Н., Горбатых Ю.Н., Богачев-Прокофьев А.В. / Оптимальны ли результаты паллиативного стентирования у новорожденных с критической коарктацией аорты?// **Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.** 2023. 3 (65). -. 277-285. - DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-3-277-285

16. Сойнов И.А., Горбатых Ю.Н., Кулябин Ю.Ю., Берген Т.А., Рзаева К.А., Велюханов И.А., Ничай Н.Р., Архипов А.Н./ Оценка перфузиологической органопротекции у новорожденных и младенцев после хирургической коррекции гипоплазии дуги аорты.// **Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.** – 2023. -3(65). -С. 294-305. -DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-3-294-305

17. Сойнов И.А., Горбатых Ю.Н., Рзаева К.А., Кулябин Ю.Ю., Ничай Н.Р., Войтов А.В., Велюханов И.А., Архипов А.Н., Богачев-Прокофьев А.В., Чернявский А.М. /Анализ результатов коррекции коарктации с гипоплазией дуги аорты: «ascending sliding» против пластики дуги аорты заплатой из легочного гомографта.// **Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.** <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-625>