

На правах рукописи

ЧУПАЕВА

Ольга Юрьевна

КЛИНИКО-ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ДИАГНОСТИКЕ
СИНДРОМА НАРУШЕНИЯ СИСТЕМНОЙ ПЕРФУЗИИ У НОВОРОЖДЕННЫХ
В ХИРУРГИИ ДУГИ АОРТЫ

Специальность: 3.1.15. – Сердечно-сосудистая хирургия

Автореферат диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург

2024 г.

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном военном образовательном учреждении высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, академик РАН, ХУБУЛАВА Геннадий Григорьевич

Официальные оппоненты:

Ким Алексей Иванович- доктор медицинских наук, профессор. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Заместитель директора по лечебной работе с детьми грудного и раннего возраста.

Мовсесян Рубен Рудольфович- доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра педиатрии и детской кардиологии.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится _____ г. в _____ часов

на заседании диссертационного совета на базе

С диссертацией можно ознакомиться в

Автореферат разослан « ___ » _____ 202_ года

Ученый секретарь диссертационного совета,

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Число новорожденных, поступающих в кардиоцентры с пренатально установленным диагнозом коарктации аорты остается стабильно низким. Частота выявления аномалии дуги аорты в сроке гестации 16-30 недель составляет 43%. После 30 недель, по мере прогрессирования гемодинамических нарушений, не превышает 54% [Затикян Е.П., 2013].

Все эхокардиографические антенатальные признаки патологии в настоящее время не обеспечивают высокий процент диагностики коарктации аорты [Затикян Е.П., 2013].

Низкая частота выявления коарктации аорты может быть объяснена как сложностью патогенеза порока, так и отсроченностью клинических проявлений до момента закрытия открытого артериального протока (ОАП). Использование эхокардиографических критериев, отражающих размеры аортальной и дуктальной дуг в ряде случаев может приводить к погрешностям в измерениях этих структур. Отдельной проблемой является диагностика коарктации аорты на ранних сроках (до 20 недель гестации) из-за недостаточной визуализации. [Dyuzhikov A., Dyuzhikova A., Zhivova L., 2019]. На сроках более 37 недель погрешности в диагностике связаны больше с качеством изображения из-за особенностей расположения плода, помех от других структур плода, а также при олигогидрамнионе. Одним из существенных ограничений номограмм оценки объёмно-геометрических характеристик левого желудочка у плода является отсутствие «золотого стандарта», с которым можно было бы сравнить результаты, полученные даже самыми современными аппаратами эхокардиографии. [Хубулава Г.Г. и др., 2021]. Наличие объективных диагностических проблем приводит к тому, что диагноз после рождения ребенка может оказаться более серьезным, чем предполагалось при эхокардиографии во время беременности. [Dyuzhikov A., Dyuzhikova A., Zhivova L., 2019]. [Боронина И.В., Александрович Ю.С., 2017]. После рождения к анатомическому диагнозу добавляются дополнительные факторы: системная гипоперфузия, транспортировка, а также дисфункция органов. Эти факторы могут повлиять на исход хирургической операции при необходимости радикальной коррекции патологии дуги аорты в условиях искусственного кровообращения.

С расширением возможностей современной кардиохирургии и внедрением гибридных операций без искусственного кровообращения изменились показания и тактика хирургического лечения у новорожденных с коарктацией аорты и пограничными размерами левых отделов сердца в период переходного кровообращения. Проблема хирургического лечения новорожденных с врожденной патологией дуги аорты и развитием до операции синдрома нарушения системной перфузии стала решаться более щадящими методами. Сравнительный анализ результатов применения гибридных и стандартных хирургических операций может способствовать совершенствованию алгоритмов ведения новорожденных с патологией дуги аорты. Оценка клинико-гемодинамических показателей дает значительную долю информации о дооперационном состоянии пациентов, однако, прогностическое значение признаков системной гипоперфузии по данным Л.А. Бокерия нуждается в дальнейшей разработке [Бокерия Л.А., Бершвили Д.О., Горбачевский С.В., 2019],[Бокерия Л.А.,Милюевская Е.Б.,Кудзоева З.Ф.,Прянишников В.В.,Скопин А.И., 2018].

В литературе описаны различные варианты диагностики синдрома малого сердечного выброса, но не указана частота развития и критерии синдрома нарушения системной перфузии и дисфункции органов, отражающие степень ее выраженности и влияющие на исходы. Уточнение критериев синдрома нарушения системной перфузии и дисфункции органов позволит разработать лечебно-диагностический алгоритм выбора индивидуальной тактики хирургической коррекции патологии дуги аорты у новорожденных, обеспечивающий раннее послеоперационное восстановление и минимизирующий осложнения.

Степень разработанности темы исследования. В российской научной электронной библиотеке (www.elibrary.ru) по ключевым словам «коарктация аорты», «новорожденные», «синдром малого выброса» за 2012-2022 гг. найдено 176 работ, из них 17 аналогичных теме

диссертации. 514 публикаций в базе данных PubMed. По темам, аналогичным теме диссертации, более 100 работ. Из 117 работ, затрагивающих проблему выбора хирургической тактики у новорожденных с пограничными размерами левых отделов сердца в периоде переходного кровообращения, 86 освещают, преимущественно, результаты радикальных коррекций при оказании специализированной помощи [Деягин В.М., 2020], [Теплов П.В., Титов А.М., Миллер А.Ю., 2019], [Чувараян Г.А., 2017].

В тоже время, информация об особенностях лечения новорожденных с пограничными размерами левых отделов сердца в периоде переходного кровообращения и нарушением системной перфузии представлена в 12 публикациях. Она сводится к описанию отдельных успешных клинических случаев, чего явно недостаточно для создания структурного подхода хирургической тактики лечения в раннем неонатальном периоде.

В медицинской литературе недостаточно сведений о критериях оценки синдрома нарушения системной перфузии у новорожденных с пограничными левыми отделами сердца, эффективности расширенных, паллиативных и гибридных хирургических вмешательств.

Вместе с тем, поздняя диагностика, быстрая декомпенсация кровообращения у новорожденных с врожденной патологией дуги аорты и развитием синдрома нарушения системной перфузии свидетельствуют о высокой актуальности данной проблемы и диктуют необходимость поиска новых и совершенствования уже имеющихся путей ее решения. Таким образом, на сегодняшний день многие моменты в рамках оказания специализированной хирургической помощи новорожденным с различными анатомическими вариантами врожденной патологии дуги аорты требуют уточнения.

Цель исследования: Улучшение результатов хирургического лечения пациентов с врожденной патологией дуги аорты и синдромом нарушения системной перфузии с помощью применения нового диагностического алгоритма, позволяющего прогнозировать эффективность планируемой операции путем оценки гемодинамического статуса.

Задачи исследования:

1. Определить частоту развития и уточнить критерии диагностики синдрома нарушения системной перфузии у новорожденных на основании сравнения клинико-гемодинамических и лабораторных показателей, отражающих степень тяжести нарушения системной перфузии и влияния на исходы.

2. Индивидуализировать показания и уточнить критерии выбора варианта хирургической коррекции патологии дуги аорты с помощью сравнительного анализа факторов риска летальности, острой сердечной недостаточности, а также гемодинамических результатов расширенных и мини травматичных оперативных вмешательств.

3. Разработать лечебно-диагностический алгоритм выбора индивидуальной тактики хирургической коррекции патологии дуги аорты, позволяющий обеспечить раннее восстановление и минимизировать осложнения.

Научная новизна исследования. 1. Создание алгоритма принятия решения о тактике хирургической коррекции врожденной патологии дуги аорты.

При разработке алгоритма учтены следующие факторы: экстренное оперативное вмешательство, необходимость проведения ИВЛ до операции, масса тела, КДИ ЛЖ, вмешательство с ИК. Предложена схема принятия решения, согласно которой выбор оперативного вмешательства основан на 3-х основных параметрах: массе тела ребенка, потребности в ИВЛ и КДИ ЛЖ.

2. Разработка графической модели прогнозирования вероятности оперативного исхода.

В ходе исследования, с помощью логистической регрессии выполнен анализ факторов, показавших прямую связь с неблагоприятным исходом. Вычисляемый результат, отображаемый в процентах, получил название «модель вероятности операционного исхода» (МВОИ). Модель представлена в виде графического изображения и позволяет прогнозировать риск неблагоприятного исхода при операциях с ИК. Она построена с помощью двух наиболее

значимых факторов системной гипоперфузии: частоты сердечных сокращений и дооперационной фракции выброса левого желудочка (предложены четыре варианта значений фракции выброса левого желудочка), с указанием индекса Йодена для МВОИ. Модель наглядно дает представление о безопасных значениях этих параметров.

Теоретическая и практическая значимость. Данные исследования позволяют нам выделить ряд факторов, которые оказывают влияние на результаты хирургического лечения врожденной патологии дуги аорты. Выявление и определение наиболее значимых из них диктовало необходимость выработки оптимальной хирургической тактики ведения данных пациентов.

Уточнены программы предоперационной подготовки и периоперационного ведения новорожденных при выполнении операций с искусственным кровообращением и без такового. Обоснована целесообразность применения мероприятий по стабилизации гемодинамики и выбору варианта хирургической коррекции на основании предложенных критериев оценки гемодинамики.

Накопленные в клинике Перинатального центра Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета научные данные, касающиеся гемодинамики в переходном периоде кровообращения у новорожденных с патологией дуги аорты, позволяют расширить наши знания о развитии синдрома нарушения системной перфузии.

В результате подробного изучения результатов лечения детей с патологией дуги аорты установлены наиболее значимые факторы риска развития синдрома нарушения системной перфузии. На основании изученных факторов разработана математическая модель прогнозирования вероятности развития синдрома нарушения системной перфузии и возможного неблагоприятного исхода. Основой построения модели стали данные по факторам риска у детей и случаям послеоперационного развития синдрома нарушения системной перфузии. Из них в модель включены только наиболее значимые по результату множественного логистического регрессионного анализа факторы, показавшие прямую связь с неблагоприятным исходом. Полученная в результате проведенного исследования математическая модель- «модель вероятности операционного исхода» (МВОИ) позволяет прогнозировать риск неблагоприятного исхода в каждой конкретной клинической ситуации. Разработаны предоперационные критерии, позволяющие на основе клинико-гемодинамических показателей выбрать оптимальный вариант хирургического вмешательства у новорожденных с патологией дуги аорты. Это дает возможность повысить эффективность оказания кардиохирургической помощи детям, улучшить результаты их лечения и снизить младенческую смертность.

Методология и методы исследования. В работе проведен анализ данных клинических и лабораторно- инструментальных обследований, результатов лечения пациентов с врожденной патологией дуги аорты и эффективности проведенной терапии.

Для решения поставленных задач выполнена комплексная оценка 79 случаев лечения пациентов с патологией дуги аорты, отвечающих требованиям исследования.

Все пациенты были разделены на две группы. 1 группа ретроспективного контроля (N=33). Обследование и лечение детей данной группы проводилось до применения «алгоритма принятия решения о хирургической тактике ведения пациентов с врожденной патологией дуги аорты». 2 группа, основная (N=46), после внедрения данного алгоритма в практику лечения. Каждая группа пациентов подразделялась на три подгруппы по клиническим признакам заболевания: бессимптомные пациенты, пациенты с гипоперфузией в бассейне нисходящей аорты вследствие обструкции кровотока на уровне перешейка и пациенты с гиперволемией малого круга кровообращения.

Оценка риска оперативного вмешательства проводилась по шкале RACHS. Состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось при помощи эхокардиографии, неинвазивного мониторинга сердечного ритма, показателей артериального давления, насыщения крови кислородом, электролитного и газового состава крови.

Параметры гемодинамики вычислялись с помощью формул. Показатели анализировались и сравнивались. Изучение факторов риска развития синдрома нарушения системной перфузии и определение степени влияния каждого из изучаемых факторов на исход заболевания проводили с помощью χ^2 -теста Pearson, в последующем применялся метод последовательного логистического регрессионного анализа.

Диссертационное исследование выполнено согласно принципам доказательной медицины с использованием современных методов исследования и статистической обработки данных.

Положения, выносимые на защиту:

1. Тактика хирургического лечения определяется значением индекса конечно-диастолического объема левого желудочка, так как для экстренных операций без ИК значение менее 10,5 мл/м² увеличивает летальность в 25 раз.
2. Основой улучшения результатов хирургического лечения больных с врожденной патологией дуги аорты и синдромом нарушения системной перфузии является применение «алгоритма принятия решения о тактике ведения пациентов», так как это позволяет снизить общую послеоперационную летальность на 22,4 % ($\chi^2=15$ и $p=0,001$).
3. Индивидуализированные показания к выбору варианта хирургической коррекции патологии дуги аорты устанавливаются на основе критериев развития острой сердечной недостаточности до операции, так как у пациентов с преимущественной обструкцией кровотока на уровне перешейка аорты клинические проявления заболевания сопровождаются синдромом нарушения системной перфузии в 54% - 72,2% случаев.

Степень достоверности и апробация результатов. Результатами проведенных исследований являются научные положения, выводы и практические рекомендации. Уточнение критериев синдрома нарушения системной перфузии и дисфункции органов позволило разработать лечебно-диагностический алгоритм выбора индивидуальной тактики хирургической коррекции врожденной патологии дуги аорты, обеспечивающий раннее послеоперационное восстановление и минимизирующий осложнения. Предложенный алгоритм используется в клинической практике отделения анестезиологии-реанимации для детей с кардиохирургической патологией Перинатального центра Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета. Достоверность выводов и практических рекомендаций достигнута благодаря использованию клинических, новейших лабораторных и инструментальных методов диагностики, а также применению современных статистических методов обработки данных. Основные положения диссертации изложены и обсуждены на XXVII Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2021г.); XXVIII Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2022г.). По теме диссертации опубликовано – 17 печатных работ, из них -13, статьи в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации.

Личный вклад автора. Автор, являясь лечащим врачом анестезиологом-реаниматологом отделения анестезиологии-реанимации для детей с кардиохирургической патологией Перинатального центра Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, имея сертификат врача детского кардиолога, принимала непосредственное участие в разработке тактики лечения больных, организации и проведении обследования, до- и послеоперационном ведении пациентов, включенных в исследование. Участвовала в разработке «алгоритма принятия решения о хирургической тактике ведения пациентов с врожденной патологией дуги аорты».

Автором данной работы выполнены все эхокардиографические исследования у обследуемых пациентов по действующему в отделении протоколу и проведены математические расчеты основных гемодинамических показателей.

Результаты проведенного исследования были статистически обработаны. Автором проанализирована отечественная и зарубежная литература по вопросам диагностики и лечения патологии дуги аорты у новорожденных в переходном периоде кровообращения и синдромом нарушения системной перфузии. Написан литературный обзор. Сформулированы результаты, выводы и практические рекомендации.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из 4-х глав, включающих в себя: обзор литературы, материалы и методы исследования, сравнительный анализ клинических, эхокардиографических и лабораторных данных у пациентов 1-й и 2-й групп с патологией дуги аорты, заключение, выводы и практические рекомендации. Работа иллюстрирована 32 таблицами и 26 рисунками. Библиографический список включает 129 источников, 42 из которых являются российскими.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы настоящего исследования

Проанализированы результаты обследования и лечения 79 детей, оперированных по поводу врожденной патологии дуги аорты. Анализ проведен ретроспективно, по данным историй болезни пациентов, получавших лечение с сентября 2015 по декабрь 2018 года в клинике Перинатального центра Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета.

В исследование были включены больные, прооперированные по поводу изолированной коарктации аорты с дуктус-зависимой гемодинамикой или с гемодинамикой, не зависимой от функционирования артериального протока, а также имеющие сочетанные врожденные пороки сердца – коарктацию с гипоплазией дуги аорты, ДМЖП, ДМПП, КСА, двустворчатым Ао клапаном, коарктацию аорты в составе СГЛОС.

Критериями исключения являлись: пациенты, имеющие в составе МВПР, помимо ВПС, сложную экстракардиальную патологию, неблагоприятно влияющую на прогноз заболевания. А также пациенты, имеющие сопутствующий врожденный порок сердца, помимо патологии дуги аорты, существенно влияющий на гемодинамику (ТМС, ОАС, АВК, ТАДЛВ, синдром Шона).

В исследовании сформировано две группы. Первая, группа ретроспективного контроля, лечение и обследование детей в которой проводилось до внедрения в клиническую практику «алгоритма принятия решения о хирургической тактике лечения». У пациентов второй группы, основной, обследование и лечение проводилось на основе данного алгоритма.

Распределение пациентов по группам представлено в таблице 1.

	Бессимптомные пациенты	Гипоперфузия в бассейне нисходящей аорты вследствие обструкции кровотока на уровне перешейка	Гиперволемиа малого круга кровообращения	Всего
1 группа: до применения алгоритма	2	18	13	33
2 группа: на основе применения алгоритма	24	15	7	46

Больные обеих групп были разделены на три подгруппы по клиническим проявлениям и особенностям гемодинамики:

1. Бессимптомные пациенты – это подгруппа, в которую были включены больные, не имевшие выраженных клинических проявлений заболевания, а диагноз был установлен при плановой ЭХО КГ на первом месяце жизни.

2. Пациенты с гипоперфузией в бассейне нисходящей аорты вследствие обструкции кровотока на уровне перешейка – больные с коарктацией аорты, у которых имели место клинические признаки и инструментальные данные гипоперфузии висцеральных органов, расположенных дистальнее места сужения аорты.

3. Пациенты с гиперволемией малого круга кровообращения – это больные, у которых основным проявлением заболевания была гиперволемиа малого круга кровообращения (СГЛОС или ДМЖП с КоАо).

Распределение пациентов по полу представлено в таблице 2.

Параметр	Группа 1	Группа 2	p
Мальчики, n (%)	20(60,6)	32(69,5)	0,195
Девочки, n (%)	13(39,4)	14(30,4)	0,195

Статистически значимой разницы по полу, возрасту и антропологическим показателям в группах не было.

В работе приняли участие дети со сроком гестации от 32-х до 40 недель на момент рождения. Наибольший процент пациентов составили новорожденные 38,39 и 40 недель гестации -22,8%, 38% и 17,7%, соответственно. Число детей, рожденных в сроке 32 -37 недель гестации, в пределах от 2,5 до 6,3%. Медиана массы тела пациентов в исследовании составила 3,45 кг. 25(Q1) -75(Q3): 3,0-4,0кг. Минимальная масса тела детей на момент лечения была 1,5 кг. Медиана роста 55 см. Медиана площади поверхности тела 0,23м², 25(Q1) -75(Q3): 0,21-0,27м², минимальная BSA 0,13 м².

Для хирургической коррекции коарктации аорты (КоАо) с гипоплазией дуги аорты и другими сочетанными ВПС (ДМЖП, ДМПП, и пр.) применялись следующие методы оперативных вмешательств:

Радикальная коррекция комбинированных ВПС с КоАо включала резекцию КоАо с пластикой дуги нативными тканями, пластику ДМЖП и др. необходимые сопутствующие вмешательства. Операция проводилась с искусственным кровообращением в условиях односторонней антеградной селективной церебральной перфузии.

Для выполнения паллиативной оперативной коррекции с целью устранения только КоАо использовалась резекция участка КоАо с наложением расширенного анастомоза «конец в конец». Операция проводилась с помощью левосторонней заднебоковой торакотомии в 3-м - 4-м межреберье, без использования искусственного кровообращения.

Гибридный вариант хирургического лечения состоял из билатерального суживания ветвей лёгочной артерии и стентирования ОАП. Вариант применялся у пациентов с пограничным левым желудочком и СГЛОС в качестве первого этапа гемодинамической коррекции с целью нормализации системно-легочного кровотока для улучшения качества жизни больных перед выполнением последующих этапов оперативных вмешательств.

У всех пациентов изучались данные акушерско-гинекологического анамнеза матери, анамнеза жизни и заболевания с оценкой имеющихся жалоб. За время наблюдения в стационаре выполнялось объективное клиническое обследование, проанализированы результаты лабораторных показателей, данные мониторинга наблюдения. В исследовании применялись: IO, Sa_vO₂, КЭК(O₂ER), dPCO₂, CaO₂, CvO₂, IDO₂, которые вычислялись с помощью формул. Всем пациентам выполнялась трансторакальная Эхо КГ с использованием ультразвуковых аппаратов «Sono Scare S6» и «Philips iE-33». После выполнения протокола трансторакального ЭХО КГ по формулам рассчитывались следующие параметры гемодинамики: ударный объем, индекс ударного объема, сердечный индекс, индекс общего периферического сосудистого сопротивления.

В послеоперационном периоде проведен анализ летальности. Оценена длительность пребывания пациентов на ИВЛ и нахождения их в отделении реанимации. В обеих группах выявлено количество осложнений, число повторных интубаций с переводом на ИВЛ и частота возникновения острого повреждения почек. Эти пациенты были разделены по стадиям острого повреждения почек и определено их количество в обеих группах. Проанализировано число пациентов, получавших перитонеальный диализ в раннем послеоперационном периоде.

Выявлено количество больных с эпизодами снижения доставки кислорода, наличием явлений легочной гипертензии, синдромом малого сердечного выброса, тахипноэ, низкой массой тела (менее 2500 гр), применением ИВЛ для стабилизации состояния больного до операции в обеих группах.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакетов программ «Microsoft Excel – 2010», IBM SPSS Statistics - 25. В связи с тем, что не все данные соответствовали закону о нормальном распределении, использовались методы непараметрической статистики. Показатели количественных признаков представлены в виде медианы (Me), минимального (Мин) и максимального (Макс) значений. Также, данные представлялись в виде среднего значения с указанием 95% доверительного интервала (95% ДИ). Для оценки статистической значимости различий частот применяли метод Пирсона, с указанием коэффициента согласия χ^2 . Корреляционный анализ проводился с помощью непараметрического метода Спирмена с указанием коэффициента Rs. Оценку различий числовых значений выполняли по критерию Уилкоксона для связанных групп с указанием коэффициента Z. Значимые отличия принимались при значении p менее 0,05, в работе использовалась поправка Бонферони для множественных групп.

Результаты исследования

У пациентов, оперированных по поводу врожденной патологии дуги аорты, наблюдались два клинико- гемодинамических варианта нарушения кровообращения до оперативного вмешательства. В первом варианте развивалась клиническая картина гипоперфузии в бассейне нисходящей аорты, во втором, гиперволемиа малого круга кровообращения.

Выявление признаков, прямо или косвенно связанных с результатами лечения, необходимо для выработки оптимальной хирургической тактики у пациентов с патологией дуги аорты (Рисунки 1,2).

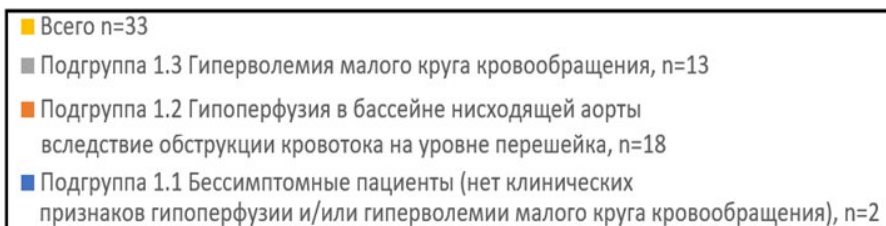
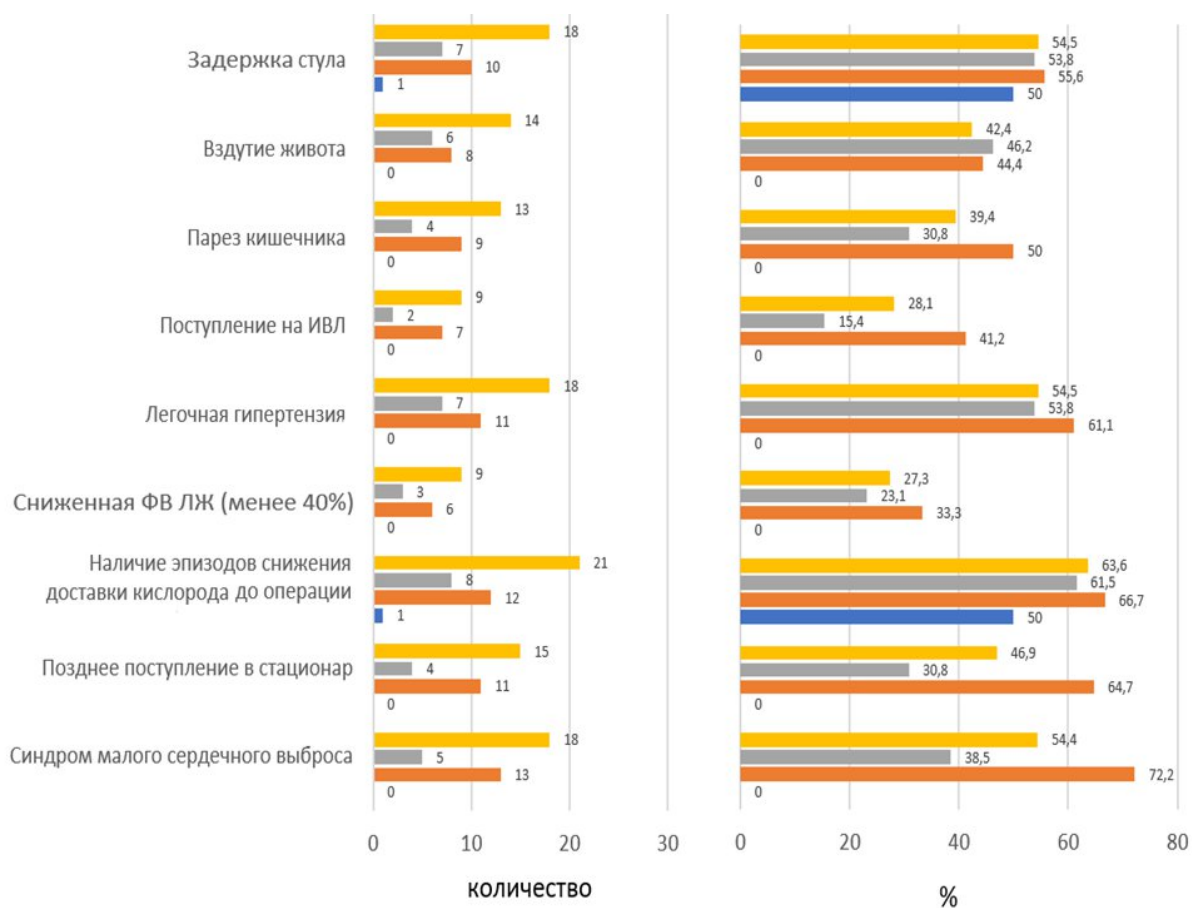


Рисунок 1 – Характеристика пациентов 1-й группы с патологией дуги аорты до операции.

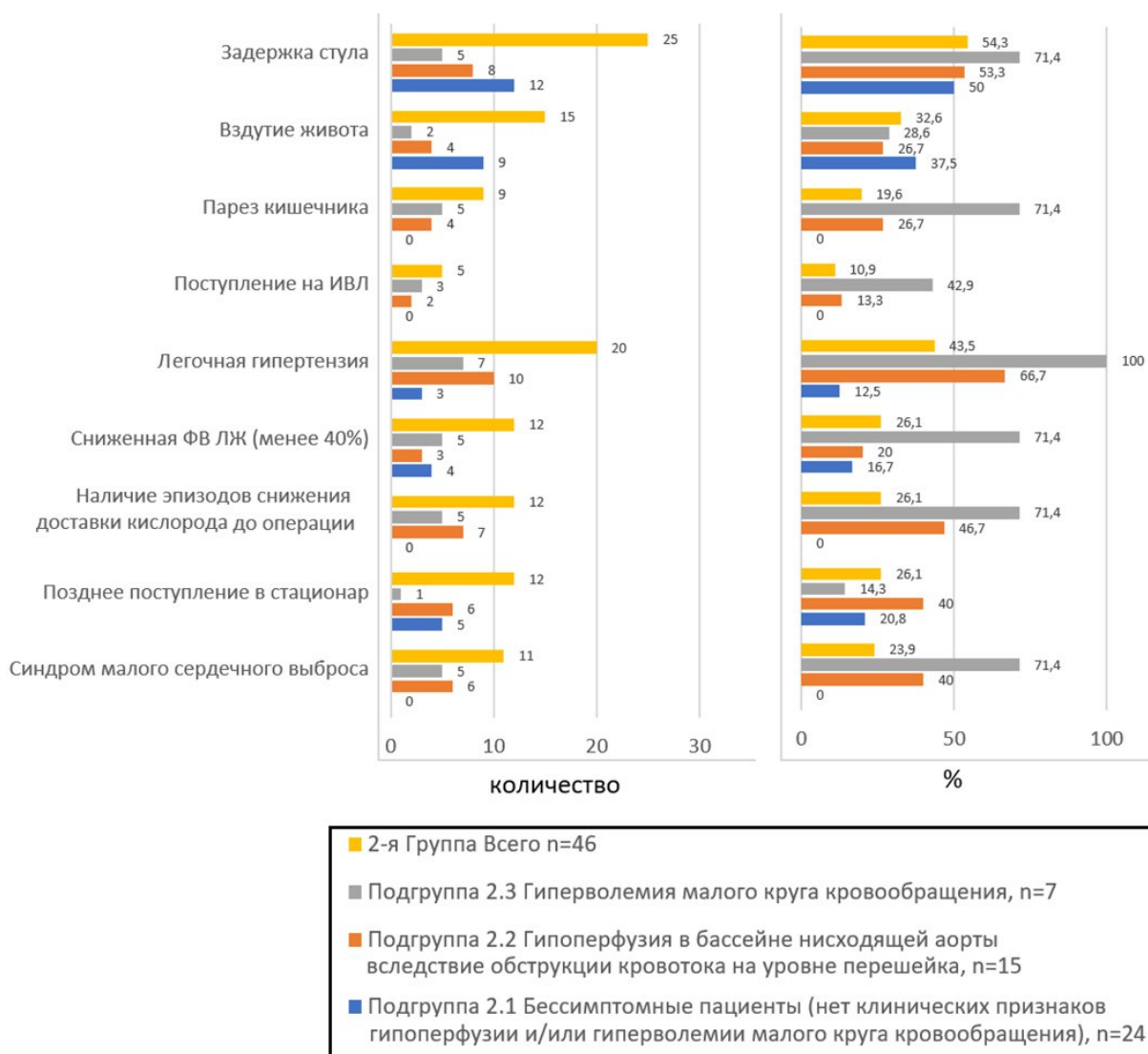


Рисунок 2 – Характеристика пациентов 2-й группы с патологией дуги аорты до операции.

Проведенный статистический анализ взаимодействия частоты встречаемости ряда признаков: синдрома малого сердечного выброса, эпизодов снижения доставки кислорода, тахипноэ, явлений легочной гипертензии, низкой массы тела (менее 2500 гр.), применения ИВЛ для стабилизации состояния больного до операции с результатами хирургического лечения, показал, что существует прямая корреляционная связь средней силы между данными признаками и неблагоприятным исходом. В случае синдрома малого сердечного выброса связь с неблагоприятным исходом является прямой, средней силы: $R=0,645$, $p=0,0001$, чувствительность 61,1%, специфичность 100%, относительный риск 2,5. Также обнаружена прямая корреляционная связь средней силы синдрома малого сердечного выброса с развитием острого повреждения почек: $R=0,51$, $p=0,003$, чувствительность 100 %, специфичность 40 %, относительный риск 0,6.

Наличие в анамнезе у ребенка эпизодов снижения доставки кислорода имело корреляционную связь с неблагоприятным исходом: $R=0,41$, $p=0,021$, чувствительность 47,6%, специфичность 91,7%, относительный риск 10.

Необходимость применения для стабилизации состояния больного до операции ИВЛ также связана с неблагоприятным исходом: $R=0,478$, $p=0,006$, чувствительность 66,7%, специфичность 82,6%, при этом относительный риск составил 9,5.

Тахипноэ, как признак кардиоваскулярных расстройств, часто встречался у пациентов в подгруппах гипоперфузии в бассейне нисходящей аорты и гиперволемии малого круга кровообращения. В ходе анализа была установлена прямая корреляционная связь средней силы

этого признака с неблагоприятным исходом: $R=0,512$, при $p=0,002$, а также связь тахипноэ с развитием острого повреждения почек: $R=0,381$, при $p=0,025$.

Выполненный корреляционный анализ показал, что наличие в клинической симптоматике заболевания явлений легочной гипертензии связано с неблагоприятным исходом при $R=0,645$, с чувствительностью 61,1%, специфичностью 100%, при $\chi^2=13,7$ и $p=0,0001$. Относительный риск составил 2,5.

Статистический анализ позволил выявить прямую корреляционную зависимость низкой массы тела (менее 2500гр) с неблагоприятным исходом: $R=0,418$, при $p=0,015$, чувствительность 80 %, специфичность 75 %, относительный риск=12. Также выявлена прямая связь между наличием у ребенка генетического синдрома и осложненным течением послеоперационного периода: $R=0,363$, при $p=0,041$, чувствительность 47,1 %, специфичность 86,7 %, относительный риск 5,778. Схожие данные были получены между имевшимися у ребенка множественными пороками развития и осложненным течением послеоперационного периода: $R=0,448$, при $p=0,010$, чувствительность 53,3 %, специфичность 88,2 %, относительный риск 8,6.

Обнаружено, что существует отрицательная связь возраста ребенка с неблагоприятным исходом: $R=-0,289$, при $p=0,003$ и $\chi^2=22,7$. Определена корреляция возраста ребенка с острым почечным повреждением. Она является отрицательной: $R=-0,423$, при $p=0,009$, $\chi^2=32,7$.

Длительная ИВЛ (более 5-ти суток) тоже имела отрицательную связь с возрастом ребенка: $R=-0,256$, при $p=0,010$, $\chi^2=26,9$; массой тела ребенка: $R=-0,315$, при $p=0,004$, $\chi^2=24,8$; площадью поверхности тела: $R=-0,337$, при $p=0,003$, $\chi^2=25,3$; гестационным возрастом: $R=-0,180$, при $p=0,043$, $\chi^2=15,2$.

Для решения вопроса о выборе варианта хирургической коррекции в зависимости от клинического состояния пациента на момент поступления, при позднем поступлении ребенка в стационар, при необходимости стабилизации ребенка перед оперативным вмешательством, а также для определения возможности расширения объема хирургического вмешательства был проведен сравнительный анализ клинико-гемодинамических параметров, отражающих варианты нарушения кровообращения до хирургической коррекции. Было выявлено, что ЧСС имела прямую корреляционную связь средней силы с неблагоприятным исходом: $R=0,609$, при $p=0,001$, а, также, находилась в отрицательной корреляционной связи с послеоперационным повреждением почек: $R=-0,371$, при $p=0,029$.

Сатурация, определяемая по пульсоксиметрии и градиент сатурации между верхними и нижними конечностями не показали существенной взаимосвязи с течением послеоперационного периода и конечными результатами лечения.

Была выявлена связь значений артериального давления, измеренного на нижних конечностях, с развитием послеоперационного повреждения почек. Острое повреждение почек (ОПП), находилось в отрицательной корреляционной связи с систолическим артериальным давлением на нижних конечностях, при $R=-0,511$, $\chi^2=18,872$ и $p=0,004$ и диастолическим артериальным давлением на нижних конечностях, при $R=-0,324$, $\chi^2=25,436$ и $p=0,041$.

У неблагоприятного исхода была отрицательная корреляционная связь средней силы с систолическим артериальным давлением, измеренным на нижних конечностях: $R=-0,619$, при $\chi^2=22,1$ и $p=0,002$ и диастолическим артериальным давлением, измеренным на нижних конечностях: $R=-0,554$, $\chi^2=22,5$ и $p=0,001$.

Уровень лактата артериальной крови находился в прямой корреляционной связи средней силы с развитием острого повреждения почек в послеоперационном периоде: $R=0,532$, при $p=0,001$, $\chi^2=25,436$ и $p=0,003$. Уровень насыщения гемоглобина кислородом в центральной венозной крови также являлся фактором, связанным с острым повреждением почек, возникшим после вмешательства. Выявленная корреляционная связь была отрицательной, слабой силы: $R=-0,372$, при $\chi^2=28,7$ и $p=0,029$.

Корреляционной связи неблагоприятного исхода с применением искусственного кровообращения выявлено не было. Тем не менее, при анализе результатов хирургического лечения пациентов, оперированных с применением искусственного кровообращения в периоде новорожденности, была выявлена связь средней силы с летальным исходом: $R=0,56$, $p=0,034$,

относительный риск 12. Поэтому, по полученным данным, искусственное кровообращение не является безопасной технологией для всех категорий пациентов.

По результатам лечения пациентов в послеоперационном периоде выявлена корреляция острого почечного повреждения с осложненным течением послеоперационного периода: $R=0,480$, при $p=0,006$. Длительность ИВЛ закономерно коррелировала с длительностью пребывания пациентов в отделении реанимации: $R=0,749$, при $p=0,000$, однако, в данном случае, не было обнаружено связи с неблагоприятным исходом хирургического лечения. Частота применения перитонеального диализа при остром повреждении почек (ОПП) коррелировала с неблагоприятным исходом хирургического лечения: $R=0,401$, при $p=0,021$, с чувствительностью 58,3 %, специфичностью 81%, относительным риском 5,95.

Значения конечно-диастолического объема левого желудочка также имели отрицательную корреляционную связь с неблагоприятным исходом хирургического лечения средней силы: $R=-0,56$, при $\chi^2=23,6$ и $p=0,003$.

Детальное изучение полученных нами данных о КДИ левого желудочка показало, что эти значения, измеренные до экстренного оперативного вмешательства, существенно отличались между выжившими и умершими пациентами, см. данные первой группы (Рисунок 3.), при $Z=-3,2$ и $p=0,02$. Схожие отличия были обнаружены и среди пациентов, оперированных в условиях искусственного кровообращения: $Z=-2,5$, $p=0,03$.

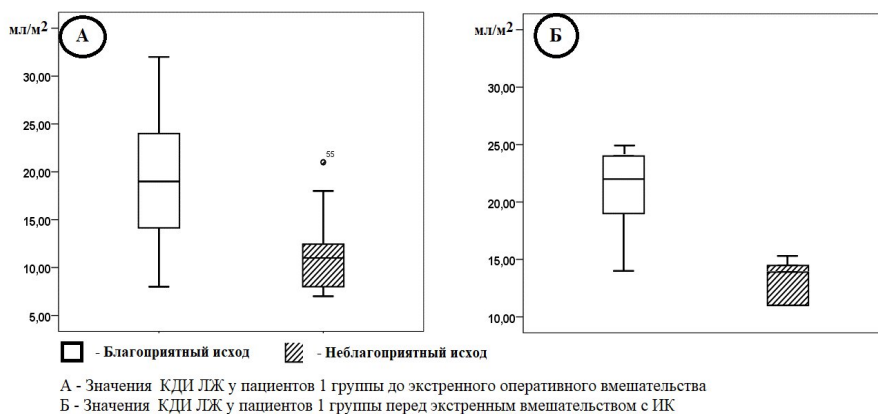
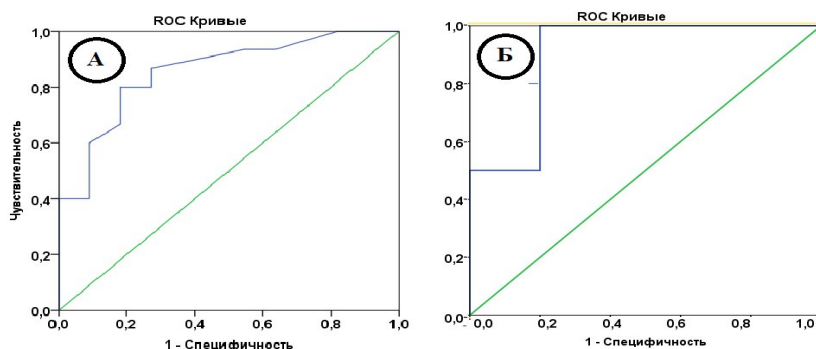


Рисунок 3 – Значения КДИ левого желудочка.

Выраженную взаимосвязь с неблагоприятным исходом низких значений КДИ ЛЖ подтверждает и корреляционный анализ. Так, коэффициент Пирсона R в первой группе составил 0,601, при $p=0,002$ и $\chi^2=12,3$. У пациентов первой группы, оперированных в условиях ИК, $R=0,71$, при $p=0,01$, $\chi^2=11,2$. На рисунке 4 представлены результаты ROC анализа. Определено, что у пациентов первой группы, оперированных по экстренным показаниям, критическое значение (индекс Йодена) для КДИ ЛЖ составило 10,5 мл/м², при чувствительности 86% и специфичности 73%, $AUC=0,855$, $p=0,003$; 95%ДИ 0,708-1,0. А среди таких же пациентов, но оперированных в условиях искусственного кровообращения, критическое значение КДИ ЛЖ было значительно выше и составляло 13,9 мл/м², при чувствительности 100%, специфичности 80%, $AUC=0,900$, $p=0,02$; 95%ДИ 0,69-1,0.



А - Значения КДИ ЛЖ у пациентов 1 группы до экстренного оперативного вмешательства
 Б - Значения КДИ ЛЖ у пациентов 1 группы перед экстренным вмешательством с ИК

Рисунок 4 – Данные ROC анализа КДИ левого желудочка.

Анализ КДИ ЛЖ у пациентов, поступивших в операционную на самостоятельном дыхании, показал схожие результаты. Так, критическое значение КДИ ЛЖ (индекс Йодена) для всех пациентов первой группы без ИВЛ составил 10 мл/м², при чувствительности 90% и специфичности 75%, AUC=0,961, p=0,005; 95% ДИ 0,88-1,0. А для пациентов, оперированных с ИК, индекс Йодена для КДИ ЛЖ с чувствительностью 85% и специфичностью 68% составил 15 мл/м², AUC=0,832, p=0,03; 95% ДИ 0,78-0,96.

Индекс конечно-диастолического объема левого желудочка (мл/м²) после проведения оперативного вмешательства у пациентов увеличивался.

Согласно полученным данным статистического анализа сниженная фракция выброса ЛЖ коррелировала с неблагоприятным исходом. Была прямой, средней силы: R=0,577, при p=0,001, с чувствительностью 77,8 % и специфичностью 83,3%, при $\chi^2=11$ и p=0,002 с относительным риском 17,5.

Неблагоприятные исходы находились в прямой зависимости от значений тахипноэ, при AUC=0,833, p=0,009 95%ДИ=0,689-0,978. Критическое значение частоты дыхания для этой категории пациентов составило 82 дыхательных движения в минуту, при чувствительности 84%, специфичности 63%. В прямой зависимости от значений уровня лактата, при AUC=0,728, p=0,05 95% ДИ=0,51-0,978. Критическое значение гиперлактатемии для этой категории пациентов составило 6,8 ммоль/л, при чувствительности 82 %, специфичности 58 %, с отношением шансов 2,4 (95% ДИ: 1,4-12,7). Отмечено увеличение частоты неблагоприятного исхода при увеличении критического значения ЧСС более 175 в минуту, при чувствительности 83%, специфичности 68% (AUC=0,779, p=0,03 95%ДИ=0,55-0,99). Неблагоприятные исходы находились в прямой зависимости от значений дооперационной фракции выброса левого желудочка, при AUC=0,802, p=0,02 95%ДИ=0,6-1,0. Критическое значение фракции выброса левого желудочка составило 35 %, при чувствительности 97%, специфичности 65%, с отношением шансов 17,5 (95% ДИ: 2,6- 117,37).

Проанализировав клинические, гемодинамические и лабораторные данные пациентов, среди всех признаков, значимых для исходов хирургического лечения, были выделены: тахикардия, гипотензия, такие клинические проявления сердечной недостаточности, как тахипноэ и наличие легочной гипертензии и, как один из компонентов снижения среднего артериального давления, диастолическое давление на нижних конечностях. Необходимость перевода больного на ИВЛ перед оперативным вмешательством для стабилизации состояния явилась серьезным моментом, способным влиять на исходы оперативного вмешательства. Больные, получавшие респираторную поддержку, среди оперированных по экстренным показаниям, имели сочетаниеотягающих признаков: ИВЛ и системную гипоперфузию. При экстренных вмешательствах, корреляция между применением ИВЛ до операции и летальностью возрастала до R= 0,47, при p=0,006 и $\chi^2=6,3$, с чувствительностью 66% и специфичностью 82%. Важными факторами, влияющими на исход хирургического лечения пациентов с патологией дуги аорты, явились потребность в экстренной операции и применение искусственной вентиляции легких для

стабилизации состояния пациента. Другие клинические признаки, выявляемые до операции, не показали выраженной связи с исходами лечения.

По результатам анализа трансторакальной ЭХО КГ было выявлено, что КДИ ЛЖ, измеренный до операции, является одним из ключевых данных, как определяющих исход оперативного лечения, так и влияющих на выбор хирургической тактики.

Снижение фракции выброса левого желудочка имеет связь с исходами заболевания и течением послеоперационного периода.

Корреляционная связь и результаты факторного анализа дают основание предполагать, что значение массы тела пациента является независимым фактором, способным оказать влияние на исход лечения. Более того, оперативные вмешательства, выполненные в экстренном порядке, усугубляют ситуацию для пациентов с низкой массой тела, так как возрастает риск вмешательства. Был проведен ROC анализ, который показал, что существует выраженная зависимость исходов лечения от массы больных, оперированных в условиях искусственного кровообращения по экстренным показаниям ($p=0,04$).

На основании всех полученных данных, при разработке «алгоритма принятия решения о хирургической тактике ведения пациентов с врожденной патологией дуги аорты» учтены следующие факторы: -экстренное оперативное вмешательство

- искусственная вентиляция легких до операции
- масса тела пациента
- индекс конечно-диастолического объема левого желудочка
- вмешательство с искусственным кровообращением (Рисунок 5).

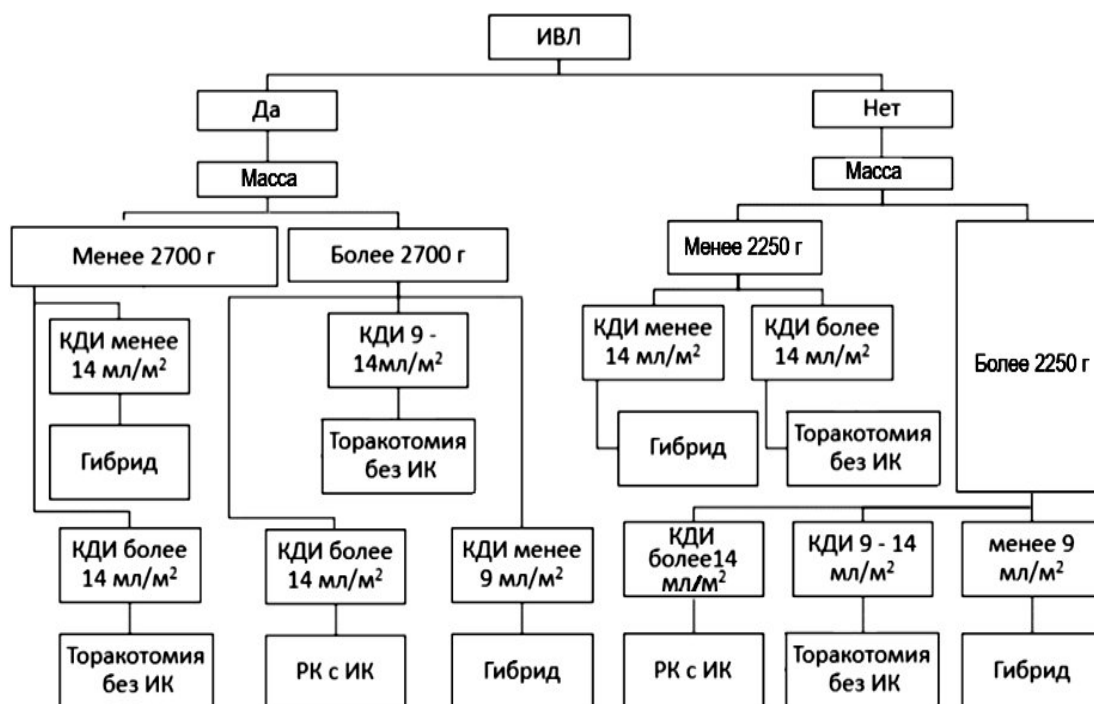


Рисунок 5– Алгоритм принятия решения для выбора хирургической тактики лечения.

Анализируя показатели хирургического лечения детей, обращает на себя внимание тот факт, что общая летальность во второй группе пациентов с патологией дуги аорты, у которых показания к оперативному пособию определялись согласно выработанному нами алгоритму,

составила 10,9 %. Это существенно отличается от аналогичного показателя в первой группе, 33,3%, $\chi^2=15$ и $p=0,001$ (Рисунок 6).

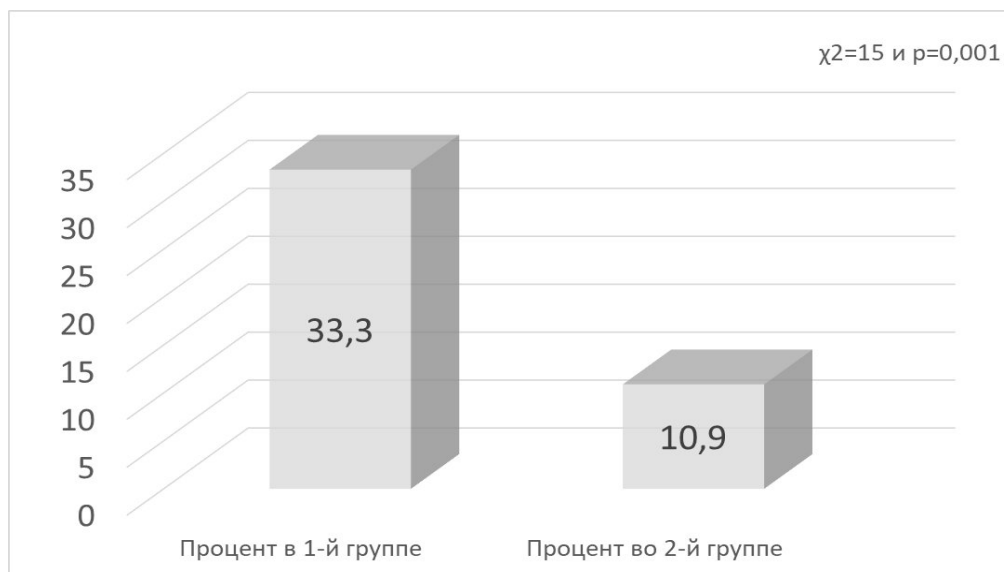


Рисунок 6 –Сравнение общей летальности в 1-й и во 2-й группах пациентов

При оценке результатов лечения в обеих группах у пациентов, которым оперативное вмешательство выполнялось по экстренным показаниям, выявлено, что во второй группе частота экстренных вмешательств была значимо сокращена, на 48,4% ($\chi^2=12,2$, $p=0,001$). В 1-й группе экстренных вмешательств было 26 (78,8%), во 2-й -14 (30,4%) (Рисунок 7)

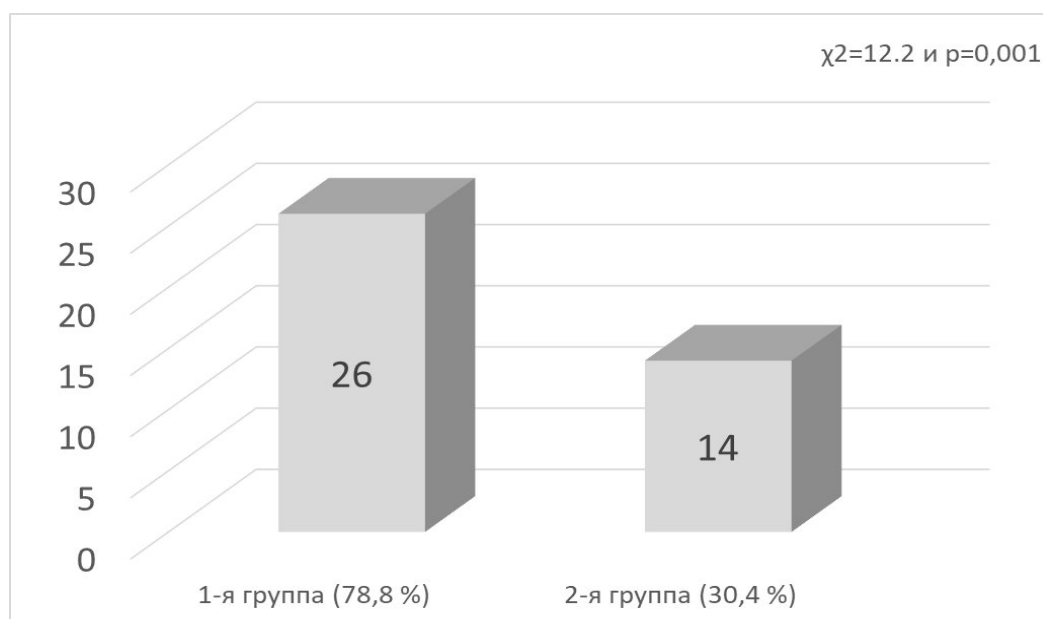


Рисунок 7– Сравнение частоты экстренных вмешательств в 1-й и во 2-й группах пациентов.

Также, во второй группе существенно снижена частота применения искусственного кровообращения, поскольку на хирургическом этапе отдавалось предпочтение в пользу паллиативных и гибридных вмешательств.

В целом, отличия по результатам лечения между первой и второй группами были значимые. Отмечалось уменьшение стадии острого почечного повреждения у больных во второй группе: $\chi^2=12$, $p=0,007$. Длительность проведения ИВЛ во второй группе также была существенно ниже, чем в первой: $Z=-4,1$, $p=0,001$, как и продолжительность лечения пациентов: $Z=-2,9$, $p=0,003$. Летальных исходов во второй группе на фоне шокового состояния было значимо меньше ($p=0,004$).

Летальность в группах среди пациентов, оперированных в экстренном порядке, уменьшилась на 6,6% ($\chi^2=6,3$, при $p=0,01$). 1-я группа – 11(42,3%), 2-я группа – 5(35,7%) (Рисунок 8).

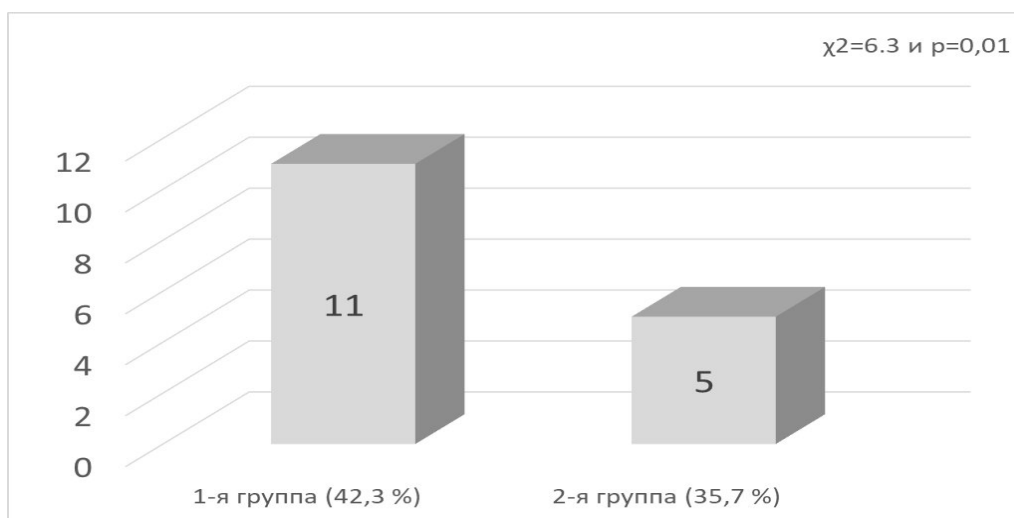


Рисунок 8– Сравнение летальности при экстренных вмешательствах в 1-й и во 2-й группах пациентов.

В ходе исследования был выполнен последовательный анализ факторов, показавших прямую связь с неблагоприятным исходом с помощью логистической регрессии, который позволил установить, что построение наиболее оптимальной математической модели прогноза неблагоприятного исхода возможна при сочетании нескольких наиболее значимых факторов и коэффициентов. С помощью данной математической модели произведены расчеты. В окончательном виде уравнение логистической регрессии имело вид формулы. Вычисляемый результат, отображаемый в процентах, мы назвали «модель вероятности операционного исхода» (МВОИ). Графическое отображение расчетов вероятности неблагоприятного исхода при вмешательствах с искусственным кровообращением на основании уравнения представленной модели логистической регрессии (сочетание значений дооперационной фракции выброса ЛЖ и частоты сердечных сокращений) при четырех вариантах значений фракции выброса левого желудочка, с указанием индекса Йодена для МВОИ, наглядно дает представление о безопасных значениях этих параметров. Совмещение перпендикуляра от значения частоты сердечных сокращений расположенных на оси абсцисс с кривой, соответствующей определенной фракции выброса левого желудочка дает значение вероятности неблагоприятного операционного исхода в процентах, отложенных по оси ординат (Рисунок 9).

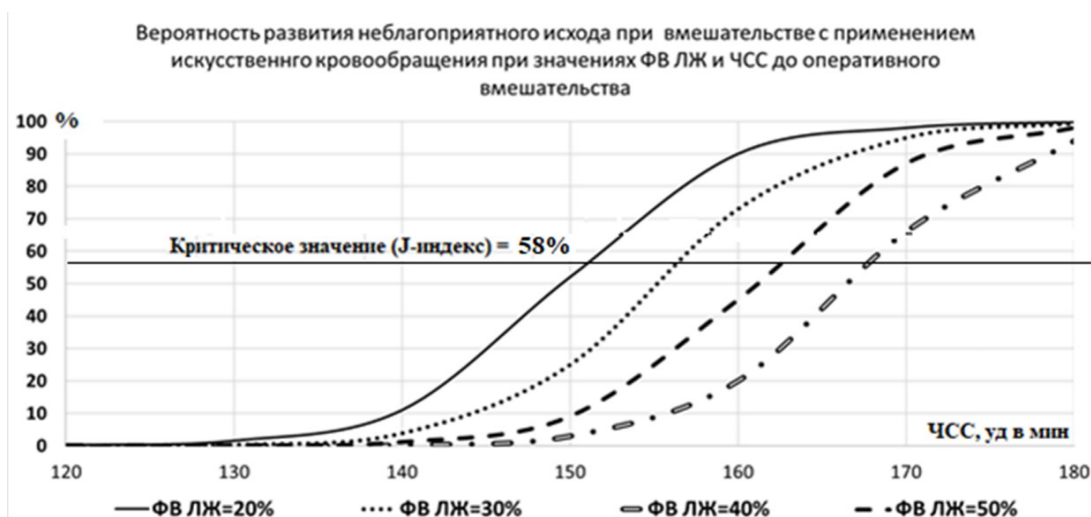


Рисунок 9 – Вероятность развития неблагоприятного исхода при вмешательстве с применением искусственного кровообращения при значениях ФВ ЛЖ и ЧСС до операции.

Изучение модели вероятности операционного исхода (МВОИ) показало, что, в целом, данный показатель между нашими группами отличался значимо. Во второй группе, преимущественно за счет пациентов, оперированных в условиях искусственного кровообращения.

Пациенты, оперированные без ИК и по экстренным показаниям, имели малозначимые различия показателей вероятности операционного исхода.

Значения вероятности операционного исхода у умерших пациентов при сравнении групп не отличались. Обращает на себя внимание тот факт, что среди этих пациентов значение вероятности операционного исхода было значительно выше определенного нами критического уровня.

ВЫВОДЫ

1. Частота развития синдрома нарушения системной перфузии зависит от анатомического варианта гипоплазии дуги аорты и функционирования артериального протока. У пациентов с преимущественной обструкцией кровотока на уровне перешейка аорты клинические проявления заболевания сопровождаются синдромом нарушения системной перфузии в 54% - 72,2% случаев. У больных с гиперволемией малого круга кровообращения в 38,5% - 45,5% случаев. Основными дооперационными критериями системной гипоперфузии являются: тахипноэ с частотой дыхания более 82 дыхательных движения в минуту, при чувствительности 84% и специфичности 63%; тахикардия более 175 в мин., при чувствительности 83% и специфичности 68%; снижение фракции выброса левого желудочка менее 35%, при чувствительности 97% и специфичности 65%.

2. Безопасный выбор варианта коррекции порока основывается на комплексной оценке основных факторов, оказывающих существенное влияние на исход оперативного вмешательства. Ими являются: низкая масса тела – менее 2250 граммов, с отношением шансов к неблагоприятному исходу 1,55 (95%ДИ 1,05 – 2,29); низкие значения индекса конечно- диастолического объема левого желудочка для операций без ИК– 10,5 мл/м², с отношением шансов 25 (95% ДИ: 1,8- 346,2), а для вмешательств с ИК – менее 13,9 мл/м², с отношением шансов 36,7 (95% ДИ: 1,6 – 715,7); снижение фракции выброса левого желудочка менее 35% и увеличение уровня лактата крови более 6,8 ммоль/л при отношении шансов 17,5 (95% ДИ: 2,6-117,37) и 2,4 (95% ДИ: 1,4-12,7), соответственно.

3. На основе создания модели прогнозирования исходов лечения был разработан «алгоритм принятия решения о тактике ведения пациентов». Применение в практической деятельности алгоритма позволило снизить общую послеоперационную летальность на 22,4 % ($\chi^2=15$ и $p=0,001$), а среди пациентов, оперированных в экстренном порядке, на 6,6% ($p=0,01$.); уменьшить длительность применения ИВЛ на 17,2 % ($p=0,001$), сократить сроки пребывания пациентов в отделении реанимации на 57,7% ($p=0,003$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выборе варианта оперативного вмешательства у пациентов, имеющих расчетные значения КДИ ЛЖ менее 14 мл/м², наиболее безопасным является выбор в пользу паллиативного вмешательства без применения искусственного кровообращения.

2. Для пациентов, направляемых в операционную в экстренном порядке и требующих для стабилизации состояния до операции проведения ИВЛ, критерием для разграничения принята масса тела в 2700 гр. Для пациентов с самостоятельным дыханием – масса в 2250г. Индекс конечно- диастолического объема ЛЖ у пациентов всех весовых категорий был определен как достаточный – 14 мл/м², пограничный – в диапазоне от 9 до 14 мл/м² и недостаточный – менее 9 мл/м². В зависимости от массы тела, использования ИВЛ и КДИ ЛЖ решается вопрос о методе хирургической коррекции: РК с ИК, торакотомия без ИК или гибрида.

3. В клинической ситуации, решение вопроса о возможности выполнения экстренного оперативного вмешательства принимается на основании предлагаемой нами «модели вероятности операционного исхода» (МВОИ). Расчеты показывают, что экстренное оперативное вмешательство у пациентов с низкой массой тела (менее 2500гр) наиболее безопасно выполнять при МВОИ менее 25%. Критическое значение МВОИ, обозначающее максимальную вероятность неблагоприятного исхода для пациентов с низкой массой тела при вмешательствах с искусственным кровообращением и без него, по данным расчетов, составляет 58% и 80,5%, соответственно.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1.Хубулава, Г.Г. Показатели газового состава крови у новорожденных с синдромом малого сердечного выброса после кардиохирургических вмешательств / А.Б. Наумов, С.П. Марченко, Ю.С. Александрович, К.В. Пшениснов, О.Ю. Чупаева [и др.] // «Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН» –2018. –Т.19. – №5. – С.676-687.

2.Хубулава, Г.Г. Уровень экстракции кислорода и уровень парциального давления углекислого газа (PCO₂) в крови являются предикторами синдрома низкого сердечного выброса у новорожденных с функционально единым желудочком / А.Б. Наумов, С.П. Марченко, О.Ю. Чупаева [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания» –2018. –Т.19. – №6. –С.185.

3.Хубулава, Г.Г. Ранняя экстубация после кардиохирургических операций у новорожденных и грудных детей / А.Б.Наумов, С.П. Марченко, О.Ю.Чупаева [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания» –2018. –Т.19. – №6. – С.193.

4.Хубулава, Г.Г. Острое повреждение почек у новорожденных и грудных детей после кардиохирургических вмешательств / А.Б. Наумов, С.П. Марченко, А.А. Селиверстова, О.Ю. Чупаева, К.В. Пшениснов [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания»–2018. –Т.19. – №6. – С.192.

5.Хубулава, Г.Г. Стабилизация новорожденных с врожденными пороками сердца в интраоперационном и раннем послеоперационном периоде после перенесенной транспортировки

из отдаленных регионов / А.Б.Наумов, С.П. Марченко, О.Ю. Чупаева [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания» –2018. –Т.19.– № 6. –С.194.

6.Наумов, А.Б. Показатели газового состава крови у новорожденных с синдромом малого сердечного выброса после кардиохирургических вмешательств / Г.Г. Хубулава, С.П. Марченко, Ю.С. Александрович, К.В. Пшениснов, О.Ю. Чупаева [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания» – 2018.– Т.19. – № 5.–С. 676-687. DOI 10.24022/1810-0694-2018-19-5-676-687.

7.Khubulava, G.G. Acute kidney injury rate in neonates and infants after cardiac surgery. /A.A.Seliverstova, N.D. Savenkova, Y.S.Alexandrovich., A.B. Naumov, S.P.Marchenko, O.U.Chupaeva [et al.] // The 26th annual meeting of the Asian society for cardiovascular and thoracic surgery. Lectures and Abstracts 26th ASCVS meeting. 2018.

8. Хубулава, Г.Г. Эмбриологические, гемодинамические и ультразвуковые особенности левых отделов сердца. / С.П. Марченко, А.Б.Наумов, А.А.Селиверстова, О.Ю. Чупаева [и др.] // II Международный Конгресс по Эхокардиографии “Эхо Белых Ночей 2018”. – 2018. С. – 44.

9. Хубулава, Г.Г. Практическое применение эхокардиографии для оценки гемодинамики у новорожденных с пороками сердца. / С.П. Марченко, А.Б.Наумов, А.А.Селиверстова, О.Ю.Чупаева [и др.] // II Международный Конгресс по Эхокардиографии “Эхо Белых Ночей 2018”. – 2018. – С. – 46.

10. Khubulava, G.G. Low cardiac output criteria after cardiac surgery in neonates/A.B. Naumov, S.P. Marchenko, O.U. Chupaeva [et al.] // Obstetrics and Fetal Surgery –2019.

11. Наумов, А.Б. Газовый состав крови у новорожденных с параллельным кровообращением при нарушениях системной перфузии после коррекции врожденных пороков сердца /Г.Г.Хубулава, С.П. Марченко, Ю.С. Александрович, К.В. Пшениснов, О.Ю. Чупаева [и др.] // «Детские болезни сердца и сосудов» – 2019. –Т.16.– №1. –С. 43-55. –DOI 10.24022/1810-0686-2019-16-1-43-55.

12.Наумов, А.Б. Особенности гемодинамического статуса у здоровых новорожденных в раннем неонатальном периоде / Г.Г. Хубулава, С.П. Марченко, Ю.С. Александрович, К.В. Пшениснов, О.Ю. Чупаева [и др.] // «Российский вестник перинатологии и педиатрии» –2019.–Т.64.– №1. –С.30-38. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-1-30-38>

13. Наумов, А.Б. Теоретические модели показателей гемодинамики и газообмена при одножелудочковой циркуляции/Г.Г.Хубулава, А.Б.Наумов, С.П. Марченко, Ю.С. Александрович, К.В. Пшениснов, О.Ю. Чупаева [и др.] // «Вестник анестезиологии и реаниматологии» –2020. –Т.17. – №3. –С. 6-16.

14. Хубулава, Г.Г. Результаты применения методики отсроченного закрытия грудины у кардиохирургических пациентов грудного возраста/ С.П. Марченко, Д.Д. Купатадзе, А.Б. Сазонов, А.М.Волков, О.Ю.Чупаева [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И.Пирогова. – 2021. – Т.16. – № 1. –С. 17-23.

15. Наумов, А.Б. Механическая дисперсия и деформация миокарда: эхокардиографические предикторы послеоперационной острой сердечной недостаточности у пациентов первого года жизни в аспекте сравнения вариантов кардиоплегии / А.Б.Наумов, Г.Г.Хубулава, С.П. Марченко, Д.Д. Купатадзе, О.Ю.Чупаева [и др.] // Детские болезни сердца и сосудов. – 2021. – Т. 18. – № 1. – С. 33-44. –DOI 10.24022/1810-0686-2021-18-1-33-44.

16. Хубулава, Г.Г. Расчет ударного объема левого желудочка по формуле Рело: корректные геометрические характеристики корня аорты в оценке системного потока крови. / С.П. Марченко, А.Б. Наумов, В.В. Макарук, А.М. Волков, О.Ю. Чупаева [и др.] // Вопросы общей и частной хирургии. – 2022. – № 3. – С.12-19.

17. Наумов, А.Б. Факторы риска развития острой сердечной недостаточности в раннем послеоперационном периоде после коррекции врожденных пороков сердца у детей грудного возраста. / Г.Г. Хубулава, С.П. Марченко, О.Ю. Чупаева [и др.] // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 65. – № 5. – С. 542-548.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АД - артериальное давление
 АТК - атрезия трикуспидального клапана
 ВК - верхние конечности
 ВПС - врожденный порок сердца
 ГМ - головной мозг
 ДИ - доверительный интервал
 ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки
 ДМПП - дефект межпредсердной перегородки
 ЕЖ - единый желудочек
 ИК - искусственное кровообращение
 ИВЛ - искусственная вентиляция легких
 КДИ ЛЖ – конечно-диастолический индекс левого желудочка
 КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка
 КоАо - коарктация аорты
 КСА – стеноз клапана аорты
 МВПР – множественные врожденные пороки сердца
 Ме - медиана показателя
 МКК – малый круг кровообращения
 НК - нижние конечности
 ОАП - открытый артериальный проток
 ООАВК – открытый общий атриовентрикулярный канал
 ОПП - острое повреждение почек
 ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии
 ОР – относительный риск
 ОСН- острая сердечная недостаточность
 РК - операция по радикальной коррекции порока сердца
 СВ – сердечный выброс
 СИ- сердечный индекс
 СГЛОС – синдром гипоплазии левых отделов сердца
 ТАДЛВ – тотальный аномальный дренаж легочных вен
 ФВ ЛЖ - фракция выброса левого желудочка
 ЦНС-центральная нервная система
 ЧДД – частота дыхательных движений
 ЧСС - частота сердечных сокращений

ЭКГ-электрокардиограмма
ЭХО КГ -эхокардиограмма
AUC - область под ROC кривой
BE - избыток (дефицит) оснований
BSA - площадь поверхности тела в м²
CaO₂ – содержание кислорода в артериальной крови
CvO₂ – содержание кислорода в центральной венозной крови
FiO₂ – концентрация кислорода во вдыхаемом воздухе
Glu – глюкоза крови
Hb – гемоглобин крови
Ю – респираторный индекс
Lac - лактат (молочная кислота) в анализе крови
O₂ER –коэффициент экстракции кислорода
PaO₂ – парциальное напряжение кислорода в артериальной крови
PaCO₂ - парциальное напряжение углекислого газа в артериальной крови
pH(a) – показатель кислотно-щелочного равновесия артериальной крови
pH (в) – показатель кислотно-щелочного равновесия венозной крови
PvO₂- парциальное напряжение кислорода в венозной крови
PvCO₂ – парциальное напряжение углекислого газа в венозной крови
ROC анализ -анализ с применением ROC кривых
Sa_vO₂– артерио-венозная разница по сатурации Hb
SaO₂ - насыщение кислородом Hb в артериальной крови
SvO₂- насыщение кислородом Hb в венозной крови
dPCO₂–вено-артериальная разница по парциальному напряжению углекислого газа
Z - score - отклонение значений индивидуального показателя от среднего значения для данной популяции, деленное на стандартное отклонение среднего значения