

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

КРАМАРЕНКО ВЛАДИСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ МАСКИРОВАННОЙ И
ИЗОЛИРОВАННОЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ
ГИПЕРТЕНЗИИ У ДЕТЕЙ**

Специальность 3.1.21. Педиатрия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Ледяев Михаил Яковлевич

Волгоград – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1 Распространенность артериальной гипертензии у детей	14
1.2 Маскированная артериальная гипертензия у детей	17
1.3 Изолированная систолическая гипертензия у детей	21
1.4 Домашний самоконтроль артериального давления	23
1.5 Суточное мониторирование артериального давления	25
1.6 Роль центрального аортального давления и скорости пульсовой волны в диагностике артериальной гипертензии у детей	26
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1 Дизайн исследования	31
2.2 Характеристика исследуемых групп	33
2.3 Стандартные методы исследования	40
2.4 Специальные методы исследования	45
2.5 Статистические методы, используемые в исследовании	48
РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	
ГЛАВА 3. РОЛЬ ДОМАШНЕГО САМОКОНТРОЛЯ АД В ДИАГНОСТИКЕ МАСКИРОВАННОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У ДЕТЕЙ	52
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА СУТОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ С НОРМАЛЬНЫМ АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ	59
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА СУТОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ С МАСКИРОВАННОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ	68
ГЛАВА 6. ОЦЕНКА СУТОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ С ИЗОЛИРОВАННОЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ	75

ГЛАВА 7. ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ВЕРОЯТНОСТИ ВЫСОКОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО СИСТОЛИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ И ВЫСОКОЙ СКОРОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ С ИЗОЛИРОВАННОЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ	82
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	92
ВЫВОДЫ	102
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	104
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	108

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Артериальная гипертензия (АГ) является наиболее распространенным сердечно-сосудистым заболеванием в мире. Около 1,28 миллиарда взрослых в возрасте 30-79 лет во всем мире страдают от АГ. Сегодня глобальная, стандартизированная по возрасту, средняя распространенность АГ среди мужчин составляет 34%, а среди женщин – 32% [190].

Метаанализ, оценивавший распространенность АГ во всем мире среди лиц в возрасте моложе 19 лет, показал, что от 4% до 9,7% имели предгипертонию и АГ [172; 73]. Распространенность АГ у детей зависит от возраста обследованных и избранных критериев диагностики и может варьировать от 4 до 22% обследованных [3; 41; 125; 6].

Распространенность повышенного артериального давления (АД) более 95 перцентилия среди детей в России за последнее десятилетие увеличилась у девочек с 5,1 % до 8,1 %, а у мальчиков с 8,0 % до 10,2 % соответственно. Таким образом, динамика распространенности артериальной гипертензии среди детей и подростков за десятилетний период характеризуется ростом [3; 6; 23].

Распространенность в мире маскированной артериальной гипертензии (МАГ) в общей детской популяции составляет от 8 до 12%. У пациентов с МАГ чаще наблюдаются субклинические формы поражения сердечно-сосудистой системы, что увеличивает риск развития у них долгосрочных сердечно-сосудистых заболеваний в взрослой жизни [69].

Среди детей с АГ от 80% до 92% пациентов имеют изолированную систолическую гипертензию (ИСГ) [66]. Хотя ИСГ является преобладающим гемодинамическим фенотипом АГ у детей, имеются лишь единичные сообщения о роли центрального аортального давления у детей при этом состоянии [111]. В некоторых исследованиях показано, что около 20% взрослых пациентов с ИСГ

имеют повышенную скорость пульсовой волны (СПВ), что указывает на то, что ИСГ может быть связана с повышением жесткости аорты [143].

В недавнем метаанализе было обнаружено, что повышенное центральное аортальное давление у взрослых было связано с повышенным сердечно-сосудистым и цереброваскулярным риском независимо от уровня периферического АД [65]. Имеется лишь несколько публикаций об уровне центрального аортального давления и СПВ детей [72; 109; 100].

Степень разработанности темы исследования

О роли домашнего самоконтроля АД в диагностике МАГ существуют две противоположные точки зрения: одни исследователи считают, что самоконтроль АД может помочь в ранней диагностике МАГ [174; 91], другие, что самоконтроль АД не всегда хорошо подходит для оценки маскированной артериальной гипертензии [3; 98; 124; 91].

В доступной нам литературе не представлены исследования по изучению суточного профиля центрального аортального давления и СПВ у детей с МАГ и ИСГ. Однако установлено, что повышенное центральное аортальное систолическое АД (САДао) и центральное аортальное пульсовое АД (ПАДао) являются предикторами поражений органов-мишеней не только у взрослых, но и у детей с АГ [111; 101; 105; 168].

Одним из органов мишеней при АГ являются артерии. Ранние признаки поражения артерий можно оценить по скорости пульсовой волны, которая обратно пропорциональна растяжимости артериальных стенок: чем выше СПВ, тем меньше растяжимость (эластичность) сосуда и больше его ригидность [82; 157]. Артериальная ригидность является независимым предиктором будущих сердечно-сосудистых событий у взрослых [183], при этом увеличение жесткости артерий обнаруживается у детей уже в возрасте 6 лет [131; 102; 158].

В доступной нам литературе не описан алгоритм диагностики и наблюдения за детьми с ИСГ, однако представлен алгоритм диагностики и наблюдения за

пациентами с ИСГ старше 18 лет [143]. В китайских рекомендациях по профилактике и лечению гипертензии (2024) всем подросткам с ИСГ рекомендуется СМАД с оценкой центральной аортальной гемодинамики и жесткости артерий [185].

В современных клинических рекомендациях «Артериальная гипертензия у детей» (2025), на основе исследований российских и зарубежных ученых, изложены основные аспекты этиологии, патогенеза, диагностики, лечения и профилактики артериальной гипертензии у детей [6].

Вместе с тем, ряд ведущих российских и зарубежных исследователей считают необходимым продолжение исследований для получения новой информации о СМАД у детей, уточнения клиническо-функциональных фенотипов маскированной АГ и изолированной систолической АГ, продолжения изучения поражения органов мишеней, в частности сосудов с определением скорости пульсовой волны и центрального аортального давления в детском возрасте [3; 140].

Цель исследования

Оптимизировать персонализированный подход к ранней диагностике маскированной артериальной гипертензии и изолированной систолической гипертензии у детей.

Задачи исследования

1. Определить роль домашнего самоконтроля АД в ранней диагностике маскированной артериальной гипертензии у детей.
2. Изучить суточные профили центрального аортального давления и скорости пульсовой волны у детей с маскированной артериальной гипертензией.
3. Оценить суточные профили центрального аортального давления и скорости пульсовой волны у детей с изолированной систолической гипертензией.

4. Разработать персонализированный алгоритм, определяющий вероятность прогрессирования изолированной систолической гипертензии у детей.

Научная новизна исследования

Получены данные, обосновывающие роль самоконтроля АД в домашних условиях по единому протоколу с использованием валидированного осциллометрического устройства, в ранней диагностике маскированной артериальной гипертензии у детей. Установлено, что величина систолического артериального давления более 90 перцентилья, зафиксированная в условиях самоконтроля АД, служит клинически релевантным критерием для проведения суточного мониторинга артериального давления у детей с целью ранней диагностики маскированной артериальной гипертензии.

Впервые проведен сравнительный анализ циркадных профилей центрального аортального систолического, центрального аортального пульсового давления и скорости пульсовой волны у детей с маскированной артериальной гипертензией и с изолированной систолической гипертензией. Результаты анализа свидетельствуют об отсутствии статистически значимых различий как в средних значениях, так и в ритме суточных изменений.

Выявлено, что центральное аортальное систолическое, центральное аортальное пульсовое давление и скорость пульсовой волны у детей с маскированной артериальной гипертензией и изолированной систолической гипертензией имеют статистически значимо большие средние значения, чем у детей с нормальным АД на протяжении суток. Для циркадного ритма этих показателей у пациентов с маскированной артериальной гипертензией и изолированной систолической гипертензией характерен феномен недостаточного ночного снижения (менее 10%).

Установлены ведущие независимые предикторы, определяющие высокое центральное аортальное систолическое давление и высокую скорость пульсовой волны у детей с изолированной систолической гипертензией: ожирение, рост более

90 перцентиля для данной возрастнo-половой группы, мужской пол и суточный индекс скорости пульсовой волны менее 10%. На основе этого предложен персонализированный алгоритм стратификации детей с изолированной систолической гипертензией, угрожаемых по высокому центральному аортальному систолическому давлению и/или высокой скорости пульсовой волны.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные данные способствуют расширению знаний об артериальной гипертензии у детей, а также повышению качества диагностики маскированной и изолированной систолической артериальной гипертензии у детей. Выявлены критерии, повышающие качество диагностики, выделены группы риска.

Результаты диссертационного исследования позволяют продолжить исследование в данной области с целью накопления знаний о возможностях применения СМАД и аппланационной тонометрии в решении вопроса ранней диагностики артериальной гипертензии у детей.

Полученный материал будет использован в образовательной деятельности на кафедрах ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России при изучении вопросов артериальной гипертензии, а также в практической деятельности учреждений здравоохранения.

Данные научной работы показали целесообразность комплексного использования СМАД и аппланационной тонометрии для оценки центрального аортального давления и скорости пульсовой волны у детей с артериальной гипертензией.

Методология и методы исследования

Методология научного исследования основана на анализе значительного объема научных трудов отечественных и зарубежных авторов в области современных методов диагностики артериальной гипертензии и влияния маскированной и изолированной систолической артериальной гипертензии на сердечно-сосудистую систему в детском возрасте.

Сбор данных и обработка полученных результатов проводились в соответствии с разработанным автором дизайном исследования. В работе были использованы клинические, инструментальные, лабораторные и статистические методы, включая специальные методы обследования сердечно-сосудистой системы у детей: неинвазивную оценку центрального аортального давления, жесткости артерий (скорости пульсовой волны и индекса аугментации) с помощью плечевой осциллометрии с использованием программно-аппаратного комплекса суточного мониторирования артериального давления и аппланационной тонометрии. Исследование соответствует правилам и принципам доказательной медицины.

Положения, выносимые на защиту

Величина систолического артериального давления более 90 перцентиля, полученная при самоконтроле АД в домашних условиях по единому протоколу с использованием валидированных осциллометрических устройств, является показанием к проведению СМАД у детей с целью ранней диагностики маскированной артериальной гипертензии.

У детей с маскированной артериальной гипертензией и изолированной систолической гипертензией среднее центральное аортальное систолическое давление и среднее центральное аортальное пульсовое давление статистически значимо больше, чем у детей с нормальным АД, как в дневное, так и в ночное время. Суточные профили центрального аортального систолического давления

пациентов с маскированной АГ и изолированной систолической гипертензией характеризуются ночным снижением величины АД менее 10%.

У пациентов с маскированной артериальной гипертензией и изолированной систолической гипертензией скорость пульсовой волны статистически значимо больше, чем у детей с нормальным АД, как в дневные, так и в ночные часы. Суточные профили скорости пульсовой волны характеризуются снижением величины СПВ в ночное время менее 10%.

Основными предикторами высокого центрального аортального систолического давления и высокой скорости пульсовой волны у детей с изолированной систолической гипертензией являются: ожирение, рост более 90 перцентиля, мужской пол, суточный индекс скорости пульсовой волны менее 10%.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Работа проведена на репрезентативной выборке с использованием сертифицированного оборудования. Анализ полученных результатов проводился с использованием современных методов статистической обработки, используемых в доказательной медицине. Выводы и практические рекомендации основаны на полученных результатах.

Результаты исследования представлены и обсуждены на Всероссийской научно-практической конференции «Лидеры педиатрии будущего» (Волгоград, 2024 г.), X Всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Педиатрические чтения», посвящённой памяти великих российских ученых педиатров А.А. Колтыпина, Д.Д. Лебедева, П.А. Пономаревой, Н.С. Кисляк (Москва, 2024 г.). Научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Педиатрия как искусство», посвященной 50-летию кафедры детских болезней педиатрического факультета (Волгоград, 2024 г.), 83 международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины»

(Волгоград, 2025 г.). Региональной научно-практической конференции для аспирантов и соискателей «аспирантские чтения» (Волгоград, 2025 г.).

Апробация диссертации проведена на заседании проблемной комиссии «Педиатрия. Акушерство и гинекология» ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России.

Внедрение результатов исследований в практику

Полученные в ходе диссертационного исследования данные используются в образовательном процессе при подготовке обучающихся по специальности «Педиатрия» на кафедре детских болезней педиатрического факультета ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. Результаты исследования внедрены в практическую деятельность ГУЗ «Детская поликлиника №3», ГУЗ «Детская поликлиника №1» и ГУЗ «Детская клиническая больница №8» г. Волгограда.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ из них 3 статьи в журналах, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Минобрнауки России для публикации результатов диссертационных исследований и 5 публикаций в сборниках материалов научных конференций.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 134 страницах и состоит из введения, обзора литературы, характеристики пациентов и методов исследования (глава «Материалы и методы исследования»), результатов собственных исследований, обсуждения результатов работы, выводов, практических рекомендаций и списка используемой литературы. Список литературы содержит 194 источника, из них 50 отечественных

и 144 зарубежных авторов, включая публикации автора и соавторов. Диссертация иллюстрирована 24 таблицами, 36 рисунками.

Личный вклад автора

Автором самостоятельно проанализирована литература, посвященная проблеме маскированной и изолированной систолической артериальной гипертензии в детском возрасте, написан обзор литературы. Автор самостоятельно осуществлял отбор пациентов, контролировал подписание информированного согласия, осуществлял осмотр пациентов и анализ медицинской документации. Автор самостоятельно проводил суточное мониторирование артериального давления, аппланационную тонометрию. Весь материал, представленный в диссертации, написан лично автором. Автор самостоятельно провел обработку информации и статистический анализ, сформулировал выводы и практические рекомендации. Автор выступал с докладами по теме диссертационного исследования и готовил публикации к печати.

Связь с планом основных научных исследований университета

Диссертационная работа соответствует инициативному плану ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, комплексной теме кафедры детских болезней «Оптимизация профилактики, диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний и дезадапционного синдрома у детей» (номер госрегистрации в системе ЕГИСУ 122102000092-5).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 3.1.21. Педиатрия. Результаты работы соответствуют области исследования

специальности, а именно пунктам 1 и 3 паспорта научной специальности
Педиатрия (медицинские науки).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Распространенность артериальной гипертензии у детей

Данные, которые публикует Всемирная организация здравоохранения, свидетельствуют о том, что смертность от сердечно-сосудистых заболеваний находится на первом месте в мире. Доказан прямой риск ишемической болезни сердца и инсульта от повышенного артериального давления. По предварительным оценкам, в России и в мире более 50% людей старше 60 лет имеют АГ [123; 92; 76; 8].

Согласно статистике Американской кардиологической ассоциации за 2021 год, около 60% взрослых и 11% лиц в возрасте до 20 лет в США страдают АГ [182].

В 2019 году мировая, стандартизированная по возрасту, распространенность АГ составила 32% у женщин и 34% у мужчин. Однако, внутри регионов мира наблюдались большие различия. Так, в Западной Европе распространенность гипертензии у лиц в возрасте 30-79 лет составляла от 17,5% до 30% у женщин и от 26% до 43% у мужчин, тогда как в Восточной Европе она составляла от 34% до 46% у женщин и от 43% до 56% у мужчин. Основное различие между мужчинами и женщинами заключается в жизненной траектории АД, которая становится очевидной уже с 12 летнего возраста [190].

Распространенность АГ среди детского населения нашей планеты составляет, в среднем 5%, а предгипертензия или высокое нормальное АД встречается в 10-15% и зависит от возраста обследованных и, как и у взрослых, от избранных критериев диагностики и может варьировать от 4% до 22% обследованных [3; 45; 153].

Другие эпидемиологические исследования показывают распространенность АГ среди детей от 2,4% до 18% [32; 17].

Метаанализ 47 научных работ, оценивавших распространенность АГ во всем мире с 1994 по 2018 год среди лиц в возрасте моложе 19 лет, показал, что средняя

распространенность составила 4% и зависела от возраста. Так, в 2015 году распространенность АГ среди детей варьировала от 4,32% у детей в возрасте 6 лет до 3,28% среди пациентов в возрасте 19 лет и достигала пика в 7,89% среди детей в возрасте 14 лет [172; 73].

Анализ распространенности повышенного АД среди 4618 детей школьного возраста (7-17 лет) Санкт-Петербурга по данным электронных протоколов аппаратно-программного комплекса диспансерного осмотра в 2009–2013 годах выявил у 10,3% детей высокое нормальное АД, а у 9% АГ. Авторами не было выявлено различий в распространенности повышенного АД и АГ между мальчиками и девочками [26]. В другом исследовании была выявлена зависимость распространенности АГ от пола, расы/этнической принадлежности и образа жизни. АГ чаще встречалась среди мальчиков (13%) по сравнению с девочками (8,1%) [53].

Н.Б. Куприенко, Н.Н. Смирнова (2020) показали, что среди детей в возрасте от 7 до 17 лет (47,8% мальчиков) в группе с нормальной массой тела, АГ 1-й степени наблюдалась в 6,2%, АГ 2-й степени в 0,6% [25].

Распространенность артериальной гипертензии среди детей неуклонно увеличивается. За 10-летний период (2010-2019 гг.) выявлен рост общей заболеваемости артериальной гипертензией в детской популяции г. Гродно [43].

Ретроспективный анализ за 10-летний период (2009–2019 гг.) показателей уровня артериального давления у школьников 10-17 лет г. Магадана показал, что распространенность АГ у девочек 11-13 лет увеличилась с 5,1% до 8,1%, а у мальчиков с 8% до 10,2% [23].

Другое исследование, оценивающее динамику распространенности АГ за двадцать три года (1999-2022) среди 3694 детей школьного возраста Чувашии (мальчики – 51,2%) первоначально I–II групп здоровья, выявило рост высоких значений АД во всех возрастных группах детей. Причем увеличение распространенности АГ зависело от возраста. Среди младшего школьного возраста у девочек увеличилось с 15% до 28%, среди мальчиков с 10,4% до 18,1%. С 30,0% до 34,6% и с 19,3% до 45,6% соответственно в среднем школьном возрасте. И с 18,5% до 49,5%, с 10% до 25,6% соответственно в старшем школьном возрасте [10].

Оценка распространенности повышенного АД и АГ у детей в США с 2013 по 2016 год выявила рост АГ с 6% до 7,1% у детей в возрасте 8-17 лет [53; 94].

Показатели распространенности артериальной гипертензии зависят не только от объективных факторов, но и от критериев диагностики. Зависимость распространенности АГ в России среди взрослых в зависимости от критериев диагностики была продемонстрирована в работе группы исследователей «Национального медицинского исследовательского центра им. В.А. Алмазова» в 2019 году: согласно европейским рекомендациям от 2018 г., АГ была диагностирована у 50,2% пациентов, а по Американским рекомендациям от 2017 г. у 72,1% обследованных [76].

В педиатрической практике использование рекомендаций 2017 года Американской академии педиатрии по диагностике артериальной гипертензии у детей показало, что распространенность повышенного АД и АГ среди детей в 2015-2016 годах в США оказалась ниже, чем в 2003-2004 годах когда использовались предыдущие рекомендации и составляла 13,3%, по сравнению с 16,2% [182].

За последние 20 лет в США среднее САД среди детей в возрасте 8-12 лет было примерно одинаковым в 1999-2002 годах и 2015-2018 годах, в то время как среднее САД среди более старшего возраста 13-17 лет снизилось с 1999-2002 по 2015-2016 годы. Среднее диастолическое АД снизилось за последние 20 лет среди подростков в возрасте 8-12 и 13-17 лет [53].

Другие исследования демонстрируют, что распространенность АГ, напротив, увеличивается по мере внедрения новых критериев для определения аномальных уровней АД и популяционных изменений с учетом роста распространенности ожирения в детском возрасте [94; 169; 79].

Исследование, проведенное на территории Ханты-Мансийского автономного округа Югры (2020 год), среди детей (2431 ребенок) с 6 до 17 лет выявило, что использование нормативов АД, включенных в российские клинические рекомендации по диагностике АГ является причиной гиподиагностики АГ, так как дети и подростки коренного населения ханты имеют более низкие исходные значения АД [7]. В работе Салихова Ш.К. с соавторами продемонстрировано, что

распространенность АГ среди детей Дагестана в возрасте с рождения до 17 лет зависит от региона проживания [39].

Ряд работ доказывают связь высокого АД и АГ в детстве с рисками развития гипертонической болезни и других сердечно-сосудистых заболеваний во взрослой жизни [85; 166].

Факторы риска первичной гипертензии у детей практически такие же, как и у взрослых: наследственная предрасположенность по АГ, неблагоприятный перинатальный период, избыточная масса тела и ожирение, недостаточные качество и продолжительность сна (менее 8 часов в сутки), повышенное употребление соли, социальные детерминанты, такие как низкий уровень жизни и стрессовые ситуации [3; 87; 24, 32].

Последние 10 лет наблюдается рост распространенности ожирения, особенно среди детей младшего возраста, что способствует росту повышенного АД и АГ [94; 79; 20; 9; 48]. Было показано, что в группе с нормальной массой тела АГ 1-й степени наблюдалась в 6,2%, а среди детей с ожирением 38,7% [25]. Высокое нормальное АД также чаще встречается среди детей и подростков с избыточной массой тела и ожирением – 16,5% по сравнению с теми, кто имеет нормальный вес – 6,1% [53].

1.2. Маскированная артериальная гипертензия у детей.

Термин «маскированная гипертензия» T.G.Pickering с соавторами впервые предложили использовать в 2002 году для описания феномена повышенного АД вне офиса врача, но нормального АД на приеме у врача (АДоф) [148].

В связи с широким распространением метода СМАД, МАГ интерпретируется как состояние с нормальным значением АДоф, но с повышенным значением среднего систолического и/или среднего диастолического АД по данным СМАД [3; 163].

Первичная выявляемость МАГ зависит от многих факторов. Одним из них является место измерения АД. Недавнее исследование показало, что пациентов с МАГ выявляется в 2 раза больше (21,2% против 10,8%) при оценке результатов

измерений АД, полученных без присутствия врача, чем измеренное врачом в этом же кабинете. Таким образом, измерение АД в кабинете врача, но без присутствия врача приводит к существенному увеличению распространенности МАГ [58].

В большинстве ранних исследований для верифицирования МАГ использовалось среднее дневное АД [187; 54], тогда как в недавних исследованиях, из-за прогностической значимости ночной гипертензии, в их определение включается и среднее ночное и среднее суточное АД [141; 63]. В исследованиях, в которых для определения МАГ использовался этот подход, сообщалось о более высокой ее распространенности [61]. Средневзвешенная распространенность МАГ, выраженная как доля среди пациентов с нормальным офисным АД, составила 32% [178; 80], неконтролируемая МАГ 28% [184].

У детей и подростков ранее было показано выраженное соответствие АД по данным СМАД (11%) и измеренным в домашних условиях (8%) [175]. Однако это исследование показало, что домашнее измерение АД имеет невысокую чувствительность и более низкую прогностическую ценность по сравнению со СМАД для диагностики МАГ [175]. Сегодня российские, европейские и американские педиатрические руководства не предусматривают обязательное применение домашнего измерения АД для диагностики МАГ [3; 174; 188].

Для взрослой популяции имеется множество исследований и обзоров, описывающих распространенность МАГ на уровне 11% [178]. Среди 3320 взрослых из одной базы данных с офисным САД <140 мм рт.ст. и офисным ДАД <90 мм рт.ст., не получавших антигипертензивную терапию, 16,9% имели маскированную артериальную гипертензию [191].

Очень мало исследований, описывающих распространенность МАГ в детской популяции. Первое исследование, посвященное МАГ у детей, было опубликовано Matsuoka S. и Awazu M. в 2004 году. Авторы описали распространенность МАГ на уровне 11%, причем в 4 раза чаще среди мальчиков, чем среди девочек [121]. Частота встречаемости МАГ у детей переменна и может достигать 60% в зависимости от исследуемой группы или метода измерения и оценки АД [163].

В ретроспективном исследовании 500 детей, прошедших скрининг на потенциальную гипертензию с проведением СМАД в педиатрическом отделении в Италии, у 12% была выявлена «гипертензия белого халата» и у 10% – МАГ [113].

По данным других авторов, МАГ встречается от 3% до 7,6% среди детей и подростков и чаще диагностируется у детей со вторичной АГ и ожирением, а также МАГ ассоциируется с более высоким риском поражения органов мишеней [129; 115]. Кроме того, риск развития стабильной АГ у пациентов с МАГ примерно в 10 раз превышает риск развития стабильной АГ у детей с исходно нормальным АД [116].

Распространенность МАГ у детей и подростков с ожирением составляет от 9% до 16%, а изолированной ночной гипертензии – до 18% [170]. Окружность талии и ИМТ являются независимыми факторами риска МАГ у детей [170]. Большая окружность талии или более высокий уровень ожирения связаны с более высоким дневным и ночным АД и более высокой распространенностью МАГ [170].

Среди 25 детей и подростков с системной красной волчанкой и нормальным АД_{оф}, МАГ была обнаружена у 16% пациентов, причем без каких-либо признаков гипертрофии левого желудочка [122].

У детей с синдромом обструктивного апноэ сна, МАГ диагностируется примерно у 23%, по сравнению со здоровыми детьми [99].

Недавние исследования показали, что распространенность стабильной АГ у детей с сахарным диабетом 1 типа может достигать 26–44% в зависимости от возраста, исследуемой популяции или референтных значений/руководств [74]. У детей с сахарным диабетом 2 типа (СД2) распространенность АГ составляет 25–67% [70; 134]. Распространенность МАГ у детей с сахарным диабетом встречается реже, но описана менее четко, так как в исследованиях не всегда приводятся сведения о распространенности МАГ по данным СМАД [122].

У детей с серповидноклеточной анемией при нормальном АД_{оф} сообщается о МАГ с распространенностью от 6% до 35% [75; 177].

У детей с различными хроническими заболеваниями сердца и сосудов распространенность МАГ описана от 20% до 47% [164].

При хронических заболеваниях почек у детей МАГ встречается от 14% до 38% [152; 120]. В ряде случаев доля МАГ невысока, всего 5%, например, при аутосомно-рецессивной форме поликистозной болезни почек, но это связано с высокой распространенностью стабильной АГ (94%) [161].

МАГ широко распространена у детей после трансплантации печени (от 26% до 47%) [151]. Высокая распространенность МАГ была обнаружена у детей после трансплантации гемопоэтических стволовых клеток [62].

Предикторами МАГ могут быть следующие факторы: исходная величина АД, клинические состояния и расстройства, физиологические, поведенческие, демографические и факторы образа жизни [142; 192]. Высокое нормальное АД у детей является независимым предиктором МАГ [128]. Повышение АД в дневное время, связанное со стрессом или физической активностью является предиктором МАГ [126; 146]. В группу риска по МАГ входят дети с избытком массы тела и ожирением [176; 170; 78; 138], сахарным диабетом [63; 80; 134], дети с нормальным АД, но с наличием поражения органов-мишеней [124; 186], с семейным анамнезом по АГ [3; 87], мужского пола [116].

В смешанных когортах пациентов с различными факторами риска, выявляемость МАГ варьировалась от 8% до 11% [93]. Распространенность МАГ у детей с несколькими факторами риска АГ, такими как недоношенность, малая масса тела при рождении, транзиторное высокое АД_{оф} в анамнезе, избыточный вес или ожирение, сахарный диабет, хроническое заболевание почек или положительный семейный анамнез, составляет 9% [93]. Однако сравнивать распространённость МАГ в разных исследованиях затруднительно из-за различных характеристик популяций пациентов.

Гемодинамика детей с МАГ и стабильной АГ имеет и сходства, и различия. Сравнительное исследование показателей гемодинамики у трех групп детей 11-18 лет: с нормальным АД, со стабильной АГ и МАГ показало, что среднее суточное АД по данным СМАД у детей с МАГ было выше, чем у детей с нормальным АД, но ниже, чем у детей со стабильной АГ. У детей с МАГ отмечалась повышенная

жесткость артерий, по сравнению с пациентами с нормальным АД, однако она была ниже, чем у детей со стабильной АГ [27; 35].

В поперечном исследовании, включавшем 85 детей, случайно выбранных из школьного скринингового исследования, МАГ была связана с более высокой скоростью распространения пульсовой волны по данным СМАД по сравнению с детьми с ГБХ и нормальным давлением [102].

У детей с МАГ толщина миокарда межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка сердца на 14,3% больше, чем аналогичные показатели у детей с нормальным АД. Масса миокарда левого желудочка и индекс массы миокарда левого желудочка больше у детей с МАГ на 9,7% и 16,5% соответственно, чем у пациентов с нормальным АД [34].

В свою очередь, наличие МАГ связано с риском увеличения индекса массы миокарда левого желудочка и гипертрофией левого желудочка [162; 129].

Недавно была предложена модель прогнозирования, состоящая из шести переменных-предикторов, таких как АД_{оф} (САД и ДАД), среднее артериальное давление, пульсовое давление для прогнозирования МАГ у взрослых [90]. Позднее была предложена модель прогнозирования МАГ у детей с хроническим заболеванием почек [56].

1.3. Изолированная систолическая гипертензия у детей

Диагноз изолированная систолическая АГ у детей моложе 16 лет устанавливается при уровне плечевого систолического АД (САД_{оф}) более или равном 95 перцентилю для соответствующего пола, возраста и перцентиля роста, при этом, плечевое диастолическое АД (ДАД_{оф}) менее 95 перцентиля для соответствующего пола, возраста и перцентиля роста. Для детей старше 16 лет могут быть использованы следующие критерии ИСГ: САД_{оф} ≥ 140 мм рт.ст., а ДАД_{оф} < 90 мм рт.ст. [3; 114].

Педиатрическая практика показывает, что превалирующим фенотипом АГ у детей является ИСГ. Исследование, проведенное в Швейцарии среди 5207 детей

(средний возраст 12,3 года) показало, что 2,2% участников исследования имели АГ, и среди них 81% детей с ИСГ [68]. В американском исследовании среди 21062 детей (средний возраст 13,8 года) АГ отмечалась у 2,7% участников из них у 92% ИСГ [66]. Среди подростков с ИСГ преобладают мальчики, как правило, с избыточной массой тела и ожирением [143; 185; 140].

Офисное измерение периферического АД в плечевой артерии (АДоф) является стандартным методом для установления диагноза АГ, но оценка периферического АД во время рутинной клинической практики с помощью сфигмоманометра не дает информации о центральном АД в аорте (АДао). Однако, было установлено, что повышенные центральное систолическое АД в аорте (САДао) и центральное пульсовое АД в аорте (ПАДао) являются предикторами гипертрофии левого желудочка и других поражений органов-мишеней не только у взрослых, но и у детей с АГ [111; 101; 105]. А различия между центральным аортальным САДао и периферическим САДоф могут быть особенно заметны у детей [127].

Хотя ИСГ является преобладающим гемодинамическим фенотипом АГ у детей и молодых людей, имеются лишь единичные сообщения о распространенности и связи периферического АД и центрального АД у детей. Ранее было показано, что 35% детей с ИСГ по СМАД имели нормальное САДао [111].

Это явление ранее было определено, как ложная АГ (ЛАГ) и, предположительно, вызвано большей амплитудой растяжения более эластичных артерий у молодых здоровых людей в ответ на обратную волну [180; 160; 154]. Одним из первых ЛАГ описал O'Rourke с соавторами четверть века назад. В группе, включавшей молодых мужчин и шесть подростков от 14 до 23 лет отмечалось повышенное САДоф и нормальное САДао [139].

Но является ли ЛАГ действительно ложной и безобидной? Исследование Obruski Ł с соавторами, опубликованное в 2021 году показало, что ИСГ у подростков с исходно нормальным центральным САД не является доброкачественной и может прогрессировать. Так, через 1 год наблюдения,

показатели САДао увеличились у 63% пациентов, а у 23% превысили нормативные значения, хотя средне групповые показатели остались в пределах нормы. Таким образом, результаты свидетельствуют о том, что подростки с ИСГ и нормальным САДао представляют собой гетерогенную группу и необходимо мониторировать не только периферическое АД, но и центральное АД у подростков [140].

В 30-летнем (1987-2017 гг.) проспективном исследовании, проведенном в Китае, под наблюдением находились 1738 школьников (55,4% мальчиков) в возрасте от 6 до 15 лет. Исходно у 2,2% детей наблюдалась ИСГ и не было гендерных различий. Кроме АД, через 30 лет оценивалась артериальная ригидность по плече-лодыжечной скорости пульсовой волны (исходно артериальная ригидность не оценивалась). Через 30 лет у 366 (21,1%) участников обнаружена повышенная артериальная жесткость, в том числе у пациентов с исходно нормальным АД [110].

Таким образом, одним из перспективных направлений исследований АГ в педиатрической практике является изучение клинической значимости ИСГ в разных возрастных группах детей [3]. В Китайских рекомендациях по профилактике и лечению гипертензии (редакция 2024 г.) всем подросткам с ИСГ рекомендуется суточное мониторирование АД (СМАД) и оценка центральной гемодинамики с определением центрального аортального давления и скорости пульсовой волны [185]. Оценка суточной динамики изменения АД_{оф} и АД_{ао} поможет оптимизировать диагностику, лечение и прогноз детей с ИСГ [140].

1.4. Домашний самоконтроль артериального давления

Домашний самоконтроль артериального давления (АДдом) – простой и относительно недорогой метод контроля за АД. Его можно использовать в течение длительного периода времени, а его данные более воспроизводимы, чем данные, полученные при офисных измерениях АД [174; 91]. По мнению ряда исследователей, домашний самоконтроль АД может дать представление о фенотипах АД, таких как гипертензия белого халата и маскированная гипертензия,

а также о вариабельности АД в течение суток или более длительного периода времени [174; 91]. Однако, есть мнение, что АДдом не очень хорошо подходит для оценки ночной АГ, суточного профиля АД и маскированной артериальной гипертензии [3; 98; 124; 91].

Существует спорный вопрос о том, следует ли считать самоконтроль АД во взрослой популяции новым «золотым стандартом» измерения АД. Действительно, измерение АД без наблюдения врача устраняет эффект «белого халата» и снижает внешние воздействия на пациента. С другой стороны, оно может недооценивать реальное АД. В недавно опубликованном исследовании 213 взрослых пациентов в офисе врача общей практики, проведено сравнение результатов автоматического измерения АД в офисе под наблюдением врача и без наблюдения врача со СМАД. Количество пациентов с МАГ составило 21,2% при использовании измерений АД без врача и 10,8% при использовании измерений АД в присутствии врача. Таким образом, измерение АД в кабинете без наблюдения врача приводит к существенному увеличению распространенности скрытой гипертонии по сравнению с использованием традиционного определения АГ [58]. Среди детей подобные исследования не проводились.

Чтобы уменьшить ошибки домашнего самоконтроля, обычно рекомендуются устройства для измерения АД на плече с наличием набора манжеток для соответствующей длины окружности плеча и валидированные по соответствующим протоколам, однако круг таких устройств для массового применения очень ограничен, особенно для детей [174; 98; 124; 150].

Стандартный протокол для измерения АД в домашних условиях выглядит следующим образом: утром и вечером, после отдыха в течение 5 минут, в положении сидя с поддержкой спины и руки, манжету располагают на уровне сердца, выполняют два измерения с интервалом 1-2 минуты, рассчитывают среднее значение и результаты записывают в журнал. Не следует разговаривать во время и между измерениями. Следует избегать курения, употребления алкоголя и кофеин-содержащих продуктов в течение, как минимум, 30 минут перед исследованием [3; 174; 98; 124; 150; 145].

Как правило, домашний самоконтроль АД проводят с помощью автоматических или полуавтоматических осциллометрических устройств. Наиболее распространенные ошибки при домашнем измерении артериального давления с помощью осциллометрических устройств: не валидированное устройство, использование манжеты неправильного размера, неправильное размещение манжеты, неправильная поза пациента [135; 117]. Поэтому крайне важно быть уверенным, что домашний самоконтроль АД у детей выполняется правильно, а интерпретация полученных результатов проводится по процентильным таблицам для соответствующего пола, возраста и процентиля роста [3].

1.5. Суточное мониторирование артериального давления

Методика СМАД впервые описана Kain Н.К. с коллегами в 1960-х годах и первоначально основывалась на полуавтоматических измерениях АД [96; 171]. Прогресс в технологиях сделал современные мониторы поистине «амбулаторными» – малогабаритными, легкими, практически бесшумными. Большинство мониторов используют осциллометрическую технику и полностью автоматизированы, что позволяет надежно контролировать АД в течение 24 часов или дольше, пока пациенты занимаются своими обычными повседневными делами [3; 124; 107; 2].

Большинство преимуществ СМАД заключаются в способности обеспечивать большое количество измерений в течение 24 часов и в возможности получать измерения АД во время привычного образа жизни пациентов, как во время бодрствования, так и во время сна [3; 124; 107; 50].

С момента внедрения, в конце 1980-х годов, в клиническую практику переносных устройств для амбулаторного мониторирования артериального давления, отмечается неуклонный рост их вклада не только в диагностику АГ, но и в фундаментальные исследования суточного профиля АД при различных заболеваниях [88; 147; 49; 31].

Получены убедительные доказательства того, что 24-часовое мониторирование артериального давления с большей точностью прогнозирует сердечно-сосудистые осложнения и повреждение органов-мишеней, чем офисное измерение АД [81; 119; 118]. Сегодня во всех мировых клинических руководствах по артериальной гипертензии, СМАД упоминается как необходимый и важный шаг диагностики и лечения артериальной гипертензии у взрослых и детей, а так же для стратификации факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [3; 174; 124; 5; 1; 189; 44]. При этом отмечается, что важно использовать валидированные осциллометрические устройства [149].

Мониторы СМАД программируют для регистрации показаний АД и ЧСС каждые 15–30 минут днем и каждые 30–60 минут ночью. Манжетка выбирается в соответствии с длиной окружности плеча и накладывается на не доминантную руку пациента [3; 124]. Пациента подробно информируют об исследовании и предоставляют инструкцию по ведению дневника мониторирования, который является неотъемлемой частью СМАД [10; 1]. Данные СМАД считаются пригодными для анализа при наличии не менее 70% успешных измерений за 24 часа [3; 124; 107].

СМАД позволяет идентифицировать важные классификации АД: «стабильная АГ», определяемая как повышенное АД_{оф} в сочетании с повышенным средним АД за 24 часа при СМАД, «гипертензия белого халата», определяемая как повышенное АД_{оф} в сочетании с нормальным средним АД при проведении СМАД, маскированная артериальная гипертензия, определяемая как нормальное АД_{оф} в сочетании с повышенным средним АД при проведении СМАД [3; 163; 1; 33; 37].

1.6. Роль центрального аортального давления и скорости пульсовой волны в диагностике артериальной гипертензии у детей

Хотя офисное измерение АД_{оф} является стандартным методом исследования для установления диагноза АГ, тем не менее, оценка периферического артериального давления на плечевой артерии во время рутинной клинической

оценки с помощью сфигмоманометра не дает информации о давлении в аорте. Было показано, что повышенное центральное систолическое артериальное давление и центральное пульсовое давление являются предикторами гипертрофии левого желудочка и других поражений органов-мишеней не только у взрослых [40; 42; 36; 18; 38], но и у детей с артериальной гипертензией [111; 101; 105].

Показана зависимость между ожирением у детей и центральным давлением в аорте. Центральное аортальное давление повышено у лиц с ожирением и коррелирует с индексом массы тела (ИМТ), хотя и не связано с количеством жировой ткани [86]. Различия между центральным аортальным давлением и периферическим АД особенно заметны у детей [127].

Интересное исследование было проведено австралийскими учеными в 2019 году – оценивались центральное аортальное давление и жесткость сосудов у подростков и их родителей. Была обнаружена корреляция между показателями детей и их родителей, при этом механизмы наследуемости не были установлены [95].

В последние годы опубликованы референсные значения центрального аортального давления как для взрослых так и для детей различных возрастных групп при разовых измерениях [104; 194; 60; 14; 13], и для 24-часового мониторинга центрального аортального давления [186; 137; 38].

Взаимосвязь между артериальной растяжимостью и СПВ описывается уравнением Брамвелла-Хилла, которое указывает на то, что артериальная ригидность определяется взаимосвязью между величиной артериального давления и площадью поперечного сечения сосуда [136].

В клинической практике скорость пульсовой волны определяется отношением расстояния между 2 точками измерения ко времени прохождения пульсовой волны от проксимального к дистальному участку измерения [173].

Высокая артериальная жесткость или ригидность не только увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний, но и связана с неблагоприятными сердечно-сосудистыми исходами [83; 132; 12].

Галимова Л.Ф. с соавторами (2020) показали, что у детей с семейной гиперхолестеринемией наблюдается более высокая максимальная СПВ в аорте по сравнению со здоровыми сверстниками. Дальнейшее увеличение артериальной жесткости наблюдается у детей уже через 1-2 года [15].

Согласно рекомендациям ESC/ESH по лечению артериальной гипертензии 2023 года, СПВ является золотым стандартом для оценки ригидности крупных артерий [124; 156]. Значение СПВ более 10 м/с у взрослых указывает на возможное поражение органов, значительное нарушение функции аорты и повышенный сердечно-сосудистый риск, особенно у пациентов среднего возраста с артериальной гипертензией [136; 11; 16].

Включение СПВ в модели риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) повышает точность их прогнозирования и помогает классифицировать риск будущих событий ССЗ по сравнению с моделями, которые включают только традиционные факторы риска. Определение СПВ в аорте, в частности, может улучшить выявление групп высокого риска, которые могут получить пользу от более интенсивного лечения и улучшенного управления факторами риска развития ССЗ [136; 24; 46; 21].

На повышение артериальной жесткости оказывает влияние комплекс факторов: высокое АД, гипергликемия, ожирение, гиперхолестеринемия, сидячий образ жизни, хроническое воспаление [103; 55; 19]. Многие из этих факторов риска связаны у детей и подростков с малоподвижным образом жизни и атерогенными привычками в питании. Употребление продуктов, богатых простыми сахарами и жирами, приводит к ожирению, АГ, СД2 или метаболическому синдрому.

Учитывая важную роль АДао и СПВ, необходимы чувствительные и неинвазивные методы и инструменты для выявления ранних доклинических изменений в артериях [156]. За последнее десятилетие в нескольких клинических исследованиях было показано, что анализ формы периферической пульсовой волны предоставляет ценную информацию о центральной гемодинамике [84; 133].

Артериальное давление в аорте можно считать более репрезентативным, чем артериальное давление, измеренное на плече, для оценки гемодинамической

нагрузки, оказываемой на органы-мишени, учитывая близость аорты к сердцу, мозгу, почкам [186; 105; 89].

Неинвазивная оценка систолического и пульсового артериального давления в аорте может быть проведена с помощью разнообразных устройств, которые принципиально различаются по применяемой технологии, месту регистрации пульсовой волны, модели математического анализа, методам калибровки [67]. Однако, наиболее надежная неинвазивная процедура измерения систолического и пульсового артериального давления в аорте пока не установлена [59].

Одними из технологий, неинвазивно оценивающими центральную гемодинамику по периферическим сигналам, являются аппланационная тонометрия и плечевая осциллометрия [144; 165].

Благодаря техническому прогрессу стало возможным неинвазивное мониторирование артериального давления в аорте во время проведения суточного мониторирования с использованием осциллометрических устройств с плечевой манжетой [179]. Одним из таких устройств является программно-аппаратный комплекс «БиПиЛАБ-М» с технологией «Vasotens-24» (ООО «Петр Телегин», Н. Новгород, Россия) с программой, обрабатывающей множество ВРW-файлов: «БиПиСтат» версии 06.04.06. (ООО «Петр Телегин», Нижний Новгород, Россия) [82; 9; 11; 29].

Суть аппланационной тонометрии заключается в «захвате» периферической пульсовой волны в артерии плеча, предплечья или пальца и преобразование ее в волну центрального аортального давления с извлечением сосудистых биомаркеров по определенному алгоритму, что позволяет с высокой воспроизводимостью определять показатели, характеризующие артериальное давление в аорте и ремоделирование артериальных сосудов [193; 194], однако, это исследование не дает представления о суточном ритме артериального давления в аорте, как носимые осциллометрические устройства.

Одним из устройств для измерения центрального аортального давления и СПВ методом аппланационной тонометрии является «SphygmoCor CvMS» (AtCor Medical Pty.Ltd., Сидней, Австралия), позволяющий неинвазивно получать форму

волны артериального давления в аорте из импульса давления, зарегистрированного на периферическом участке и рекомендованный для проведения сравнительных исследований [89; 173].

Система «SphygmoCor CvMS» хорошо проверена и широко используется для измерения СПВ [157]. Многочисленные исследования подтвердили, что устройство SphygmoCor может быть использовано для оценки центрального аортального давления и ригидности артерий в качестве «золотого стандарта» [127; 11; 77; 167; 159].

В 2025 году были опубликованы процентильные значения для СПВ, измеренной методом аппланационной тонометрии аппаратом «SphygmoCor» для лиц от 5 до 39 лет на основе анализа 4753 субъектов [100].

Оценка СПВ и центрального аортального давления методом аппланационной тонометрии с использованием системы «SphygmoCor CvMS» ранее была использована для анализа состояния центральной гемодинамики у детей с АГ при оценке эффективности немедикаментозной терапии и показала высокую эффективность [4].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Клинические исследования и наблюдения, положенные в основу работы, выполнены на клинической базе кафедры детских болезней ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России и ГУЗ "Детская клиническая больница №8" г. Волгограда.

Исследование проводили с разрешения Локального этического комитета ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России (регистрационный номер IRB 00005839 IORG 0004900 (ONHRP), Справка № 2022/153 от 28.10.2022 и при получении добровольного информированного согласия пациентов и/или их законных представителей.

2.1. Дизайн исследования

Всего в исследовании приняли участие 329 детей в возрасте от 13 до 17 лет. Для решения поставленных задач, на первом этапе были сформированы 3 группы (Рисунок 1). Основанием для формирования групп служили критерии включения и невключения. Процентильную оценку артериального давления и верификацию диагнозов пациентов с АГ проводили на основе рекомендаций Российского медицинского общества по артериальной гипертонии, Ассоциации детских кардиологов России (2020) и клинических рекомендаций «Артериальная гипертензия у детей» (2025) [3; 6].

Критерии включения в первую группу – жалобы родителей пациентов на эпизоды повышенного систолического артериального давления (более 95 перцентиля) у детей в домашних условиях и нормальное офисное АД (САДоф и ДАДоф менее 90 перцентиля), отсутствие антигипертензивной и иной лекарственной терапии.

Критерии невключения в первую группу: дети из социально незащищённых групп, инвалиды, дети с пороками развития внутренних органов, эндокринными

заболеваниями и патологией почек, дети с инфекционными заболеваниями, отсутствие письменного добровольного информированного согласия.

Критерии включения во вторую группу: САДоф более 95 перцентиля и ДАДоф менее 90 перцентиля, отсутствие антигипертензивной и иной лекарственной терапии.

Критерии невключения во вторую группу: вторичная АГ, дети из социально незащищённых групп, инвалиды, дети с пороками развития внутренних органов, эндокринными заболеваниями и нефропатологиями, дети с инфекционными заболеваниями, отсутствие письменного добровольного информированного согласия.

Критериями включения в третью группу - дети с нормальным АД: САДоф и ДАДоф менее 90 перцентиля.

Критерии невключения в третью группу: отсутствие письменного добровольного информированного согласия, дети с пороками развития внутренних органов, с эндокринными заболеваниями, нефропатологиями, с инфекционными заболеваниями, дети из социально незащищённых групп, инвалиды.

Критерии исключения для всех групп: отказ ребенка или официальных представителей от продолжения исследования на любом этапе исследования.

На втором этапе всем пациентам провели суточное мониторирование артериального давления. Из первой группы была выделена группа МАГ (43 ребенка) – пациенты с маскированной артериальной гипертензией. Из второй группы – группа ИСГ (50 детей) – пациенты с изолированной систолической АГ, из третьей группы – группа НАД (106 детей) – пациенты с нормальным артериальным АД. У 9 детей 2 группы была диагностирована «гипертензия белого халата», у 7 пациентов систолодиастолическая гипертензия (САД_сут и ДАД_сут более 95 перцентиля), у 2 пациентов ДАД_сут более 95 перцентиля – все эти дети были исключены из дальнейшего исследования. В третьей группе 6 пациентов отказались от дальнейшего участия в исследовании (Рисунок 1).

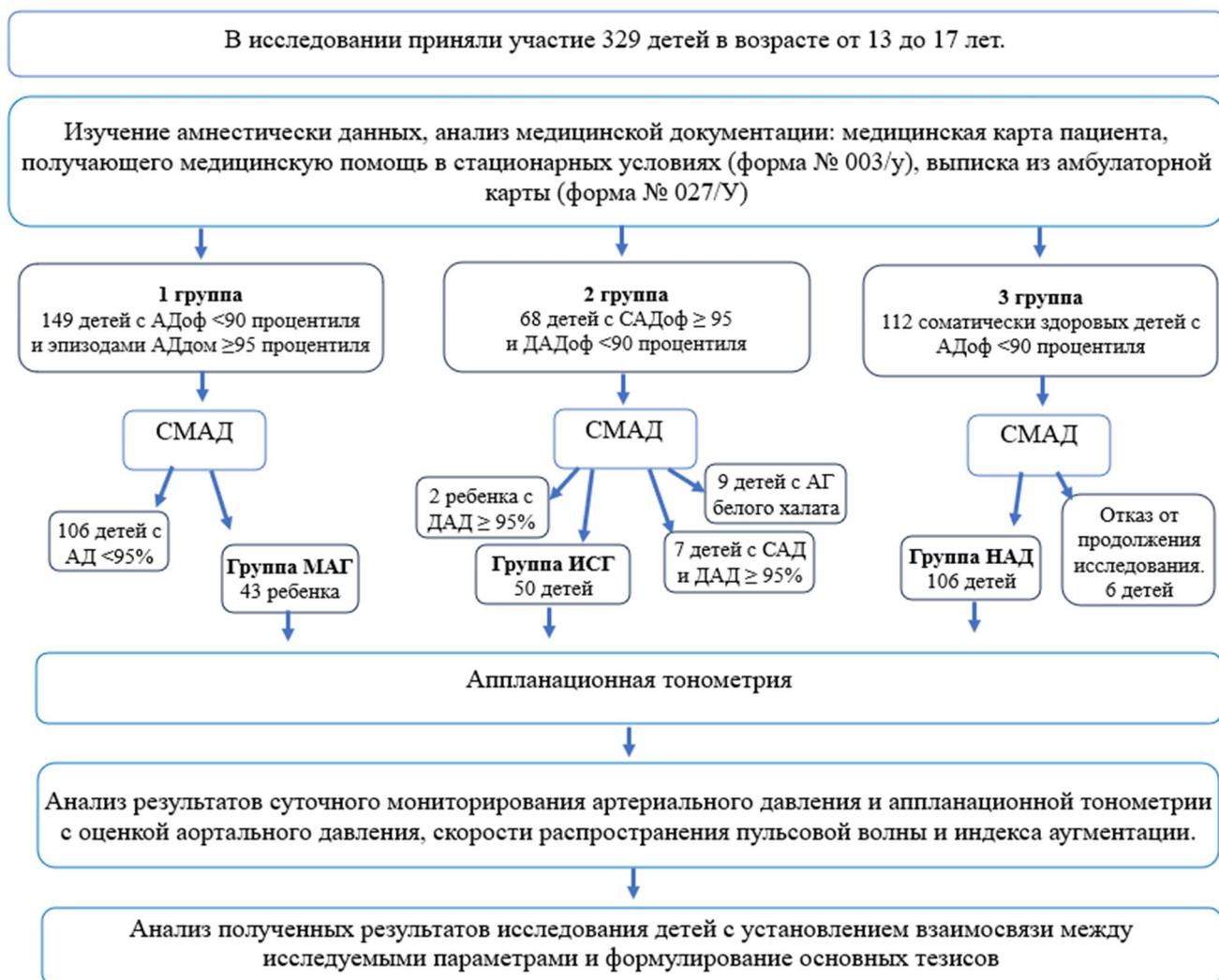


Рисунок 1 – Дизайн исследования

2.2. Характеристика исследуемых групп

Средний возраст пациентов группы МАГ составил $14,5 \pm 2,0$ лет, в группе ИСГ $14,7 \pm 1,36$ лет и в группе с нормальным АД – $14,67 \pm 1,69$ лет. Таким образом, все группы были сопоставимы по возрасту ($p=0,6$) (Таблица 1).

В гендерном аспекте в группе НАД было 69 (65%) мальчиков, в группе МАГ 25 (58%) и в группе ИСГ 35 (70%). Группы наблюдения были сопоставимы по полу ($p=0,45$, $p=0,35$, $p=0,08$).

Средний рост пациентов группы ИСГ составил $176,04 \pm 8,65$ см, что статистически значимо больше ($p < 0,001$), чем в группе НАД ($166,89 \pm 9,56$ см) и

статистически значимо больше ($p=0,002$), чем в группе МАГ ($169,2\pm 11,5$ см). Средний рост пациентов групп МАГ и НАД не различались ($p=0,25$).

Таблица 1 – Общая характеристика исследуемых групп ($M\pm SD$)

Показатели	Группа НАД (n=106)	Группа МАГ (n=43)	p*	Группа ИСГ (n=50)	p*/p**
Пол, n (%)					
Мальчики	50(47)	25(58)	0,45	35(70)	0,35/0,08
Девочки	56(53)	18(42)		15(30)	
Возраст, лет	14,67 \pm 1,69	14,5 \pm 2,0	0,6	14,7 \pm 1,36	0,6/0,4
Рост, см	166,89 \pm 9,56	169,2 \pm 11,5	0,9	176,04 \pm 8,65	<0,001/0,002
Масса тела, кг	62,19 \pm 16,82	71,4 \pm 19,3	0,004	80,46 \pm 19,47	<0,001/0,027
ИМТ, кг/м ²	22,14 \pm 4,94	24,8 \pm 5,3	0,006	25,81 \pm 5,13	<0,001/0,35
САДоф, мм рт. ст.	116,64 \pm 18,4	121,91 \pm 10,1	0,027	141,1 \pm 15,8	<0,001/0,001
ДАДоф, мм рт. ст.	69,74 \pm 9,87	76,63 \pm 5,0	<0,001	75,12 \pm 6,8	<0,001/0,81
ЧСС, мин ⁻¹	77,1 \pm 8,53	82,56 \pm 7,94	0,023	81,08 \pm 9,21	0,013/0,78

*по сравнению с группой НАД

**по сравнению с группой МАГ

Средняя масса тела детей в группе ИСГ составила $80,46\pm 19,47$ кг, что статистически значимо больше ($p < 0,001$), чем в группе НАД ($62,19\pm 16,82$ кг) и статистически значимо больше ($p=0,027$), чем в группе МАГ ($71,4\pm 19,3$ кг). Средняя масса тела детей в группе МАГ была статистически значимо больше ($p=0,004$), чем в группе НАД.

Индекс массы тела пациентов в группах ИСГ и МАГ составил $25,81\pm 5,13$ кг/м² и $24,8\pm 5,3$ кг/м² соответственно, что статистически значимо больше ($p < 0,001$ и $p=0,006$), чем в группе НАД ($22,14\pm 4,94$ кг/м²). По ИМТ группы ИСГ и МАГ не различались.

Оценка индекса массы тела пациентов исследуемых групп показала, что среди пациентов группы ИСГ у 26% был избыток массы тела и у 54% ожирение; в группе МАГ избыток массы тела был у 30,2%, а ожирение у 44,2% пациентов. В

группе с нормальным АД лишь 18,9% детей имели избыточную массу тела и 10,3% были с ожирением (Рисунок 2).

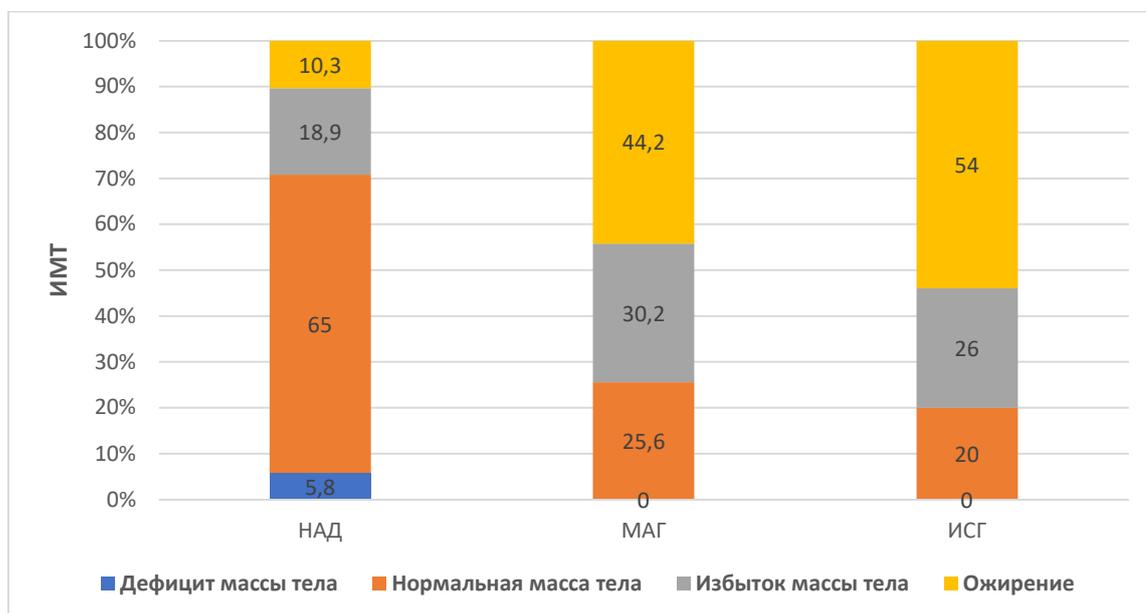


Рисунок 2 – Распределение пациентов групп НАД, МАГ и ИСГ по величине индекса массы тела

Среднее офисное систолическое АД у пациентов группы ИСГ составило $141,1 \pm 15,8$ мм рт. ст., что статистически значимо больше ($p < 0,001$), чем в группе НАД ($116,64 \pm 18,4$ мм рт. ст.) и статистически значимо больше ($p = 0,001$), чем в группе МАГ ($121,91 \pm 10,1$ мм рт. ст.). Среднее САДоф пациентов в группе МАГ статистически значимо больше ($p = 0,027$), чем в группе НАД.

Среднее офисное диастолическое АД у пациентов группы ИСГ составило $75,12 \pm 6,8$ мм рт. ст., что статистически значимо больше ($p < 0,001$), чем в группе НАД ($69,74 \pm 9,87$ мм рт. ст.). Среднее ДАДоф у пациентов группы МАГ составило $76,63 \pm 5,0$, что статистически значимо больше ($p < 0,001$), чем в группе НАД. Офисное диастолическое АД у пациентов групп ИСГ и МАГ не различались ($p = 0,81$).

У всех включенных в исследование субъектов гликемия $< 5,5$ ммоль/л, общий холестерин в крови $< 5,17$ ммоль/л и уровень триглицеридов $\leq 1,4$ ммоль/л. Поражения органов-мишеней не выявлено.

Средний возраст мальчиков и девочек группы НАД статистически значимо не различались ($p=0,59$). В группе НАД средний рост мальчиков был статистически значимо больше, чем у девочек на 4,1% ($p=0,002$), однако масса тела и ИМТ не различались статистически значимо ($p=0,24$ и $p=0,2$) (Таблица 2).

Таблица 2 – Общая характеристика пациентов группы НАД в гендерном аспекте ($M\pm SD$)

Параметры	Мальчики (n = 50)	Девочки (n = 56)	p*
Возраст, лет	14,58±1,78	14,78±1,6	0,59
Рост, см	169,9±10,97	163,24±5,82	0,002
Масса тела, кг	64,33±18,04	59,6±15,07	0,24
ИМТ кг/м ²	22,02±4,81	22,28±5,15	0,2

* при сравнении мальчиков с девочками

Как видно на рисунке 3, 72% мальчиков и 58,9% девочек группы НАД имели нормальную массу тела. Избыток массы тела был у 10% мальчиков и 26,9% девочек. Ожирение наблюдалось у 14% мальчиков и 7,1% девочек. В целом, в группе с НАД 65% пациентов имели нормальную массу тела.

Из таблицы 3 следует, что подгруппы мальчиков и девочек в группе МАГ статистически значимо не различались ($p=0,75$) по возрасту. Средний рост и масса тела мальчиков были статистически значимо больше, чем у девочек на 5,2% ($p=0,01$) и на 19,3% ($p=0,027$) соответственно, но ИМТ не различались.

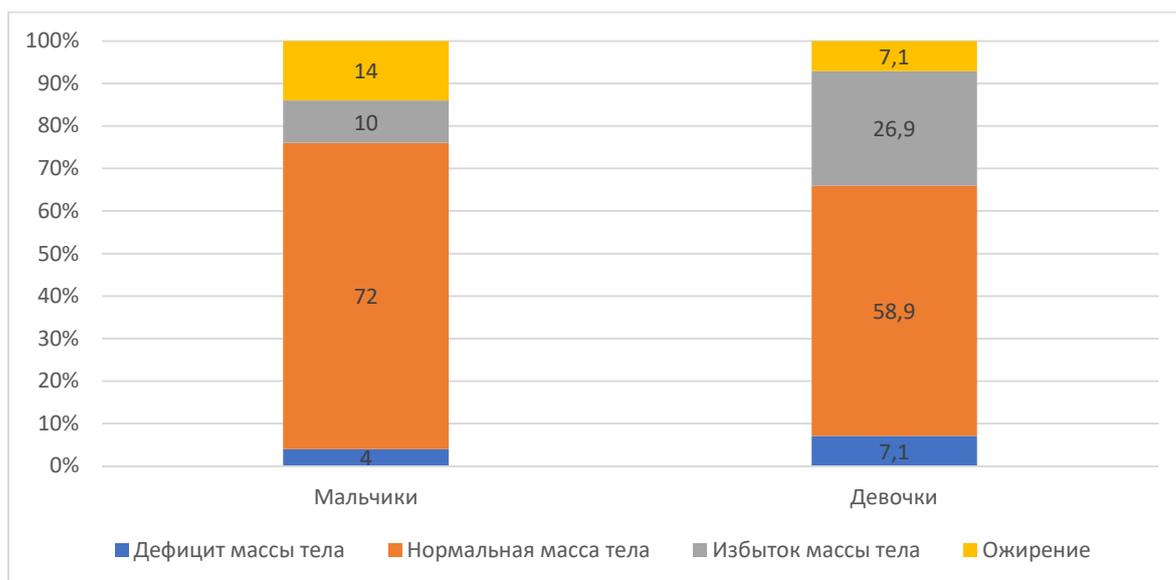


Рисунок 3 – Распределение пациентов группы НАД по ИМТ в гендерном аспекте

Таблица 3 – Общая характеристика обследованных пациентов с МАГ в гендерном аспекте (M±SD)

Параметры	Мальчики (n = 25)	Девочки (n = 18)	p*
Возраст, лет	14,4±2,2	14,6±1,6	0,75
Рост, см	172,8±12,0	164,2±8,8	0,01
Масса тела, кг	76,6±20,8	64,2±14,7	0,027
ИМТ кг/м ²	25,6±5,9	23,6±4,0	0,11

* при сравнении мальчиков с девочками

Оценка ИМТ выявила, что в группе МАГ 64% мальчиков были с ожирением, девочек с ожирением было в 3,8 раза меньше – 16,7% (Рисунок 4). В целом, среди детей с ожирением в группе МАГ преобладали мальчики – 84% (Рисунок 5).

Из таблицы 4 следует, что средний возраст мальчиков и девочек в группе с ИСГ не различались (14,6±1,29 лет и 14,8±1,37 лет соответственно, p=0,6). Рост и масса тела мальчиков с ИСГ были статистически значимо больше, чем у девочек (179,11±7,34 см против 168,14±6,62 см, p=0,001 и 84,86±20,44 кг против 69,14±10,61 кг, p=0,004), однако ИМТ мальчиков и девочек не различались (соответственно 26,34±5,59 и 24,45±3,53, p=0,1).

Оценка ИМТ пациентов с ИСГ выявила, что 57,2% мальчиков имели ожирение, 25,7% избыток массы тела. Среди девочек 46,6% были с ожирением, 26,7% имели избыток массы тела (Рисунок 6). В целом, в группе с ИСГ у 26% был избыток массы тела и у 54% пациентов ожирение.

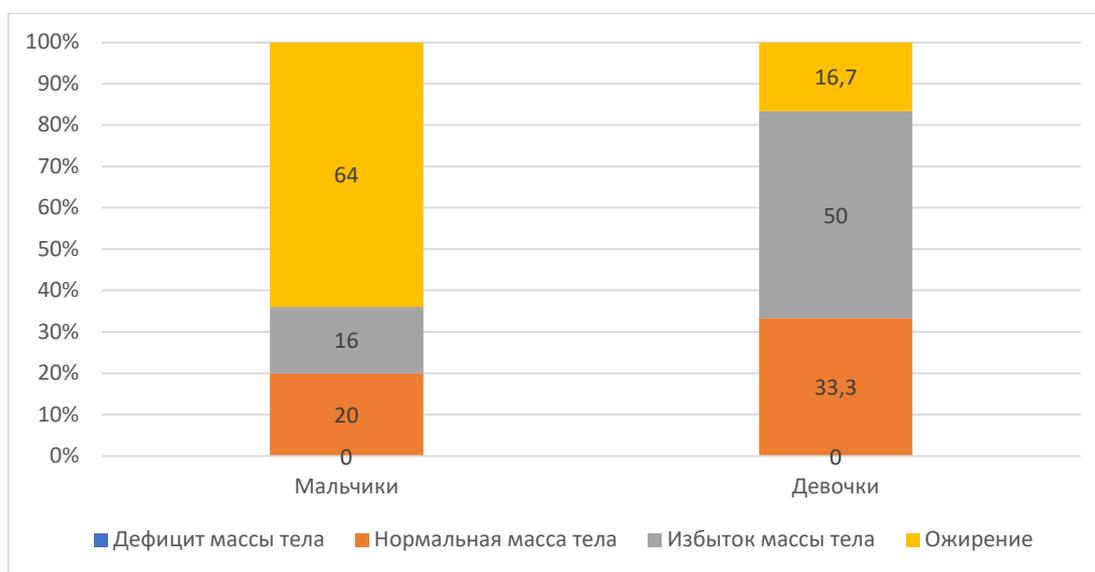


Рисунок 4 – Распределение пациентов группы МАГ по величине индекса массы тела в гендерном аспекте

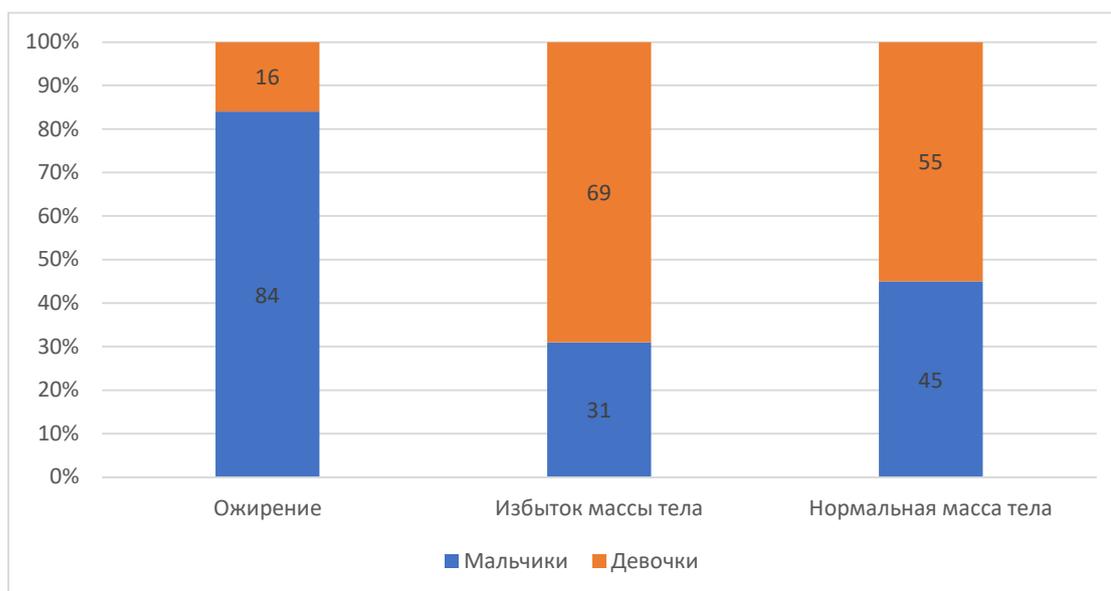


Рисунок 5 – Соотношение мальчиков и девочек в группе МАГ в зависимости от ИМТ

Таблица 4 – Общая характеристика пациентов группы ИСГ в гендерном аспекте (M±SD)

Параметры	Мальчики (n = 35)	Девочки (n = 15)	p*
Возраст, лет	14,6±1,29	14,8±1,37	0,6
Рост, см	179,11±7,34	168,14±6,62	0,001
Масса тела, кг	84,86±20,44	69,14±10,61	0,004
ИМТ кг/м ²	26,34±5,59	24,45±3,53	0,1

*Девочки в сравнении с мальчиками

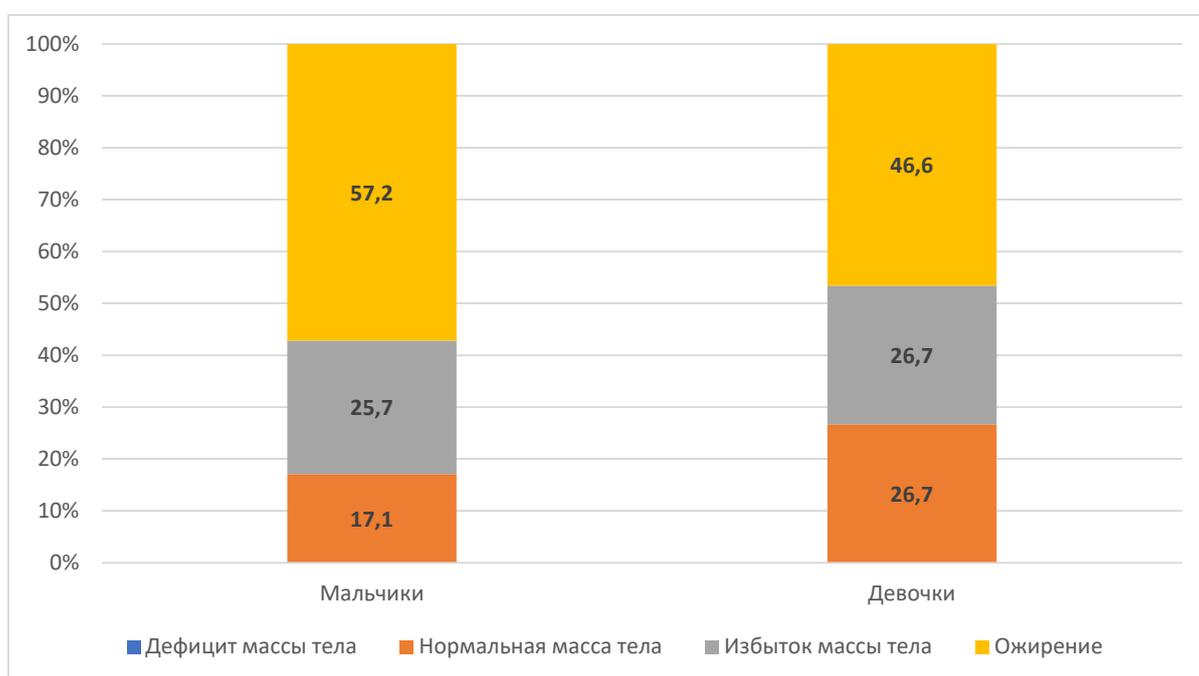


Рисунок 6 – Распределение пациентов с ИСГ по ИМТ на основе процентильных коридоров в гендерном аспекте

Из таблицы 5 следует, что наиболее распространенным фактором риска была АГ среди родственников 1 и 2 степени родства: 60,4% в семьях детей с МАГ и у 62% в семьях детей с ИСГ. На втором месте – табакокурение – 44,8% в семьях детей с МАГ и 44% в семьях детей с ИСГ. Ожирение было у 44,2% детей с МАГ и у 54% детей с ИСГ. Гиподинамия в анамнезе наблюдалась у 60,5% детей с МАГ и у 62% детей с ИСГ.

Таблица 5 – Характеристика факторов риска у детей с МАГ и ИСГ (%)

Показатель	МАГ (n=43)	ИСГ (n=50)
АГ в семье	60,4	62
Инфаркт, инсульт в семье	34,9	20
Сахарный диабет в семье	23,3	26
Табакокурение в семье	48,8	44
Ожирение у ребенка	44,2	54
Гиподинамия у ребенка	60,5	62

Отсутствие факторов риска наблюдалось у 10 (23,3%) детей с МАГ и у 12 (24%) детей с ИСГ.

2.3. Стандартные методы исследования

Все пациенты групп МАГ и ИСГ прошли полную диагностическую оценку в соответствии с клиническими рекомендациями «Артериальная гипертензия у детей» [3; 6].

При сборе анамнеза выясняли наличие следующих факторов риска ССЗ среди родственников 1 и 2 степени родства: артериальной гипертензии, инфаркта или инсульта в возрасте до 65 лет, сахарного диабета, табакокурения. У детей – наличие ожирения и гиподинамии.

Офисное измерение артериального давления проводили аускультативным методом Н.С.Короткова: САДоф по I фазе, диастолическое АД (ДАДоф) по V фазе, с использованием сфигмоманометра и фонендоскопа, учитывали среднее АД трех измерений. Манжету выбирали в соответствии с длиной окружности плеча (Таблица 6). Подготовка и проведение исследования, классификация величины АД проводилась согласно клиническим рекомендациям «Артериальная гипертензия у детей» [3; 6].

Таблица 6 – Выбор манжеты в зависимости от окружности плеча ребенка

Длина окружности плеча, см	Размеры резинового баллона манжеты, Ш x Д (см)
15 - 25	9 x 18
26 – 33	10 x 24
более 34	13 x 30

Домашний самоконтроль АД проводился родителями детей в течение 7 дней методом плечевой осциллометрии с помощью валидированного осциллометрического тонометра артериального давления «Omron HEM-4011C-E» [149]. Это устройство имеет набор манжеток и возможность автоматического сохранения измерений, что позволяет исключить субъективную оценку [106]. Манжетку выбирали в соответствии с длиной окружности плеча (Таблица 6). В ходе нашего исследования, родители пациентов выполняли измерение артериального давления у детей в домашних условиях по протоколу (Рисунок 7), подготовленному нами на основе клинических рекомендаций «Артериальная гипертензия у детей» [3; 6].

Для дальнейшей оценки АДдом нами оценивалось средняя величина артериального давления за весь период наблюдения, кроме первого дня измерения [6; 145; 117]. В связи с тем, что сегодня отсутствуют процентильные значения АД для домашнего артериального давления у детей, мы проводили верификацию значений АДдом по процентильным таблицам для офисных значений АД в соответствии с возрастом, полом и процентилем роста (Таблица 7) [3; 6].

Суточное мониторирование артериального давления проводили методом плечевой осциллометрии с помощью осциллометрического прибора «БиПиЛАБ-М» (ООО «Петр Телегин», Россия) с 15-минутными интервалами в дневное время (06:00-22:00) и с 30-минутными интервалами в ночное время (22:00-06:00 утра). У всех пациентов успешных измерений было более 85%. Манжета для проведения СМАД выбиралась в соответствии с длиной окружности плеча (Таблица 6). Для оценки периферического АД по данным СМАД использовали значение АД,

соответствующее 95 перцентилю среднего дневного, ночного и суточного АД для соответствующего пола, возраста и роста [3; 6].

Таблица 7 – Классификация величины АД, используемая в работе

Категория	0-15 лет САД и/или ДАД, в проценталях	16 лет и старше САД и/или ДАД, мм рт.ст.
Нормальное АД	<90	<130/85
Высокое нормальное АД	≥90, но <95	130–139/85–89
Артериальная гипертензия (АГ)	≥95	≥140/90
Артериальная гипертензия 1 степени	≥95, но ≤99 + 5 мм рт. ст.	140–159/90–99
Артериальная гипертензия 2 степени	>99 + 5 мм рт. ст.	≥160/100
Изолированная систолическая артериальная гипертензия (ИСГ)	САД ≥95 и ДАД <90	≥140/ <90

Протокол домашнего самоконтроля артериального давления

- Перед измерением, как минимум в течение 30 минут не употреблять кофеин-содержащих продуктов.
- Артериальное давление измерять на левой руке утром и вечером после отдыха в течение 5 минут.
- Пациент должен находиться в положении сидя с поддержкой спины и руки, манжету располагать на уровне сердца.
- Выполнить два измерения систолического АД (САД) и диастолического АД (ДАД) с интервалом 1-2 минуты.
- Рассчитать среднее значение САД и ДАД.
- Результаты записать в дневник

Дневник пациента

«Домашний самоконтроль артериального давления (АД)»

ФИО пациент: _____

Дата рождения: _____ Полных лет: _____

Рост: _____ см. Вес: _____ кг.

№	Дата	Время суток	1-е измерение		2-е измерение		Среднее значение		Комментарий
			САД	ДАД	САД	ДАД	САД	ДАД	
1		Утро:							
		Вечер:							
2		Утро:							
		Вечер:							
3		Утро:							
		Вечер:							
4		Утро:							
		Вечер:							
5		Утро:							
		Вечер:							
6		Утро:							
		Вечер:							
7		Утро:							
		Вечер:							

Рисунок 7 – Протокол домашнего самоконтроля артериального давления

Для статистического анализа СМАД использовали параметры, указанные в таблице 8. Интервалы для дневного и ночного периодов определялись индивидуально по дневнику пациента. Регистрацию центрального аортального давления и скорости распространения пульсовой проводили во время СМАД с использованием программно-аппаратного комплекса «БиПиЛАБ-М» с технологией «Vasotens-24» (ООО «Петр Телегин», Н. Новгород, Россия).

Таблица 8 – Параметры СМАД используемые в исследовании

Типы параметров	Определение
САД_сут САД_день САД_ночь	Среднее суточное, дневное и ночное периферическое САД, мм рт.ст.
ДАД_сут ДАД_день ДАД_ночь	Среднее суточное, дневное и ночное периферическое ДАД, мм рт.ст.
ПАД_сут ПАД_день ПАД_ночь	Среднее суточное, дневное и ночное периферическое ПАД, мм рт.ст.
СрАД_сут СрАД_день СрАД_ночь	Среднее суточное, дневное и ночное периферическое среднее гемодинамическое АД, мм рт.ст.
ИВ САД_день ИВ САД_ночь	Индекс времени для периферического САД, рассчитанный для дневного и ночного периодов. Процент времени, в течение которого САД превышает уровень 95 перцентиля.
ИВ ДАД_день ИВ ДАД_ночь	Индекс времени для периферического ДАД, рассчитанный для дневного и ночного периодов. Процент времени, в течение которого ДАД превышает уровень 95 перцентиля.
СИ САД	Суточный индекс периферического САД. Процент ночного снижения САД.
СИ ДАД	Суточный индекс периферического ДАД. Процент ночного снижения ДАД.

Типы параметров	Определение
САДао_сут САДао_день САДао_ночь	Среднее суточное, дневное и ночное центральное аортальное САД, мм рт.ст.
ДАДао_сут ДАДао_день ДАДао_ночь	Среднее суточное, дневное и ночное центральное аортальное ДАД, мм рт.ст.
ПАДао_сут ПАДао_день ПАДао_ночь	Среднее суточное, дневное и ночное центральное аортальное ПАД, мм рт.ст.
СрАДао_сут СрАДао_день СрАДао_ночь	Среднее суточное, дневное и ночное центральное аортальное среднее гемодинамическое АД, мм рт.ст.
СИ САДао	Суточный индекс центрального аортального САД. Процент ночного снижения САДао.
СИ ДАДао	Суточный индекс центрального аортального ДАД. Процент ночного снижения ДАДао.
СПВ_сут СПВ_день СПВ_ночь	Средняя скорость распространения пульсовой волны за сутки, день и ночь, м/с.
СИ СПВ	Суточный индекс скорости распространения пульсовой волны. Процент ночного снижения СРПВ.
А1хао_сут А1хао_день А1хао_ночь	Средний суточный, дневной и ночной индекс аугментации, %

В таблице 9 представлена классификация пациентов по степени ночного снижения параметров СМАД.

Таблица 9 – Классификация пациентов в зависимости от величины суточного индекса (СИ)

Подгруппы	Величина суточного индекса, %
«Найт-пикер»	СИ <0
«Нон-диппер»	$0 \leq \text{СИ} < 10$
«Диппер»	$10 \leq \text{СИ} \leq 20$
«Овер-диппер»	СИ >20

Оценку суточных профилей САДао, ПАДао, и СПВ, полученных методом плечевой осциллометрии, проводили с помощью программы, обрабатывающей множество ВРW-файлов: «БиПиСтат» версии 06.04.06. (ООО «Петр Телегин», Нижний Новгород, Россия).

При оценке центрального аортального систолического давления, в качестве референсных показателей, использовали значения 95 перцентиля САДао для мониторов «БиПиЛАБ» [38].

2.4 Специальные методы исследования

Аппланационную тонометрию выполняли аппаратом «SphygmoCor CvMS» (AtCor Medical Pty.Ltd., Сидней, Австралия), который позволяет неинвазивно получать форму волны артериального давления в аорте из импульса давления, зарегистрированного на периферическом участке и рекомендованный для оценки индекса аугментации (Al_{cao}_S) и каротидно-фemorальной СПВ (СПВ_S) [89; 173].

SphygmoCor неинвазивно регистрирует периферическую пульсовую волну в лучевой артерии и с помощью функции преобразования, воспроизводит центральную пульсовую волну давления в аорте.

Устройство анализирует скорость пульсовой волны на каротидно-фemorальном сегменте, центральное систолическое давление (САДао), центральное диастолическое давление (ДАДао), центральное пульсовое давление (ПАДао), индекс аугментации (Al_{cao}).

При увеличении жесткости аорты наблюдается увеличение СПВ, что приводит к более раннему возврату отраженной волны (T₂) и ее суммированию с прямой волной. Данный феномен, известный как эффект аугментации, вызывает повышение систолического давления (Рисунок. 8). В физиологических условиях, при сохраненной эластичности сосудов, отраженная волна достигает аорты в конце систолы (ED), не оказывая существенного влияния на величину P₁.

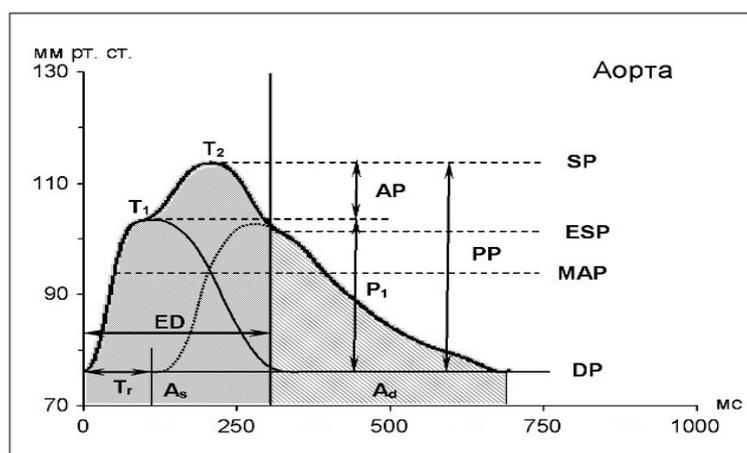


Рисунок 8 – Основные волны, регистрируемые аппаратом SphygmoCor

Примечания: показатели центральной гемодинамики: SP – СА_{Дао}; DP – ДА_{Дао}; PP – ПА_{Дао}; T_1 – время первого систолического пика волны давления, обусловленного сердечным выбросом (основная пульсовая волна); T_2 – время второго пика волны давления, обусловленного отраженной волной; Tr – время начала отраженной волны; P_1 – давление в точке T_1 ; P_2 – давление в точке T_2 ; AP – давление аугментации; ESP – конечное САД; MAP – центральное среднее давление; ED – длительность периода изгнания (определяется временем открытого аортального клапана); As – период систолы; Ad – период диастолы.

Определение скорости пульсовой волны (СПВ S) и индекса аугментации ($Al_{\text{хао}} S$) методом аппланационной тонометрии проводили в первый или второй день после проведения суточного мониторинга артериального давления, в интервале с 09:00 до 13:00 часов, в положении лежа на спине, после 5 минут отдыха, при температуре воздуха в помещении 21-23°C. Исследуемые не принимали пищу, как минимум, 2 часа. Показатели индекса аугментации в аорте были получены при проведении лучевой аппланационной тонометрии. Исследование считалось успешным при индексе оператора более 80%. Каждому пациенту проводили два измерения. Использовалось среднее арифметическое.

Для регистрации каротидно-феморальной СПВ производили последовательную фиксацию пульсовых колебаний на сонной и бедренной артериях с параллельной записью электрокардиограммы (ориентир – зубец R).

Расчет СПВ основан на измерении временного интервала между появлением пульсовой волны в двух точках и прямо зависит от степени ригидности сосудистой

стенки: чем выше жесткость, тем больше скорость распространения волны [83]. Расстояние прохождения пульсовой волны рассчитывается от точки тонометрии на сонной артерии до верхнего края грудины и от верхнего края грудины до бедренной артерии в паховой складке [82].

Согласно Рекомендациям ESC/ESH по лечению артериальной гипертензии 2023 года, СПВ является золотым стандартом для оценки ригидности крупных артерий. Значение СПВ более 10 м/с указывает на возможное поражение органов мишеней, значительное нарушение функции аорты и повышенный сердечно-сосудистый риск, особенно у пациентов среднего возраста с артериальной гипертензией [20].

В таблице 10 представлены изучаемые нами параметры аппланационной тонометрии.

Таблица 10 – Параметры аппланационной тонометрии используемые в исследовании

Типы параметров	Определение
Alxao_S, %	Индекс аугментации в аорте – процент от пульсового давления, обусловленный эффектом отраженной волны. Определяется соотношением: $AIx S = (AP / PP) * 100\%$
СПВ_S, м/с	Скорость распространения пульсовой волны каротидно-феморальная

При оценке скорости пульсовой волны, измеренной методом аппланационной тонометрии (СПВ_S) аппаратом SphygmoCor, в качестве референсных величин, использовали значение 90 перцентилия скорости пульсовой волны для пациентов в возрасте от 3 до 39 лет, на основе данных, опубликованных Kodithuwakku V.C. соавторами (2025) для этого прибора [100].

Примеры регистрации скорости пульсовой волны методом аппланационной тонометрии представлены на рисунках 9 и 10.

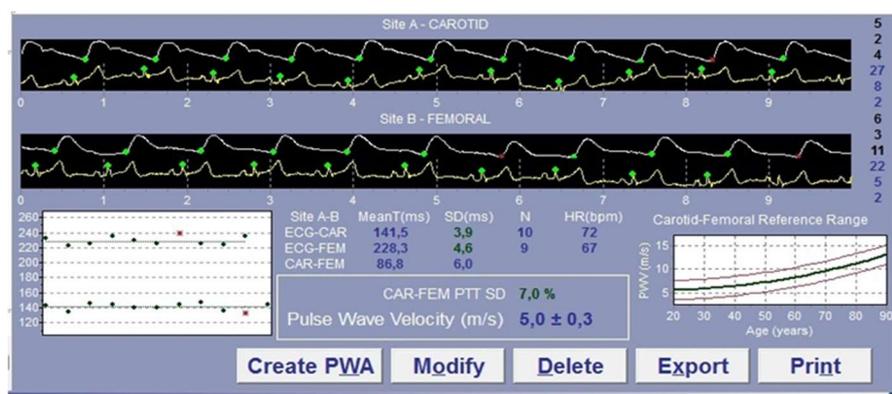


Рисунок 9 – Пример регистрации скорости пульсовой волны (Pulse Wave Velocity) методом аппланационной тонометрии у ребенка с нормальным АД

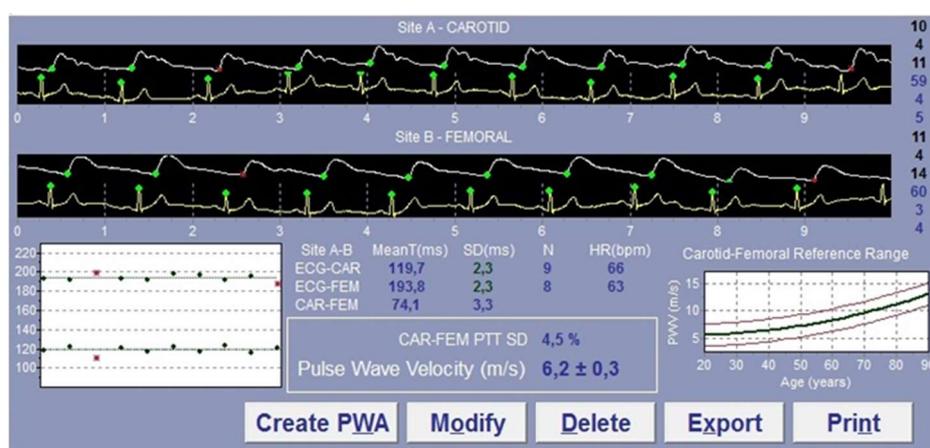


Рисунок 10 – Пример регистрации скорости пульсовой волны (Pulse Wave Velocity) методом аппланационной тонометрии у ребенка с АГ

2.5 Статистические методы, используемые в исследовании

База данных пациентов была сформирована в соответствии с утвержденным протоколом исследования в программе Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corp., США). Статистическая обработка данных выполнена с использованием программного комплекса IBM SPSS Statistics, версия 27.0 (IBM Corp., США).

При оценке нормальности распределения данных использовали визуальный метод оценки (Q-Q график и гистограмма) и статистический метод (критерий Шапиро-Уилка) (Рисунок 11).

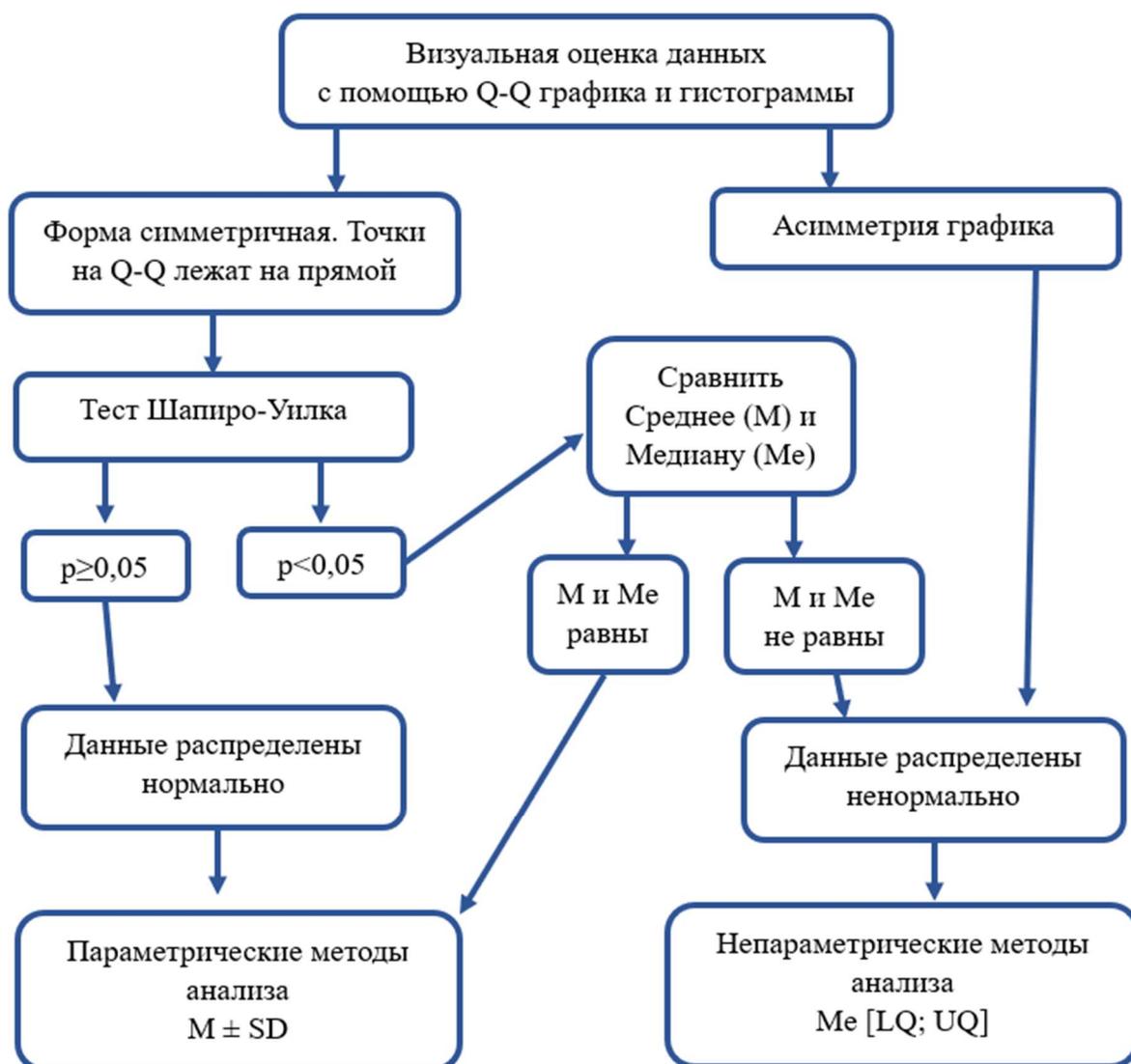


Рисунок 11 – Алгоритм оценки нормальности распределения данных

При оценке выборок в соответствии с алгоритмом, установлено, что все наши данные имели нормальное распределение, поэтому использовались параметрические методы анализа. За уровень статистической значимости получаемых выводов считали общепринятую в медицине величину $p < 0,05$. Доверительный интервал, используемый в диссертационной работе, принимался не менее 95%.

Для сравнения средних значений между двумя независимыми группами использовался t-критерий Стьюдента. Поскольку допущение о равенстве дисперсий не было нарушено, использовался классический t-критерий с объединенной

дисперсией. Для сравнения качественных признаков, представленных в виде процентов, между независимыми группами использовался критерий χ^2 Пирсона.

Корреляционный анализ проводился для оценки взаимосвязей между показателями с использованием параметрического коэффициента корреляции Пирсона (r). Перед расчетом коэффициента было проведено визуальное исследование диаграмм рассеяния для всех пар анализируемых количественных переменных с целью подтверждения линейной зависимости.

Сила корреляционной связи интерпретировалась в соответствии с общепринятыми критериями: $r < 0,3$ – слабая связь; $0,3 \leq r < 0,7$ – умеренная связь; $r \geq 0,7$ – сильная связь.

Статистическая значимость коэффициентов корреляции оценивалась при уровне $p < 0,05$.

Перед интерпретацией модели линейной регрессии были проверены ключевые допущения: оценка гомоскедастичности остатков проводилась путем визуального анализа графика зависимости стандартизированных остатков от стандартизированных предсказанных значений, при необходимости, с помощью критерия Дарбина-Уотсона. Проверка на отсутствие автокорреляции остатков проводилась путем визуального анализа графика зависимости остатков от порядка наблюдений.

Для создания прогностической модели риска повышения САДао и/или СПВ использован комплекс современных статистических методов, реализованных в среде R (версия 4.5.2) с применением пакетов `glmnet`, `pROC`, `rms`, `ResourceSelection`, `boot`, `rmda`. Все этапы анализа выполняли в соответствии с рекомендациями TRIPOD (Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis Or Diagnosis) [130].

Для объективного отбора наиболее информативных предикторов из исходного набора переменных применена LASSO-регрессия (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) с L1-регуляризацией, оптимальное значение параметра штрафа (λ) определяли с помощью 10-кратной кросс-валидации по правилу одного стандартного отклонения (λ_{1se}). На основе отобранных

переменных построена модель множественной логистической регрессии с оценкой коэффициентов методом максимального правдоподобия, расчётом отношений шансов (OR) и 95% доверительных интервалов (ДИ). Мультиколлинеарность предикторов оценивали с помощью фактора инфляции дисперсии VIF (Variance Inflation Factor). Дискриминационную способность модели оценивали с помощью ROC-анализа: определяли площадь под ROC-кривой (AUC) и её 95% ДИ. Оптимальный порог отсечения устанавливали по максимуму индекса Юдена. Калибровку модели оценивали с помощью калибровочной кривой с бутстреп-коррекцией, теста Хосмера–Лемешова и индекса Брайера (Brier score) с расчётом его улучшения относительно нулевой модели. Внутреннюю валидацию модели выполняли методом бутстрепа с 1000 повторными выборками с расчётом скорректированной на оптимизм AUC и фактора усадки. Оценку клинической полезности модели проводили с помощью анализа решающих кривых DCA (Decision Curve Analysis).

В диссертационной работе использовали методы описательной статистики: для описания параметрических переменных использовали среднюю арифметическую (M) и стандартное отклонение (SD).

Количественные данные представлены в виде абсолютных значений (n) и/или частоты встречаемости (%).

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГЛАВА 3. РОЛЬ ДОМАШНЕГО САМОКОНТРОЛЯ АД В ДИАГНОСТИКЕ
МАСКИРОВАННОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У ДЕТЕЙ

Родители 149 пациентов, предъявляющие жалобы на повышение АД, предоставили результаты произвольного измерения АД в домашних условиях различными осциллометрическими устройствами, имеющимися в личном пользовании.

На рисунке 12 представлен дизайн исследования. На первом этапе мы верифицировали первоначально предоставленные родителями данные домашнего измерения АД. У всех детей систолическое АД было более 95 перцентиля кривой распределения для соответствующего пола, возраста и перцентиля роста. Диастолическое АД – меньше 95 перцентиля.

На втором этапе всем детям был проведен домашний самоконтроль АДдом в течение 7 дней методом плечевой осциллометрии с помощью осциллометрического тонометра артериального давления «Omron HEM-4011C-E» по протоколу, описанному в главе 2.

Верификация результатов домашнего самоконтроля артериального давления, проведенного у 149 детей по протоколу, выявила у 72 (48,3%) пациентов (47 мальчиков и 25 девочек) величину САДдом ≥ 95 перцентиля. У 77 (51,7%) детей САДдом было менее 95 перцентиля (Рисунок 13).

В гендерном аспекте, у 25 (38,5%) среди девочек, принявших участие в исследовании, и у 47 (55,9%) среди мальчиков верифицирована САДдом ≥ 95 перцентиля (Рисунок 14). Повышенного ДАДдом ни у кого из 149 пациентов не было зафиксировано.

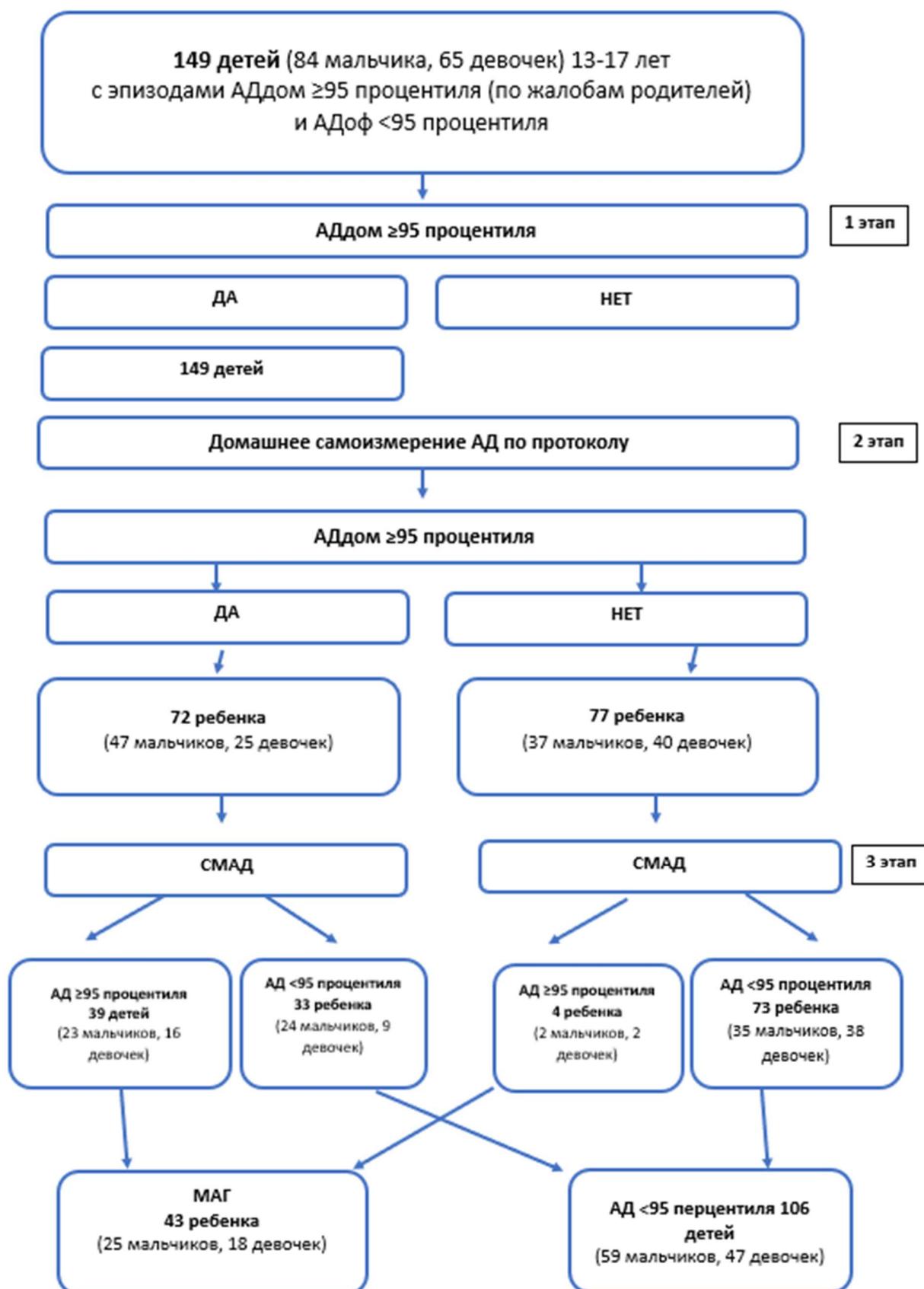


Рисунок 12. – Дизайн выявления маскированной АГ у детей при использовании в качестве «порогового» значения АДдом ≥ 95 перцентиля на этапе верификации АДдом

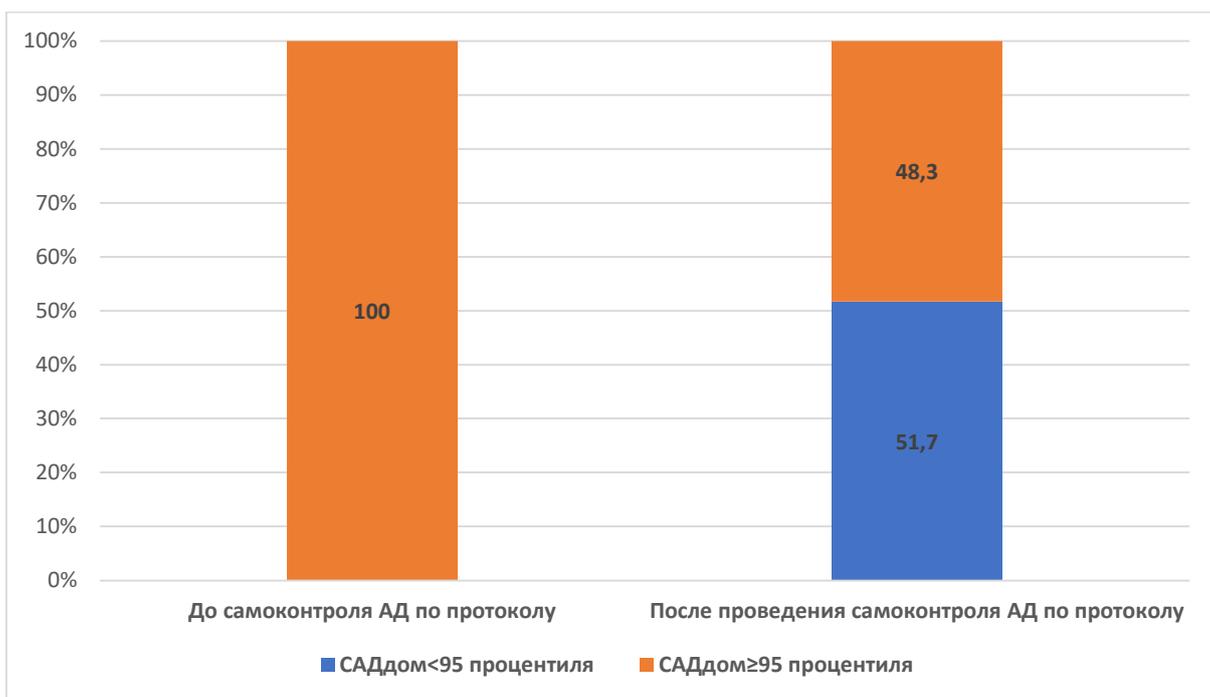


Рисунок 13 – Результаты верификации АДдом до и после самоконтроля АД по протоколу

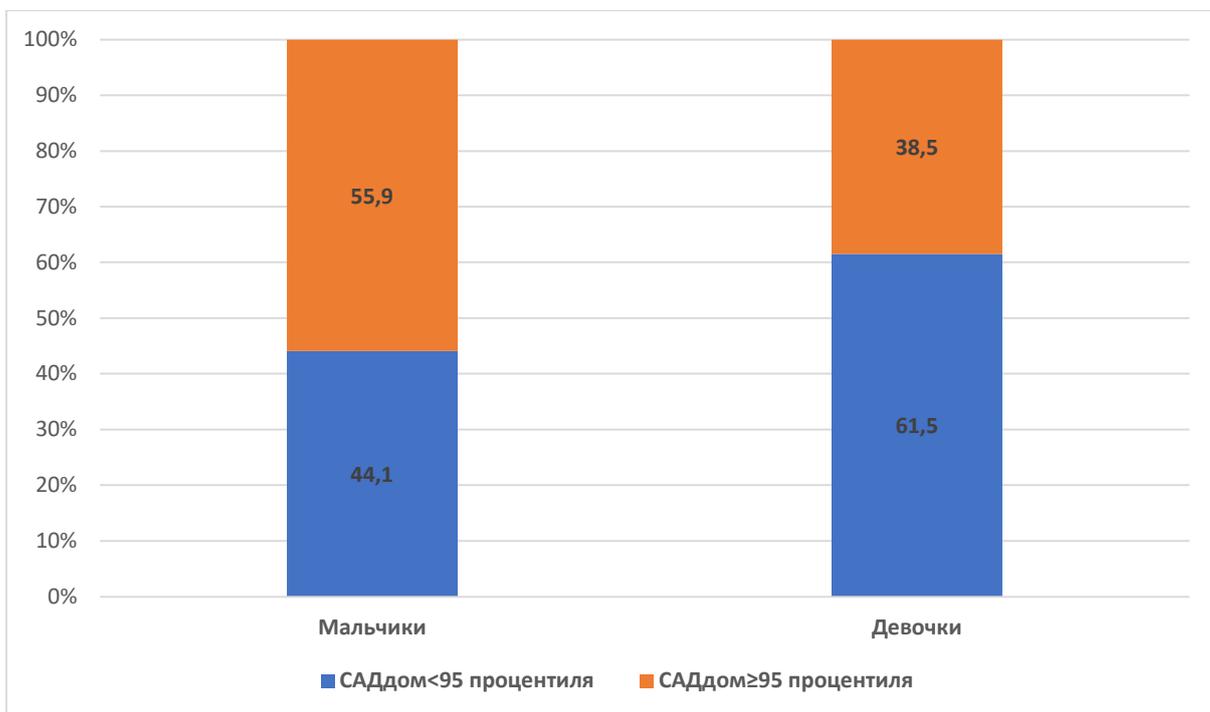


Рисунок 14 – Результаты верификации АДдом после самоконтроля АД по протоколу в гендерном аспекте

На третьем этапе всем 149 пациентам было проведено амбулаторное суточное мониторирование АД. В подгруппе с АДдом ≥ 95 перцентилля из 72 пациентов, у 39 (54,2%) детей (23 мальчика и 16 девочек) оказалось среднее САД_сут ≥ 95 перцентилля, а у 33 (45,8%) детей среднее САД_сут < 95 перцентилля (24 мальчика и 9 девочек). В подгруппе с АДдом < 95 перцентилля у 4 пациентов оказалось среднее САД_сут ≥ 95 перцентилля (2 мальчика и 2 девочки), а у 73 детей среднее САД_сут < 95 перцентилля (35 мальчиков и 38 девочек).

Таким образом, по результатам СМАД пациенты были распределены на две группы (Рисунок 12): группу с АД ≥ 95 перцентилля по СМАД – 43 пациента с маскированной артериальной гипертензией (МАГ) и группу с АД < 95 перцентилля – 106 пациентов, со средним САД_сут по СМАД менее 95 перцентилля.

Причем, в группу МАГ после проведения СМАД вошли 39 детей (54,2%) из числа пациентов, у которых при самоконтроле АД в домашних условиях было верифицировано САДдом ≥ 95 перцентилля и 4 человека (5,2%) из числа пациентов, у которых при самоконтроле АД в домашних условиях САДдом < 95 перцентилля (Рисунок 12). У всех пациентов среднее дневное и ночное ДАД по данным СМАД было менее 95 перцентилля.

В гендерном аспекте, группу МАГ составили 25(58%) мальчиков и 18(42%) девочек. Таким образом, исходно из 84 мальчиков МАГ установлена у 25 (29,7%), а из 69 девочек у 18 (27,6%).

В таблице 11 представлена сравнительная характеристика артериального давления пациентов группы МАГ и группы с АД < 95 перцентилля.

У пациентов группы МАГ отмечались статистически значимо более высокие значения АД: САДдом на 20,9%, ДАДдом на 19,1%, САДоф на 8,6%, ДАДоф на 12,4% ($p=0,001$). А по данным СМАД: САД_день на 17,1%, САД_ночь на 17,7%, ДАДдом на 19%, ДАДоф на 12,3%, ДАД_день на 10,1%, ДАД_ночь на 11,6%.

Таблица 11 – Сравнительная характеристика артериального давления у пациентов группы МАГ и группы с АД <95 процентиля (M±SD)

Параметры	АД <95 процентиля n=106	МАГ n=43	p
САДдом, мм рт. ст.	123,4±2,1	149,2 ± 2,2	0,001
ДАДдом, мм рт. ст.	69,9±1,6	83,26 ± 2,2	0,001
САДоф, мм рт. ст.	112,2±1,3	121,91±2,1	0,001
ДАДоф, мм рт. ст.	68,2±0,7	76,63±1	0,001
САД_сут, мм рт. ст.	114,82 ± 9,24	136,03 ± 6,95	0,001
САД_день мм рт. ст.	118,5 ± 10,04	139,46 ± 7,79	0,001
САД_ночь мм рт. ст.	102,27 ± 7,24	123,6 ± 9,51	0,001
ДАД_сут, мм рт. ст.	67,57 ± 5,85	75,13 ± 5,68	0,001
ДАД_день, мм рт.ст.	70,34 ± 6,32	77,8 ± 5,68	0,001
ДАД_ночь, мм рт. ст.	58,16 ± 5,89	66,2 ± 7,35	0,001

Корреляционный анализ выявил статистически значимую ($p < 0,001$) положительную корреляционную связь умеренной степени между САД_день и САДдом и ($r=0,615$), САД_ночь и САДдом ($r=0,551$) (Таблица 12).

Регрессионный анализ выявил, линейную зависимость САД_день и САД_ночь от САДдом:

$$\text{САД_день} = 0,34 \times \text{САДдом} + 78,684 \quad (p < 0,001),$$

$$\text{САД_ночь} = 0,269 \times \text{САДдом} + 72,350 \quad (p < 0,001).$$

Корреляционный анализ выявил статистически значимую ($p < 0,001$) положительную связь умеренной степени между ДАД_день и ДАДдом и ($r=0,336$), статистически значимую ($p=0,002$) положительную связь слабой степени ДАД_ночь и ДАДдом ($r=0,246$) (Таблица 13).

Таблица 12 – Корреляционный анализ связи САДдом, САД_день и САД_ночь

		САДдом	САД_день	САД_ночь
САДдом	Корреляция Пирсона	1	0,615	0,551
	Знач. (двухсторонняя)		<0,001	<0,001
	N	149	149	149
САД_день	Корреляция Пирсона	0,615	1	0,782
	Знач. (двухсторонняя)	<0,001		<0,001
	N	149	149	149
САД_ночь	Корреляция Пирсона	0,551	0,782	1
	Знач. (двухсторонняя)	<0,001	<0,001	
	N	149	149	149

Таблица 13 – Корреляционный анализ связи ДАДдом, ДАД_день и ДАД_ночь

		ДАДдом	ДАД_день	ДАД_ночь
ДАДдом	Корреляция Пирсона	1	0,336	0,246
	Знач. (двухсторонняя)		<0,001	0,002
	N	149	149	149
ДАД_день	Корреляция Пирсона	0,336	1	0,712
	Знач. (двухсторонняя)	<0,001		<0,001
	N	149	149	149
ДАД_ночь	Корреляция Пирсона	0,246**	0,712**	1
	Знач. (двухсторонняя)	0,002	<0,001	
	N	149	149	149

Регрессионный анализ выявил линейную зависимость ДАД_день и ДАД_ночь от ДАДдом:

$$\text{ДАД_день} = 0,142 \times \text{ДАДдом} + 60,917 \quad (p < 0,001),$$

$$\text{ДАД_ночь} = 0,105 \times \text{ДАДдом} + 52,09 \quad (p = 0,002),$$

На следующем этапе мы изменили дизайн нашего исследования, приведенный ранее на рисунке 12 и в качестве «порогового» значения для АДдом на этапе верификации величины домашнего артериального давления было выбрано значение САДдом ≥ 90 перцентиля АД, т.е. включили детей не только с АГ, но и с высоким нормальным АД.

В результате, у 76 (51%) детей верифицировано повышение САДдом ≥ 90 перцентиля. Среди них, после оценки СМАД, у 43 (56,6%) детей установлен диагноз МАГ (51% среди мальчиков и 66,7% среди девочек). Среди пациентов с АДдом $< 90\%$ не выявлено пациентов с МАГ после проведения СМАД.

Таким образом, проведение СМАД детям с АДдом ≥ 90 перцентиля позволяет выявить всех возможных пациентов с маскированной артериальной гипертензией.

На основании проведенных исследований, нами предлагается алгоритм ранней диагностики маскированной артериальной гипертензии у детей (Рисунок 15), который позволит практическому врачу выделить пациентов, нуждающихся в проведении СМАД с целью верификации МАГ у детей.



Рисунок 15 – Алгоритм ранней диагностики маскированной артериальной гипертензии у детей

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА СУТОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ С НОРМАЛЬНЫМ АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

В таблице 14 представлены средние значения основных показателей периферической, центральной гемодинамики и жесткости артерий по данным СМАД и аппланационной тонометрии у детей группы НАД в гендерном аспекте.

Средние значения периферического САД_сут, САД_день, САД_ночь, а также нагрузка систолическим АД в дневное и ночное время (ИВ САД_день и ИВ САД_ночь) у мальчиков и девочек не различались.

У девочек отмечались статистически значимо ($p=0,01$) более высокие, чем у мальчиков, средние значения ДАД_сут (соответственно $69,42 \pm 6,38$ и $66,05 \pm 4,95$ мм рт. ст., статистически значимо ($p=0,03$) больше ДАД_день (соответственно $72,03 \pm 6,72$ и $68,95 \pm 5,69$ мм рт. ст. и статистически значимо ($p=0,001$) больше ДАД_ночь (соответственно $60,63 \pm 6,15$ и $56,12 \pm 4,86$ мм рт. ст.).

Нагрузка диастолическим АД в дневное и ночное время была статистически значимо ($p=0,001$) больше у девочек, чем у мальчиков (ИВ ДАД_день в 2 раза, ИВ ДАД_ночь в 2,8 раза).

У мальчиков отмечались статистически значимо ($p=0,001$) более высокие, чем у девочек, значения ПАД_сут на 13,3% (соответственно $50,35 \pm 8,56$ и $43,63 \pm 6,55$ мм рт. ст.), ПАД_день на 13,4% (соответственно $51,35 \pm 8,76$ и $44,48 \pm 6,89$ мм рт. ст.) и ПАД_ночь на 12,2% (соответственно $46,75 \pm 8,29$ и $41,03 \pm 6,39$ мм рт. ст.).

При анализе центрального аортального давления у детей группы НАД установлено, что САДао_сут, САДао_день, САДао_ночь у мальчиков и девочек не различались. ДАДао статистически значимо ($p=0,007$) больше у девочек, чем у мальчиков, в целом за сутки (соответственно $71,48 \pm 6,5$ и $67,72 \pm 5,11$ мм рт. ст.), статистически значимо ($p=0,02$) больше в дневное время (соответственно $74,3 \pm 7,02$ и $70,82 \pm 5,9$ мм рт. ст.) и статистически значимо ($p=0,001$) больше в ночное время (соответственно $61,96 \pm 6,16$ и $57,27 \pm 5,03$ мм рт. ст.).

Таблица 14 – Средние значения показателей центральной и периферической гемодинамики у детей группы НАД в гендерном аспекте (M±SD)

Параметры	Вся группа (n = 106)	Мальчики (n = 50)	Девочки (n = 56)	p*
САД сут, мм рт. ст.	114,82 ± 9,24	116,35 ± 8,93	112,96 ± 9,41	0,1
САД день, мм рт. ст.	118,5 ± 10,04	120,35 ± 9,83	116,27 ± 9,97	0,08
САД ночь, мм рт. ст.	102,27 ± 7,24	102,9 ± 6,61	101,51 ± 7,97	0,4
СИ САД, %	13,52 ± 3,5	14,3 ± 3,52	12,56 ± 3,29	0,03
ИВ САД день, %	12,4±1,2	11,9±1,6	12,9±1,8	0,1
ИВ САД ночь, %	7,5±1,1	6,6±1,3	8,6±1,8	0,08
ДАД сут, мм рт. ст.	67,57 ± 5,85	66,05 ± 4,95	69,42 ± 6,38	0,01
ДАД день, мм рт.ст.	70,34 ± 6,32	68,95 ± 5,69	72,03 ± 6,72	0,03
ДАД ночь, мм рт. ст.	58,16 ± 5,89	56,12 ± 4,86	60,63 ± 6,15	0,001
СИ ДАД, %	17,26 ± 6,27	18,52 ± 5,97	15,27 ± 6,37	0,04
ИВ ДАД день, %	7,4±1,1	5,0±1,1	10,4±2,0	0,001
ИВ ДАД ночь, %	12,9±1,7	6,6±1,3	18,3±3,4	0,001
СрАД сут, мм рт. ст.	83,42 ± 5,88	83 ± 4,9	83,9 ± 6,93	0,5
СрАД день, мм рт. ст.	86,47 ± 6,56	86,27 ± 5,88	86,72 ± 7,38	0,7
СрАД ночь, мм рт. ст.	73,28 ± 5,43	72,42 ± 4,44	74,33 ± 6,35	0,1
ПАД сут, мм рт. ст.	47,31 ± 8,37	50,35 ± 8,56	43,63 ± 6,55	0,001
ПАД день, мм рт.ст.	48,24 ± 8,63	51,35 ± 8,76	44,48 ± 6,89	0,001
ПАД ночь, мм рт. ст.	44,16 ± 7,97	46,75 ± 8,29	41,03 ± 6,39	0,001
САДао сут, мм рт. ст.	102,23 ± 7,36	102,77 ± 6,73	101,57 ± 8,1	0,5
САДао день, мм рт.ст.	105,02 ± 7,96	105,85 ± 7,47	104,03 ± 8,52	0,3
САДао ночь, мм рт. ст.	92,73 ± 6,43	92,7 ± 5,47	92,7 ± 7,51	0,9
СИ САДао, %	11,57 ± 3,71	12,28 ± 3,65	10,7 ± 3,64	0,07
ДАДао сут, мм рт. ст.	69,42 ± 6,04	67,72 ± 5,11	71,48 ± 6,5	0,007
ДАДао день, мм рт. ст.	72,41 ± 6,62	70,82 ± 5,9	74,3 ± 7,02	0,02
ДАДао ночь, мм рт. ст.	59,39 ± 6,01	57,27 ± 5,03	61,96 ± 6,16	0,001
СИ ДАДао, %	17,79 ± 6,04	18,95 ± 5,84	16,39 ± 6,07	0,07
СрАДао сут, мм рт. ст.	83,42 ± 5,89	83 ± 4,9	83,9 ± 6,94	0,5
СрАДао день, мм рт. ст.	8,47 ± 6,56	86,27 ± 7,88	86,72 ± 7,38	0,8
СрАДао ночь, мм рт.ст.	73,3 ± 5,44	72,45 ± 4,46	74,33 ± 6,35	0,1
ПАДао сут, мм рт. ст.	32,8 ± 6,07	35,15 ± 6,15	29,96 ± 4,65	0,001
ПАДао день, мм рт. ст.	32,67 ± 6,12	35,05 ± 6,16	29,78 ± 4,74	0,001
ПАДао ночь, мм рт. ст.	33,38 ± 6,17	35,45 ± 6,34	30,87 ± 4,99	0,001

* при сравнении девочек с мальчиками.

Параметры	Вся группа (n = 106)	Мальчики (n = 50)	Девочки (n = 56)	p*
СПВ сут, м/с	7,13 ± 3	7,04 ± 2,96	7,36 ± 3,2	0,1
СПВ день, м/с	7,38 ± 3,11	7,34 ± 3,11	7,48 ± 3,21	0,6
СПВ ночь, м/с	6,46 ± 2,78	6,28 ± 2,6	6,54 ± 3,11	0,07
СИ СПВ, %	12,4 ± 3,1	14,4 ± 2,95	12,5 ± 3,65	0,4
АIхао сут, %	-3,64 ± 5	-5,52 ± 5,31	-1,36 ± 3,52	0,001
АIхао день, %	-4,39 ± 4,97	-6,25 ± 5,07	-2,15 ± 3,84	0,001
АIхао ночь, %	-1,08 ± 6,85	-3,17 ± 7,48	1,45 ± 5,02	0,003
ЧСС сут, мин ⁻¹	80,1 ± 9,53	76,72 ± 9,07	84,2 ± 8,5	0,001
АIхао S, %	-1,78±8,7	-2,69 ± 4,78	-0,95 ± 4,21	0,04
СПВ S, м/с	4,78±0,59	4,92±0,51	4,51±0,68	0,3

* при сравнении девочек с мальчиками.

У мальчиков статистически значимо ($p=0,001$) больше значения центрального аортального ПАДао, чем у девочек в целом за сутки на 14,8% (соответственно $35,15 \pm 6,15$ и $29,96 \pm 4,65$ мм рт. ст.), в дневное больше на 15% (соответственно $35,05 \pm 6,16$ и $29,78 \pm 4,74$ мм рт. ст., $p=0,001$) и в ночное время больше на 12,9% (соответственно $35,45 \pm 6,34$ и $30,87 \pm 4,99$ мм рт. ст.).

Остальные исследуемые показатели центральной и периферической гемодинамики у мальчиков и девочек группы НАД не различались.

Оценка жесткости сосудов у детей показала, что различий в СПВ между мальчиками и девочками не выявлено, как при проведении плечевой осциллометрии, так и при проведении аппланационной тонометрии, однако СПВ_S статистически значимо ($p < 0,001$) меньше, чем СПВ по плечевой осциллометрии ($4,78 \pm 0,59$ м/с и $7,13 \pm 3$). Аортальный индекс аугментации был статистически значимо ($p=0,04$) больше у девочек, чем у мальчиков, хотя был в пределах нормальных величин.

Суточный профиль основных параметров гемодинамики у детей группы НАД оценивали по суточному индексу (степени ночного снижения показателя) и графически на основе анализа почасовых средних величин.

Анализ СИ САД показал, что в среднем, дети группы НАД имеют нормальное ночное снижение САД ($13,52 \pm 3,5\%$). Однако степень ночного снижения САД у

мальчиков была статистически значимо ($p=0,03$) больше, чем у девочек ($14,3 \pm 3,52\%$ и $12,56 \pm 3,29\%$).

В среднем, по степени ночного снижения периферического ДАД, дети группы НАД относятся к подгруппе «диппер» (СИ ДАД= $17,26 \pm 6,27\%$) и у мальчиков степень ночного снижения ДАД была статистически значимо ($p=0,04$) больше, чем у девочек ($18,52 \pm 5,97\%$ и $15,27 \pm 6,37\%$).

Детальный анализ показал, что по степени ночного снижения периферического АД, к подгруппе с нормальным ночным снижением («диппер») относятся 73% детей по САД, 86% детей по ДАД (Рисунок 16).

Анализ степени ночного снижения центрального аортального САДао показал, что в среднем, дети группы НАД имеют нормальное ночное снижение центрального аортального САДао (СИ САДао $11,57 \pm 3,71\%$) и нет различий между мальчиками и девочками.

Детальный анализ показал, что по степени ночного снижения центрального аортального АД, к подгруппе с нормальным ночным снижением («диппер») относятся 78% детей по САДао, 76% детей по ДАДао.

У детей группы НАД периферическое пульсовое давление статистически значимо ($p=0,001$) меньше на 8,5% в ночное время, чем днем ($44,16 \pm 7,97$ и $48,24 \pm 8,63$ мм рт.ст.), центральное аортальное пульсовое давление практически не изменялось в ночное время по сравнению с дневным ($33,38 \pm 6,17$ и $32,67 \pm 6,12$ мм рт.ст., $p=0,7$).

По степени ночного снижения СПВ 86% детей группы НАД относятся к подгруппе «диппер», а средняя степень ночного снижения СПВ равна $12,4 \pm 3,1\%$.

Индекс аугментации $Al_{\text{ао}}$ статистически значимо не изменялся в ночное время, по сравнению с дневным.

Полиномиальный анализ почасовых средних (полином 6 степени) показал, что суточный профиль САДао у детей группы НАД характеризуется минимальными значениями САДао в ночное время с 3 до 4 час), и двумя максимальными пиками в 9-11 и 19-21 час (Рисунок 17).

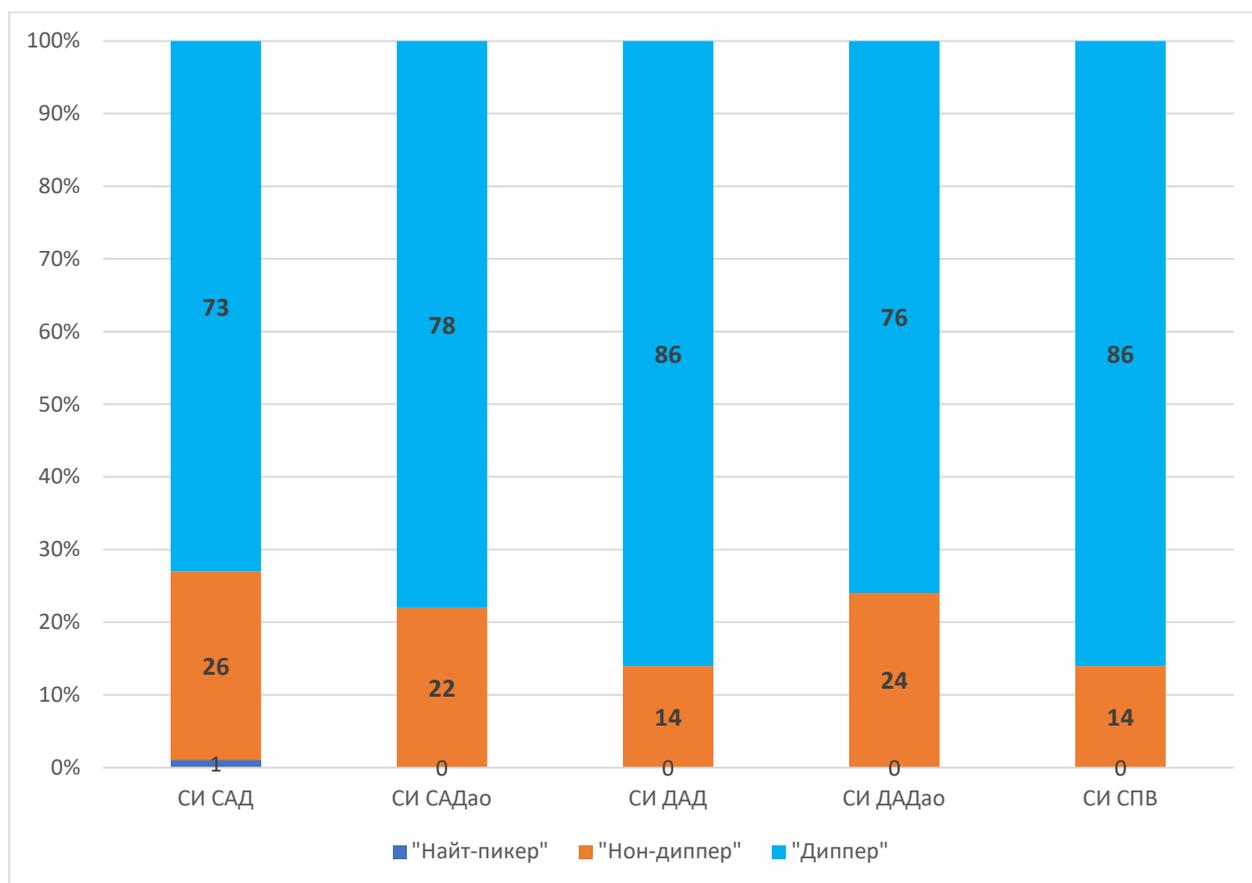


Рисунок 16 – Распределение детей группы НАД по величине ночного снижения периферического САД, ДАД, центрального аортального САДао, ДАДао и СПВ

Анализ суточного профиля центрального аортального пульсового давления показал, что достоверных различий в абсолютных значениях ПАДао в течение суток нет, хотя и наблюдается умеренное снижение центрального аортального пульсового давления в 22-23 часа вечера и в 10 часов утра (Рисунок 18).

Полиномиальный анализ (полином 6 степени) показал, что суточный профиль СПВ у детей группы НАД имеет минимальные значения СПВ с 2 до 3 часов ночи и два пика подъема в 9-11 и 19-20 часов (Рисунок 19), т.е. по ритму изменений повторяет 24-часовой профиль САДао детей этой группы (Рисунок 17).

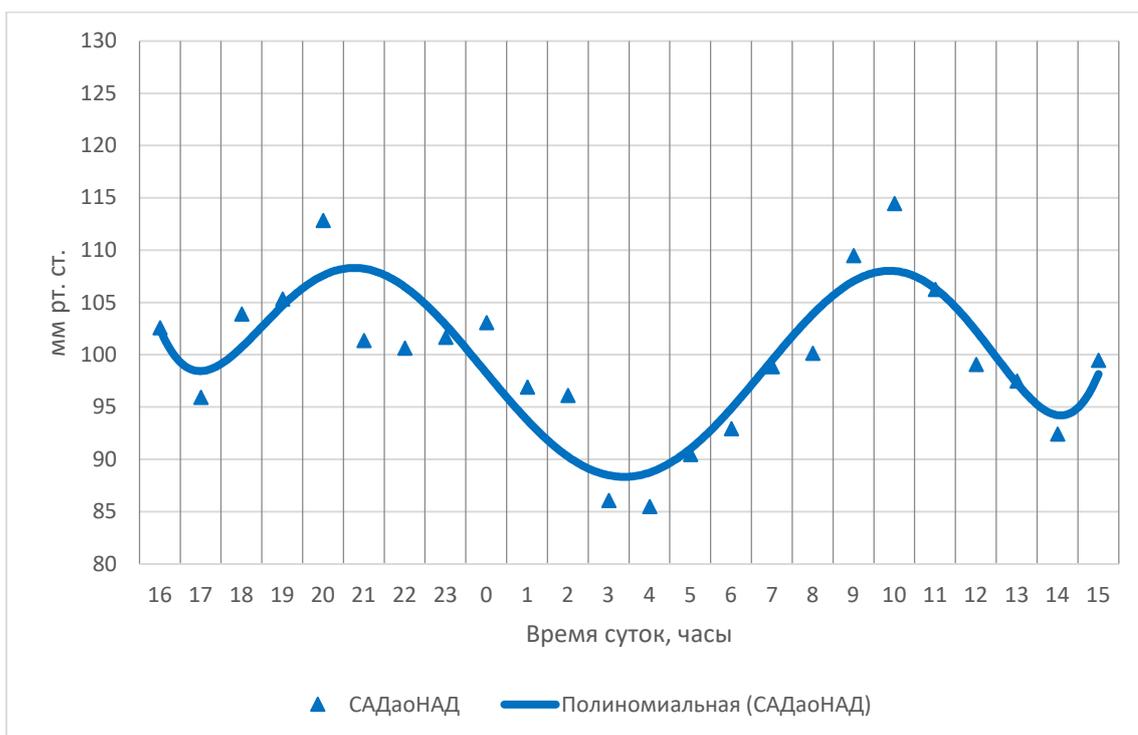


Рисунок 17 – Суточный профиль почасовых средних САДао у детей группы НАД. Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

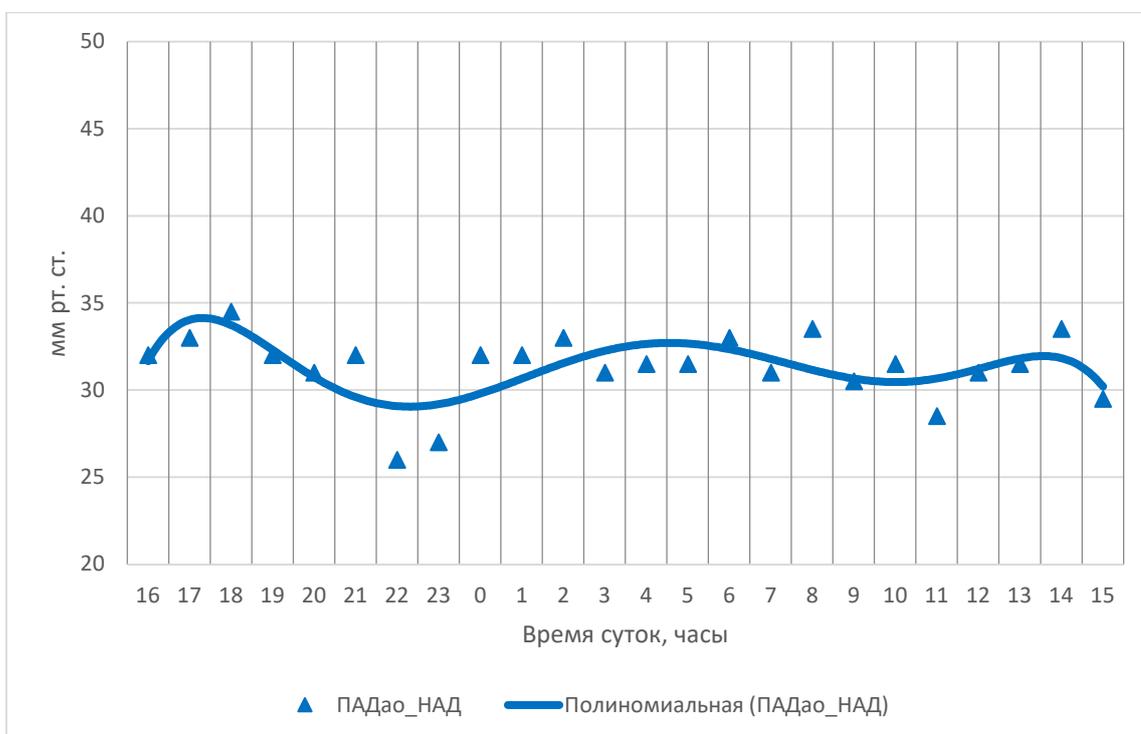


Рисунок 18 – Суточный профиль почасовых средних ПАДао у детей группы НАД. Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

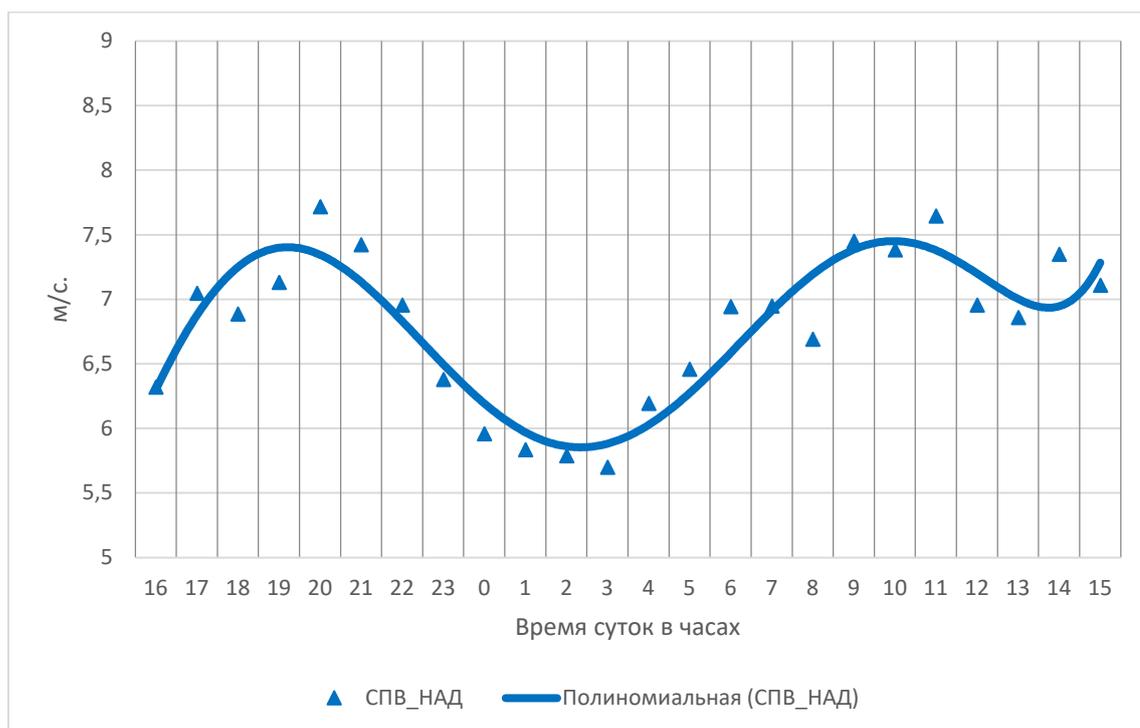


Рисунок 19 – Суточный профиль почасовых средних СПВ у детей группы НАД. Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

В группе НАД наблюдалась положительная значимая умеренная корреляция среднего САДао_сут с возрастом ($r=0,321$, $p < 0,024$), ростом ($r=0,47$, $p < 0,001$), массой тела ($r=0,526$, $p < 0,001$) и ИМТ ($r=0,345$, $p=0,014$). Положительная значимая умеренная корреляция среднего ПАДао_сут, с ростом ($r=0,612$, $p < 0,001$) и ИМТ ($r=0,456$, $p < 0,001$).

Отрицательная значимая умеренная корреляционная связь индекса аугментации $Alxao_сут$ с возрастом ($r=-0,318$, $p=0,025$), ростом ($r=-0,422$, $p=0,002$), положительная значимая умеренная корреляция с ИМТ ($r=0,456$, $p=0,017$).

СПВ_сут имела значимую, положительную умеренную корреляционную связь с массой тела ($r=0,413$, $p=0,003$), индексом массы тела ($r=0,456$, $p < 0,001$) и средним суточным пульсовым артериальным давлением ($r=0,297$, $p=0,036$).

Мультифакторный регрессионный анализ показал, что у детей группы НАД основными предикторами величин центрального аортального САДао и ПАДао, а также СПВ является ИМТ, основным предиктором индекса аугментации является рост. (Таблица 15).

$$\text{САДао_сут} = 1,189 \times \text{ИМТ} + 76,785 \quad (p=0,012)$$

$$\text{ПАДао_сут} = 1,122 \times \text{ИМТ} + 12,168 \quad (p=0,014)$$

$$\text{СПВ_сут} = 0,45 \times \text{ИМТ} - 2,396 \quad (p=0,031)$$

$$\text{А\textsubscript{x}ао_сут} = 29,383 - 0,207 \times \text{Рост} \quad (p=0,002)$$

Таблица 15 – Вклад антропометрических показателей в параметры гемодинамики детей группы НАД (%)

Целевые элементы	Предикторы			
	Возраст	Рост	Масса тела	ИМТ
САДао_сут	10	10	10	70
САДао_день	-	43	-	57
САДао_ночь	-	-	-	100
ПАДао_сут	-	23	12	65
ПАДао_день	12	24	-	64
ПАДао_ночь	-	11	-	89
СПВ_сут	-	-	-	100
СПВ_день	-	-	-	100
СПВ_ночь	-	-	-	100
А\textsubscript{x}ао_сут	-	100	-	-
А\textsubscript{x}ао_день	-	100	-	-
А\textsubscript{x}ао_ночь	-	100	-	-

Из параметров гемодинамики, наиболее важным предиктором скорости пульсовой волны у детей группы НАД было центральное аортальное пульсовое давление (Рисунок 20).

$$\text{СПВ_сут} = 0,129 \times \text{ПАДао_сут} + 4,319 \quad (p=0,002)$$

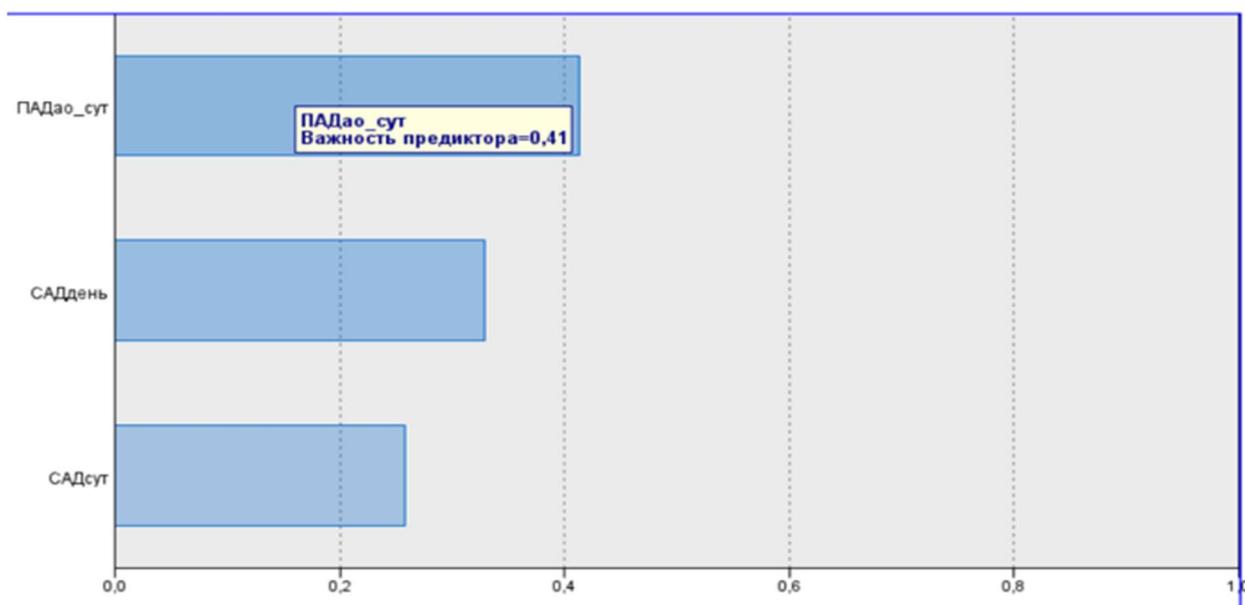


Рисунок 20 – Регрессионный анализ оценки важности параметров центрального аортального давления в прогнозируемой величине скорости пульсовой волны

Отсутствовала достоверная корреляционная связь между средней скоростью пульсовой волны, измеренной осциллометрическим способом и СПВ, измеренной методом аппланационной тонометрии ($r=0,1$, $p=0,5$).

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА СУТОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО
АОРТАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ С
МАСКИРОВАННОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

В таблице 16 представлены средние значения основных показателей периферической и центральной аортальной гемодинамики и жесткости артерий по данным СМАД и аппланационной тонометрии у детей с МАГ в гендерном аспекте.

Таблица 16 – Средние значения показателей центральной и периферической гемодинамики у пациентов группы МАГ по данным СМАД и аппланационной тонометрии в гендерном аспекте ($M \pm SD$)

Параметры	МАГ			p*
	Вся группа (n = 43)	Мальчики (n = 25)	Девочки (n = 18)	
САД сут, мм рт. ст.	136,03 ± 6,95	138,75 ± 5,42	132,92 ± 7,38	0,01
САД день, мм рт. ст.	139,46 ± 7,79	142,06 ± 5,91	136,5 ± 8,8	0,04
САД ночь, мм рт. ст.	123,6 ± 9,51	127,06 ± 9,98	119,64 ± 7,43	0,03
СИ САД, %	11,26 ± 6,57	10,49 ± 7,09	12,15 ± 6,06	0,5
ИВ САД день, %	59,8±3,7	57,5±5	63,2±5,8	0,001
ИВ САД ночь, %	59,4±4,4*	53,7±5	67,3±6,5	0,001
ДАД сут, мм рт. ст.	75,13 ± 5,68	74,31 ± 5,43	76,07 ± 6,01	0,4
ДАД день, мм рт. ст.	77,8 ± 5,68	76,56 ± 4,89	79,21 ± 6,35	0,2
ДАД ночь, мм рт. ст.	66,2 ± 7,35	66,56 ± 7,98	65,78 ± 6,84	0,8
СИ ДАД, %	14,93 ± 6,74	13,22 ± 6,6	16,88 ± 6,58	0,1
ИВ ДАД день, %	23,9±2,9	19,4±2,9	30,2±5,4	0,001
ИВ ДАД ночь, %	36,2±4,5	33,8±6,5	39,3±6,3	0,008
СрАД сут, мм рт. ст.	94,93 ± 4,73	95,93 ± 3,97	93,78 ± 5,39	0,2
СрАД день, мм рт. ст.	97,83 ± 4,92	98,5 ± 3,65	97,07 ± 6,13	0,4
СрАД ночь, мм рт. ст.	84,56 ± 7,13	86,56 ± 7,39	82,28 ± 6,32	0,1
ПАД сут, мм рт. ст.	60,7 ± 8,64	64,25 ± 8,41	56,64 ± 7,18	0,01
ПАД день, мм рт. ст.	61,56 ± 9,29	65,37 ± 8,68	57,21 ± 8,21	0,01
ПАД ночь, мм рт. ст.	57,6 ± 8,91	60,62 ± 9,93	54,14 ± 6,27	0,04

* при сравнении девочек с мальчиками

Параметры	МАГ			p*
	Вся группа	Мальчики	Девочки	
	(n = 43)	(n = 25)	(n = 18)	
САДао сут, мм рт. ст.	119,06 ± 4,51	120,25 ± 3,08	117,71 ± 5,55	0,1
САДао день, мм рт. ст.	121,66 ± 5,12	122,75 ± 3,33	120,42 ± 6,53	0,2
САДао ночь, мм рт. ст.	109,9 ± 7,14	111,62 ± 7	107,92 ± 7,02	0,1
СИ САДао, %	9,6 ± 5,86	9,02 ± 5,92	10,25 ± 5,94	0,6
ДАДао сут мм рт. ст.	77,56 ± 5,65	76,75 ± 5,28	78,5 ± 6,11	0,4
ДАДао день, мм рт. ст.	80,5 ± 5,74	79,25 ± 4,75	81,92 ± 6,58	0,2
ДАДао ночь, мм рт. ст.	68 ± 7,39	68,31 ± 7,92	67,64 ± 7,03	0,8
СИ ДАДао, %	15,51 ± 7,01	13,91 ± 7,01	17,34 ± 6,8	0,2
СрАДао сут мм рт.ст.	94,86 ± 4,82	95,87 ± 4,03	93,71 ± 5,25	0,2
СрАДао день мм рт.ст.	97,76 ± 4,98	98,43 ± 3,63	97 ± 6,23	0,4
СрАДао ночь мм рт.ст.	84,56 ± 7,13	86,56 ± 7,39	82,28 ± 6,32	0,1
ПАДао сут мм рт.ст.	41,33 ± 5,83	43,5 ± 5,7	38,85 ± 5,11	0,02
ПАДао день, мм рт. ст.	41,2 ± 6,12	43,5 ± 5,85	38,57 ± 5,48	0,02
ПАДао ночь, мм рт. ст.	42,03 ± 5,69	43,37 ± 6,34	39,5 ± 4,58	0,04
СПВ сут, м/с	8,93 ± 1,77	9,71 ± 1,01	8,03 ± 2,04	0,003
СПВ день м/с	9,08 ± 1,76	9,84 ± 1,01	8,2 ± 2,05	0,004
СПВ ночь, м/с	8,47 ± 1,99	9,33 ± 1,5	7,5 ± 2,08	0,004
СИ СПВ, %	7,21 ± 9,49	5,21 ± 11,2	9,5 ± 6,6	0,2
АІхао сут, %	-4,06 ± 5,15	-6,43 ± 3,99	-1,35 ± 5,09	0,002
АІхао день, %	-5,16 ± 5,25	-7,5 ± 4,54	-2,5 ± 4,83	0,003
АІхао ночь, %	-0,7 ± 6,65	-2,93 ± 3,25	-1,78 ± 8,58	0,03
ЧСС сут, мин ⁻¹	82,6 ± 7,94	82,68 ± 7,03	82,5 ± 9,15	0,9
АІхао S, %	-3,51 ± 5,3	-4,32 ± 6,8	-1,53 ± 5,74	0,04
СПВ S, м/с	6,1 ± 0,71	7,2 ± 0,67	5,12 ± 0,59	<0,001

* при сравнении девочек с мальчиками

При анализе параметров периферической гемодинамики у пациентов с МАГ в гендерном аспекте, выявлено, что у мальчиков группы МАГ отмечались статистически значимые более высокие, чем у девочек, значения САД_сут на 4,4% (p=0,01), САД_день на 4,1% (p=0,04) и САД_ночь на 6,2% (p=0,03), ПАД_сут на 12,3% (p=0,01), ПАД_день на 14,2% (p=0,01) и ПАД_ночь на 11,9% (p=0,04).

У мальчиков и девочек группы МАГ не установлено гендерных различий в величинах ДАД и СрАД, как в целом за сутки, так и в дневное и ночное время.

Однако нагрузка систолическим и диастолическим давлением у девочек группы МАГ была больше, чем у мальчиков. ИВ САД_день у девочек группы МАГ

был статистически значимо ($p=0,001$) больше на 9,9%, а ИВ САД_ночь на 25,3%, чем у мальчиков. ИВ ДАД_день и ИВ ДАД_ночь у девочек группы МАГ были статистически значимо ($p=0,008$) больше, соответственно, на 55,7% и на 16,3%, чем у мальчиков.

При гендерном анализе центральной аортальной гемодинамики у пациентов группы МАГ установлено, что центральное аортальное систолическое АД: САДао_сут, САДао_день, САДао_ночь и центральное аортальное диастолическое АД: ДАДао_сут, ДАДао_день, ДАДао_ночь у мальчиков и девочек не различались.

Центральное аортальное пульсовое давление статистически значимо выше у мальчиков с МАГ, чем у девочек: ПАДао_сут на 12,8% ($p=0,02$), ПАДао_день на 12,8% ($p=0,02$) и ПАДао_ночь на 9,8% ($p=0,04$).

Оценка скорости пульсовой волны показала, что средняя СПВ у мальчиков была статистически значимо ($p=0,003$) больше, чем у девочек: СПВ_сут на 20,9%, СПВ_день на 20% ($p=0,004$), СПВ_ночь на 24,4% ($p=0,004$), и была в пределах нормальных величин. Скорость распространения пульсовой волны, измеренная методом аппланационной тонометрии (СПВ_S) у мальчиков была статистически значимо ($p < 0,001$) больше, чем у девочек на 21%.

Средний аортальный индекс аугментации ($AI_{ао}$), хотя был в пределах нормы, но у девочек был статистически значимо больше, чем у мальчиков, как в среднем за сутки ($-1,35 \pm 5,09$ % против $-6,43 \pm 3,99$ %, $p=0,002$), так и в дневное время ($-2,5 \pm 4,83$ % против $-7,5 \pm 4,54$ %, $p=0,003$) и ночью ($-1,78 \pm 8,58$ % против $-2,93 \pm 3,25$ %, $p=0,03$). Остальные, исследуемые показатели периферической и центральной аортальной гемодинамики у мальчиков и девочек с МАГ не различались.

Анализ периферического и центрального аортального АД показал, что у пациентов с МАГ среднее центральное аортальное САДао было статистически значимо меньше, чем среднее периферическое САД днем (на 12,7%, $p=0,001$), ночью (на 11,1%, $p=0,001$) и в целом за сутки (на 12,5%, $p=0,001$).

У пациентов с МАГ среднее ДАД и ДАДао статистически значимо не различались днем, ночью и в среднем за сутки.

Среднее центральное аортальное ПАДао было статистически значимо ($p=0,001$) меньше, чем среднее периферическое ПАД на 31,9% в среднем за сутки, на 33,1% днем и на 27% в ночное время.

Суточный профиль основных параметров гемодинамики пациентов группы МАГ оценивали по степени ночного снижения показателя (суточный индекс – СИ) и графически на основе полиномиального анализа почасовых средних величин (полином 6 степени).

Средняя степень ночного снижения периферического систолического АД (СИ САД) была в зоне «диппер» ($11,26 \pm 6,57\%$), а средняя степень ночного снижения центрального аортального САДао находилась в зоне «нон-диппер» ($9,6 \pm 5,86\%$).

По средней степени ночного снижения периферического и центрального аортального диастолического АД (СИ ДАД и СИ ДАДао), пациенты с МАГ были в зоне «диппер», и не различались ($14,93 \pm 6,74\%$ и $15,51 \pm 7,01\%$, $p=0,2$).

Периферическое пульсовое давление статистически значимо снижалось в ночное время на $5,9 \pm 10,5\%$ ($p=0,047$), в то время как среднее центральное аортальное ПАДао статистически значимо не изменялось в ночное время ($41,2 \pm 6,12$ мм рт. ст. и $42,03 \pm 5,69$ мм рт. ст.).

Детальная оценка суточных профилей САД, САДао, СПВ у пациентов с МАГ (Рисунок 21) показала, что 26% пациентов имеют недостаточное ночное снижение периферического САД, 37% недостаточное ночное снижение центрального аортального САДао. Кроме того, у 23% пациентов с МАГ отмечалось повышение ночного центрального аортального ПАДао.

По степени ночного снижения СПВ, большинство детей с МАГ (65%) относятся к подгруппе «Нон-диппер». Таким образом, пациенты с МАГ, в среднем, относятся к подгруппе с недостаточным ночным снижением СПВ ($7,21 \pm 9,49\%$).

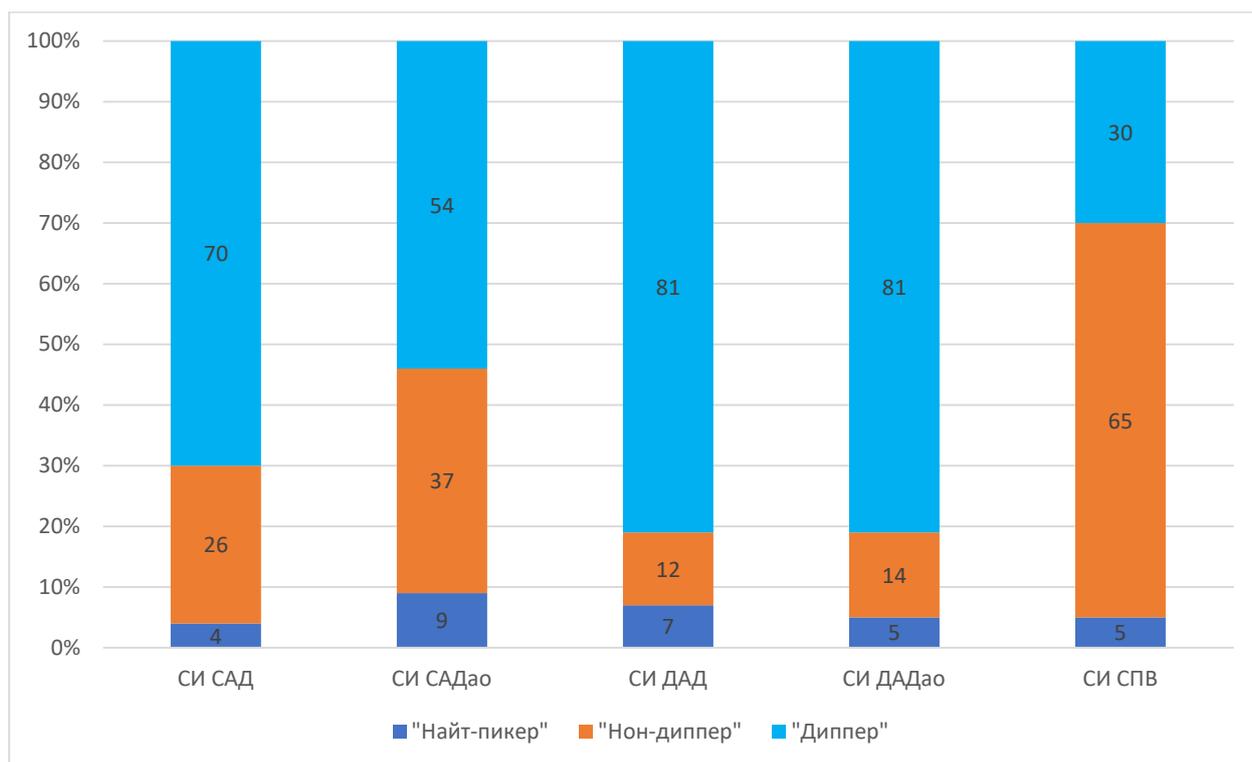


Рисунок 21 – Распределение пациентов с МАГ по величине суточного индекса периферического САД, ДАД, центрального аортального САДао, ДАДао и СПВ

Полиномиальный анализ (полином 6 степени) показал, что у детей группы МАГ в суточном профиле центрального аортального САДао наблюдались минимальные значения в ночное время (2-4 час) и два максимальных пика в 10 и 19 часов (Рисунок 22).

В суточном профиле центрального аортального ПАДао минимальные значения наблюдались в 9 и 21 час, максимальные с 15 до 17 часов, кроме того, наблюдался ночной подъем центрального аортального ПАДао с 22 до 3 часов ночи (Рисунок 23). Минимальные значения СПВ у пациентов группы МАГ наблюдались в утренние часы (9-10 час), максимальные значения с 15 до 17 часов и увеличение СПВ в период с 22 до 3 часов ночи (Рисунок 24).

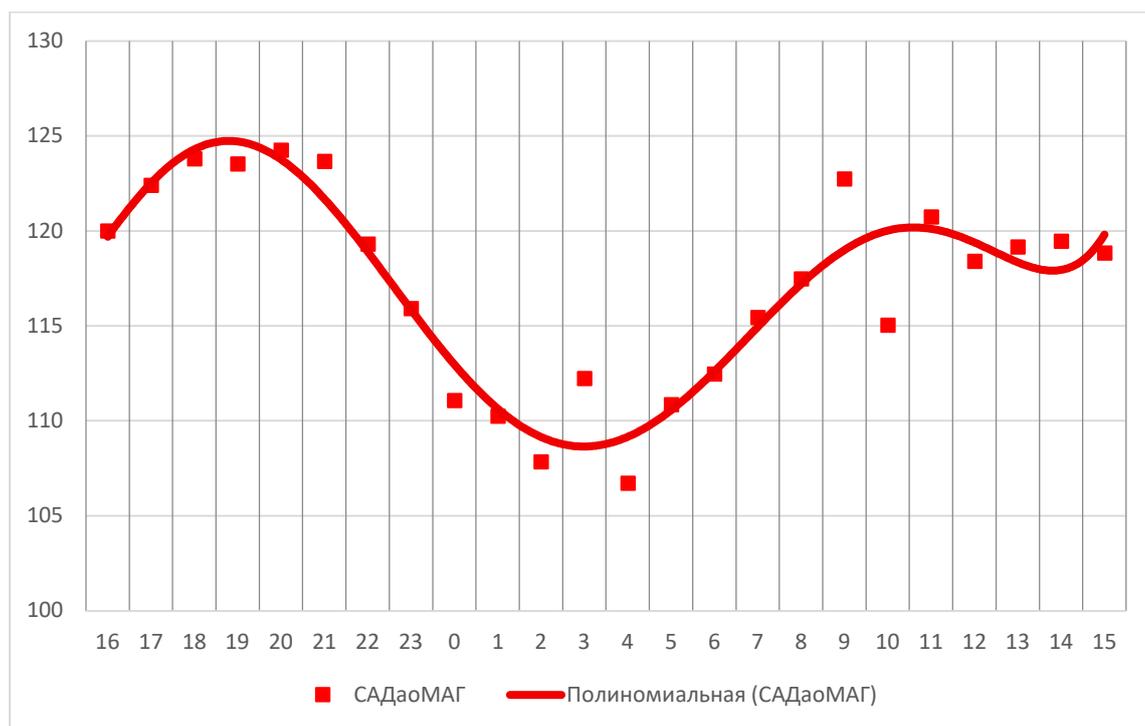


Рисунок 22 Суточный профиль почасовых средних САДао у пациентов с МАГ (САДао_МАГ). Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

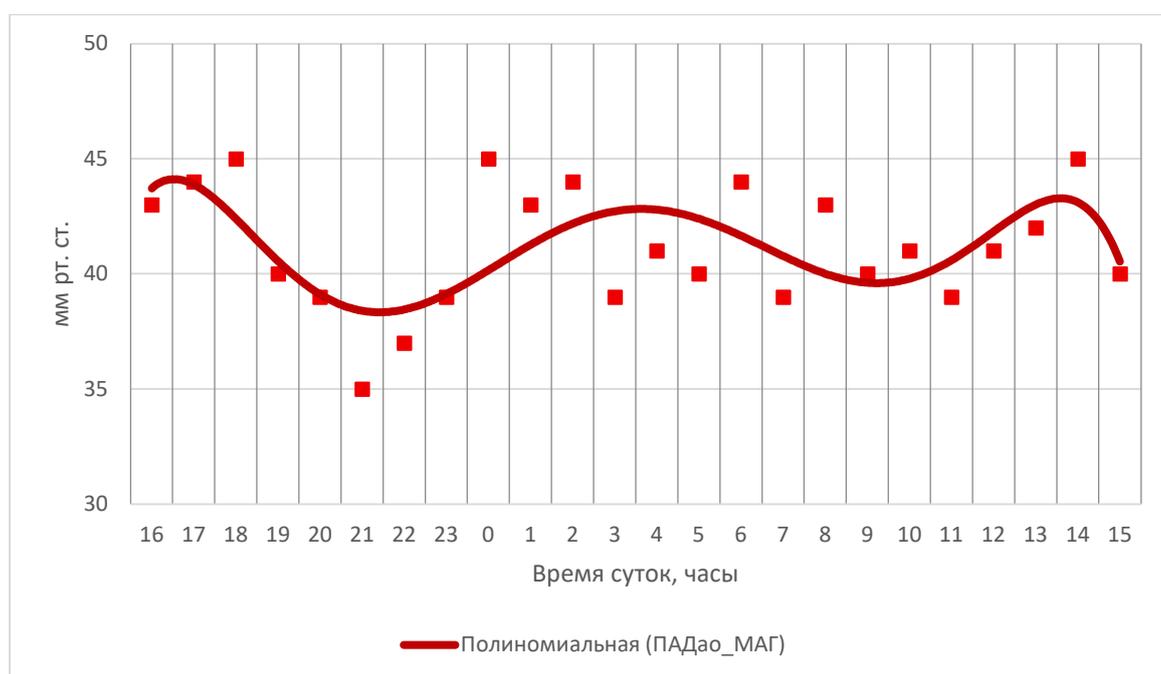


Рисунок 23. Суточный профиль почасовых средних ПАДао у пациентов с МАГ (ПАДао_МАГ). Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

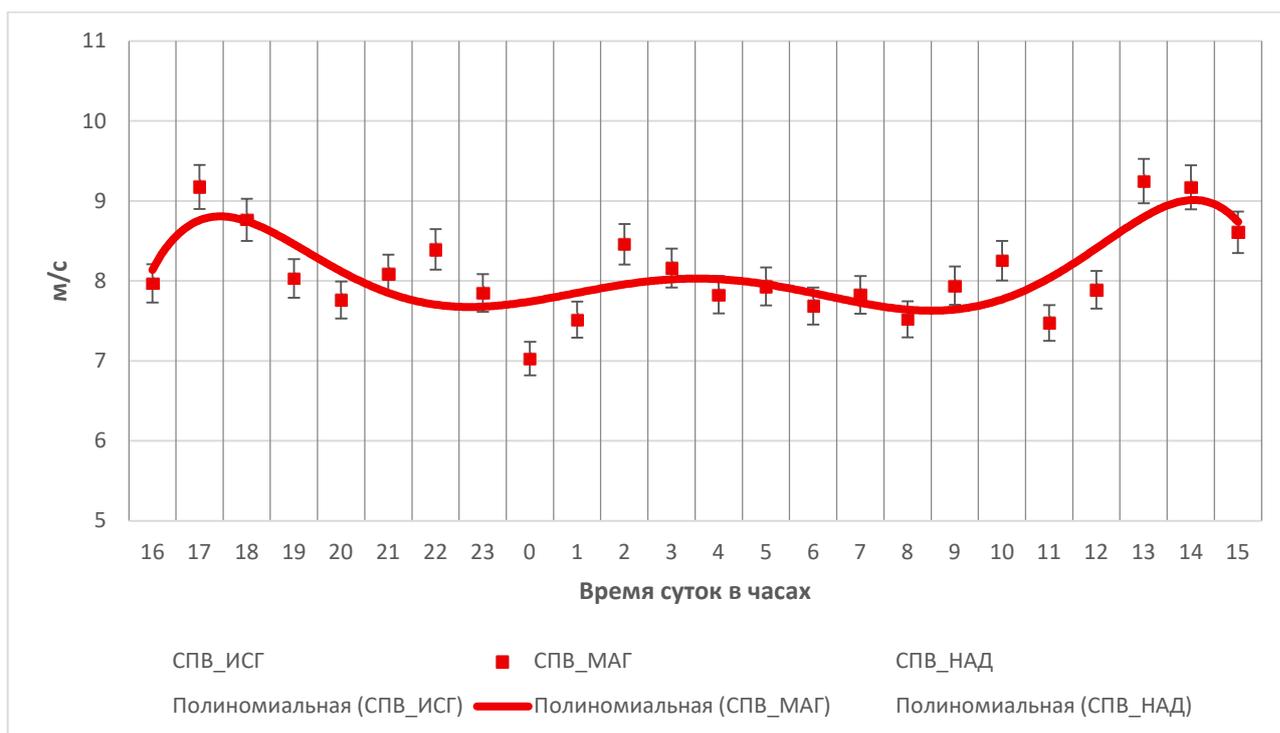


Рисунок 24. Суточный профиль почасовых средних СПВ у пациентов с МАГ (СПВ_МАГ). Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

Корреляционный анализ показал, что у пациентов группы МАГ нет значимой корреляционной связи центрального аортального САДао, ПАДао, СПВ, индекса аугментации (АIхао) с антропометрическими показателями (Рост, масса тела, ИМТ).

Отсутствует значимая корреляционная связь параметров жесткости артерий (СПВ и АIхао) с параметрами СМАД.

ГЛАВА 6. ОЦЕНКА СУТОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО
АОРТАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ С
ИЗОЛИРОВАННОЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

В таблице 17 представлены средние значения основных показателей периферической, центральной аортальной гемодинамики и жесткости артерий по данным СМАД и аппланационной тонометрии у детей группы ИСГ в гендерном аспекте.

Таблица 17 – Средние значения показателей центральной и периферической гемодинамики у детей группы ИСГ в гендерном аспекте (M ± SD)

Параметры	ИСГ			p*
	Вся группа (n = 50)	Мальчики (n = 36)	Девочки (n = 14)	
САД сут, мм рт. ст.	136,66 ± 5,86	135,8 ± 4,67	138,85 ± 7,09	0,11
САД день мм рт. ст.	140,34 ± 6,08	139,56 ± 4,92	142,36 ± 8,26	0,1
САД ночь мм рт. ст.	119,04 ± 9,78	118,25 ± 8,13	121,07 ± 13,27	0,3
СИ САД %	15,2±6	15,2±5,6	15±7,2	0,4
ИВ САД день, %	53,6±22,3	50,47±22,2	61,64±21,1	0,1
ИВ САД ночь, %	46,32±30,2	47,02±22,6	44,5±38,5	0,8
ДАД сут, мм рт. ст.	71,08 ± 5,25	70,36 ± 5,35	72,92 ± 4,67	0,07
ДАД день мм рт. ст.	73,70 ± 5,61	72,89 ± 5,73	75,79 ± 4,87	0,07
ДАД ночь мм рт. ст.	61,32 ± 5,56	60,61 ± 4,69	63,14 ± 7,23	0,06
СИ ДАД %	16,6±6,7	16,6±6,5	16,7±7,2	0,5
ИВ ДАД день, %	14,06±12,82	12,6±11,8	17,7±14,8	0,2
ИВ ДАД ночь, %	21,68±19,6	19,8±18,8	26,57±21,05	0,3
СрАД сут, мм рт. ст.	91,2 ± 4,92	91,58 ± 5,18	90,21 ± 4,21	0,3
СрАД день, мм рт. ст.	96,2±5,3	96,55 ± 3,39	95,21 ± 5,28	0,4
СрАД ночь, мм рт. ст.	80,34±7,2	81,65 ± 5,18	79,58 ± 7,45	0,3
ПАД сут, мм рт. ст.	63,21 ± 8,38	63,44 ± 8,08	62,91 ± 7,12	0,3
ПАД день мм рт. ст.	66,64 ± 7,53	66,66 ± 6,97	66,57 ± 9,11	0,4
ПАД ночь мм рт. ст.	57,72 ± 8,96	57,63 ± 8,67	57,93 ± 9,9	0,4

* при сравнении девочек с мальчиками

Параметры	ИСГ			p*
	Вся группа	Мальчики	Девочки	
	(n = 50)	(n = 36)	(n = 14)	
САДао сут мм.рт.ст.	115,08 ± 6,32	113,89 ± 5,78	118,00 ± 6,8	0,1
САДао день мм рт. ст.	117,92 ± 6,77	118,80 ± 6,54	115,71 ± 7,1	0,1
САДао ночь мм рт. ст.	105 ± 7,18	105,58 ± 7,68	103,50 ± 5,67	0,1
СИ САДао %	9,88 ± 6,07	9,98 ± 6,35	9,37 ± 5,49	0,5
ДАДао сут мм.рт.ст.	70,56 ± 6,52	71,33 ± 6,87	68,57 ± 5,19	0,3
ДАДао день мм рт. ст.	76,14 ± 5,95	75,83 ± 6,36	76,93 ± 4,84	0,2
ДАДао ночь мм рт. ст.	63,04 ± 5,65	62,67 ± 6,29	64 ± 3,53	0,25
СИ ДАДао %	16,67 ± 7	17,1 ± 7,8	16,66 ± 4,43	0,5
СрАДао сут мм.рт.ст.	91,16 ± 4,94	91,55 ± 5,17	90,14 ± 4,31	0,3
СрАДао день мм.рт.ст.	94,08 ± 5,29	94,47 ± 5,48	93,07 ± 4,82	0,3
СрАДао ночь мм.рт.ст.	80,38 ± 5,92	80,63 ± 6,65	79,71 ± 3,49	0,3
ПАДао сут мм.рт.ст.	41,74 ± 5,56	42,78 ± 5,29	39,07 ± 5,52	0,01
ПАДао день мм рт. ст.	41,78±5,82	42,91 ± 5,43	38,85 ± 5,95	0,01
ПАДао ночь мм рт. ст.	42±6,06	42,94 ± 5,97	39,57 ± 5,8	0,02
СПВ сут м/с	7,82 ± 2,48	8,4 ± 2,07	6,32 ± 2,9	0,02
СПВ день м/с	8,13 ± 2,54	8,75 ± 2,1	6,52 ± 3	0,02
СПВ ночь м/с	7,5 ± 2,38	8,11 ± 1,99	5,92 ± 2,63	0,02
СИ СПВ, %	7,36 ± 7,6	6,9 ± 7,8	8,3 ± 7,5	0,2
АІхао сут, %	-5,76 ± 4	-6,91 ± 3,1	-2,78 ± 3	0,001
АІхао день, %	-6,18 ± 4,1	-7,27 ± 3,55	-3,35 ± 4	0,001
АІхао ночь, %	-4,36 ± 5	-5,88 ± 5	-0,5 ± 4	0,001
ЧСС мин ⁻¹	81,08 ± 9,21	80,94 ± 8,84	81,42 ± 10,45	0,4
АІхао S, %	-2,78±3,69	-3,92 ± 5,4	-1,39 ± 7,2	0,04
СПВ S, м/с	5,5±1,12	5,98±0,72	5,1±0,58	0,01

* при сравнении девочек с мальчиками

Не установлено гендерных различий в величинах периферического САД, ДАД, ПАД, СрАД, как в целом за сутки, так и в дневное и ночное время.

Нагрузка систолическим и диастолическим давлением у мальчиков и девочек группы ИСГ не различались.

Нет различий в показателях центрального аортального САДао, ДАДао, СрАДао в дневные, ночные часы и за сутки по гендерному признаку.

Центральное аортальное пульсовое давление статистически значимо (p=0,001) больше у мальчиков с ИСГ, чем у девочек, как в целом за сутки на 9,5% (соответственно 42,78 ± 5,29 и 39,07 ± 5,52мм рт. ст.), так и в дневное время на

10,5% (соответственно $42,91 \pm 5,43$ и $38,85 \pm 5,95$ мм рт. ст.) и в ночное время на 8,5% (соответственно $42,94 \pm 5,97$ мм рт.ст. и $39,57 \pm 5,8$ мм рт. ст.).

Оценка скорости пульсовой волны у пациентов группы ИСГ показала, что средняя СПВ статистически значимо ($p=0,02$) больше у мальчиков, чем у девочек в целом за сутки на 32,9%, в дневное время на 35,7% и ночью на 37%, однако была в пределах нормальных величин. Скорость пульсовой волны, зарегистрированная методом аппланационной тонометрии (СПВ_S) у мальчиков статистически значимо ($p=0,01$) больше, чем у девочек на 17,3%.

Средний аортальный индекс аугментации (Al_{ао}), хотя был в пределах нормы, но у девочек был статистически значимо ($p=0,001$) больше, чем у мальчиков, как в среднем за сутки ($-2,78 \pm 3$ % против $-6,91 \pm 3,1$ %), так и в дневное время ($-3,35 \pm 4$ % против $-7,27 \pm 3,55$ %) и ночью ($-0,5 \pm 4$ % против $-5,88 \pm 5$ %). Остальные, исследуемые показатели периферической и центральной гемодинамики у мальчиков и девочек с ИСГ не различались.

В дальнейшем, мы оценивали параметры всей группы.

Анализ периферического и центрального аортального АД показал, что у детей с ИСГ среднее центральное аортальное СА_{Дао} было статистически значимо ($p=0,001$) меньше, чем среднее периферическое САД днем на 15,9%, ночью на 11,8%. Разница составила, соответственно, $22,42 \pm 3,2$ мм рт. ст. и $14,04 \pm 2,7$ мм рт. ст. Среднее суточное СА_{Дао_сут} было статистически значимо ($p=0,001$) меньше, чем среднее суточное САД на 15,8%.

У пациентов с ИСГ среднее ДАД и ДА_{Дао} статистически значимо не различались, как днем, ночью, так и в среднем за сутки.

Среднее центральное аортальное ПА_{Дао} было статистически значимо ($p=0,001$) меньше, чем среднее периферическое ПАД на 33,9% в среднем за сутки, на 37,3% днем и на 27,2% в ночное время.

Суточный профиль основных параметров гемодинамики пациентов с ИСГ оценивали по средним суточным, дневным и ночным показателям, по суточному индексу (степени ночного снижения показателя) и графически на основе полиномиального анализа (полином 6 степени) почасовых средних величин.

Средняя степень ночного снижения периферического САД была в зоне «диппер» (СИ САД $15,2 \pm 6\%$), а центрального аортального САДао в зоне «нон-диппер» (СИ САДао $9,88 \pm 6,07\%$). По степени ночного снижения периферического и центрального аортального диастолического АД: СИ ДАД и СИ ДАДао были в зоне «диппер», и не различались ($16,6 \pm 6,7\%$ и $16,4 \pm 6,7\%$, $p=0,9$).

Периферическое ПАД снижалось в ночное время, в среднем, на $13,1 \pm 11,02\%$, однако, центральное аортальное ПАДао статистически значимо не изменялось в ночное время.

Оценка профилей ночного снижения САД и САДао у пациентов с ИСГ показала, что 48% пациентов имеют недостаточное ночное снижение центрального аортального САДао, 44% пациентов недостаточное ночное снижение центрального аортального ДАДао. А у 16% пациентов наблюдалось повышение центрального аортального ДАДао (найт-пикер). У 20% наблюдалось повышение центрального аортального ПАДао в ночное время. В то время, как недостаточное ночное снижение периферического САД и ДАД наблюдалось лишь у 12% и 8% соответственно (Рисунок 25). Таким образом, наиболее выраженные изменения у пациентов с ИСГ наблюдаются в суточном профиле центрального аортального давления, чем в профиле периферического АД.

СПВ снижалась в ночное время, в среднем на 7,36%, т.е. в среднем наблюдалось недостаточное ночное снижение СПВ. 60% пациентов с ИСГ относятся к категории нон-диппер, а 6% к категории найт-пикер (Рисунок 25).

Графический анализ суточного профиля центрального аортального САДао показал, что минимальные значения АД наблюдаются в ночное время (с 2 до 4 часов), максимальные с 9 до 10 утра и с 20 до 21 часа вечером (Рисунок 26).

Суточный профиль центрального аортального ПАДао имеет минимальные значения в 20-21 час вечера и максимальное значение в 4 часа ночи (Рисунок 27).

Минимальные значения СПВ наблюдались в утренние часы (с 9 до 11 часов) и в вечернее время в 23 часа. С 23 часов до 4 часов умеренное увеличение СПВ. Максимальная скорость пульсовой волны была с 15 до 17 часов (Рисунок 28).

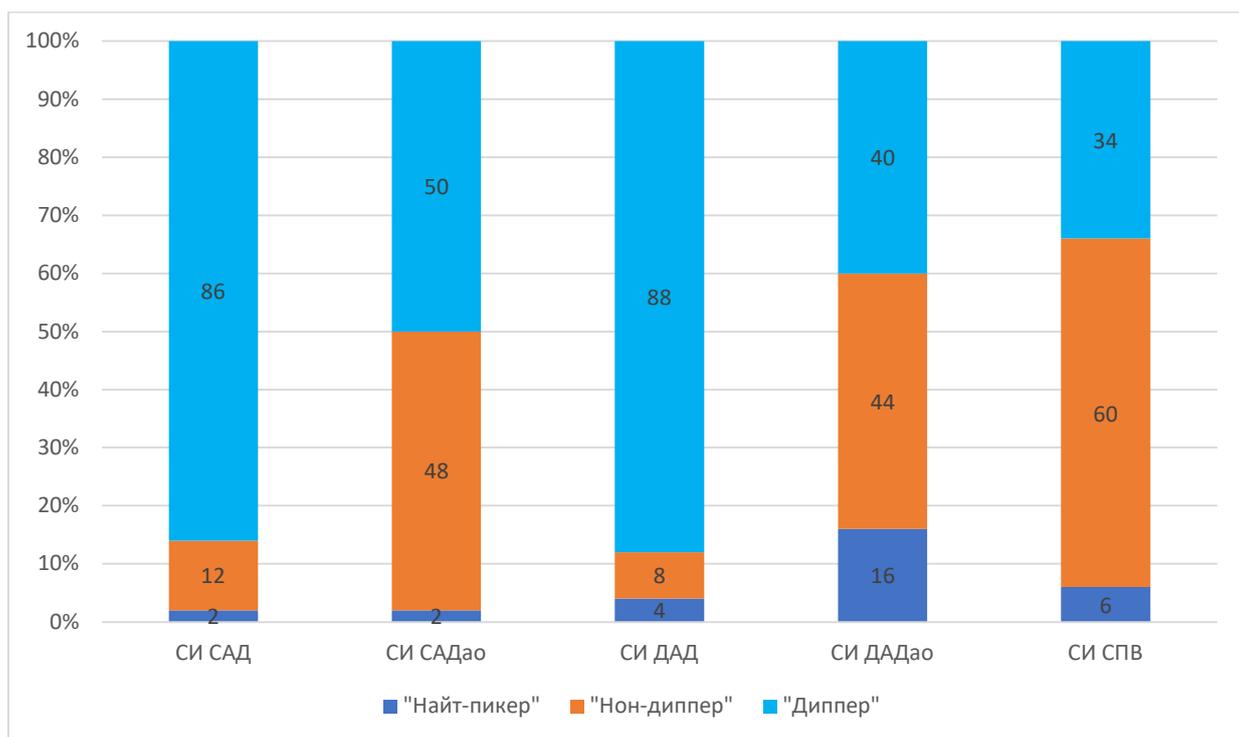


Рисунок 25 – Распределение пациентов с ИСГ по величине суточного индекса (СИ) периферического САД, ДАД, центрального аортального САДао, ДАДао и СПВ

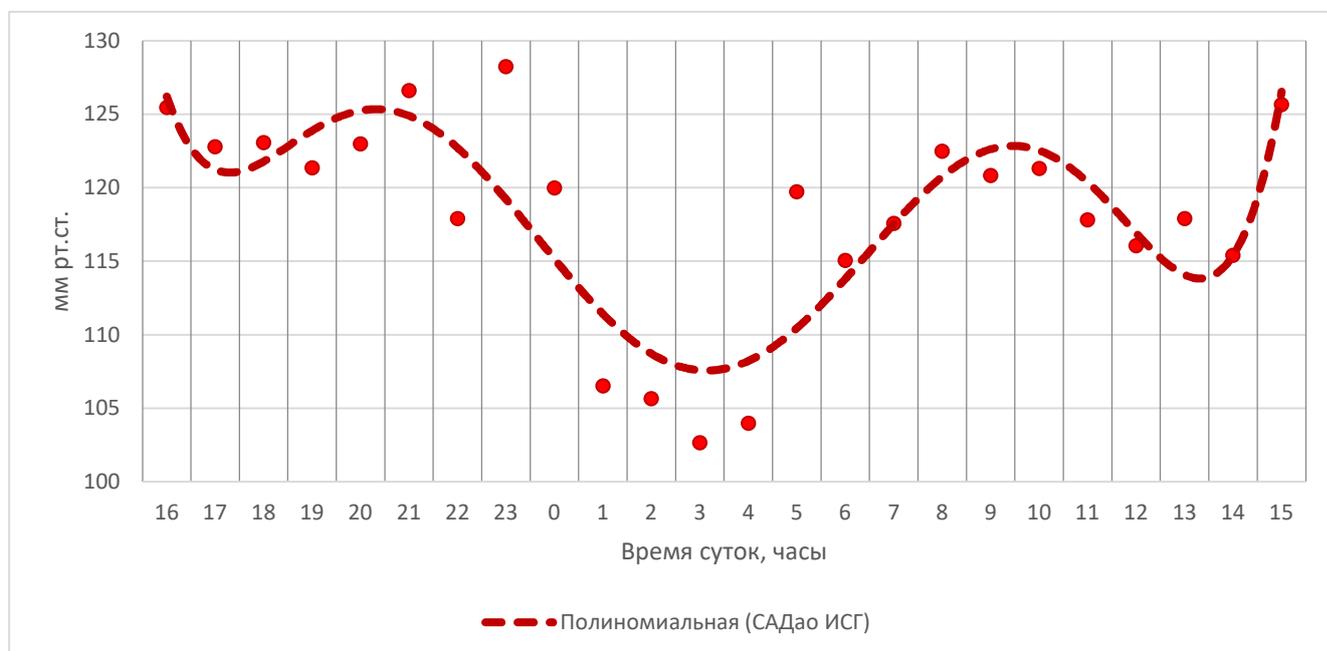


Рисунок 26 – Суточный профиль центрального аортального САДао у пациентов с ИСГ. Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

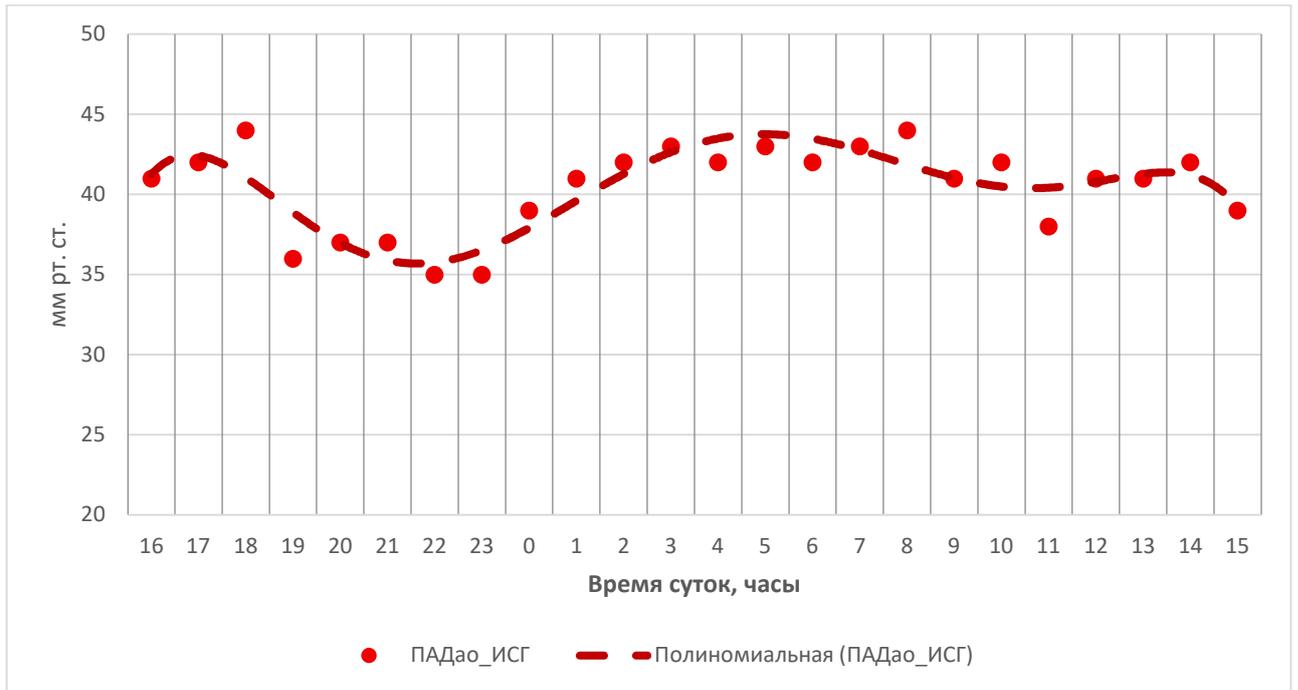


Рисунок 27 – Суточный профиль центрального аортального ПАДао у пациентов с ИСГ. Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

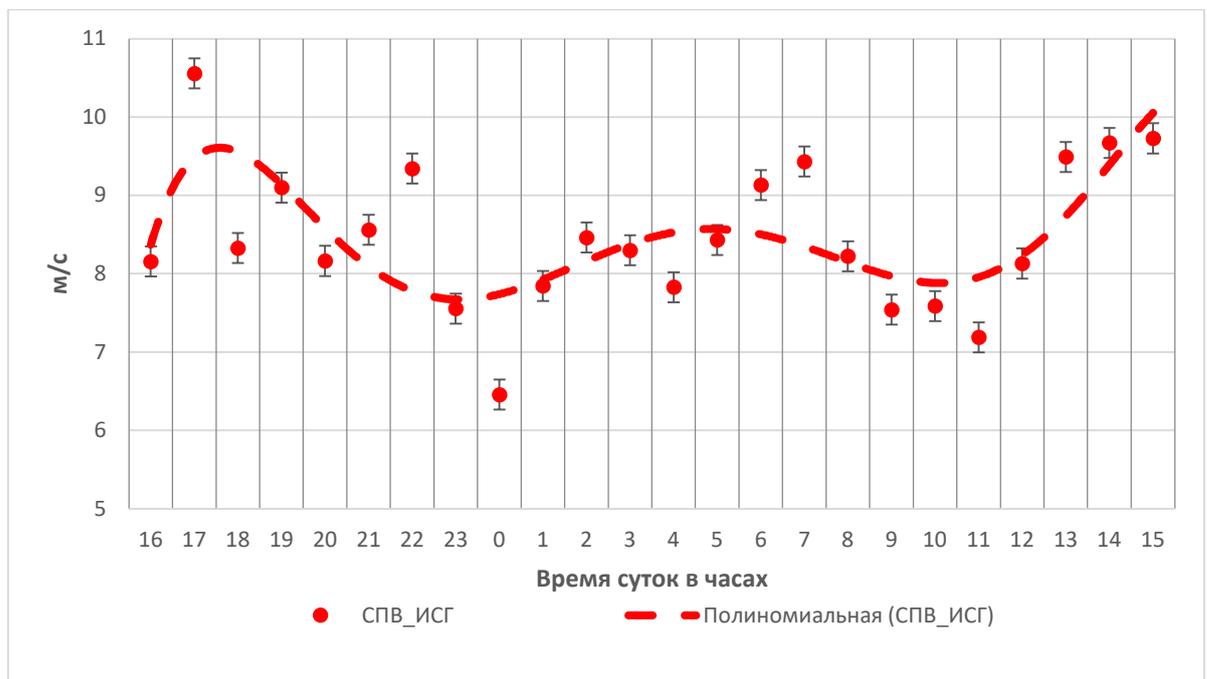


Рисунок 28 – Суточный профиль СПВ у пациентов с ИСГ. Полиномиальный анализ (полином 6 степени)

Корреляционный анализ показал, что у пациентов группы ИСГ нет значимой корреляционной связи центрального аортального САДао, ПАДао, СПВ, индекса

аугментации (Alxao) с антропометрическими показателями (Рост, масса тела, ИМТ).

Отсутствует значимая корреляционная связь параметров жесткости артерий (СПВ и Alxao) с параметрами СМАД.

ГЛАВА 7. ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ВЕРОЯТНОСТИ ВЫСОКОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО СИСТОЛИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ И ВЫСОКОЙ СКОРОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ С ИЗОЛИРОВАННОЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

В процессе статистической обработки данных и оценки связи каждого потенциального предиктора высокого САДао и/или высокой СПВ при изолированной систолической гипертензии у детей, были проанализированы клиничко-anamнестические характеристики 156 пациентов (106 детей группы НАД и 50 детей с ИСГ).

На начальном этапе, для объективного выявления наиболее информативных факторов, применена LASSO-регрессия, с помощью которой мы оценили коэффициенты модели и обнулили вклад незначимых переменных, минимизируя риск переобучения. В результате в модели сохранились четыре переменные: ожирение, рост более 90-го перцентиля, мужской пол и суточный индекс скорости пульсовой волны менее 10%. Остальные исходные факторы были исключены как неинформативные. Коэффициенты LASSO для отобранных переменных представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Коэффициенты LASSO-регрессии для отобранных предикторов

Предиктор	Коэффициент LASSO
Ожирение	2,971
Рост >90 перцентиля	1,538
Мужской пол	1,245
СИ СПВ <10%	0,986

Для количественной оценки влияния отобранных факторов на риск высокого САДао и/или высокой СПВ построена модель множественной логистической регрессии с включением четырёх предикторов. Зависимая переменная – наличие высокого САДао и/или высокой СПВ (1 – да, 0 – нет). Модель описывается уравнением:

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) \times 100\%$$

$$z = -4,413 + 1,678X_1 + 1,936X_2 + 3,472X_3 + 1,212X_4,$$

где P – вероятность наличия высокого САДао и/или высокой СПВ (%), X₁ – пол пациента (0 – женский, 1 – мужской), X₂ – рост более 90-го перцентиля (0 – рост ≤ 90-го перцентиля, 1 – рост > 90-го перцентиля), X₃ – наличие ожирения (0 – нет, 1 – да), X₄ – СИ СПВ <10% (0 – нет, 1 – да)

Результаты логистического регрессионного анализа предикторов представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Результаты логистического регрессионного анализа предикторов

Предиктор	Коэффициент β	Отношение шансов (OR)	95% ДИ	p
Ожирение	3,472	32,21	12,37–93,44	<0,001
Рост >90 перцентиля	1,936	6,93	2,86–17,70	<0,001
Мужской пол	1,678	5,35	2,27–13,33	<0,001
СИ СПВ <10%	1,212	3,36	1,36–9,04	0,011

Все включённые факторы продемонстрировали статистически значимую связь с наличием высокого САДао и/или СПВ.

Для оценки корреляции между предикторами использован фактор инфляции дисперсии VIF. В нашем исследовании все VIF оказались близки к 1, что подтверждает независимость факторов (Таблица 20).

Таблица 20 – Оценка мультиколлинеарности предикторов

Предиктор	VIF
Ожирение	1,136
Мужской пол	1,015
Рост >90 перцентиля	1,081
СИ СПВ <10%	1,070

Дискриминационную способность модели – оценивали с помощью ROC-кривой. Площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,928 (95% доверительный интервал 0,894–0,963) (Рисунок 29).

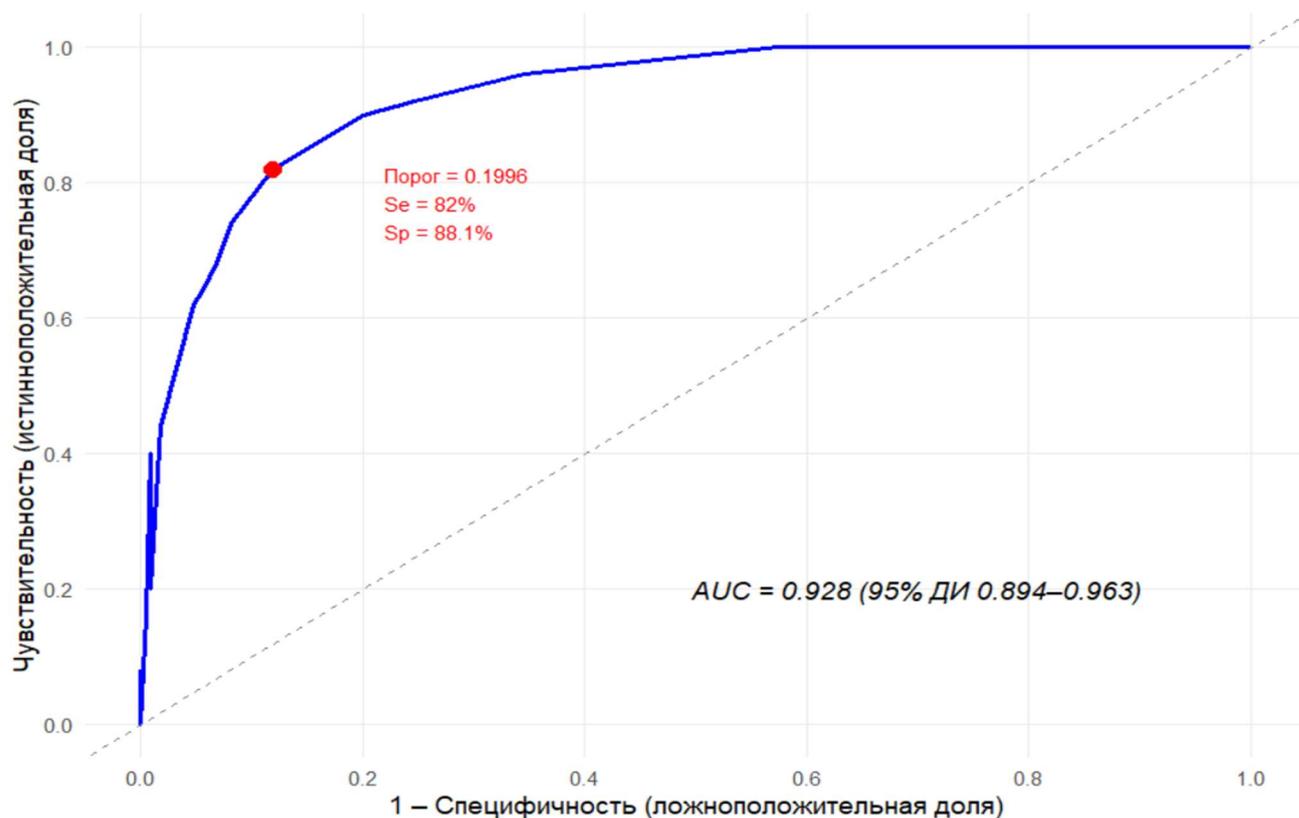


Рисунок 29 – ROC-кривая модели прогнозирования повышения САДао и/или СПВ

Оптимальный порог отсечения, определённый по максимуму индекса Юдена, соответствовал значению вероятности 0,1996. При данном пороге суммарная эффективность модели наибольшая и характеризуется чувствительностью (Se) 82,0% и специфичностью (Sp) 88,1% (Рисунок 30).

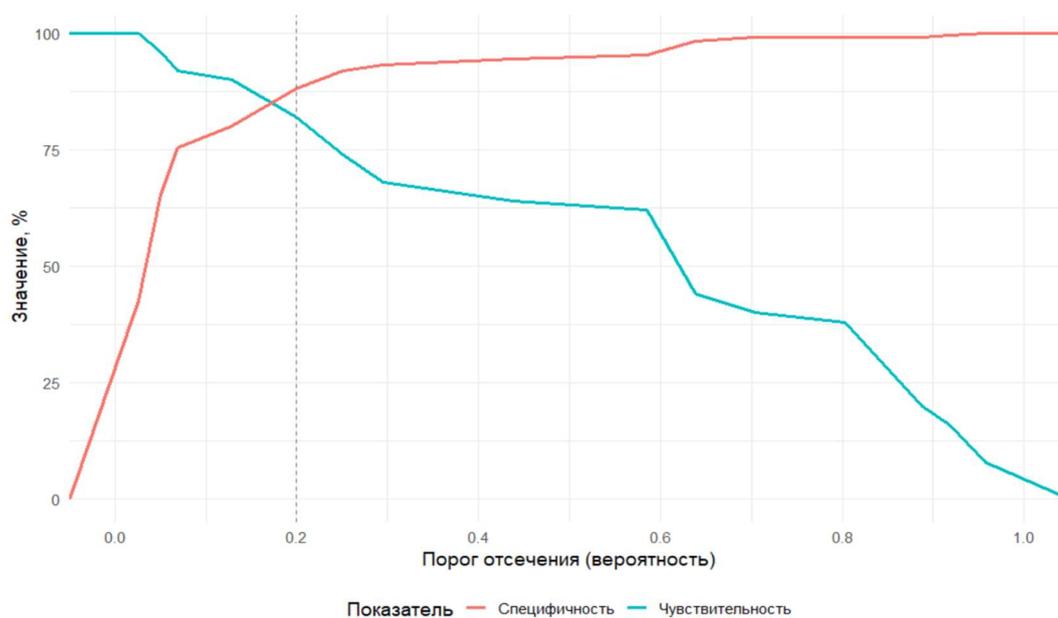


Рисунок 30 – Зависимость чувствительности и специфичности от порога отсечения

Калибровка модели проводилась с помощью калибровочной кривой, теста Хосмера–Лемешова и индекса Брайера (Рисунок 31).

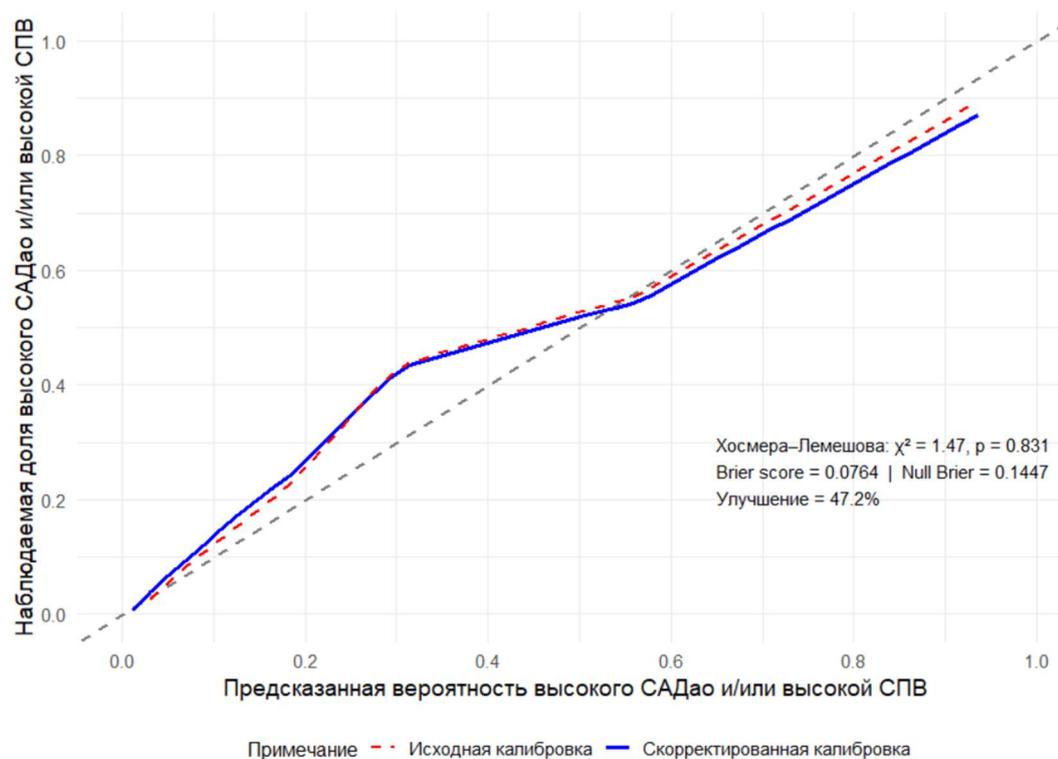


Рисунок 31 – Калибровочная кривая исходной модели

Тест Хосмера–Лемешова подтвердил отсутствие значимых отклонений калибровки ($\chi^2 = 1,47$; $p = 0,831$). Индекс Брайера для модели равен 0,0764, что на 47,2% ниже, чем у нулевой модели, что указывает на высокую точность вероятностных прогнозов.

Для оценки стабильности и возможного переобучения проведена внутренняя валидация методом бутстрепа с 1000 повторных выборок. Для каждой выборки заново строилась модель с теми же четырьмя предикторами и вычислялась AUC.

Результаты внутренней валидации представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Результаты внутренней валидации исходной модели

Показатель	Исходная модель	После валидации (скорректированная)
AUC	0,928	0,921
Фактор усадки	–	0,932

Фактор усадки, равный 0,932, близок к единице, что указывает на минимальное переобучение и устойчивость модели.

Для упрощения практического применения результатов была разработана балльная шкала, позволяющая по сумме баллов оценить индивидуальный риск повышения САДао и/или СПВ. Каждый коэффициент β исходной модели делится на наименьший коэффициент среди предикторов (в данном случае – для переменной СИ СПВ <10%, равный 1,212, (Таблица 19), полученные относительные числа округлялись до ближайших целых чисел. В результате каждому предиктору присвоен балл, представленный в таблице 22

Таблица 22 – Балльная шкала оценки риска высокого САДао и/или высокой СПВ

Предиктор	Баллы
Ожирение	3
Рост >90 перцентиля	2
Мужской пол	1
СИ СПВ <10%	1

Для оценки стабильности разработанной шкалы проведена бутстреп-валидация с 1000 повторных выборок. Для каждой выборки заново строилась логистическая регрессия с использованием суммы баллов в качестве единственного предиктора. Построена логистическая регрессионная модель. Средняя AUC по бутстреп-выборкам составила 0,923, а 95% доверительный интервал от 0,882 до 0,955. Это подтверждает устойчивость результатов.

Оптимальный порог суммы баллов, определённый по индексу Юдена, соответствует значению ≥ 5 баллам. При данном пороге чувствительность шкалы равна 82%, специфичность – 88,1%.

Калибровка балльной шкалы оценивалась с помощью теста Хосмера–Лемешова. Результаты подтвердили отсутствие значимых отклонений ($\chi^2 = 1,22$; $p = 0,747$).

Индекс Брайера для балльной шкалы составил 0,0812 и на 43,9% ниже, чем у нулевой модели. Для удобства клинической интерпретации, рассчитаны предсказанные вероятности повышения САДао и/или СПВ для каждой возможной суммы баллов с соответствующей чувствительностью и специфичностью (Таблица 23).

Таблица 23 – Характеристики балльной шкалы для прогнозирования повышения САДао и/или СПВ при разных порогах отсечения

Порог	Сумма баллов	Индекс Юдена	Чувствительность, %	Специфичность, %	Вероятность повышения САДао и/или СПВ, %
0,026	≥ 1	0,426	100,0	42,6	1,4
0,069	≥ 2	0,553	98,0	57,3	4,2
0,128	≥ 3	0,604	93,0	67,4	12,4
0,176	≥ 4	0,672	90,0	78,2	26,8
0,200	≥ 5	0,701	82,0	88,1	56,4
0,284	≥ 6	0,683	77,0	91,3	85,4
0,439	≥ 7	0,585	64,0	94,5	93,8

Для практического применения разработанной балльной шкалы на основе оптимального порога, определённого по индексу Юдена (≥ 5 балла), все пациенты

были разделены на две группы: низкого риска (сумма баллов 0–4) и высокого риска (сумма баллов 5–7). Распределение пациентов по группам риска представлено в таблице 24.

Таблица 24 – Распределение пациентов по группам риска на основе балльной шкалы

Сумма баллов	Категория риска	Вероятность повышения САДао и/или СПВ, %
0–4	Низкий	1,4–26,8
5–7	Высокий	56,4–93,8

Для оценки клинической полезности разработанной модели и сравнения её с альтернативными стратегиями (направлять на обследование всех пациентов или не направлять никого) был проведен анализ решающих кривых DCA (Decision Curve Analysis). Результаты представлены на рисунке 32.

На графике видно, что кривая чистой пользы разработанной модели (синяя линия) стабильно располагается выше кривых стратегий «лечить всех» (All) и «не лечить никого» (None) в широком диапазоне клинически значимых пороговых значений вероятности.

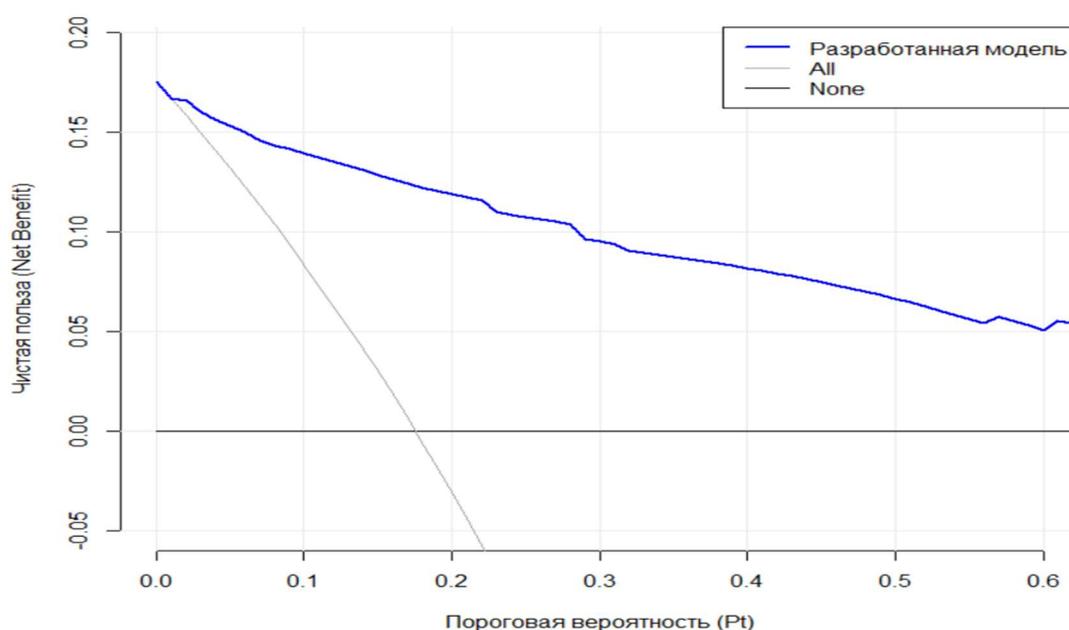


Рисунок 32 – Анализ решающих кривых прогностической модели

Наибольшая чистая польза наблюдается в диапазоне порогов, близких к значению 0,2. Таким образом, DCA подтверждает, что разработанная нами модель обладает не только высокой дискриминационной способностью и калибровкой, но и демонстрирует клиническую полезность. Ее применение в практике позволит оптимизировать отбор пациентов для углубленного обследования и обоснованно распределять ресурсы здравоохранения.

На основе полученных результатов предложен алгоритм, позволяющий практическому врачу выделить среди детей с ИСГ пациентов, угрожаемых по высокому центральному аортальному систолическому давлению и/или высокой скорости пульсовой волны и нуждающихся в специальных методах исследования (Рисунок 33).

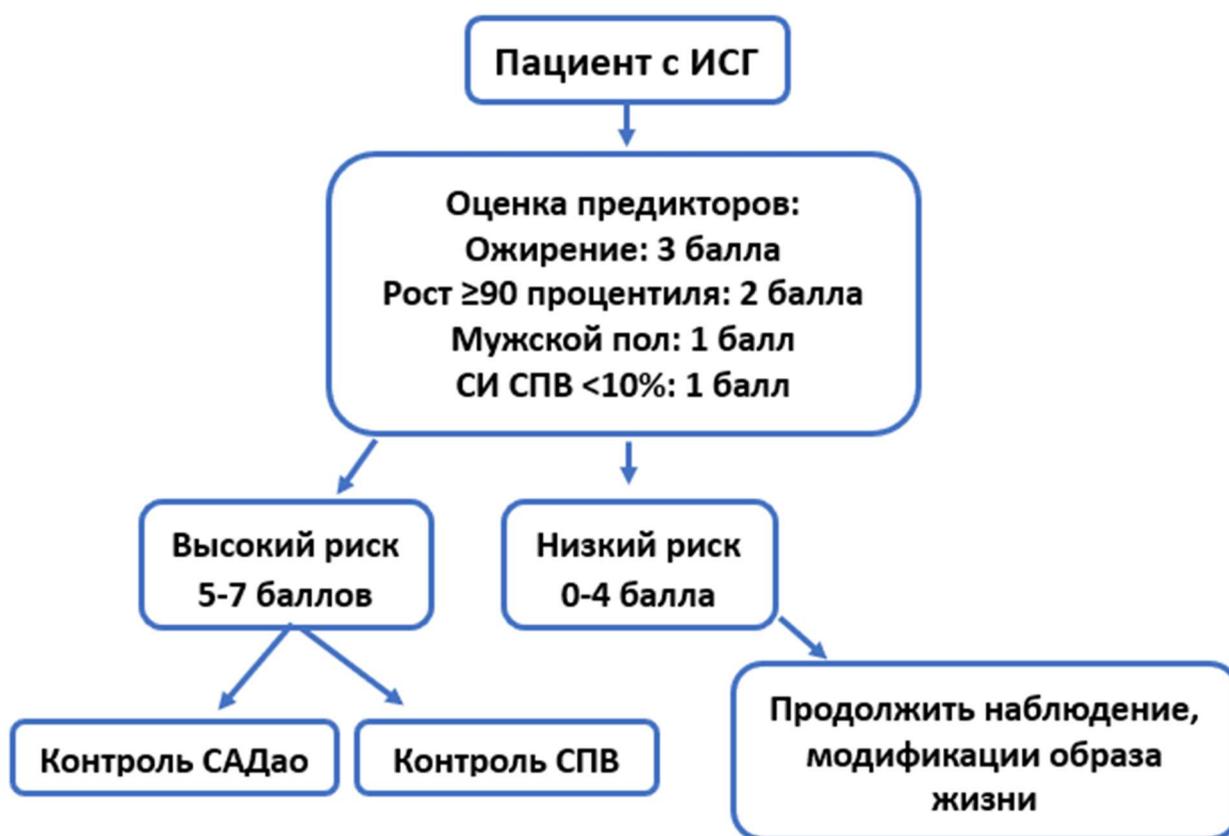


Рисунок 33 – Алгоритм стратификации пациентов с ИСГ, угрожаемых по высокому центральному аортальному систолическому давлению (САДао) и/или высокой скорости пульсовой волны (СПВ)

Клинические примеры использования алгоритма на пациентах из «Регистра детей и подростков с артериальной гипертензией» г. Волгограда [28].

Клинический пример 1.

Пациент Ш., 15 лет, мальчик, рост 180 см (>90 перцентилья), ИМТ 31,5 кг/м² (ожирение), АДоф 139/78 мм рт.ст., СМАД 138/70 мм рт. ст., СИ СПВ 11,2%, продолжительность АГ 1 год. Оценка предикторов: 3+2+1 = 6 баллов.

Заключение: группа высокого риска по высокому САДао и/или высокой СПВ.

Проведено СМАД с оценкой центрального аортального САДао 116 мм рт.ст. (менее 95 перцентилья), СПВ методом аппланационной тонометрии 7,3 м/с (более 90 перцентилья).

Повторное исследование через 9 месяцев – 15 лет, 183 см (>90 перцентилья), ИМТ 29,5 кг/м² (ожирение), АДоф 140/75 мм рт. ст. САДао 112 мм рт. ст. (менее 95 перцентилья), СПВ методом аппланационной тонометрии 8,2 м/с (более 90 перцентилья). СПВ увеличилась на 12,3%.

Клинический пример 2.

Пациент Б., 13 лет, мальчик, рост 165 см (менее 90 перцентилья), ИМТ 28,3 кг/м² (ожирение), АДоф 140/67 мм рт.ст., СМАД 135/68 мм рт. ст., СИ СПВ 8,7%, продолжительность АГ менее 1 года. Оценка предикторов: 3+1+1= 5 баллов.

Заключение: группа высокого риска по высокому САДао и/или высокой СПВ.

Проведено СМАД с оценкой центрального аортального САДао 122 мм рт.ст. (более 95 перцентилья), определена СПВ методом аппланационной тонометрии 8,7 м/с (более 90 перцентилья).

Повторное исследование через 9 месяцев – 14 лет, рост 168 см (менее 90 перцентилья), ИМТ 28,8 кг/м² (ожирение), АДоф 140/75 мм рт. ст., СМАД 135/68 мм рт. ст. САДао 120 мм рт. ст. (более 95 перцентилья), СПВ методом аппланационной тонометрии 11,4 м/с (более 90 перцентилья). СПВ увеличилась на 31%.

Клинический пример 3.

Пациент Б., 16 лет, девочка, рост 157 см (менее 90 перцентилья), ИМТ 31 кг/м² (ожирение), АДоф 140/67 мм рт.ст. СМАД 135/74 мм рт. ст., СИ СПВ 9,7%, продолжительность АГ 1 год. Оценка предикторов: 3 + 1 = 4 балла.

Заключение: группа низкого риска по высокому САДао и/или высокой СПВ.

Проведено СМАД с оценкой центрального аортального САДао 109 мм рт.ст. (менее 95 перцентилья), определена СПВ методом аппланационной тонометрии 6,2 м/с (менее 90 перцентилья).

Повторное исследование через 1 год – 17 лет, рост 157 см (менее 90 перцентилья), ИМТ 28 кг/м² (избыток массы тела), АДоф 137/75 мм рт. ст., СМАД 132/75 мм рт. ст., САДао 111 мм рт. ст. (менее 90 перцентилья), СПВ методом аппланационной тонометрии 6,3 м/с. (менее 90 перцентилья).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Особый интерес в педиатрии и детской кардиологии представляют маскированные формы АГ. Изучение значимости и клинической роли феномена МАГ сегодня определяется как одно из приоритетных направлений научных изысканий в области педиатрии. Другой клинически значимой формой является изолированная систолическая артериальная гипертензия. Повышение качества ранней диагностики маскированной артериальной гипертензии и изолированной систолической гипертензии имеет важное значение [3; 38; 2].

Для достижения поставленной нами цели: оптимизировать персонализированный подход к ранней диагностике маскированной артериальной гипертензии и изолированной систолической гипертензии у детей, нам необходимо было решить четыре задачи.

В результате решения первой задачи – определить роль домашнего самоконтроля АД в ранней диагностике маскированной артериальной гипертензии у детей, нами выявлена положительная корреляционная связь между величиной домашнего АД и средним дневным и ночным АД по данным СМАД. Статистически значимая ($p < 0,001$) положительная умеренная связь установлена между САД_день и САДдом ($r=0,615$), САД_ночь и САДдом ($r=0,551$). Выявлена статистически значимая ($p < 0,001$) положительная умеренная связь между ДАД_день и ДАДдом ($r=0,336$), статистически значимая ($p=0,002$) положительная слабая связь между ДАД_ночь и ДАДдом ($r=0,246$).

Ранее у детей и подростков с «гипертензией белого халата» была отмечена положительная корреляция между средним АД по СМАД и домашним измерением АД и был сделан вывод, что измерение артериального давления у детей в домашних условиях является полезным диагностическим тестом для выявления «гипертензии белого халата» [175]. Мы установили, что домашний самоконтроль АД является полезным в ранней диагностике маскированной артериальной гипертензии у детей.

Использование нами самоконтроля АД в домашних условиях валидированным устройством по единому протоколу детям, у которых родители ранее определяли эпизоды повышения АД более 95 перцентилия, лишь у 48,3% выявило САДдом ≥ 95 перцентилия и у 51% верифицировало САДдом ≥ 90 перцентилия, что доказывает важность использования валидированного устройства с манжеткой, соответствующей длине окружности плеча ребенка при проведении домашнего самоконтроля АД.

Исследования, ранее проведенные у взрослых, показали, что результаты домашнего самоконтроля АД более воспроизводимы, чем офисное АД [83]. Лучше прогнозируют сердечно-сосудистые риски исходы и смертность, чем офисное АД [97]. Способны оценить вариабельность АД в течении длительного времени и могут использоваться в диагностике, маскированной АГ и «гипертензии белого халата». Домашний самоконтроль АД позволяет измерять АД несколько раз, в привычной для каждого человека обстановке и имеет относительно низкую стоимость [145; 174].

В современных российских, европейских и американских педиатрических руководствах указывается, что ключевым в диагностике МАГ является СМАД, показанием к которому сегодня является наличие поражения органов мишеней у ребенка с нормальным АД_{оф} и коморбидные состояния [3; 6; 79]. Однако, остается «открытым» вопрос: что является показанием к проведению СМАД ребенку с нормальным офисным АД без поражения органов мишеней?

В нашем исследовании установлено, что таким показанием могут служить жалобы родителей пациентов на эпизоды АД более 90 перцентилия у ребенка в домашних условиях. Этим детям необходимо провести самоконтроль АД в домашних условиях по протоколу, валидированным устройством с манжеткой, соответствующей длине окружности плеча пациента. При выявлении среднего АДдом более 90 перцентилия, провести этим детям СМАД, которое, по нашим данным, в 56,6% выявляет маскированную АГ.

В нашем исследовании распространенность МАГ в популяции детей, предъявляющих жалобы на эпизоды АД \geq 95 перцентиля, составила 28,9% и в равной степени среди мальчиков (29,7%) и среди девочек (27,7%).

Это согласуется с данными Chung J. с соавторами (2023), проанализировавшими научные публикации с 1974 по 2023 год, касающиеся МАГ у детей и подростков и определившие распространенность МАГ в общей детской популяции от 8 до 12% [69]. В другом исследовании указывается, что частота встречаемости маскированной АГ у детей переменна и может достигать 60% в зависимости от исследуемой группы или метода измерения и оценки АД [163].

Наши результаты указывают на важную роль самоконтроля АД у детей в домашних условиях для ранней диагностики МАГ при условии использования стандартных протоколов измерения и валидированных приборов.

Предлагаемый нами алгоритм раннего выявления маскированной артериальной гипертензии подразумевает, что всем детям, предъявляющим жалобы на эпизоды повышения домашнего АД более 95 перцентиля, но с нормальным офисным АД, показан домашний самоконтроль АД по единому протоколу, валидированным тонометром. В дальнейшем, СМАД показано детям с величиной среднего домашнего АД более 90 перцентиля. По результатам которого решается вопрос о верификации диагноза маскированная артериальная гипертензия.

Метаанализ клинических исследований показывает, что с повышенным центральным аортальным систолическим и центральным аортальным пульсовым давлением связаны гипертрофия левого желудочка, увеличение толщины стенки сонной артерии и альбуминурия, причем независимо от уровня периферического АД [101].

В недавнем метаанализе на взрослых пациентах было обнаружено, что с высоким аортальным давлением связано повышение риска сердечно-сосудистых, цереброваскулярных осложнений и поражения органов мишеней независимо от уровня периферического артериального давления [65].

Поэтому, в ходе решения второй и третьей задачи мы оценили и сравнили суточные профили центрального аортального систолического давления,

центрального аортального пульсового давления и скорости пульсовой волны у детей с маскированной артериальной гипертензией, изолированной систолической гипертензией и у детей с нормальным АД.

У пациентов группы МАГ значения САДао и ПАДао статистически значимо не различались по сравнению с группой ИСГ ($p=0,82$, $p=0,99$).

У пациентов групп МАГ и ИСГ среднее суточное САДао статистически значимо ($p < 0,001$) больше, чем в группе с нормальным АД ($119,07 \pm 4,51$ и $115,43 \pm 6,32$ мм рт. ст. против $103 \pm 7,36$ мм рт. ст.).

У пациентов групп МАГ и ИСГ среднее суточное ПАДао статистически значимо ($p < 0,001$) больше, чем в группе с нормальным АД ($41,33 \pm 5,83$ и $41,4 \pm 5,56$ мм рт. ст. против $33,57 \pm 6,07$).

Таким образом, дети групп МАГ и ИСГ имеют более высокое центральное аортальное систолическое и центральное аортальное пульсовое давление, чем в группе с нормальным АД, что, по данным литературы, отражает увеличение жесткости артерий и является неблагоприятным прогностическим фактором [125].

У пациентов групп НАД, МАГ и ИСГ индекс аугментации статистически значимо не различался ($p=0,73$).

Однако, в каждой группе детей индекс аугментации у девочек был статистически значимо больше, чем у мальчиков. Так в группе МАГ в среднем за сутки ($-1,35 \pm 5,09$ % против $-6,43 \pm 3,99$ %, $p=0,002$), в группе ИСГ, в среднем за сутки ($-2,78 \pm 3$ % против $-6,91 \pm 3,1$ %, $p=0,001$), в группе с нормальным АД ($-1,36 \pm 3,52$ %, против $-5,52 \pm 5,31$ %, $p=0,001$).

Это согласуется с ранее опубликованной информацией о том, что индекс аугментации у лиц женского пола выше, чем у мужчин [72].

Оценку скорости пульсовой волны у детей всех исследуемых групп мы проводили двумя методами: осциллометрическим (при проведении СМАД) и аппланационной тонометрией Сфигмокором («SphygmoCor CvMS»). Средняя СПВ, измеренная аппланационным методом была статистически значимо ($p=0,001$) меньше, чем измеренная осциллометрическим методом во всех группах пациентов.

Ранее Kodithuwakku V. с соавторами (2025) показали, что скорость пульсовой волны, измеряемая различными методами и с помощью разных устройств, не взаимозаменяема, поэтому повторные оценки следует проводить с использованием одного и того же прибора [100].

По мнению экспертов, система «SphygmoCor CvMS», измеряющая каротидно-феморальную СПВ_S аппланационным методом, может быть использована для оценки скорости пульсовой волны в качестве «золотого стандарта» [127; 11; 77; 167; 159].

Средняя СПВ_S, у пациентов с МАГ и ИСГ была статистически значимо ($p=0,01$) больше, чем в группе НАД на 27% и 15%: $6,1 \pm 0,71$ м/с и $5,5 \pm 1,12$ м/с против $4,78 \pm 0,59$ м/с соответственно.

Сравнительная оценка суточных профилей центрального аортального систолического давления выявила недостаточное ночное снижение центрального аортального САДао у пациентов групп МАГ и ИСГ ($9,6 \pm 5,86\%$ и $9,88 \pm 6,07\%$ соответственно), таким образом, пациенты групп МАГ и ИСГ, в среднем, были «нон-диппер». У детей группы НАД средняя степень ночного снижения САДао составила $11,57 \pm 3,71\%$, т.е. в среднем, дети с нормальным АД относились к подгруппе «диппер».

Детальный анализ степени ночного изменения центрального аортального систолического давления показал, что в группах МАГ и ИСГ чаще встречались дети «нон-диппер» по центральному аортальному САДао (37% и 48%), чем в группе НАД (22%). А также в группах МАГ и ИСГ были пациенты «найт-пикер» по центральному аортальному САДао (9% и 2%), в группе с нормальным АД таких пациентов не было. У 7% пациентов с МАГ и 4% с ИСГ отмечался ночной подъем центрального аортального ДАДао, в группе с нормальным АД таких пациентов не было.

Полученные нами результаты согласуются с данными Широковой А.А. с соавторами (2019), применительно к оценке периферического АД. Оценивая возможности суточного мониторирования артериального давления в диагностике артериальной гипертензии у юных атлетов, авторы показали, что СМАД позволяет

выявить субклинические изменения в виде недостаточного снижения периферического АД в ночные часы («нон-диппер») [49].

Средняя степень ночного снижения СПВ у детей с нормальным АД составила $12,4 \pm 3,1$ м/с, а в группах МАГ и ИСГ степень ночного снижения СПВ была статистически значимо ($p < 0,001$) меньше ($7,21 \pm 9,49$ м/с, и $7,36 \pm 7,6$ м/с соответственно). У 65% пациентов группы МАГ и 60% пациентов группы ИСГ было недостаточное ночное снижение СПВ («нон-диппер»), а в группе НАД лишь 14%. В группах МАГ и ИСГ были пациенты «найт-пикер» по СПВ (5% и 6% соответственно), в группе с нормальным АД таких пациентов не было.

В литературе имеются сведения, что у взрослых с АГ, относящихся к группе «нон-диппер», наблюдается сниженный кровоток по коронарным сосудам [52]. Поэтому, вероятно, детей с МАГ и ИСГ, и недостаточным ночным снижением САДао и ДАДао следует рассматривать как группу риска по прогрессированию сердечно-сосудистых заболеваний.

Оценка суточных профилей центрального аортального давления показала, что почасовые средние значения САДао у детей групп МАГ и ИСГ больше, а степень ночного снижения САДао меньше, чем в группе НАД, однако ритмы суточного изменения САДао совпадают: минимальные значения САДао с 2 до 4 часов ночи, и два подъема: в 10 утра и 19-20 часов вечера (Рисунок 34).

Почасовые средние значения центрального аортального пульсового давления ПАДао у пациентов групп МАГ и ИСГ статистически значимо ($p < 0,01$) больше, чем в группе НАД, однако циркадный ритм суточного изменения ПАДао не различается во всех группах (Рисунок 35). Различия между величиной среднего дневного ПАДао и среднего ночного ПАДао внутри всех исследуемых групп статистически не значимы ($p > 0,05$). Таким образом, величина ПАДао остается примерно на одном уровне в течение 24 часов.

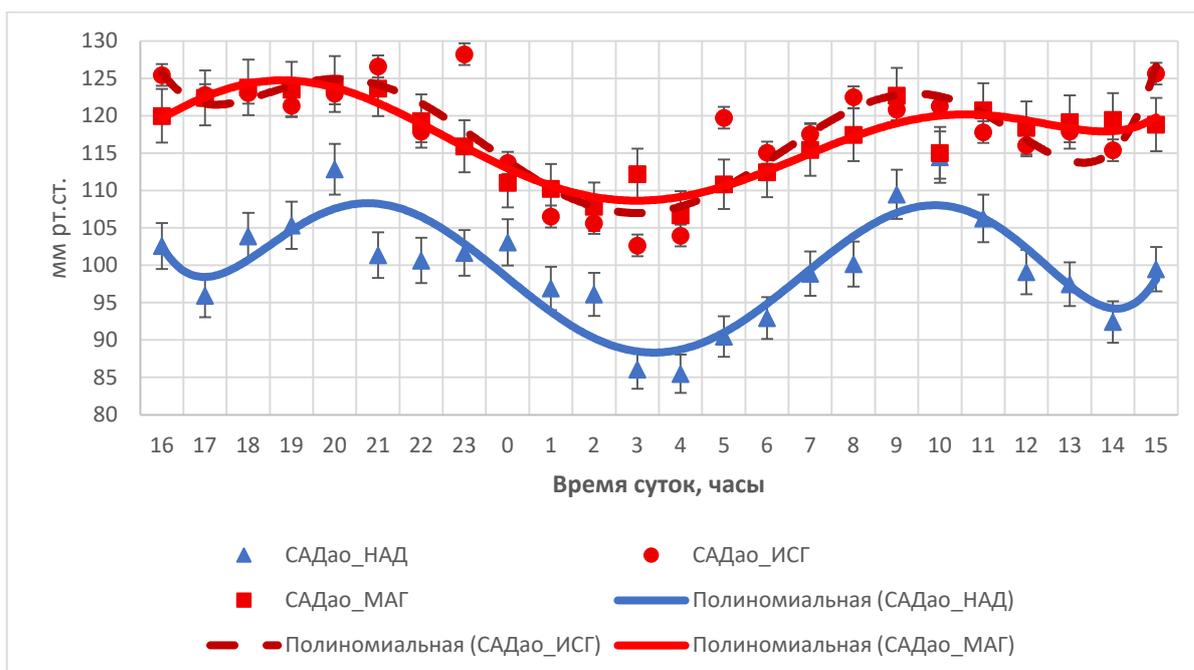


Рисунок 34 – Суточные профили центрального аортального систолического давления у детей групп МАГ (САДао_МАГ), ИСГ (САДао_ИСГ) и НАД (САДао_НАД)

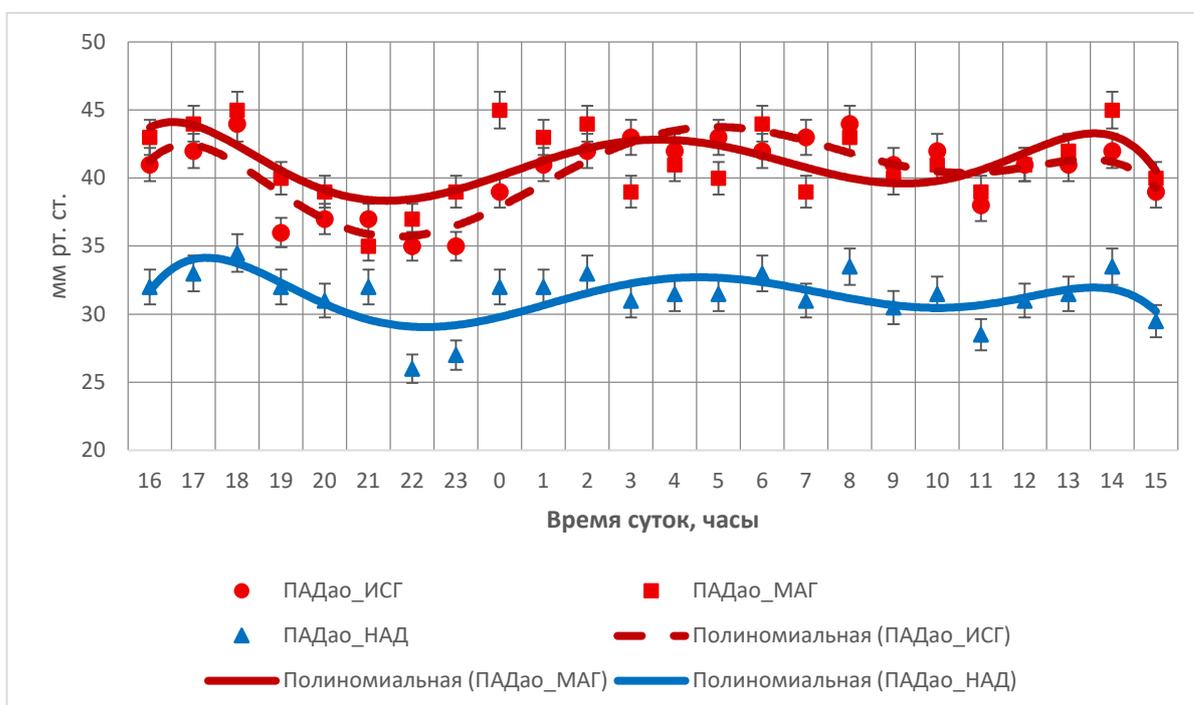


Рисунок 35 – Суточные профили центрального аортального пульсового давления у пациентов групп МАГ (ПАДао_МАГ), ИСГ (ПАДао_ИСГ) и НАД (ПАДао_НАД).

Сравнение суточных профилей СПВ показала, что почасовые средние значения и ритм суточных колебаний СПВ у пациентов групп МАГ и ИСГ не различаются. Почасовые средние значения СПВ у пациентов групп МАГ и ИСГ больше, чем в группе НАД. Кроме того, наблюдаются выраженные различия в ритме суточных изменений СПВ в группе НАД в отличие от МАГ и ИСГ. У пациентов с нормальным АД, суточный профиль СПВ характеризуется минимальными значениями СПВ с 2 до 4 часов ночи и двумя «пиками» в 10 часов утра и 19-20 часов вечера, т.е. по ритму изменений совпадает с профилем САДао этой группы (Рисунок 36). Для суточного профиля СПВ в группах МАГ и ИСГ характерны минимальные значения в 9 утра и 21 час вечером, максимальное значение в 15-17 часов и ночное увеличение СПВ с 01 до 04 часов ночи.

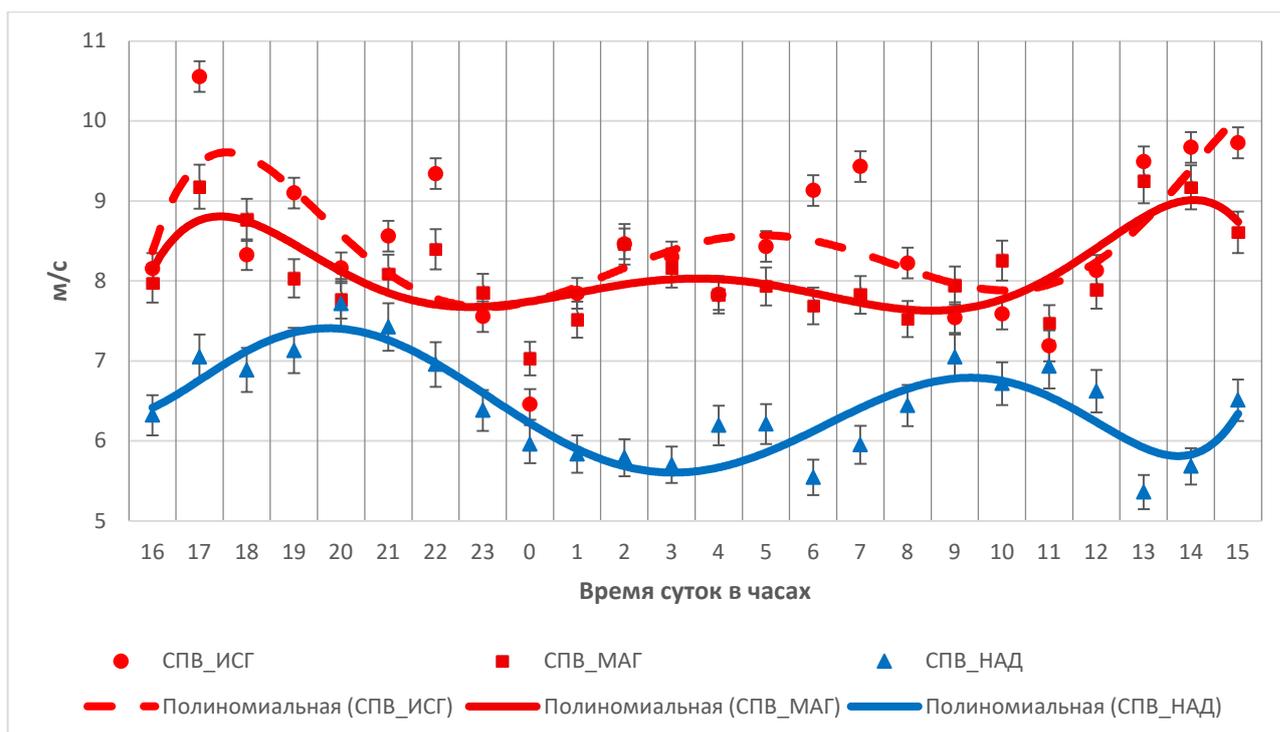


Рисунок 36 – Суточные профили скорости пульсовой волны у пациентов групп МАГ (СПВ_МАГ), ИСГ (СПВ_ИСГ) и НАД (СПВ_НАД).

Четвертой задачей было разработать персонализированный алгоритм, определяющий вероятность прогрессирования ИСГ у детей.

Центральное аортальное давление – это давление, которое непосредственно воздействует на жизненно важные органы и сосуды, причем при каждом сердечном сокращении и 24/7 [71].

Некоторые исследования показали, что около 20% взрослых пациентов с ИСГ имеют повышенную СПВ, что указывает на то, что ИСГ может быть связана с повышением жесткости аорты [143].

В настоящее время артериальную жесткость оценивают по скорости пульсовой волны каротидно-фemorальной и/или плече-лодыжечной, причем каротидно-фemorальная скорость рассматривается в качестве «золотого стандарта» [117; 112; 57]. У взрослых повышение СПВ указывает на потенциальный риск сердечно-сосудистых осложнений [64].

Измерение центрального аортального АД помогает выделить среди пациентов с ИСГ лиц с низким риском [143] и благоприятным прогнозом [155]. С другой стороны, выделить пациентов с повышенным сердечно-сосудистым риском [108]. Определение СПВ в аорте, в частности, может улучшить выявление групп высокого риска, которые могут получить пользу от более интенсивного лечения и улучшенного управления факторами риска развития ССЗ [136; 24; 46; 21].

Критерии стратификации риска сердечно сосудистых заболеваний, разработанные для взрослых неприменимы в педиатрической практике. Современные клинические рекомендации «Артериальная гипертензия у детей» рекомендуют ограничиться только определением факторов риска, таких, как отягощенный семейный анамнез по ранним сердечно сосудистым заболеваниям, курение, избыток массы тела и ожирение, нарушение углеводного обмена, дислипидемия [6].

Вместе с тем, оценка поражения органов мишеней на ранних стадиях АГ, в особенности сосудов, с определением центрального аортального давления и скорости пульсовой волны у детей и подростков, изучение прогностической значимости изолированной систолической гипертензии в разных возрастных группах являются важными задачами педиатрии [3].

В клинических рекомендациях «Артериальная гипертензия у взрослых» (2024) используется термин «бессимптомное поражение органов мишеней». Одним из признаков бессимптомного поражения органов мишеней является увеличение каротидно-феморальной скорости пульсовой волны, являющейся проявлением повышенной артериальной жесткости [5]. Ранее опубликованные исследования свидетельствуют о том, что повышенная жесткость артерий может быть проявлением начальных стадий АГ, причем повышенная жесткость предшествует ее развитию [51].

Поэтому, в ходе решения четвертой задачи, методом многофакторного анализа мы решили установить независимые предикторы высокого центрального аортального систолического давления и высокой скорости пульсовой волны у детей с ИСГ. Были выявлены четыре независимых предиктора высокого САДао и/или высокой СПВ: ожирение, рост ребенка более 90 перцентиля для соответствующего пола и возраста, мужской пол и суточный индекс СПВ менее 10% (все с $p < 0,05$). Разработанный на их основе алгоритм стратификации пациентов с ИСГ, угрожаемых по высокому САДао и/или высокой СПВ может быть эффективным инструментом для первичного скрининга и стратификации пациентов по риску прогрессирования ИСГ.

По данным литературы, включение СПВ в модели риска развития сердечно-сосудистых заболеваний повышает точность их прогнозирования и помогает классифицировать риск будущих событий по сравнению с моделями, которые включают только традиционные факторы риска [136; 24; 46; 21].

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о высокой прогностической ценности определения суточного профиля центрального аортального давления и скорости пульсовой волны в оптимизации ранней диагностики ИСГ и МАГ у детей. Выявление вклада различных предикторов прогрессирования ИСГ безусловно, является актуальным направлением и может быть полезным как при диагностике, так и при определении тактики наблюдения за детьми с АГ.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что величина систолического артериального давления более 90 перцентилля, зафиксированная при домашнем самоконтроле АД по разработанному протоколу, является клинически значимым показанием для проведения суточного мониторинга артериального давления, которое, в свою очередь, позволяет выявить маскированную артериальную гипертензию у 56,6% обследованных.

2. Доказано, что у пациентов с маскированной артериальной гипертензией центральное аортальное систолическое и центральное аортальное пульсовое давление статистически значимо ($p < 0,001$) больше, чем у детей с нормальным АД в дневное и ночное время. Скорость пульсовой волны статистически значимо ($p = 0,01$) больше, чем у детей с нормальным АД на протяжении суток. Циркадный ритм центрального аортального систолического давления и скорости пульсовой волны характеризуется феноменом недостаточного ночного снижения (нон-диппер), в отличие от детей с нормальным АД, у которых наблюдается нормальный суточный профиль этих параметров (диппер).

3. Определено, что у детей с изолированной систолической гипертензией центральное аортальное систолическое и центральное аортальное пульсовое давление статистически значимо ($p < 0,001$) больше, чем у детей с нормальным АД. Скорость пульсовой волны статистически значимо ($p = 0,02$) больше, чем у детей с нормальным АД в дневное и ночное время. В отличие от детей с нормальным АД, суточный профиль систолического центрального аортального давления и скорости пульсовой волны у пациентов с изолированной систолической гипертензией характеризуется недостаточным ночным снижением этих показателей (нон-диппер).

4. Установлены ведущие независимые предикторы, определяющие высокое центральное аортальное систолическое давление и высокую скорость пульсовой волны у детей с изолированной систолической гипертензией: ожирение,

рост более 90 перцентиля для данной возрастнo-половой группы, мужской пол и суточный индекс скорости пульсовой волны менее 10%. На их основе предложен персонализированный алгоритм стратификации детей с изолированной систолической гипертензией, угрожаемых по высокому центральному аортальному систолическому давлению и/или высокой скорости пульсовой волны, который обладает клинической полезностью, достигая оптимального баланса чувствительности (82%) и специфичности (88,1%).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендовать проведение суточного мониторирования артериального давления детям с систолическим артериальным давлением более 90 перцентилиа при домашнем самоконтроле АД по стандартизированному протоколу, что позволит улучшить раннее выявление маскированной артериальной гипертензии.

2. Рекомендовать применение алгоритма для определения вероятности высокого центрального аортального систолического давления и/или высокой скорости пульсовой волны у пациентов с изолированной систолической гипертензией, что позволит осуществлять персонифицированный подход к наблюдению за этой группой пациентов.

3. Рекомендовать включать в программы обучения врачей педиатров и детских кардиологов актуальные вопросы артериальной гипертензии у детей, посвященные диагностике маскированной артериальной гипертензии и изолированной систолической гипертензии.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АГ	Артериальная гипертензия
АД	Артериальное давление
АДао	Артериальное давление в аорте
АДдом	Артериальное давление при домашнем измерении
АДоф	Артериальное давление при офисном измерении
ВолгГМУ	Волгоградский государственный медицинский университет
ГУЗ	Государственное учреждение здравоохранения
ДАД	Диастолическое артериальное давление
ДАДао	Диастолическое артериальное давление в аорте
ДАДдом	Диастолическое артериальное давление при домашнем измерении
ДАДоф	Диастолическое артериальное давление при офисном измерении
ДИ	Доверительный интервал
ЕГИСУ	Единая государственная информационная система учета
ИВ	Индекс времени
ИМТ	Индекс массы тела
ИСГ	Изолированная систолическая гипертензия
ЛАГ	Ложная артериальная гипертензия
МАГ	Маскированная артериальная гипертензия
НАД	Нормальное артериальное давление
ПАД	Пульсовое артериальное давление
ПАДао	Пульсовое артериальное давление в аорте
САД	Систолическое артериальное давление
САДао	Систолическое артериальное давление в аорте
САДдом	Систолическое артериальное давление при домашнем измерении

САДоф	Систолическое артериальное давление при офисном измерении
СИ	Суточный индекс
СМАД	Суточное мониторирование артериального давления
СПВ	Скорость пульсовой волны
СПВ_S	Скорость пульсовой волны измеренная аппланационным методом с помощью «SphygmoCor CvMS»
СрАД	Среднее артериальное давление
СрАДао	Среднее артериальное давление в аорте
ССЗ	Сердечно-сосудистые заболевания
ФГБОУ ВО	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
ЧСС	Частота сердечных сокращений
Alxao	Индекс аугментации
Alxao_S	Индекс аугментации измеренный аппланационным методом с помощью «SphygmoCor CvMS»
AUC	Площадь под кривой
DCA	Метод оценки полезности диагностических моделей
IORG	Система регистрации этических комитетов
IRB	Экспертный комитет по защите прав людей, участвующих в медицинских исследованиях
LASSO	Метод регрессионного анализа
M	Средняя арифметическая
n	Абсолютные значения
OR	Отношение шансов
PPV	положительной прогностической ценностью
r	Коэффициент корреляции Пирсона
ROC-кривая	График качества модели бинарной классификации
RR	Относительный риск

SD	Стандартное отклонение
TRIPOD	Международное руководство обеспечивающее качество валидации прогностических моделей
VIF	Фактор инфляции дисперсии
λ	Параметр штрафа LASSO-регрессии
λ_{1se}	Оптимальное значение параметра регуляризации
χ^2	Критерий Пирсона

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапитов, Л. И. Диагностика и лечение артериальной гипертензии у детей и подростков в свете новых клинических рекомендаций Американской академии педиатрии / Л. И. Агапитов, И. В. Черепнина // Российский вестник перинатологии и педиатрии. — 2019. — Т. 64, № 4. — С. 114–127.
2. Агапитов, Л. И. Суточное мониторирование артериального давления у детей и подростков / Л. И. Агапитов, И. В. Черепнина // Педиатрия им. Г. Н. Сперанского. — 2020. — Т. 99, № 3. — С. 176–184.
3. Александров, А. А. Клинические рекомендации. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков / А. А. Александров, О. А. Кисляк, И. В. Леонтьева // Системные гипертензии. — 2020. — Т. 17, № 2. — С. 7–35.
4. Амелина, А. Б. Оценка эффективности дополнительной физической нагрузки старшеклассников с артериальной гипертензией в условиях лицея-интерната / А. Б. Амелина, С. С. Мозолева, А. М. Ледяева, Ю. А. Жукова, М. Я. Ледяев // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2015. — № 2 (54). — С. 62–64.
5. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации [Электронный ресурс]. — URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/62_3.
6. Артериальная гипертензия у детей. Клинические рекомендации [Электронный ресурс]. — URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/571_2.
7. Байтрак, О. А. Сравнительный анализ показателей артериального давления у детей и подростков пришлого и коренного населения Среднего Приобья / О. А. Байтрак, В. В. Мещеряков, Т. М. Сомова // Вестник СурГУ. Медицина. — 2020. — № 2 (44). — С. 33–40. — URL: <https://elib.surgu.ru/all/publ/13050> (дата обращения: 09.10.2025).

8. Бекезин, В. В. Артериальная гипертензия у детей и подростков / В. В. Бекезин // Смоленский медицинский альманах. — 2016. — № 3. — С. 192–209.
9. Бекезин, В. В. Факторы риска артериальной гипертензии, ассоциированной с ожирением у детей подросткового возраста: структурно-функциональные изменения мышечной массы, динопеническое ожирение / В. В. Бекезин // Смоленский медицинский альманах. — 2023. — № 1. — С. 39–56.
10. Бушуева, Е. В. Динамика показателей артериального давления у детей и подростков за два десятилетия (1999–2022 гг.) / Е. В. Бушуева, Л. И. Герасимова, Т. И. Дианова, О. Н. Иванова, Е. И. Смирнова, З. И. Зольников // Современные проблемы науки и образования. — 2022. — № 6. — С. 88–89.
11. Васюк, Ю. А. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике / Ю. А. Васюк, С. В. Иванова, Е. Л. Школьник [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2016. — Т. 15, № 2. — С. 4–19.
12. Вахмистрова, Т. К. Показатели жесткости сосудов у детей с подозрением на артериальную гипертензию / Т. К. Вахмистрова, Е. Г. Башмалух, В. В. Суменко, В. В. Яковлева, Е. А. Бондаренко // Российский кардиологический журнал. — 2024. — Т. 29, № 7S. — С. 69.
13. Вахмистрова, Т. К. Показатели центрального аортального давления у школьников в зависимости от возраста / Т. К. Вахмистрова, О. А. Харченко, Т. Н. Балицкая, Е. А. Бондаренко, А. В. Вахмистрова // Российский кардиологический журнал. — 2021. — Т. 26, № S6. — С. 5–6.
14. Вахмистрова, Т. К. Центральное аортальное давление у дошкольников / Т. К. Вахмистрова, О. А. Харченко, Т. Н. Балицкая, М. Н. Орехова, В. С. Бикситова, А. В. Вахмистрова // Российский кардиологический журнал. — 2019. — Т. 24, № S. — С. 3–5.
15. Галимова, Л. Ф. Изменение скорости пульсовой волны в аорте у детей с семейной гиперхолестеринемией / Л. Ф. Галимова, Д. И. Садыкова, Е.

С. Сладникова, Д. И. Марапов // Артериальная гипертензия. — 2020. — Т. 26, № 6. — С. 640–647. — DOI: 10.18705/1607-419X-2020-26-6-640-647.

16. Галимова, Л. Ф. Неинвазивные подходы к диагностике изменений сосудистой стенки у детей / Л. Ф. Галимова, Д. И. Садыкова // Вопросы практической педиатрии. — 2020. — Т. 15, № 2. — С. 51–54. — DOI: 10.20953/1817-7646-2020-2-51-54.

17. Греков, И. С. Клинико-диагностические аспекты артериальной гипертензии у детей и подростков / И. С. Греков, А. В. Налетов, Л. Ф. Чалая // Медико-социальные проблемы семьи. — 2020. — Т. 25, № 2. — С. 31–40.

18. Гуревич, А. П. Показатели центрального артериального давления и характеристики пульсовой волны при аневризме нисходящего грудного и брюшного отделов аорты: особенности, динамика и прогностическое значение / А. П. Гуревич, И. В. Емельянов, М. В. Ионов, А. Г. Ванюркин, М. А. Чернявский, А. О. Конради // Артериальная гипертензия. — 2023. — Т. 29, № 4. — С. 342–352. — DOI: 10.18705/1607-419X-2023-29-4-342-352.

19. Данилюк, Л. В. Жёсткость артериальных сосудов: основные детерминанты, методы оценки и связь с ожирением у детей (обзор литературы) / Л. В. Данилюк, А. В. Погодина, Л. В. Рычкова // Acta Biomedica Scientifica. — 2017. — Т. 2, № 5 (1). — С. 106–110.

20. Евдокимова, Н. В. Риск артериальной гипертензии у детей различного возраста с ожирением / Н. В. Евдокимова // Children's medicine of the North-West. — 2021. — Т. 9, № 4. — С. 55–58.

21. Иванова, О. С. Артериальная гипертензия и сосудистая жёсткость у женщин различных возрастных групп и репродуктивного статуса / О. С. Иванова, Е. Ю. Майчук, И. В. Воеводина [и др.] // Евразийский кардиологический журнал. — 2023. — № 3. — С. 62–67. — DOI: 10.38109/22251685-2023-3-62-67.

22. Игнатенко, Г. А. Факторы риска развития артериальной гипертензии у детей и лиц молодого возраста в современных реалиях / Г. А. Игнатенко, А. В. Дубовая, Ю. В. Науменко, А. П. Дудчак, В. В. Сосна //

Российский вестник перинатологии и педиатрии. — 2024. — Т. 69, № 1. — С. 16–24.

23. Карандашева, В. О. Ретроспективный анализ показателей артериального давления у школьников 10–17 лет г. Магадана за период 2009–2019 гг. / В. О. Карандашева // Артериальная гипертензия. — 2024. — Т. 30, № 3. — С. 248–257. — DOI: 10.18705/1607-419X-2024-2374.

24. Коденко, Д. Ф. Фактор сосудистой жесткости при формировании и течении артериальной гипертензии у детей и подростков / Д. Ф. Коденко, И. И. Трунина, А. С. Шарыкин, И. М. Османов // Педиатрия им. Г. Н. Сперанского. — 2020. — Т. 99, № 3. — С. 220–225.

25. Куприенко, Н. Б. Распространенность артериальной гипертензии у детей школьного возраста с избыточной массой тела и ожирением / Н. Б. Куприенко, Н. Н. Смирнова // Профилактическая и клиническая медицина. — 2020. — № 2 (75). — С. 64–69.

26. Куприенко, Н. Б. Распространенность повышенного артериального давления у школьников Санкт-Петербурга по данным электронных протоколов аппаратно-программного комплекса диспансерного осмотра / Н. Б. Куприенко, Н. Н. Смирнова // Артериальная гипертензия. — 2018. — Т. 24, № 2. — С. 193–205. — DOI: 10.18705/1607-419X-2018-24-2-193-205.

27. Ледяев, М. Я. Ранняя диагностика скрытой артериальной гипертензии у детей подросткового возраста / М. Я. Ледяев, С. С. Мозолева, Л. К. Гавриков // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2016. — № 4. — С. 574–578.

28. Ледяев, М. Я. Регистр детей и подростков с артериальной гипертензией: база данных: свидетельство о государственной регистрации № 2020620525 / М. Я. Ледяев, Л. В. Светлова; заявитель ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России. — № 2020620525: заявл. 25.03.2020: опубл. 18.05.2020. — EDN OGJTA.

29. Леонтьева, И. В. Ранняя диагностика повышенной жесткости магистральных сосуда у подростков с функциональной патологией вегетативного генеза / И. В. Леонтьева, И. А. Ковалев, М. А. Школьников [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. — 2021. — Т. 66, № 3. — С. 52–61.

30. Максимович, Н. А. Артериальная гипертензия у детей: современная эпидемиологическая ситуация / Н. А. Максимович, А. В. Лукша, А. И. Кизелевич // Modern Science. — 2020. — № 5-3. — С. 450–454.

31. Малюжинская, Н. В. Особенности суточного профиля артериального давления и возможности доклинической диагностики артериальной гипертензии у детей с сахарным диабетом 1-го типа / Н. В. Малюжинская, К. В. Степаненко, О. В. Полякова // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2020. — № 3 (75). — С. 75–78.

32. Мацук, О. Н. Артериальная гипертензия у детей и подростков Витебского региона / О. Н. Мацук, Н. Ф. Нищаева, В. Н. Ольховикова [и др.] // Охрана материнства и детства. — 2018. — № 2 (32). — С. 19–21.

33. Микитюк, А. В. Характеристика показателей суточного мониторирования артериального давления у детей с различными типами сердечно-сосудистых заболеваний / А. В. Микитюк, Н. А. Скуратова, В. В. Федорова // Евразийский кардиологический журнал. — 2019. — № S1. — С. 122.

34. Мозолева, С. С. Изменения в миокарде у детей подросткового возраста со скрытой артериальной гипертензией / С. С. Мозолева, М. Я. Ледяев, Е. И. Шефатова, Ю. В. Иванов // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2017. — № 4 (64). — С. 87–89.

35. Мозолева, С. С. Особенности гемодинамики и ригидности артерий у детей подросткового возраста со скрытой артериальной гипертензией / С. С. Мозолева, А. Б. Амелина, М. Я. Ледяев // Вестник

Волгоградского государственного медицинского университета. — 2015. — № 4 (56). — С. 34–36.

36. Муркамилов, И. Т. Показатели центрального аортального давления, состояние прецеребральных артерий и функциональное состояние почек у лиц с высоким сердечно-сосудистым риском / И. Т. Муркамилов, В. В. Фомин, И. С. Сабиров, Ф. А. Юсупов, З. А. Айдаров // Профилактическая медицина. — 2023. — Т. 26, № 6. — С. 91–99. — DOI: 10.17116/profmed20232606191.

37. Неудахин, Е. В. Характер нарушений суточного ритма артериального давления у детей с вегетативной дисфункцией / Е. В. Неудахин, И. Г. Морено // Quantum Satis. — 2019. — Т. 1, № 2-4. — С. 74–80.

38. Посохов, И. Н. Изолированная систолическая гипертензия и амбулаторное мониторирование центрального артериального давления у детей и подростков: научное издание / И. Н. Посохов, А. С. Шарькин, И. И. Трунина. — Нижний Новгород: Деком, 2019. — 95 с. — ISBN 978-5-89533-436-2.

39. Салихов, Ш. К. Распространенность эссенциальной артериальной гипертензии у детей и подростков, проживающих в Дагестане, и содержание Mg, K, Ca, Zn, Pb в почвах и природных водах территории / Ш. К. Салихов, Д. З. Алиева, У. А. Магомедова [и др.] // Педиатрия им. Г. Н. Сперанского. — 2021. — Т. 100, № 5. — С. 203–208.

40. Сафроненко, В. А. Особенности центрального аортального давления у пациентов с артериальной гипертензией в возрасте 80 лет и старше с учетом наличия хронической сердечной недостаточности и синдрома старческой астении / В. А. Сафроненко, А. И. Чесникова // Медицинский вестник Юга России. — 2025. — Т. 16, № 1. — С. 28–38. — DOI: 10.21886/2219-8075-2025-16-1-28-38.

41. Скударнов, Е. В. Предикторы артериальных гипо- и гипертоний у школьников / Е. В. Скударнов, Ю. Ф. Лобанов, Л. А. Строзенко, О. М.

Малюга, Н. А. Дорохов, В. С. Пономарев // *Мать и Дитя в Кузбассе*. — 2024. — № 1 (96). — С. 59–65.

42. Стаценко, М. Е. Суточный профиль артериального и центрального аортального давления у пациентов с артериальной гипертензией и неалкогольной жировой болезнью печени / М. Е. Стаценко, А. М. Стрельцова // *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. — 2023. — Т. 4, № 1. — С. 61–67. — DOI: 10.21886/2712-8156-2023-4-1-61-67.

43. Томчик, Н. В. Анализ распространенности артериальной гипертензии в детской популяции г. Гродно в доковидный и в период пандемии, вызванной вирусом SARS-CoV-2 / Н. В. Томчик, Н. С. Парамонова, Л. В. Аржанович, А. И. Кизелевич // *Педиатр*. — 2022. — Т. 13, № 6. — С. 45–53.

44. Томчик, Н. В. Преимущества и недостатки суточного мониторинга артериального давления. Артериальная гипертензия у юных спортсменов / Н. В. Томчик // *Здравоохранение*. — 2022. — № 7. — С. 41–46.

45. Турсынбекова, Н. К. Артериальная гипертензия у детей и подростков в современном мире: эпидемиология, факторы риска, диагностика и подходы к лечению / Н. К. Турсынбекова // *Journal of modern medicine*. — 2025. — № 2 (9). — С. 551–557.

46. Федько, Н. А. Артериальная жесткость сосудистой стенки у подростков как маркер сердечно-сосудистого риска / Н. А. Федько, А. С. Джанибекова, Д. К. Айбазова // *Российский педиатрический журнал*. — 2022. — Т. 3, № 1. — С. 321.

47. Цветкова, Е. Е. Связь параметров центрального аортального давления, офисного и суточного артериального давления с показателями поражения органов-мишеней / Е. Е. Цветкова, Л. Д. Латынцева, А. А. Кузнецов // *Сибирский научный медицинский журнал*. — 2019. — Т. 39, № 5. — С. 102–109. — DOI: 10.15372/SSMJ20190512. — URL: http://sibran.ru/journals/issue.php?ID=177673&ARTICLE_ID=177685 (дата обращения: 13.10.2025).

48. Чубаров, Т. В. Характеристика уровня артериального давления у детей с различной массой тела / Т. В. Чубаров, В. А. Петеркова, Г. А. Батищева [и др.] // Ожирение и метаболизм. — 2022. — Т. 19, № 1. — С. 27–34.
49. Широкова, А. А. Возможности суточного мониторирования артериального давления и пробы с дозированной физической нагрузкой в диагностике артериальной гипертензии у юных атлетов / А. А. Широкова, Л. А. Балыкова, С. А. Ивянский [и др.] // Практическая медицина. — 2019. — Т. 17, № 2. — С. 74–79.
50. Шубина, М. В. Особенности показателей суточного мониторирования артериального давления у интернет-зависимых подростков / М. В. Шубина, С. Ю. Терещенко, О. Л. Москаленко // Якутский медицинский журнал. — 2024. — № 3. — С. 42–48.
51. Agbaje, A. O. Effects of Arterial Stiffness and Carotid Intima-Media Thickness Progression on the Risk of Overweight/Obesity and Elevated Blood Pressure/Hypertension: a Cross-Lagged Cohort Study / A. O. Agbaje, A. R. Barker, T. P. Tuomainen // Hypertension. — 2022. — Vol. 79, no. 1. — P. 159–169.
52. Aksit, E. Non-dipper hypertension is associated with slow coronary flow among hypertensives with normal coronary angiogram / E. Aksit, E. Gursul, F. Aydin, M. Samsa, F. Ozcelik // Cardiovascular Journal of Africa. — 2017. — Vol. 28, no. 1. — P. 14–18.
53. Al Kibria, G. M. Estimated Change in Prevalence and Trends of Childhood Blood Pressure Levels in the United States After Application of the 2017 AAP Guideline / G. M. Al Kibria, K. Swasey, A. Sharmeen, B. Day // Preventing Chronic Disease. — 2019. — Vol. 16. — P. E12.
54. Alwan, H. Epidemiology of masked and white-coat hypertension: the family-based SKIPOGH study / H. Alwan, M. Pruijm, B. Ponte [et al.] // PloS One. — 2014. — Vol. 9, no. 3. — P. e92522.
55. Augusto, L. S. Vascular function in asthmatic children and adolescents / L. S. Augusto, G. C. Silva, J. F. Pinho [et al.] // Respiratory Research. — 2017. — Vol. 18, no. 1. — P. 17.

56. Bae, S. Machine Learning-Based Prediction of Masked Hypertension Among Children With Chronic Kidney Disease / S. Bae, J. A. Samuels, J. T. Flynn [et al.] // *Hypertension*. — 2022. — Vol. 79, no. 9. — P. 2105–2113.
57. Baier, D. Parameters of pulse wave velocity: determinants and reference values assessed in the population-based study LIFE-Adult / D. Baier, A. Teren, K. Wirkner, M. Loeffler, M. Scholz // *Clinical Research in Cardiology*. — 2018. — Vol. 107, no. 11. — P. 1050–1061.
58. Bertram, S. Prevalence of masked hypertension in attended versus unattended office blood pressure measurement / S. Bertram, F. Bauer, R. Shadi [et al.] // *The Journal of Clinical Hypertension*. — 2024. — Vol. 26, no. 6. — P. 615–623.
59. Bia, D. Aortic systolic and pulse pressure invasively and non-invasively obtained: Comparative analysis of recording techniques, arterial sites of measurement, waveform analysis algorithms and calibration methods / D. Bia, Y. Zócalo, R. Sánchez [et al.] // *Frontiers in Physiology*. — 2023. — Vol. 14. — P. 1113972.
60. Bia, D. Physiological Age- and Sex-Related Profiles for Local (Aortic) and Regional (Carotid-Femoral, Carotid-Radial) Pulse Wave Velocity and Center-to-Periphery Stiffness Gradient, with and without Blood Pressure Adjustments: Reference Intervals and Agreement between Methods in Healthy Subjects (3–84 Years) / D. Bia, Y. Zócalo // *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. — 2021. — Vol. 8, no. 1. — P. 3.
61. Booth, J. N. Evaluation of Criteria to Detect Masked Hypertension / J. N. Booth, P. Muntner, K. M. Diaz [et al.] // *The Journal of Clinical Hypertension*. — 2016. — Vol. 18, no. 11. — P. 1086–1094.
62. Borchert-Mörlins, B. Cardiovascular risk factors and subclinical organ damage after hematopoietic stem cell transplantation in pediatric age / B. Borchert-Mörlins, N. Memaran, M. Sauer [et al.] // *Bone Marrow Transplantation*. — 2018. — Vol. 53, no. 8. — P. 983–992.

63. Bromfield, S. G. Ambulatory blood pressure monitoring phenotypes among individuals with and without diabetes taking antihypertensive medication: the Jackson Heart Study / S. G. Bromfield, D. Shimbo, A. G. Bertoni [et al.] // *Journal of Human Hypertension*. — 2016. — Vol. 30, no. 12. — P. 731–736.
64. Cao, T. Arterial Stiffness, Central Blood Pressure, and the Risk of Incident Stroke in Hypertensive Adults / T. Cao, Z. Cheng, Y. Wei [et al.] // *European Journal of Neurology*. — 2025. — Vol. 32, no. 5. — P. e70178.
65. Cheng, Y. B. Risk Stratification by Cross-Classification of Central and Brachial Systolic Blood Pressure / Y. B. Cheng, L. Thijs, L. S. Aparicio [et al.] // *Hypertension*. — 2022. — Vol. 79, no. 5. — P. 1101–1111.
66. Cheung, E. L. Race and Obesity in Adolescent Hypertension / E. L. Cheung, C. S. Bell, J. P. Samuel, T. Poffenbarger, K. M. Redwine, J. A. Samuels // *Pediatrics*. — 2017. — Vol. 139, no. 5. — P. e20161433.
67. Chi, C. Factors That May Impact the Noninvasive Measurement of Central Blood Pressure Compared to Invasive Measurement: The MATCHY Study / C. Chi, Y. Lu, Y. Zhou, J. Li, Y. Xu, Y. Zhang // *Journal of Personalized Medicine*. — 2022. — Vol. 12, no. 9. — P. 1482.
68. Chiolero, A. Prevalence of hypertension in schoolchildren based on repeated measurements and association with overweight / A. Chiolero, F. Cachat, M. Burnier, F. Paccaud, P. Bovet // *Journal of Hypertension*. — 2007. — Vol. 25, no. 11. — P. 2209–2217.
69. Chung, J. Prevalence of Pediatric Masked Hypertension and Risk of Subclinical Cardiovascular Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis / J. Chung, C. Robinson, L. Sheffield [et al.] // *Hypertension*. — 2023. — Vol. 80, no. 11. — P. 2280–2292.
70. Cioana, M. Prevalence of Hypertension and Albuminuria in Pediatric Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis / M. Cioana, J. Deng, M. Hou [et al.] // *JAMA Network Open*. — 2021. — Vol. 4, no. 4. — P. e216069.
71. Desbiens, L. C. Prediction of Cardiovascular Events by Pulse Waveform Parameters: Analysis of CARTaGENE / L. C. Desbiens, C. Fortier, A.

C. Nadeau-Fredette [et al.] // Journal of the American Heart Association. — 2022. — Vol. 11, no. 17. — P. e026603.

72. Diaz, A. Reference Intervals of Central Aortic Blood Pressure and Augmentation Index Assessed with an Oscillometric Device in Healthy Children, Adolescents, and Young Adults from Argentina / A. Diaz, Y. Zócalo, D. Bia, E. Cabrera Fischer // International Journal of Hypertension. — 2018. — Vol. 2018. — P. 1–19.

73. Dong, Y. Updates to pediatric hypertension guidelines: influence on classification of high blood pressure in children and adolescents / Y. Dong, Y. Song, Z. Zou, J. Ma, B. Dong, J. J. Prochaska // Journal of Hypertension. — 2019. — Vol. 37, no. 2. — P. 297–306.

74. Dost, A. 2017 American Academy of Pediatrics Clinical Practice Guideline: Impact on Prevalence of Arterial Hypertension in Children and Adolescents With Type 1 Diabetes / A. Dost, S. Bechtold, K. Fink, W. Bonfig, D. Wiemann, T. M. Kapellen [et al.] // Diabetes Care. — 2020. — Vol. 43, no. 6. — P. 1311–1318.

75. Dubey, S. R. K. Abnormal Ambulatory Blood Pressure and Early Renal Dysfunction in Sickle Cell Disease / S. R. K. Dubey, N. Shrivastava, T. Sharma, G. C. Bhatt, B. Dhingra, A. P. Pakhare [et al.] // Indian Journal of Pediatrics. — 2021. — Vol. 88, no. 6. — P. 562–567.

76. Erina, A. M. Epidemiology of Arterial Hypertension in Russian Federation – Importance of Choice of Criteria of Diagnosis / A. M. Erina, O. P. Rotar, V. N. Solntsev, S. A. Shalnova, A. D. Deev, E. I. Baranova [et al.] // Kardiologiia. — 2019. — Vol. 59, no. 6. — P. 5–11.

77. Esposito, C. Comparing Central Aortic Pressures Obtained Using a SphygmoCor Device to Pressures Obtained Using a Pressure Catheter / C. Esposito, P. Machado, I. S. Cohen [et al.] // American Journal of Hypertension. — 2022. — Vol. 35, no. 5. — P. 397–406.

78. Flechtner-Mors, M. Blood pressure in 57,915 pediatric patients who are overweight or obese based on five reference systems / M. Flechtner-Mors, H.

Neuhauser, T. Reinehr, H. P. Roost, S. Wiegand, W. Siegfried [et al.] // *The American Journal of Cardiology*. — 2015. — Vol. 115, no. 11. — P. 1587–1594.

79. Flynn, J. T. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents / J. T. Flynn, D. C. Kaelber, C. M. Baker-Smith [et al.] // *Pediatrics*. — 2017. — Vol. 140, no. 3. — P. e20171904.

80. Franklin, S. S. Masked hypertension in diabetes mellitus: treatment implications for clinical practice / S. S. Franklin, L. Thijs, Y. Li [et al.] // *Hypertension*. — 2013. — Vol. 61, no. 5. — P. 964–971.

81. Gaborieau, V. Ambulatory blood pressure monitoring versus self-measurement of blood pressure at home: correlation with target organ damage / V. Gaborieau, N. Delarche, P. Gosse // *Journal of Hypertension*. — 2008. — Vol. 26, no. 10. — P. 1919–1927.

82. Grillo, A. Short-Term Repeatability of Noninvasive Aortic Pulse Wave Velocity Assessment: Comparison Between Methods and Devices / A. Grillo, G. Parati, M. Rovina, F. Moretti, L. Salvi, L. Gao [et al.] // *American Journal of Hypertension*. — 2017. — Vol. 31, no. 1. — P. 80–88.

83. Guo, Q. H. Comparison Between Home and Ambulatory Morning Blood Pressure and Morning Hypertension in Their Reproducibility and Associations With Vascular Injury / Q. H. Guo, Y. B. Cheng, D. Y. Zhang [et al.] // *Hypertension*. — 2019. — Vol. 74, no. 1. — P. 137–144.

84. Hametner, B. Pulse Waveform Analysis: Is It Ready for Prime Time? / B. Hametner, S. Wassertheurer // *Current Hypertension Reports*. — 2017. — Vol. 19, no. 9. — P. 73.

85. Hao, G. Blood Pressure Trajectories From Childhood to Young Adulthood Associated With Cardiovascular Risk: Results From the 23-Year Longitudinal Georgia Stress and Heart Study / G. Hao, X. Wang, F. A. Treiber, G. Harshfield, G. Kapuku, S. Su // *Hypertension*. — 2017. — Vol. 69, no. 3. — P. 435–442.

86. Harbin, M. M. Measurement of Central Aortic Blood Pressure in Youth: Role of Obesity and Sex / M. M. Harbin, N. E. Hultgren, A. S. Kelly, D. R. Dengel, N. G. Evanoff, J. R. Ryder // *American Journal of Hypertension*. — 2018. — Vol. 31, no. 12. — P. 1286–1292.
87. Hardy, S. T. Blood Pressure in Childhood and Adolescence / S. T. Hardy, E. M. Urbina // *American Journal of Hypertension*. — 2021. — Vol. 34, no. 3. — P. 242–249.
88. Head, G. A. Ambulatory blood pressure monitoring is ready to replace clinic blood pressure in the diagnosis of hypertension: pro side of the argument / G. A. Head // *Hypertension*. — 2014. — Vol. 64, no. 6. — P. 1175–1181.
89. Hu, Y. Comparison of Influence of Office and 24-h Central Aortic Blood Pressure on Target Organ Damage in Hypertension / Y. Hu, H. Yang, G. Chang, Y. Bai, A. Avolio, Q. Wang [et al.] // *The Journal of Clinical Hypertension*. — 2025. — Vol. 27, no. 1. — P. e14956.
90. Hung, M. H. Prediction of Masked Hypertension and Masked Uncontrolled Hypertension Using Machine Learning / M. H. Hung, L. C. Shih, Y. C. Wang, H. B. Leu, P. H. Huang, T. C. Wu [et al.] // *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. — 2021. — Vol. 8. — P. 778306.
91. Ihm, S. H. Home blood pressure monitoring: a position statement from the Korean Society of Hypertension Home Blood Pressure Forum / S. H. Ihm, J. H. Park, J. Y. Kim [et al.] // *Clinical Hypertension*. — 2022. — Vol. 28, no. 1. — P. 38.
92. Ismailova, M. A. Arterial hypertension: the current state in Russia and worldwide. Review. Part I / M. A. Ismailova, A. D. Afanasyeva, E. V. Garbuzova, Yu. I. Ragino // *Артериальная гипертензия*. — 2024. — Т. 30, № 3. — С. 238–247.
93. Iturzaeta, A. Prevalence of masked hypertension among children with risk factors for arterial hypertension / A. Iturzaeta, L. Pompozzi, C. Casas Rey, I. Passarelli, F. Torres // *Archivos Argentinos de Pediatría*. — 2018. — Vol. 116, no. 5. — P. 328–332.

94. Jackson, S. L. Hypertension Among Youths - United States, 2001-2016 / S. L. Jackson, Z. Zhang, J. L. Wiltz, F. Loustalot, M. D. Ritchey, A. B. Goodman [et al.] // *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*. — 2018. — Vol. 67, no. 27. — P. 758–762.
95. Kahn, F. K. Vascular function and stiffness: population epidemiology and concordance in Australian children aged 11–12 years and their parents / F. K. Kahn, M. Wake, K. Lycett, S. Clifford, D. P. Burgner, G. Goldsmith [et al.] // *BMJ Open*. — 2019. — Vol. 9, no. Suppl 3. — P. 34–43.
96. Kain, H. K. Arterial Blood Pressure Measurements With a Portable Recorder in Hypertensive Patients. I. Variability and Correlation With «Casual» Pressures / H. K. Kain, A. T. Hinman, M. Sokolow // *Circulation*. — 1964. — Vol. 30. — P. 882–892.
97. Kario, K. Home Blood Pressure Can Predict the Risk for Stroke/Bleeding Events in Elderly Patients With Nonvalvular Atrial Fibrillation From the ANAFIE Registry / K. Kario, N. Hasebe, K. Okumura, T. Yamashita, M. Akao, H. Atarashi [et al.] // *Hypertension*. — 2022. — Vol. 79, no. 12. — P.
98. Kim, H. L. The 2022 focused update of the 2018 Korean Hypertension Society Guidelines for the management of hypertension / H. L. Kim, E. M. Lee, A. S. Y. Kim, K. I. Kim, H. C. Kim, J. H. Kim [et al.] // *Clinical Hypertension*. — 2023. — Vol. 29, no. 1. — P. 11.
99. Kirk, V. Hypertension and obstructive sleep apnea in Caucasian children / V. Kirk, J. Midgley, M. Giuffre, P. Ronksley, A. Nettel-Aguirre, A. Al-Shamrani // *World Journal of Cardiology*. — 2010. — Vol. 2, no. 8. — P. 251–256.
100. Kodithuwakku, V. Establishing Reference Values for Pulse Wave Velocity in Young People: The Youth Vascular Consortium / V. Kodithuwakku, M. Breslin, J. Hersant, R. M. Bruno, P. Boutouyrie, E. M. Urbina [et al.] // *Hypertension*. — 2025. — Vol. 82, no. 7. — P. 1234–1245.
101. Kollias, A. Association of Central Versus Brachial Blood Pressure With Target-Organ Damage: Systematic Review and Meta-Analysis / A. Kollias,

S. Lagou, M. E. Zeniodi, N. Boubouchairopoulou, G. S. Stergiou // *Hypertension*. — 2016. — Vol. 67, no. 1. — P. 183–190.

102. Kollios, K. Arterial stiffness in children and adolescents with masked and sustained hypertension / K. Kollios, T. Nika, V. Kotsis, K. Chrysaidou, C. Antza, S. Stabouli // *Journal of Human Hypertension*. — 2021. — Vol. 35, no. 1. — P. 85–93.

103. Kucharska-Newton, A. M. Determinants of Vascular Age: An Epidemiological Perspective / A. M. Kucharska-Newton, L. Stoner, M. L. Meyer // *Clinical Chemistry*. — 2019. — Vol. 65, no. 1. — P. 108–118.

104. Kuznetsov, A. A. Central Aortic Pressure: Reference and Diagnostic Values / A. A. Kuznetsov, E. E. Tsvetkova, D. V. Denisova, Yu. I. Ragino, M. I. Voevoda // *Kardiologiya*. — 2019. — Vol. 59, no. 3. — P. 11–17.

105. Lamarche, F. Prediction of Cardiovascular Events by Type I Central Systolic Blood Pressure: A Prospective Study / F. Lamarche, M. Agharazii, F. Madore, R. Goupil // *Hypertension*. — 2021. — Vol. 77, no. 2. — P. 319–327.

106. Ledyayev, M. Y. Validation of the BPLab(®) 24-hour blood pressure monitoring system in a pediatric population according to the 1993 British Hypertension Society protocol / M. Y. Ledyayev, O. V. Stepanova, A. M. Ledyayeva // *Medical Devices: Evidence and Research*. — 2015. — Vol. 8. — P. 115–118.

107. Lee, E. M. When and how to use ambulatory blood pressure monitoring and home blood pressure monitoring for managing hypertension / E. M. Lee // *Clinical Hypertension*. — 2024. — Vol. 30. — P. 10.

108. Lee, H. Cardiovascular Risk of Isolated Systolic or Diastolic Hypertension in Young Adults / H. Lee, Y. Yano, S. M. J. Cho, J. H. Park, S. Park, D. M. Lloyd-Jones [et al.] // *Circulation*. — 2020. — Vol. 141, no. 22. — P. 1778–1786.

109. Li, Y. Hemodynamic Characterization of Primary Hypertension in Children and Adolescents / Y. Li, H. Gu, M. D. Sinha, P. Chowienczyk // *Journal of the American Heart Association*. — 2020. — Vol. 9, no. 12. — P. e015097.

110. Liao, Y. Isolated diastolic hypertension in childhood and risk of adult subclinical target organ damage: a 30-year prospective cohort study / Y. Liao, C. Chu, Y. Wang, W. Zheng, Q. Ma, J. Hu [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2022. — Vol. 40, no. 8. — P. 1556–1563.
111. Litwin, M. Central systolic blood pressure and central pulse pressure predict left ventricular hypertrophy in hypertensive children / M. Litwin, Ł. Obrycki, A. Niemirska, J. Sarnecki, Z. Kułaga // *Pediatric Nephrology*. — 2019. — Vol. 34, no. 4. — P. 703–712.
112. Lu, Y. Trajectories of Age-Related Arterial Stiffness in Chinese Men and Women / Y. Lu, R. Pechlaner, J. Cai, H. Yuan, Z. Huang, G. Yang [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. — 2020. — Vol. 75, no. 8. — P. 870–880.
113. Lubrano, R. Impact of ambulatory blood pressure monitoring on the diagnosis of hypertension in children / R. Lubrano, S. Paoli, S. Spiga, R. Falsaperla, G. Vitaliti, I. Gentile [et al.] // *Journal of the American Society of Hypertension*. — 2015. — Vol. 9, no. 10. — P. 780–784.
114. Lurbe, E. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents / E. Lurbe, E. Agabiti-Rosei, J. K. Cruickshank [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2016. — Vol. 34, no. 10. — P. 1887–1920.
115. Lurbe, E. Masked hypertension in children and adolescents / E. Lurbe // *Current Hypertension Reports*. — 2008. — Vol. 10, no. 3. — P. 165–166.
116. Lurbe, E. Sexual dimorphism in the transition from masked to sustained hypertension in healthy youths / E. Lurbe, L. Thijs, M. I. Torro, J. Alvarez, J. A. Staessen, J. Redon // *Hypertension*. — 2013. — Vol. 62, no. 2. — P. 410–414.
117. Mancia, G. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA) / G. Mancia, R.

Kreutz, M. Brunström [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2023. — Vol. 41, no. 12. — P. 1874–2071.

118. Mancia, G. Adding Home and/or Ambulatory Blood Pressure to Office Blood Pressure for Cardiovascular Risk Prediction / G. Mancia, R. Facchetti, G. Seravalle, C. Cuspidi, G. Corrao, G. Grassi // *Hypertension*. — 2021. — Vol. 77, no. 2. — P. 640–649.

119. Mancia, G. Clinical value of ambulatory blood pressure: evidence and limits / G. Mancia, P. Verdecchia // *Circulation Research*. — 2015. — Vol. 116, no. 6. — P. 1034–1045.

120. Massella, L. Prevalence of Hypertension in Children with Early-Stage ADPKD / L. Massella, D. Mekahli, D. Paripović, L. Prikhodina, N. Godefroid, A. Niemirska [et al.] // *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. — 2018. — Vol. 13, no. 6. — P. 874–883.

121. Matsuoka, S. Masked hypertension in children and young adults / S. Matsuoka, M. Awazu // *Pediatric Nephrology*. — 2004. — Vol. 19, no. 6. — P. 651–654.

122. Mazo, A. Ambulatory Blood Pressure Patterns in Children, Adolescents, and Young Adults With Childhood-Onset Systemic Lupus Erythematosus and Normal Office Blood Pressure / A. Mazo, M. D. Duong, M. Sharma, J. Mahgerefteh, B. Goilav // *Journal of Clinical Rheumatology*. — 2022. — Vol. 28, no. 6. — P. 328–331.

123. McEniery, C. M. Isolated Systolic Hypertension in Young People Is Not Spurious and Should Be Treated: Pro Side of the Argument / C. M. McEniery, S. S. Franklin, J. R. Cockcroft, I. B. Wilkinson // *Hypertension*. — 2016. — Vol. 68, no. 2. — P. 269–275.

124. McEvoy, J. W. 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension / J. W. McEvoy, C. P. McCarthy, R. M. Bruno [et al.] // *European Heart Journal*. — 2024. — Vol. 45, no. 38. — P. 3912–4018.

125. Meng, Y. Pediatric Blood Pressure and Cardiovascular Health in Adulthood / Y. Meng, J. P. Mynard, K. J. Smith, M. Juonala, E. M. Urbina, T.

Niiranen [et al.] // *Current Hypertension Reports*. — 2024. — Vol. 26, no. 11. — P. 431–450.

126. Middeke, M. [Masked stress-induced arterial hypertension] / M. Middeke, F. Goss // *Deutsche Medizinische Wochenschrift*. — 2014. — Vol. 139, no. 48. — P. 2447–2450.

127. Milne, L. Central aortic blood pressure from ultrasound wall-tracking of the carotid artery in children: comparison with invasive measurements and radial tonometry / L. Milne, L. Keehn, A. Guilcher, J. F. Reidy, N. Karunanithy, E. Rosenthal [et al.] // *Hypertension*. — 2015. — Vol. 65, no. 5. — P. 1141–1146.

128. Mitsnefes, M. M. Can office blood pressure readings predict masked hypertension? / M. M. Mitsnefes, C. Pierce, J. Flynn, J. Samuels, J. Dionne, S. Furth [et al.] // *Pediatric Nephrology*. — 2016. — Vol. 31, no. 1. — P. 163–166.

129. Mitsnefes, M. Masked hypertension associates with left ventricular hypertrophy in children with CKD / M. Mitsnefes, J. Flynn, S. Cohn, J. Samuels, T. Blydt-Hansen, J. Saland [et al.] // *Journal of the American Society of Nephrology*. — 2010. — Vol. 21, no. 1. — P. 137–144.

130. Moons, K. G. Transparent Reporting of a Multivariable Prediction Model for Individual Prognosis or Diagnosis (TRIPOD): Explanation and Elaboration. Translation into Russian / K. G. Moons, D. G. Altman, J. B. Reitsma, J. P. Loannidis, P. Macaskill, E. W. Steyerberg, A. J. Vickers, D. F. Ransohoff, G. S. Collins // *Current Pediatrics (Вопросы современной педиатрии)*. — 2023. — Vol. 22, no. 2. — P. 109–187. — DOI: 10.15690/vsp.v22i2.2557.

131. Mokwatsi, G. G. Ethnic differences regarding arterial stiffness of 6-8-year-old black and white boys / G. G. Mokwatsi, A. E. Schutte, R. Kruger // *Journal of Hypertension*. — 2017. — Vol. 35, no. 5. — P. 960–967.

132. Murray, E. C. Vascular phenotypes in early hypertension / E. C. Murray, C. Delles, P. Orzechowski, P. Renc, A. Sitek, J. Wagenaar [et al.] // *Journal of Human Hypertension*. — 2022. — Vol. 37, no. 10. — P. 898–906.

133. Mynard, J. P. Measurement, Analysis and Interpretation of Pressure/Flow Waves in Blood Vessels / J. P. Mynard, A. Kondiboyina, R.

Kowalski, M. M. H. Cheung, J. J. Smolich // *Frontiers in Physiology*. — 2020. — Vol. 11. — P. 1085.

134. Narkiewicz, K. Masked hypertension in type 2 diabetes: never take normotension for granted and always assess out-of-office blood pressure / K. Narkiewicz, S. E. Kjeldsen, B. M. Egan, R. Kreutz, M. Burnier // *Blood Pressure*. — 2022. — Vol. 31, no. 1. — P. 207–209.

135. Nessler, K. The quality of patients' self-blood pressure measurements: a cross-sectional study / K. Nessler, A. Krztoń-Królewiecka, A. Suska, M. R. Mann, M. B. Nessler, A. Windak // *BMC Cardiovascular Disorders*. — 2021. — Vol. 21, no. 1. — P. 539.

136. Niwińska, M. M. Evaluation of Arterial Stiffness Parameters Measurement With Noninvasive Methods—A Systematic Review / M. M. Niwińska, S. Chlabicz // *Cardiology Research and Practice*. — 2024. — Vol. 2024. — P. 4944517.

137. Ntineri, A. Insight into the 24-hour ambulatory central blood pressure in adolescents and young adults / A. Ntineri, A. Kollias, M. E. Zeniodi, A. Vazeou, A. Soldatou, G. S. Stergiou // *The Journal of Clinical Hypertension*. — 2020. — Vol. 22, no. 10. — P. 1789–1796.

138. Nuttall, F. Q. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review / F. Q. Nuttall // *Nutrition Today*. — 2015. — Vol. 50, no. 3. — P. 117–128.

139. O'Rourke, M. F. Spurious systolic hypertension in youth / M. F. O'Rourke, C. Vlachopoulos, R. M. Graham // *Vascular Medicine*. — 2000. — Vol. 5, no. 3. — P. 141–145.

140. Obrycki, Ł. Evolution of isolated systolic hypertension with normal central blood pressure in adolescents—prospective study / Ł. Obrycki, J. Feber, G. Brzezińska, M. Litwin // *Pediatric Nephrology*. — 2021. — Vol. 36, no. 2. — P. 361–371.

141. Omboni, S. Hypertension types defined by clinic and ambulatory blood pressure in 14 143 patients referred to hypertension clinics worldwide. Data from the ARTEMIS study / S. Omboni, D. Aristizabal, A. De la Sierra, E. Dolan,

G. Head, T. Kahan [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2016. — Vol. 34, no. 11. — P. 2187–2198.

142. Palatini, P. How should we manage a patient with masked hypertension? / P. Palatini // *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*. — 2015. — Vol. 22, no. 1. — P. 11–16.

143. Palatini, P. Isolated systolic hypertension in the young: a position paper endorsed by the European Society of Hypertension / P. Palatini, E. A. Rosei, A. Avolio [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2018. — Vol. 36, no. 6. — P. 1222–1236.

144. Papaioannou, T. G. Accuracy of commercial devices and methods for noninvasive estimation of aortic systolic blood pressure a systematic review and meta-analysis of invasive validation studies / T. G. Papaioannou, T. D. Karageorgopoulou, T. N. Sergentanis, A. D. Protogerou, T. Psaltopoulou, J. E. Sharman [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2016. — Vol. 34, no. 7. — P. 1237–1248.

145. Parati, G. Home blood pressure monitoring: methodology, clinical relevance and practical application: a 2021 position paper by the Working Group on Blood Pressure Monitoring and Cardiovascular Variability of the European Society of Hypertension / G. Parati, G. S. Stergiou, G. Bilo, A. Kollias, M. Pengo, J. E. Ochoa [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2021. — Vol. 39, no. 9. — P. 1742–1767.

146. Penmatsa, K. R. Masked Hypertension: Lessons for the Future / K. R. Penmatsa, M. Biyani, A. Gupta // *The Ulster Medical Journal*. — 2020. — Vol. 89, no. 2. — P. 77–82.

147. Perloff, D. The prognostic value of ambulatory blood pressures / D. Perloff, M. Sokolow, R. Cowan // *JAMA*. — 1983. — Vol. 249, no. 20. — P. 2792–2798.

148. Pickering, T. G. Masked hypertension / T. G. Pickering, K. Davidson, W. Gerin, J. E. Schwartz // *Hypertension*. — 2002. — Vol. 40, no. 6. — P. 795–796.

149. Picone, D. S. How to check whether a blood pressure monitor has been properly validated for accuracy / D. S. Picone, R. Padwal, N. R. C. Campbell, P. Boutouyrie, T. M. Brady, M. H. Olsen [et al.] // *The Journal of Clinical Hypertension*. — 2020. — Vol. 22, no. 12. — P. 2167–2174.

150. Picone, D. S. Validation Status of Blood Pressure Measuring Devices Sold Globally / D. S. Picone, N. R. C. Campbell, A. E. Schutte, M. H. Olsen, P. Ordunez, P. K. Whelton [et al.] // *JAMA*. — 2022. — Vol. 327, no. 7. — P. 680–681.

151. Prytula, A. Tacrolimus Predose Concentration Is Associated With Hypertension in Pediatric Liver Transplant Recipients / A. Prytula, K. Vandekerckhove, A. Raes, D. De Wolf, J. Dehoorne, J. Vande Walle [et al.] // *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. — 2016. — Vol. 63, no. 6. — P. 616–623.

152. Puraswani, M. Clinical and Immunological Profile of Anti-factor H Antibody Associated Atypical Hemolytic Uremic Syndrome: A Nationwide Database / M. Puraswani, P. Khandelwal, H. Saini, S. Saini, B. S. Gurjar, A. Sinha [et al.] // *Frontiers in Immunology*. — 2019. — Vol. 10. — P. 1282.

153. Rabi, D. M. Hypertension Canada's 2020 Comprehensive Guidelines for the Prevention, Diagnosis, Risk Assessment, and Treatment of Hypertension in Adults and Children / D. M. Rabi, K. A. McBrien, R. Sapir-Pichhadze, M. Nakhla, S. B. Ahmed, S. M. Dumanski [et al.] // *Canadian Journal of Cardiology*. — 2020. — Vol. 36, no. 5. — P. 596–624.

154. Saladini, F. Isolated systolic hypertension of young-to-middle-age individuals implies a relatively low risk of developing hypertension needing treatment when central blood pressure is low / F. Saladini, M. Santonastaso, L. Mos, E. Benetti, N. Zanatta, G. Maraglino [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2011. — Vol. 29, no. 7. — P. 1311–1319.

155. Saladini, F. Office Pulse Pressure Is a Predictor of Favorable Outcome in Young- to Middle-Aged Subjects With Stage 1 Hypertension / F. Saladini, C.

Fania, L. Mos, A. Mazzer, E. Casiglia, P. Palatini // *Hypertension*. — 2017. — Vol. 70, no. 5. — P. 895–903.

156. Salomão, L. P. Factors associated with arterial stiffness assessed by pulse pressure amplification in healthy children and adolescents: a cross-sectional study / L. P. Salomão, G. S. Magalhães, J. F. P. da Silva, L. M. dos Santos, I. C. Gomes Moura, B. A. Rezende [et al.] // *BMC Pediatrics*. — 2023. — Vol. 23. — P. 154.

157. Salvi, P. Noninvasive Estimation of Aortic Stiffness Through Different Approaches / P. Salvi, F. Scalise, M. Rovina, F. Moretti, L. Salvi, A. Grillo [et al.] // *Hypertension*. — 2019. — Vol. 74, no. 1. — P. 117–129.

158. Savant, J. D. Arterial Stiffness in Children: Pediatric Measurement and Considerations / J. D. Savant, S. L. Furth, K. E. C. Meyers // *Pulse*. — 2014. — Vol. 2, no. 1-4. — P. 69–80.

159. Schultz, M. G. Validation Study to Determine the Accuracy of Central Blood Pressure Measurement Using the Sphygmocor Xcel Cuff Device / M. G. Schultz, D. S. Picone, M. K. Armstrong, J. A. Black, N. Dwyer, P. Roberts-Thomson [et al.] // *Hypertension*. — 2020. — Vol. 76, no. 1. — P. 244–250.

160. Scott, H. Isolated systolic hypertension in young males: a scoping review / H. Scott, M. J. Barton, A. N. B. Johnston // *Clinical Hypertension*. — 2021. — Vol. 27. — P. 12.

161. Seeman, T. Ambulatory blood pressure and hypertension control in children with autosomal recessive polycystic kidney disease: clinical experience from two central European tertiary centres / T. Seeman, R. Blažík, F. Fencl, K. Bláhová, L. Obeidová, J. Štekrová [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2022. — Vol. 40, no. 3. — P. 425–431.

162. Seeman, T. Isolated nocturnal hypertension is associated with increased left ventricular mass index in children / T. Seeman, O. Hradský, J. Gilík // *Pediatric Nephrology*. — 2021. — Vol. 36, no. 6. — P. 1543–1550.

163. Seeman, T. Masked Hypertension in Healthy Children and Adolescents: Who Should Be Screened? / T. Seeman, T. Šuláková, S. Stabouli // *Current Hypertension Reports*. — 2023. — Vol. 25, no. 9. — P. 231–242.

164. Sendzikaite, S. Antihypertensive therapy of late arterial hypertension in children following successful coarctation correction / S. Sendzikaite, R. Sudikiene, I. Lubaua, P. Silis, A. Rybak, G. Brzezinska-Rajszyś [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2022. — Vol. 40, no. 12. — P. 2476–2485.

165. Sharman, J. E. Validation of non-invasive central blood pressure devices: ARTERY Society task force consensus statement on protocol standardization / J. E. Sharman, A. P. Avolio, J. Baulmann, A. Benetos, J. Blacher, C. L. Blizzard [et al.] // *European Heart Journal*. — 2017. — Vol. 38, no. 37. — P. 2805–2812.

166. Shen, W. Race and Sex Differences of Long-Term Blood Pressure Profiles From Childhood and Adult Hypertension: The Bogalusa Heart Study / W. Shen, T. Zhang, S. Li, H. Zhang, B. Xi, H. Shen [et al.] // *Hypertension*. — 2017. — Vol. 70, no. 1. — P. 66–74.

167. Shoji, T. Invasive validation of a novel brachial cuff-based oscillometric device (SphygmoCor XCEL) for measuring central blood pressure / T. Shoji, A. Nakagomi, S. Okada, Y. Ohno, Y. Kobayashi // *Journal of Hypertension*. — 2017. — Vol. 35, no. 1. — P. 69–75.

168. Silkina, S. B. Twenty-four-hour profile of peripheral and central blood pressure in young patients with high-normal blood pressure and hypertension / S. B. Silkina, O. N. Antropova, I. V. Osipova // *Russian Journal of Cardiology*. — 2022. — Vol. 27, no. 4. — P. 4754.

169. Skinner, A. C. Prevalence of Obesity and Severe Obesity in US Children, 1999-2016 / A. C. Skinner, S. N. Ravanbakht, J. A. Skelton, E. M. Perrin, S. C. Armstrong // *Pediatrics*. — 2018. — Vol. 141, no. 3. — P. e20173459.

170. So, H. K. Association between waist circumference and childhood-masked hypertension: A community-based study / H. K. So, G. W. K. Yip, K. C.

Choi, A. M. Li, L. C. K. Leung, S. N. Wong [et al.] // *Journal of Paediatrics and Child Health*. — 2016. — Vol. 52, no. 4. — P. 385–390.

171. Sokolow, M. Relationship between level of blood pressure measured casually and by portable recorders and severity of complications in essential hypertension / M. Sokolow, D. Werdegar, H. K. Kain, A. T. Hinman // *Circulation*. — 1966. — Vol. 34, no. 2. — P. 279–298.

172. Song, P. Global Prevalence of Hypertension in Children: A Systematic Review and Meta-analysis / P. Song, Y. Zhang, J. Yu, M. Zha, Y. Zhu, K. Rahimi [et al.] // *JAMA Pediatrics*. — 2019. — Vol. 173, no. 12. — P. 1154–1163.

173. Spronck, B. 2024 Recommendations for Validation of Noninvasive Arterial Pulse Wave Velocity Measurement Devices / B. Spronck, D. Terentes-Printzios, A. P. Avolio, P. Boutouyrie, A. Guala, A. Jerončić [et al.] // *Hypertension*. — 2024. — Vol. 81, no. 1. — P. 183–192.

174. Stergiou, G. S. 2021 European Society of Hypertension practice guidelines for office and out-of-office blood pressure measurement / G. S. Stergiou, P. Palatini, G. Parati, E. O'Brien, A. Januszewicz, E. Lurbe [et al.] // *Journal of Hypertension*. — 2021. — Vol. 39, no. 7. — P. 1293–1302.

175. Stergiou, G. S. Diagnosis of hypertension in children and adolescents based on home versus ambulatory blood pressure monitoring / G. S. Stergiou, E. Nasothimiou, P. Giovas, A. Kapoyiannis, A. Vazeou // *Journal of Hypertension*. — 2008. — Vol. 26, no. 8. — P. 1556–1562.

176. Stergiou, G. S. Prevalence and predictors of masked hypertension detected by home blood pressure monitoring in children and adolescents: the Arsakeion School study / G. S. Stergiou, V. C. Rarra, N. G. Yiannes // *American Journal of Hypertension*. — 2009. — Vol. 22, no. 5. — P. 520–524.

177. Strumph, K. Nocturnal hypertension associated with stroke and silent cerebral infarcts in children with sickle cell disease / K. Strumph, M. Hafeman, S. Ranabothu, W. Gomes, S. Benitez, F. Kaskel [et al.] // *Pediatric Blood & Cancer*. — 2021. — Vol. 68, no. 5. — P. e28883.

178. Thakkar, H. V. Masked Hypertension: A Systematic Review / H. V. Thakkar, A. Pope, M. Anpalahan // *Heart, Lung and Circulation*. — 2020. — Vol. 29, no. 1. — P. 102–111.
179. Topouchian, J. Feasibility of 24-h central blood pressure monitoring: experience from multinational clinical trial assessing the efficacy of perindopril/indapamide/amlodipine / J. Topouchian, J. J. Mourad, M. De Champvallins, L. Feldmann, R. Asmar // *Journal of Hypertension*. — 2019. — Vol. 37, no. 12. — P. 2442–2451.
180. Tsai, T. Isolated systolic hypertension in Asia / T. Tsai, H. Cheng, S. Chuang, Y. Chia, A. A. Soenarta, H. V. Minh [et al.] // *The Journal of Clinical Hypertension*. — 2020. — Vol. 23, no. 3. — P. 467–474.
181. Vasan, R. S. Arterial Stiffness and Long-Term Risk of Health Outcomes: The Framingham Heart Study / R. S. Vasan, S. Pan, V. Xanthakis, A. Beiser, M. G. Larson, S. Seshadri [et al.] // *Hypertension*. — 2022. — Vol. 79, no. 5. — P. 1045–1056.
182. Virani, S. S. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report From the American Heart Association / S. S. Virani, A. Alonso, H. J. Aparicio, E. J. Benjamin, M. S. Bittencourt, C. W. Callaway [et al.] // *Circulation*. — 2021. — Vol. 143, no. 8. — P. e254–e743.
183. Vlachopoulos, C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis / C. Vlachopoulos, K. Aznaouridis, C. Stefanadis // *Journal of the American College of Cardiology*. — 2010. — Vol. 55, no. 13. — P. 1318–1327.
184. Wang, G. L. Anthropometric and lifestyle factors associated with white-coat, masked and sustained hypertension in a Chinese population / G. L. Wang, Y. Li, J. A. Staessen, L. Lu, J. G. Wang // *Journal of Hypertension*. — 2007. — Vol. 25, no. 12. — P. 2398–2405.
185. Wang, J. G. Chinese Guidelines for the Prevention and Treatment of Hypertension (2024 revision) / J. G. Wang // *Journal of Geriatric Cardiology*. — 2025. — Vol. 22, no. 1. — P. 1–149.

186. Weber, T. Twenty-Four-Hour Central (Aortic) Systolic Blood Pressure: Reference Values and Dipping Patterns in Untreated Individuals / T. Weber, A. D. Protogerou, M. Agharazii [et al.] // *Hypertension*. — 2022. — Vol. 79, no. 1. — P. 251–260.

187. Wei, F. F. Conventional and Ambulatory Blood Pressure as Predictors of Retinal Arteriolar Narrowing / F. F. Wei, Z. Y. Zhang, L. Thijs, W. Y. Yang, L. Jacobs, N. Cauwenberghs [et al.] // *Hypertension*. — 2016. — Vol. 68, no. 2. — P. 511–520.

188. Whelton, P. K. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines / P. K. Whelton, R. M. Carey, W. S. Aronow [et al.] // *Hypertension*. — 2018. — Vol. 71, no. 6. — P. 1269–1324.

189. Williams, B. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension / B. Williams, G. Mancia, W. Spiering, E. Agabiti Rosei, M. Azizi, M. Burnier [et al.] // *European Heart Journal*. — 2018. — Vol. 39, no. 33. — P. 3021–3104.

190. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants // *The Lancet*. — 2021. — Vol. 398, № 10304. — P. 957–980.

191. Yang, W. Y. Association of Office and Ambulatory Blood Pressure With Mortality and Cardiovascular Outcomes / W. Y. Yang, J. D. Melgarejo, L. Thijs, Z. Y. Zhang, J. Boggia, F. F. Wei [et al.] // *JAMA*. — 2019. — Vol. 322, no. 5. — P. 409–420.

192. Yano, Y. Masked Hypertension / Y. Yano, S. Oparil // *Current Hypertension Reports*. — 2017. — Vol. 19, no. 10. — P. 81.

193. Zinoveev, A. Aortic pressure and forward and backward wave components in children, adolescents and young-adults: Agreement between brachial oscillometry, radial and carotid tonometry data and analysis of factors associated with their differences / A. Zinoveev, J. M. Castro, V. García-Espinosa, M. Marin, P. Chiesa, D. Bia [et al.] // PloS One. — 2019. — Vol. 14, no. 12. — P. e0226709.

194. Zócalo, Y. Central Pressure Waveform-Derived Indexes Obtained From Carotid and Radial Tonometry and Brachial Oscillometry in Healthy Subjects (2-84 Y): Age-, Height-, and Sex-Related Profiles and Analysis of Indexes Agreement / Y. Zócalo, D. Bia // Frontiers in Physiology. — 2022. — Vol. 12. — P. 774390.