Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

Радциг Антон Николаевич

ОДНОСТОРОННЯЯ ТУГОУХОСТЬ У ДЕТЕЙ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Специальность: 3.1.3 - Оториноларингология.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук А.Ю. Ивойлов

Москва, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений……..…4

Введение……...5

Глава 1. Обзор литературы……...11

1.1 Эпидемиология односторонних нарушений слуха……..……11

1.2 Этиологические факторы……12

1.3 Классификация нарушений слуха……...……...……22

1.4 Диагностика нарушений слуха…..……...……...……24

1.5 Лечение/коррекция односторонних нарушений слуха……...….27

Глава 2. Материалы и методы……..……...…....31

2.1 Общая характеристика обследованных пациентов..……...….....31

2.2. Методы исследования пациентов..…….....….....36

2.3 Методы статистической обработки…….....44

Глава 3. Результаты обследования детей разных возрастных периодов с использованием общедоступных/рутинных аудиологических методов исследования…….....46

3.1 Результаты исследования этиологических и эпидемиологических факторов односторонней тугоухости у детей……46

3.2. Результаты сбора жалоб и анамнеза……48

3.3. Результаты акуметрии ……...50

3.4. Результаты акустической импедансометрии……...……52

3.5. Результаты исследования слуха методом камертональных проб…….53

3.6. Результаты исследования слуха методом тональной пороговой аудиометрии……..…….....57

Глава 4. Новый метод универсального слухового скрининга 60

4.1. Программа-игра «SON-AR» – онлайн-проверка слуха…….....65

4.2. Описание методики исследования слуха с помощью программы-игры SON-AR.…….67

Глава 5. Результаты исследования слуха с помощью программы-игры «SON-AR»……..77

5.1. Возможности программы-игры «SON-AR» в оценке состояния слуховой функции детей и подростков ……...……77

5.2. Возможности программы -игры «SON-AR» в диагностике различных нарушений слуха…….....82

5.3. Потенциал использования программы -игры «SON-AR» у пациентов с аутизмом/расстройствами аутистического спектра (РАС) …….……..96

5.4.Оценка программы -игры «SON-AR» пациентами……...……...98

Заключение……...……101

Выводы……..……...……111

Практические рекомендации……..……...…….112

Список литературы……..……...…….113

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ОТ – односторонняя тугоухость

ОАЭ – отоакустическая эмиссия

ТПА – тональная пороговая аудиометрия

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

РФ – Российская Федерация

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Бинауральный слух дает возможность человеку воспринимать окружающую звуковую информацию в полном объеме (в том числе в шумной обстановке), локализовать источник звука, а у детей способствует обучению и становлению речи, гармоничному умственному и психическому развитию, полноценной социализации [35,36,49,55]. Главным отличием односторонней тугоухости (ОТ) от двусторонней является наличие здорового (нормально слышащего) уха, способного компенсировать утраченные функции больного.

Анализ медицинской литературы показывает, что до конца второй половины XX века практически отсутствовали работы, посвященные изучению одностороннего нарушения слуха у детей. В начале XXI века был проведен ряд исследований [11,46,64,67,68], продемонстрировавших последствия поздно выявленной или некорректированной ОТ, такие как задержка речевого развития, скудный в сравнении с ровесниками словарный запас, отставание в учебе, трудности восприятия информации на слух, а также - следовавшие из этого проблемы с психическим развитием, снижение самооценки и качества жизни ребенка. [3,17, 63]

Наметившийся с конца 90 годов XX века интерес к проблеме ОТ сохраняется и в наши дни, что подтверждает рост числа публикаций, посвященных этой проблеме: за 10 лет (с 1990 по 1999 год) согласно базе данных Pubmed опубликовано 565 работ, а с 2020 по 2023 год -уже 1477. Мнения авторов расходятся: одни [3, 13, 17, 46,68,54,75] считают, что ОТ снижает качество жизни и требует дополнительных коррекционных мер и индивидуального подхода в обучении; другие [41,59,30], что здоровое ухо в достаточной мере способно компенсировать утраченные функции больного и качество жизни, и развитие таких детей не страдает. Возможная задержка

речевого развития, возникновение трудностей в обучении и т.п. может быть следствием сопутствующих заболеваний, которые часто встречаются у детей с ОТ [3, 60].

Ретроспективный анализ 16108 пациентов с установленным односторонним снижением слуха доказал, что маскировка тугоухости за счет компенсаторной работы здорового уха значительно затрудняет процесс выявления и диагностики данной патологии [31], а универсальный аудиологический скрининг (регистрация отоакустической эмиссии), проводимый всем новорожденным, в ряде случаев не выявляет врожденную ОТ [31]. Чаще всего отоакустическая эмиссия не регистрируется при патологии периферического отдела слуховой системы.

На сегодняшний день в мире отсутствует общепринятый алгоритм выявления односторонних нарушений слуха у детей, а авторы, занимающиеся данной проблемой, подчеркивают необходимость разработки скринингового тестирования для диагностики односторонних нарушений слуха у ребенка, которого считают здоровым [60].

Необходимость исследования этиологических и эпидемиологических факторов развития ОТ, возможности разработки алгоритма выявления больных общедоступными методами представляется актуальным на сегодняшний день.

Цель исследования: повышение эффективности диагностики односторонних нарушений слуха у детей с помощью разработки метода массового доврачебного слухового скрининга.

Задачи исследования:

1. Изучить частоту встречаемости и этиологические факторы односторонних нарушений слуха у детей при односторонней острой и хронической патологии уха.

2. Оценить эффективность существующих методов исследования слуха у детей разных возрастных периодов в диагностике односторонней тугоухости.
3. Разработать метод массового слухового скрининга односторонних нарушений слуха у детей, не требующий участия врача и наличия специализированного оборудования.
4. Оценить эффективность использования метода массового доврачебного слухового скрининга у детей с односторонними нарушениями слуха

Научная новизна работы

1. Впервые в РФ проведен сравнительный анализ эффективности существующих методов исследования слуха у детей разных возрастных периодов в плане выявления односторонней тугоухости/глухоты.
2. Впервые разработан метод массового слухового скрининга односторонних нарушений слуха у детей с помощью программы-игры «SON-AR», не требующий участия врача, размещенной в сети интернет с доступом из любой точки планеты.
3. Определена эффективность использования оригинальной программы-игры «SON-AR» в диагностике односторонней тугоухости у детей разных возрастных периодов.

Практическая значимость работы

Применение предложенных методов диагностики тугоухости в разных возрастных группах у детей повысит выявляемость односторонних нарушений слуха.

Внедрение разработанной методики исследования слуха с использованием оригинальной программы-игры «SON-AR», размещенной в сети интернет в открытом доступе, повысит выявляемость односторонних нарушений слуха у детей, позволит своевременно начать медицинскую реабилитацию и/или лечение, включая хирургическое.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Отсутствие жалоб пациента и клинической симптоматики не исключает возможности наличия односторонней тугоухости/глухоты у ребенка.

2. Существующие инструментальные методы исследования слуха показывают достаточную эффективность диагностики односторонней тугоухости у детей с 4 летнего возраста на врачебном этапе.

3. Способ массового доврачебного слухового скрининга с помощью программы «SON-AR» обладает высокой чувствительностью и может быть использован для диагностики скрытых форм односторонней тугоухости у детей с 3 лет 6 месяцев.

Внедрение результатов исследования в практику

Способ выявления односторонних нарушений слуха внедрён в практическую работу оториноларингологического отделения и консультативно-диагностического центра ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ», ЛОР-отделения ГБУЗ Морозовская ДГКБ ДЗМ, ЛОР-отделения ГБУЗ ДГКБ святого Владимира ДЗМ.

Основные результаты исследования включены в программу обучения на кафедре оториноларингологии педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России при проведении теоретических и практических занятий для студентов, клинических ординаторов и аспирантов.

Личный вклад автора

Автором сформирована программа диссертационного исследования, проведен анализ состояния проблемы по данным литературных источников, обоснована актуальность работы, разработана идея метода слухового скрининга с помощью компьютерной программы-игры «SON-AR». Автор лично выполнял клиническое обследование и диагностические ЛОР-

манипуляции, провел аудиологический скрининг всех пациентов, испытал методику исследования слуха с помощью программы-игры «SON-AR», провел статистическую обработку и оформил полученные результаты в самостоятельный законченный научный труд.

Апробация результатов исследования

Основные результаты и материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на: ENT World Congress - IFOS (Париж, Франция, 2017); 6th Bulgarian-Italian Rhinology friendship meeting & 1st Pediatric ORL conference (София, Болгария, 2017); 4th Congress of Confederation of European Otorhinolaryngology – Head and Neck Surgery (CEORL –HNS) (Барселона, Испания, 2017); научно- практической конференции «Инновационные технологии в диагностике нарушений слуха и реабилитации больных с тугоухостью и глухотой» (Москва, 2022); научно-практической конференции «Современные аспекты диагностики и лечения в оториноларингологии» (Москва, 2022г); VI Всероссийском форуме с международным участием «Междисциплинарный подход к лечению заболеваний головы и шеи» (Москва, 2022г); X юбилейном международном междисциплинарном конгрессе по заболеваниям органов головы и шеи (Москва, 2022); XI и XII Петербургском форуме оториноларингологов России (Санкт-Петербург 2022, 2023); XXI и XXII Российском конгрессе с международным участием «Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии» (Москва, 2022, 2023); XXI и XXII Российском конгрессе по оториноларингологии «Преображенские чтения. Детская оториноларингология, связь времен, связь специальностей» (Москва, 2022, 2023); 30th Congress of Union of the European Phoniatricians (Antalya, Turkey 2023); XI Общероссийской конференции «FLORES VITAE. Педиатрия и неонатология» (Москва, 2023г); конференции "Междисциплинарный подход оказания экстренной медицинской помощи детям с патологией ЛОР-органов" (Москва, 2023г); ежегодной научно-практической конференции оториноларингологов ЦФО «Актуальные

вопросы оториноларингологии и аллергологии» приуроченной к 80-летию Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова (Москва, 2023г); Пленуме правлений научно-практических обществ оториноларингологов, педиатров и челюстно-лицевых хирургов Московской области (Москва, 2023).

Аппробация работы состоялась на заседании сотрудников кафедры оториноларингологии педиатрического факультета ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России и НИЛ клинической и экспериментальной детской оториноларингологии НИИ клинической хирургии 28.12.2023 (протокол № 211/227)

Публикации

По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, из них 5 - в центральной печати, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 2 учебных пособия. Получено свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023623907 от 13.11.2023, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023688894 от 25.12.2023.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 122 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, трех глав собственных исследований, заключения, выводов и практических рекомендаций. Список литературы включает 79 библиографических источников, в том числе 28 работ отечественных и 51 зарубежных авторов. Диссертация иллюстрирована 30 рисунками и 23 таблицами.

Глава 1. Обзор литературы

1.1 Эпидемиология односторонних нарушений слуха.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) около полумиллиарда человек имеют снижение слуха, а к 2050 году прогнозируется увеличение числа людей с тугоухостью до 2,5 миллиардов человек, из которых 700 миллионам потребуется медицинская реабилитация [39,58]. В настоящее время ВОЗ считает, что как минимум 34 миллиона детей в возрасте до 15 лет имеют тугоухость, способную привести к инвалидизации, при этом 7,5 миллионов из них младше 5 лет [58].

Примерная частота врожденной сенсоневральной потери слуха (>40 дБ) составляет 1,86 на 1000 новорожденных в развитых странах, из которых 30–40% носит односторонний характер [20]. Данные статистики разнятся в зависимости от региона исследования и цели исследователя. Например, в Индии дети с тугоухостью составляют 1,6-8,8:1000 новорожденных и 7-49,18:1000 новорожденных детей при наличии факторов риска. Распространенность потери слуха в целом в детской популяции в Индии колеблется от 6,6% до 16,47%. Наиболее частой причиной ее развития был средний отит [74].

Считается, что более высокая встречаемость нарушений слуха связана с недофинансированием систем здравоохранения развивающихся стран, однако, обследование детей арктических районов Канады продемонстрировало, что даже в наиболее развитых и богатых странах диагностика нарушений слуха может быть затруднена в силу иных причин (отсутствие ЛОР-врачей и сурдологов, отсутствие дорог и сообщения с «большой землей») [19]. По результатам обследования детей школьного возраста оказалось, что частота встречаемости нарушений слуха в Северных районах Канады была в 3 раза выше, чем в остальных областях. Таким образом можно предположить, что основную роль в своевременной диагностике нарушений слуха играет доступность

оториноларингологической помощи для населения, а не степень развития экономики. Также обращает на себя внимание возможность обнаружения локальных очагов, в которых частота встречаемости нарушений слуха значительно превышает средний показатель в силу внешних причин. В качестве примера можно привести исследование, проведенное в деревнях ловцов жемчуга на побережье Чили. Население этих деревень в основном состоит из ныряльщиков, которые ежедневно проводили большое количество времени под водой и были подвержены постоянным баротравмам. Соответственно, число пациентов с диагностированным нарушением слуха в тех популяциях было значительно выше средних значений по стране [44].

Исследование распространенности нарушений слуха также проводились и в РФ. По мнению отечественных авторов, частота встречаемости нарушений слуха в России составляет примерно 1-3:1000 новорожденных детей, а частота встречаемости односторонней тугоухости составляет 1:1000 новорожденных [27,11,26]. Несмотря на проводимый в 3 этапа аудиологический скрининг новорожденных и детей грудного возраста, проблема приобретенных нарушений слуха, особенно односторонних, остается актуальной.

1.2 Этиологические факторы

Причины, вызывающие одно- и двустороннюю тугоухость схожи [47,78], отличается, в основном, частота встречаемости отдельных факторов. Большинство факторов риска по развитию врожденной ОТ аналогичны факторам риска развития тугоухости и глухоты новорожденных: недоношенность, низкий вес при рождении, гестационный сахарный диабет у матери, гипербилирубинемия, признаки синдромов, ассоциированных с нарушением слуха, отягощенный семейный анамнез (близкородственные браки, наличие снижение слуха у близких родственников), фетальный алкогольный синдром [50]. Но у пациентов с ОТ чаще выявляются многочисленные врожденные пороки развития черепа и височной кости [47],

а при двустороннем нарушении слуха особое внимание обращают на отягощенный семейный анамнез [47].

Частота встречаемости различных этиологических факторов будет разниться в зависимости от вида тугоухости (сенсоневральная, кондуктивная, смешанная), давности возникновения процесса (врожденная, приобретенная), а также длительности (острая, хроническая (стабильная или прогрессирующая)). Таким образом, у ребенка с врожденной аномалией строения внутреннего уха со стойкой врожденной сенсоневральной глухотой и у ребенка с острым экссудативным средним отитом, этиология ОТ будет совершенно разной.

1.2.1. Врожденные пороки развития уха

Считается, что основной причиной развития врожденной односторонней сенсоневральной тугоухости/глухоты являются пороки развития лицевого скелета [29], в то время как при двустороннем поражении первопричиной становятся генетические аномалии [19].

Аномалии развития уха подразделяются на группы в зависимости от уровня поражения: пороки наружного, среднего и внутреннего уха, а также аномалии развития звукопроводящих путей.

1.2.1.1. Пороки развития наружного уха

Это группа редких заболеваний с частотой встречаемости 1-2:10 000 новорожденных [72]. Обычно выражаются в виде различных синдромальных состояний с поражением анатомических структур уха на одной стороне [20]. К их числу относят:

- Синдром Конигсмарка – аутосомно- рецессивное заболевание, проявляющееся тремя признаками: микротией, атрезией наружного слухового прохода, кондуктивной тугоухостью III-IV степени [20].

- Синдром Голденхара – может быть аутосомно-рецессивным, аутосомно-доминантным заболеванием или обладать мультифакторным типом наследования. Данная патология сопровождается нарушениями не только развития наружного и среднего уха на одной стороне, но и часто нарушением развития цепи слуховых косточек с другой [20].
- Синдром Тричера-Коллинза – это врожденный порок развития черепно-лицевой области. Сопровождается микротией или анотией, атрезией наружного слухового прохода или аномалиями развития слуховых косточек, деформацией скул, глаз, подбородка [20].

1.2.1.2. Пороки развития среднего уха

Это редкая группа болезней с частотой встречаемости 0,5 – 0,6:10 000 человек [6]. Выявляемость врожденных пороков развития среднего уха, по данным авторов, составляет 1-6% среди всего населения, те порядка 22% от числа всех аномалий ЛОР-органов [6]. Важной особенностью данной группы является случайное обнаружение порока во время проведения диагностической тимпанотомии [57,69]. Обычно локальный порок до операции принимают за адгезивный отит или отосклероз (у взрослых).

Существует большое количество классификаций изолированных пороков среднего уха, так как многие отохирурги пытались создать свой вариант с разной степенью успешности (например, классификации R. Charachon et al., S. Kösling et al., K. Park и Y.H. Choung). В отечественной литературе в соответствии с классификацией, основанной на данных КТ височных костей, предложенной Х.М. Диабом [6], их делят на следующие группы:

- аномалии развития молоточка и/или наковальни при подвижном стремени

- различные аномалии среднего уха при наличии неподвижной подножной пластинки стремени
- различные аномалии среднего уха при отсутствии подножной пластинки стремени

Проявления пороков наружного и среднего уха: [7]:

- Аномалии стремени: полное отсутствие окна преддверия, отсутствие кольцевидной связки, недоразвитие ножек стремени, недоразвитие наковальне-стременного сочленения, варианты аплазии или гипоплазии стремени и т.д.
- Аномалии молоточка -наиболее частыми являются: гипоплазия головки и рукоятки молоточка, фиксация их к костным стенкам аттика, полное отсутствие молоточка или рукоятки, сопровождающееся синостозом с барабанным кольцом.
- Аномалии развития наковальни - отсутствие/гипоплазия длинного отростка, сочетающееся с полным отсутствием контакта в области наковальне-стременного сочленения, нарушение развития наковальне-стременного сочленения, а также нарушение расположения длинного отростка и др.

Дополнительные сложности для отохирурга во время оперативного вмешательства на среднем ухе [7] могут создавать аномально расположенные лицевой нерв и барабанная струна.

1.2.1.3. Пороки развития внутреннего уха

В отличие от пороков развития наружного и среднего уха, которые чаще носят односторонний характер (около 50-60% случаев), врожденные аномалии внутреннего уха могут быть как односторонними, так и двусторонними [8]. Как уже было сказано выше, некоторые отохирурги предлагали свои варианты классификаций, базировавшиеся на разных

подходах. Внедрение широкомасштабного использования методов лучевой диагностики височной кости в исследовании тугоухости позволило обнаружить новые виды пороков [8], а также разработать наиболее современные на данный момент классификации - R. K. Jackler [48], N. Marangos [56] и L. Sennaroglu [66]. Последняя приведена подробно (Таблица 1.1).

Таблица 1.1. Основные группы и конфигурации кохлеовестибулярных аномалий по L. Sennaroglu [11,14]

Основные группы	Конфигурация
Аномалии улитки	Аномалия Michel, аплазия улитки, общая полость, неполное разделение тип I, гипоплазия улитки, неполное разделение тип II, нормальная улитка
Аномалии преддверия	Преддверие: отсутствие, гипоплазия, расширение (включая аномалию Michel и общую полость)
Аномалии полукружных каналов	Отсутствие, гипоплазия, увеличенные размеры
Аномалии внутреннего слухового прохода	Отсутствие, узкий, расширенный
Аномалии водопроводов преддверия и улитки	Расширенный, нормальный

L. Sennaroglu предложил разделить все пороки на 5 групп (Таблица 1.1) в зависимости от стадии эмбриогенеза, на которой произошел сбой. Классификация же аномалий улитки включает 2 варианта, гипоплазию и неполное разделение.

Варианты гипоплазии улитки составляют группу пороков развития внутреннего уха, при которых сохраняется четкая дифференциация между улиткой и преддверием (Таблица 1.2).

Таблица 1.2. Варианты гипоплазии улитки

Основные группы	Конфигурация
CH-I	Улитка представлена в виде маленького бутона, исходящего из внутреннего слухового прохода. Отсутствует модиоллюс и внутриулитковые перегородки
CH-II	Нормальный контур улитки, изменения модиолюса и перегородк улитки, расширенный водопровод преддверия, патология подножной пластинки стремени
CH-III	Улитка имеет менее 2 оборотов, модиолюс укорочен, контур улитки в норме. Гипоплазия преддверия и полукружных каналов. Водопровод улитки может отсутствовать.
CH-IV	Гипоплазия среднего и апикального завитков улитки. Смещение тимпанального фрагмента канала лицевого нерва.

Аномалия - общая полость - представляет собой одиночное овальной или округлой формы образование (неразделенную улитку и преддверие). Полукружные каналы могут быть развиты или существовать в виде рудиментов. При данном пороке у пациента отмечается односторонняя

сенсоневральная глухота. При наличии единого кохлеовестибулярного нерва таким больным возможно проведение КИ. [8,50,52,38].

Синдром расширенного водопровода преддверия — это аномалия внутреннего уха, отличающаяся широким спектром возможных клинических проявлений, часто сочетающаяся с другими заболеваниями. Предполагается, что за счет расширенного эндолимфатического протока может происходить заброс эндолимфы в улитковый проток, приводящий к нарушению нормального движения ликвора в эндолимфатической системе, нарушению водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса эндолимфы, приводящего к повреждению нейроэпителия, тугоухости и глухоте [32,12].

1.2.2. Пороки развития проводящих путей слухового анализатора

Среди аномалий, вызывающих ОТ, односторонняя аплазия/гипоплазия слухового нерва и его ветвей встречается чаще других, сопровождается глухотой на стороне поражения. Аплазией/гипоплазией слухового нерва считается состояние, при котором слуховой нерв не визуализируется на МРТ либо его канал меньшего диаметра в сравнении с нормой. Обычно данная патология сопровождается структурными аномалиями лабиринта, но может встречаться и без них, что дополнительно затрудняет диагностику при отсутствии МРТ с высоким разрешением и КТ височных костей [29,62].

В отдельную группу выделяют слуховую нейропатию/диссинхронию. Это состояния, характеризующиеся нарушением или искажением проведения сигнала по проводящим путям [37]. Характерно успешное прохождение теста ОАЭ, отсутствие КСВП или регистрация только на стимулах большой интенсивности даже при низких тональных порогах слуха. У таких пациентов отмечается снижение разборчивости шепотной и разговорной речи [45].

1.2.3. Новообразования головного мозга, как причина ОТ.

Описано, что даже небольшие бессимптомные новообразования головного мозга (глиома, шваннома, нейрофиброма) могут вызывать одностороннюю тугоухость за счетнеудачного расположен прорастания во внутренний слуховой проход и сдавления ствола VIII пары черепных нервов [34].

1.2.4. Инфекционная этиология тугоухости

Сенсоневральная тугоухость может быть результатом перенесенных вирусных и бактериальных инфекций, вызывающих как дву-, так и одностороннее снижение слуха. Вирусную этиологию тугоухости чаще всего связывают с цитомегаловирусной инфекцией. В настоящее время это наиболее частая причина врожденной тугоухости и одна из причин прогрессирующей тугоухости после рождения (примерно 10-20% новорожденных с подтвержденной потерей слуха) [61].

Герпес-вирусы, вирус ветряной оспы, вирус паротита способны провоцировать развитие тугоухости, при чем для них характерен именно односторонний вариант поражении [60,5] (Таблица 1.3).

Таблица 1.3. Тип и вид тугоухости в зависимости от инфекционного агента [по 56].

Вирусная инфекция	Тип тугоухости	Вид тугоухости Односторонняя/двусторонняя
Цитомегаловирус	Сенсоневральная	Двусторонняя
Краснуха	Сенсоневральная	Двусторонняя
ВИЧ	Сенсоневральная	Двусторонняя/односторонняя
Вирус простого герпеса	Сенсоневральная/кондуктивная	Двусторонняя/односторонняя
Varicella zoster	Сенсоневральная	односторонняя
Вирус паротита	Сенсоневральная	односторонняя

По мнению авторов, среди детей, перенесших острый бактериальный менингит, в 28,1% случаев развивается односторонняя сенсоневральная потеря слуха [40].

1.2.5. Другие этиологические факторы приобретенной односторонней тугоухости

1.2.5.12. Прием ототоксических препаратов

Прием ототоксических препаратов (антибиотиков аминогликозидного ряда, петлевых диуретиков, противоопухолевых препаратов, содержащих производные платины и др.) приводит к развитию приобретенной сенсоневральной тугоухости. Чаще всего данные группы лекарственных средств назначаются глубоко недоношенным детям, которые после рождения проходят лечение в условиях ОРИТ и получают терапию, включающую в себя перечисленные препараты по витальным показаниям. [5]

1.2.5.12. Профессиональная ОТ.

Приобретенная ОТ может развиться вследствие профессиональных вредностей. Наиболее частой причиной профессиональной приобретенной сенсоневральной тугоухости является повреждение внутреннего уха за счет чрезмерного шумового воздействия, превышающего допустимые санитарно-гигиенические нормы. Одним из примеров таких профессий является работа пилотом гражданской авиации [22]. Исследования, проведенные в Австралии, показали во много раз повышенную встречаемость нарушений слуха у дайверов. В связи с часто получаемыми баротравмами (в результате несчастного случая или систематического нарушения техники безопасности) порядка 50-60% из числа обследованных дайверов имели выраженную высокочастотную сенсоневральную тугоухость с одинаковым соотношением одностороннего и двустороннего поражения (50:50%) [42].

1.2.6. Воспалительные заболевания среднего уха.

У детей, в силу анатомических особенностей есть предрасположенность к развитию отитов на фоне воспалительной патологии полости носа и носоглотки. Экссудативный средний отит, составляющий 75,1-80% всех негнойных средних отитов у детей [19] и проявляющийся в виде тугоухости двустороннего или одностороннего характера, является основной причиной снижения слуха у детей на территории РФ [19]. Кондуктивная тугоухость у детей выявляется значительно чаще, чем сенсоневральная, что было доказано при обследовании детей в республике Йемен (в 87,1% случаев тугоухость была кондуктивной, в 12,9 % - сенсоневральной) [1]. Экссудативный средний отит и хронический гнойный средний отит являются самыми частыми причинами кондуктивной ОТ у детей считают и другие исследователи. [1] При рецидивировании или хронизации процесса изначально временная кондуктивная тугоухость может перейти в стойкую. Именно в этой группе требуется активное выявление ОТ, так как отиты, не сопровождающиеся болевым синдромом, могут длительное время оставаться недиагностированными, не проявляться поведенческими признаками сниженного слуха и не вызывать подозрений у родителей и педагогов.

1.2.7. Идиопатическая ОТ.

В 35-60% всех случаев диагностированного одностороннего нарушения слуха установить этиологический фактор даже после проведения полного обследования не представляется возможным [37].

Таким образом этиология одно- и двусторонних нарушений слуха во многом схожа, хотя есть и значительные отличия, такие как более высокая частота встречаемости при ОТ врожденных пороков развития, которые в силу наличия здорового уха с противоположный стороны, а также отсутствия у ребенка опыта бинаурального слуха, способствуют достижению

социальной компенсации и латентному течению. Речевое и интеллектуальное развитие педиатрических пациентов с односторонним нарушением слуха не вызывает беспокойство у родителей, педагогов, врачей. Обычно за речевое и интеллектуальное развитие детей с нормальным слухом на одной стороне врачи, педагоги и родители почти спокойны. Опасность такого состояния для здоровья и жизни практически не рассматривается. При этом существует ряд состояний (порок развития – аномалия общая полость, врожденная холестеатома), сопровождающихся скрытым односторонним нарушением слуха и требующих своевременной диагностики и хирургического лечения.

1.3 Классификация нарушений слуха

В основу классификаций нарушений слуха могут быть положены разные факторы [15, 16, 21, 76]:

1. По этиологическому фактору выделяют:

•наследственную тугоухость (генетически обусловленная – моногенная и мультифакторная)

• врожденную тугоухость (пороки развития)

• приобретенную тугоухость (заболевания, травмы, воздействие вредных веществ)

2. По связи с синдромальными заболеваниями - несиндромальная и синдромальная

3. По типу наследования:

• аутосомное наследование (аутосомно-рецессивный/аутосомно-доминантный типы);

• Х-сцепленное наследование

• митохондриальное наследование

• сочетанное наследование

4. По характеру тугоухости – кондуктивная, сенсоневральная и смешанная.

5. По уровню поражения:

• периферическая

• центральная

6. По стороне поражения - одностороннее и двустороннее нарушение слуха

7. По динамике ухудшения слуха - прогрессирующая (повышение порогов на 10 дБ и более на четырех частотах от 0,5 до 4 кГц в течение 5 лет) флюктуирующая и стабильная.

8. По сравнению порогов восприятия между ушами выделяют симметричную и асимметричную (различия порогов воздушного звукопроведения более 15 дБ между ушами минимум на двух частотах) тугоухость.

9. По связи с наличием речевых навыков - прелингвальная и постлингвальная

10. По степени тяжести.

Существует несколько классификаций тугоухости по степеням тяжести, в настоящее время принята Международная классификация тугоухости (Таблица 1.4).

Таблица 1.4. Международная классификация тугоухости

Степень тугоухости	Описание
I степень (минимальная)	средняя потеря слуха от 26 до 40 дБ
II степень (умеренная)	средняя потеря слуха от 41 до 55 дБ
III степень (среднетяжелая)	средняя потеря слуха от 56 до 70 дБ (восприятие громкой речи у уха)
IV степень (тяжелая)	средняя потеря слуха от 71 до 90 дБ (восприятие крика у уха)
глухота (глубокая)	средняя потеря слуха свыше 91 дБ (речь не воспринимается)

1.4 Диагностика нарушений слуха

Методы аудиологического обследования принято разделять на субъективные и объективные (Таблица 1.5).

Таблица 1.5. Классификация методов исследования слуха у детей

Методы исследования	
Субъективные	Объективные
Исследование шепотной и разговорной речи	Исследование безусловных рефлексов
Камертональные пробы	Акустическая импедансометрия
Тональная пороговая аудиометрия	Отоакустическаяя эмиссия
	Регистрация слуховых вызванных потенциалов

Исследование слуха у детей имеет ряд особенностей. По данным разных авторов, аудиологическое обследование у дошкольников почти полностью исключает использование субъективных методов исследования слуха в силу недостаточного развития пациентов [24]. У грудных детей исследуют слух исключительно с помощью объективных методов, при этом обследование требует соблюдения методических условий (в состоянии физиологического сна) [23].

1.4.1 Исследование безусловных рефлексов проводится у грудных детей. При проведении тестов исследуют различные реакции ребенка на звуковые раздражители, проявляющиеся в виде рефлексов, таких как рефлекс Моро, изменение дыхания, пульса, зрачковый рефлекс, а также повороты головы и глаз в сторону источника звука [23].

1.4.2 Тест разборчивости шепотной и разговорной речи у детей является одним из наиболее часто используемых методов субъективного исследования

слуха. По данным авторов [23,26], начинать проводить такое исследование можно с возраста 5 лет в относительно звукоизолированном помещении.

1.4.3 Камертональные пробы у детей

В отечественной литературе представлены данные об использовании камертональных проб у детей, однако, большинство исследователей заявляют о целесообразности использования данного метода только у школьников, так как проведение камертональных проб у детей дошкольного возраста и моложе невозможно или сильно затруднено [18,23].

1.4.4 Тональная пороговая аудиометрия

Данный метод является основным способом исследования слуха у детей старше 7 лет [18,23,24]. У детей младшего возраста при необходимости проводят игровую аудиометрию, то есть адаптированный вариант тональной пороговой аудиометрии. Для ее проведения требуются много времени и сил для обучения ребенка и выработки у него условного рефлекса в виде реакции (кнопкой, голосом, перекладыванием игрушек, поднятием руки) в ответ на звуковой раздражитель, при этом сохраняется вероятность неудачи и риск неточных ответов. Медицинских организаций, обладающих всем необходимым оборудованием, а также специалистами, умеющими выполнять игровую аудиометрию, немного. Это сурдологические центры и реже кабинеты в городских детских поликлиниках.

1.4.5 Импедансометрия

Данный метод является общедоступным и используется для оценки состояния среднего уха у детей любого возраста, позволяет выявить заболевания (экссудативный средний отит, тубоотит), являющиеся самой частой причиной снижения слуха у детей, а также служит для проведения дифференциальной диагностики кондуктивной и сенсоневральной тугоухости.

1.4.6 Отоакустическая эмиссия

Данное исследование представляет собой регистрацию ответа наружных волосковых клеток, возникающую в ответ на звуковой раздражитель, что является отражением их нормального функционирования [18,23,24]. Отоакустическая эмиссия - метод универсального скрининга, входит в отечественные и зарубежные стандарты исследования слуха у детей. Это основной метод исследования слуха у новорожденных. Сложность при его выполнении заключается в необходимости соблюдения режима тишины, вследствие чего у маленьких детей обследование проводится в состоянии физиологического сна.

1.4.7 Электрофизиологические тесты

Для оценки функции проводящих путей слухового анализатора исследуют слуховые вызванные потенциалы, которые в зависимости от локализации генераторов и времени возникновения разделяют на следующие классы [2]:

- потенциалы улитки (регистрируются при проведении электрокохлеографии),

  коротколатентные (стволомозговые)

- слуховые вызванные потенциалы (КСВП)
- среднелатентные СВП и длиннолатентные (корковые) СВП
- когнитивные потенциалы.

Данная группа исследований используется для выявления нарушений слуха у детей грудного, ясельного возраста, а также при центральных нарушениях слуха [2].

1.4.8 Методы лучевой диагностики

Преимущества использования КТ и МРТ в диагностике причин нарушений слуха, а также при проведении предоперационной подготовки не вызывают сомнений. КТ является основным методом диагностики при осложненном течении острых, а также при хронических воспалительных заболеваниях уха, позволяет визуализировать все анатомические структуры височной кости.

МРТ позволяет оценить мягкие ткани, вещество головного мозга, а также диагностировать образования височной кости [4]. Для оценки состояния уха от специалиста лучевой диагностики требуется хорошее владение обоими способами исследования. В настоящее время на территории РФ проходит тестирование технология «FUSION», которая с помощью программного обеспечения позволяет объединять два исследования в одно, тем самым упрощая и повышая диагностику патологии уха [4].

1.4.9 Диагностика нарушений слуха с помощью генетических тестов

Основной причиной двусторонней врожденной тугоухости являются генетические мутации [25], в России в основном гена GJB2, приводящие к доречевой двусторонней тяжелой тугоухости в 52% случаев и проявляющаяся только нарушением слуха [25]. Существующие генетические тесты позволяют не только проводить своевременную диагностику данной патологии, ускорить начало лечебных и реабилитационных мероприятий, но и давать прогноз о состоянии слуха будущих детей у носителей мутации данного гена [25].

1.5 Лечение/коррекция односторонних нарушений слуха

Эффективного лечения односторонней тугоухости зачастую не существует. При этом потребность в педагогической поддержке и разработке индивидуальной программы обучения в группе детей с ОТ (особенно с правосторонней) [58], в 4 раза выше, чем у здоровых одноклассников [70]. При одностороннем нарушении слуха степень проявления проблем может

сильно варьировать у детей даже со сходными результатами аудиологического обследования и причины этого явления до конца не ясны. Основную роль в процессе компенсации больного уха обеспечивает второе нормально слышащее ухо [77].

К существующим мерам поддержки и коррекции детей с ОТ относят регулярный аудиологический скрининг (рекомендуется проверять слух 3-4 раза в год у детей младше 2 лет, 2-3 раза в год у детей от 2-5 лет и 1-2 раза в год у детей старше 5 лет [5]), оценку слухоречевого развития ребенка, обучение родителей методике правильного общения с ребенком. Особое внимание обращают на необходимость выстраивания благоприятной акустической обстановки дома (общаться лицом к лицу, контролировать уровень шума в помещении, отдавать приоритет звукопоглощающим материалам в квартире (ковры, занавески и т.д [5])) и в учебных заведениях (детям должны быть предоставлены места за 2-3 партой, хуже слышащее ухо должно быть обращено к стене или окну [53]).

Вопрос слухопротезирования остается открытым, так как связан с материальными затратами и трудностью значимого звукоусиления, мешающее здоровому уху. По данным литературы используют методы, описанные ниже.

1.5.1 FM-системы

FM-системы помогают справиться с одной из главных проблем детей с ОТ – разборчивостью речи в шумной обстановке. Хорошо себя показали FM-системы, улучшающие соотношение интенсивностей речевого сигнала относительно шумового. По мнению ряда авторов, монауральные FM-системы являются наиболее эффективными среди прочих [70].

1.5.2 Аппараты костного звукопроведения

Уже более 30 лет существует способ слухопротезирования пациентов с кондуктивной и смешанной тугоухостью с помощью аппаратов костной

проводимости, впервые предложенные A. Tjellstrom [71]. Возможен вариант ношения аппарата без костной имплантации и, соответственно, хирургического вмешательства, позволяющего снизить слуховой порог на 10-15 дБ. за счет прямой передачи звука через кости черепа. Более 100 тысячам человек по всему миру имплантированы аппаратами костного звукопроведения, минимальный возраст для установки аппарата на кости свода черепа 4 года, когда толщина кости в месте имплантации уже достигает 3 мм [20].

1.5.3 Кохлеарная имплантация у детей с ОТ

В 2019 году в США в список показаний для проведения кохлеарной имплантации была добавлена односторонняя сенсоневральная глухота [65]. Целью оперативного вмешательства стало восстановление бинаурального слуха и недопущение реорганизации мозгового вещества у детей на фоне односторонней глухоты. По данным авторов, исследование слуха у детей после проведенного оперативного вмешательства показало значительное улучшение локализации источника звука и повышение разборчивости речи в шумной обстановке. Несмотря на первые успехи, данный вариант слуховой коррекции у детей с ОТ является новым веянием и требует дополнительного исследования [20].

Резюме

Этиология односторонних и двусторонних нарушений слуха схожа. Основной причиной врожденной ОТ являются пороки развития черепа. Диагностические подходы при нарушениях слуха идентичны вне зависимости от количества пораженных ушей. Для диагностики ОТ доступен весь спектр объективных и субъективных методов исследования в зависимости от возраста ребенка. Сенсоневральная ОТ может быть последствием перенесенной вестряной оспы, паротита или быть осложнением бактериального менингита. Приобретенная острая ОТ у детей

часто бывает на фоне воспалительных заболеваний среднего уха. На сегодняшний день не удается установить этиологию ОТ в 35-60% случаев. Проблема односторонних нарушений слуха у детей (особенно подходы к ее ранней диагностике) изучена недостаточно, о чем и заявляют авторы, публикующие работы по данной проблеме. В диагностике ОТ любым аудиологическим способом очень важно помнить о переслушивании и выполнять правила маскировки. Как раз у детей раннего возраста возможность исследования с маскировкой весьма сложна в субъективном тестировании, поэтому основными методами являются объективные.

Глава 2. Материалы и методы исследования.

Исследование выполнено на базе оториноларингологического отделения ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» (главный врач – к.м.н. Афуков И.И.) кафедры оториноларингологии педиатрического факультета ФГАОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" МЗ РФ (ректор - академик РАН, д.б.н. Лукьянов С.А., заведующий кафедрой – д.м.н. Полунин М.М.) с января 2022 по сентябрь 2023 гг.

2.1 Общая характеристика обследованных пациентов.

В соответствии с поставленными целью и задачами нами было обследовано 1527 (N) детей из числа пациентов, госпитализированных в оториноларингологическое отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» с января 2022 по сентябрь 2023 гг., среди которых 1111 (72,7%) с острой и хронической патологией уха и 416 (27,3%) с другой патологией ЛОР-органов без нарушения слуха, в возрасте от 2 лет 4 месяцев до 17 лет 11 месяцев. Среди них было 911 (59,7%) мальчиков и 616 (40,3%) девочек.

Диссертационная работа была проведена в три последовательных этапа: первый - оценка этиологических факторов и частоты встречаемости разных видов ОТ; второй - сравнение эффективности существующих субъективных и объективных методов исследования слуха в различные периоды детства; третий - разработка и валидация программы массового доврачебного слухового скрининга «SON-AR» и оценка ее эффективности.

I этап исследования.

Оценка этиологических факторов и частоты встречаемости разных видов ОТ была проведена среди 996 пациентов (597 мальчиков , 399 девочек) с патологией уха, госпитализированных в оториноларингологическое

отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» с января 2022 года по декабрь 2022 года.

Критерии включения:

- наличие патологии уха

- пациенты мужского и женского пола от 2 лет 4 месяцев до 17 лет 11 месяцев

- наличие подписанного законным представителем и/или пациентом с 14 лет добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

Критерии исключения:

- возраст младше 2 лет 4 месяцев и старше 18 лет

- отсутствие подписанного добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

II этап исследования

Сравнение эффективности существующих субъективных и объективных методов исследования слуха проведено у 531 ребенка (314 мальчиков и 217 девочек) разных возрастных периодов, госпитализированных в оториноларингологическое отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» с января 2023 года по сентябрь 2023 года. Исследование слуха проводилось нами во время пребывания детей в отделении.

В рамках второго этапа использовался алгоритм обследования, включавший:

- сбор анамнеза
- клинический ЛОР-осмотр
- исследование разборчивости шепотной и разговорной речи

- три камертональные пробы (сравнительная, Ринне и Вебера) с использованием камертонов С128, С256, С512, С1024
- тимпанометрия и регистрация акустических рефлексов
- тональная пороговая аудиометрия

Мы изначально не рассчитывали на эффективное использование тональной пороговой аудиометрии у детей младшего возраста, поэтому дошкольникам и детям преддошкольного возраста предпринимались попытки выполнения игровой аудиометрии в условиях аудиологического кабинета оториноларингологического отделения без привлечения сурдопедагога.

Критерии включения:

- пациенты мужского и женского пола от 2 лет 4 месяцев до 17 лет 11 месяцев

- наличие подписанного законным представителем и/или пациентом с 14 лет добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

Критерии исключения:

- возраст младше 2 лет 4 месяцев и старше 18 лет

- отсутствие подписанного добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

III этап исследования

Разработка, валидация и оценка эффективности программы массового доврачебного слухового скрининга «SON-AR» в диагностике односторонней тугоухости у 531 ребенка (314 мальчиков , 217 девочек) разных возрастных периодов, госпитализированных в оториноларингологическое отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» с января 2023 года по сентябрь 2023 года.

Критерии включения и исключения не отличались от 2 этапа.

В ходе работы обследуемые пациенты (n=531; II и III этапы) были разделены на группы по периодам детства на основе классификации Н.П. Гундобина, модифицированной нами в соответствии с задачами исследования:

- преддошкольный период (от 2 лет 4 месяцев до 3 лет 11 месяцев) – 54 ребенка (33 мальчика и 21девочка)
- дошкольный период (от 4 лет до 6 лет 11 месяцев) – 169 детей (114 мальчиков и 55 девочек)
- школьный период (от 7 лет до 17 лет 11 месяцев) – 308 детей (170 мальчиков и 138 девочек)

В своей классификации Н.П. Гундобин выделял младший, средний и старший школьный возраст. В соответствии с сформулированными задачами мы объединили 3 указанные возрастные группы в одну, назвав ее «дети школьного возраста».

Возрастная и гендерная характеристика исследуемых пациентов представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Гендерно-возрастная характеристика исследуемых пациентов (n=1527).

Пол	Возрастной период				
	2года 4 месяца -3 года	4 года-6 лет 11 месяцев	7 лет -17 лет 11 месяцев	n	%
Мальчики	93 (61.0%)	330 (67.5%)	488 (55.2%)	911	59,7
Девочки	60 (39.0%)	159 (32.5%)	397 (44.8%)	616	40,3

Всего	153 (10%)	489 (32%)	885 (58%)	1527	100

Распределение пациентов в зависимости от наличия-отсутствия патологии различных отделов уха представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Распределение по нозологиям заболеваний уха (n=1527).

Патология	n = 1527	%
Острая патология (931; 61,8%)		
Острый гнойный средний отит	522	34,3
Острый наружный отит	164	10,8
Острый катаральный средний отит	94	6,1
Острый экссудативный средний отит	87	5,7
Инородное тело уха	26	1,7
Острый тубоотит	15	1
Острая сенсоневральная тугоухость	12	0,8
Открытая рана уха	8	0,5
Посттравматический острый средний отит	3	0,2
Хроническая патология (180; 11,4%)		
Хронический экссудативный средний отит	89	5,8
Хронический гнойный средний отит	69	4,5
Свищ ушной раковины	7	0,5
Атрезия наружного слухового прохода	5	0,3
Адгезивный средний отит	2	0,1
Аномалия ушной раковины (лопоухость, микротия)	2	0,1
Стеноз наружного слухового прохода	1	0,05

Экзостоз наружного слухового прохода	1	0,05
Аномалия общая полость	1	0,05
Врожденная холестеатома	1	0,05
Односторонняя тугоухость/глухота неясной этиологии	2	0,1
С другой патологией ЛОР-органов (416; 27,3 %)		
Без нарушения слуха	416	27,3
Итого		
Всего	1527	100

При некоторых заболеваниях ведущим симптомом была боль (острый средний отит), при других диагноз известен с рождения (микротия). Но при ряде заболеваний первым и единственным симптомом было снижение или отсутствие слуха на одной стороне, осознать которое и/или пожаловаться на него дети не могли, а поведенческие признаки были не сформированы или мало заметны.

Поэтому стало очевидно, что для выявления ОТ требуется особый способ, доступный, наглядный, безопасный и исследованный в отношении детей разных возрастов и уровней развития, в идеале общедоступный (не требующий участия врача и наличия специального оборудования).

Разработка и валидация такой программы составила 3 этап исследования, потребовавший в том числе привлечения детей из числа пациентов ЛОР-отделения без нарушения слуха. В рамках выполнения данного этапа был обследован 531 ребенок и подросток.

2.2. Методы исследования пациентов

Всем пациентам было проведено комплексное клинико-аудиологическое обследование с помощью наиболее часто используемых в практике субъективных и объективных методов исследования слуха.

2.2.1 Сбор жалоб и анамнеза

Перед началом осмотра проводился стандартный сбор анамнеза. Родителям предлагался набор вопросов для выявления жалоб со стороны ЛОР-органов (беседа с ребенком проводилась при возможности). Повышенное внимание уделялось состоянию слуха у ребенка - проведение аудиологического скрининга, сбор информации про перенесенные эпизоды отитов и травм, перенесенные инфекции (цитомегаловирусная, инфекционный паротит и другие). Сбор дополнительного анамнеза позволил уточнить наличие/число отитов или тугоухости в прошлом.

2.2.2 Осмотр ЛОР-органов

Осмотр ЛОР-органов проводился по общепринятой методике и включал переднюю риноскопию, мезофарингоскопию - оценивалось состояние слизистой оболочки, анатомических ориентиров. Особое внимание уделено проведению отоскопии. Дополнительно выполнено эндоскопическое исследование носа и носоглотки.

2.2.3 Исследование разборчивости шепотной и разговорной речи

Всем пациентам проводилась оценка состояния слуха с помощью исследования разборчивости шепотной речи. Данный тест относится к числу наиболее известных, доступных и часто используемых субъективных методов исследования слуха у детей и взрослых. Лучше слышащее ухо заглушалось (наушником, трещоткой).

2.2.4 Оценка слуха с помощью камертональных проб

Существует более 20 камертональных проб, используемых в различных целях, например, для отличия симуляции тугоухости от реального заболевания, определения кондуктивного или сенсоневрального снижения слуха, а также уровня поражения слухового анализатора [26].

Третьей задачей исследования было изучение эффективности выявления одностороннего нарушения слуха у детей, поэтому тесты, разработанные для симулянтов, не рассматривались и не использовались. При составлении собственной тестовой панели мы делали выбор на основе известных всем камертональных проб:

- Швабаха – измерение костной звукопроводимости. Ножка звучащего камертона устанавливается на сосцевидный отросток пациента. Задачей обследуемого было сообщить, когда он перестал слышать звук камертона, после чего врач с нормальным слухом проводил аналогичный замер, установив камертон но свой сосцевидный отросток. При сравнении длительности звукового восприятия делалось заключение о характере тугоухости. При кондуктивной тугоухости пациент слышал звук так же как врач, а при сенсоневральной меньше времени врача [26].
- Бинга – сравнение костной звукопроводимости при открытом или обтурированном наружной слуховом проходе. При проведении опыта ножка камертона устанавливается на сосцевидный отросток. Убедившись, что пациент слышит звук, врач обтурирует наружный слуховой проход со стороны исследуемого уха путем нажатия на козелок. В норме при закрытом слуховом проходе звук воспринимается как более громкий - в таком случае проба Бинга положительная (во всех остальных случаях – отрицательная). Считается, что этот метод определяет кондуктивное снижение слуха, равное 9 Дб и более на частоте 512 Гц [26].
- Ринне – самая известная камертональная проба, используемая для дифференциальной диагностики кондуктивной и сенсоневральной тугоухости. Опыт заключается в сравнении костной и воздушной проводимости, для чего камертон одной частоты сначала располагают рядом с ушной раковиной, а затем ножку камертона

устанавливают в области сосцевидного отростка. При нормальном слухе или сенсоневральной тугоухости звук слышится лучше перед ушной раковиной, т.е. проба Ринне положительная. При наличии кондуктивного снижения слуха слышимость лучше за ухом, что соответствует отрицательной пробе Ринне. Для уточнения характера тугоухости и локализации поражения, опыт Ринне лучше сочетать с одномоментным проведением пробы Вебера [26].

- Льюиса – ножка камертона устанавливается на задний корень скулового отростка височной кости, а затем на козелок с той же стороны. По версии автора звук остается слышимым при всех формах кондуктивной и сенсоневральной тугоухости, кроме состояний сопровождающихся анкилозом стремени. Данный метод является менее чувствительным, чем проба Ринне [26].
- Федеричи – ножку камертона попеременно устанавливают на козелок, обтурируя наружный слуховой проход, а затем в области сосцевидного отростка. В норме и при сенсоневральной тугоухости проба Федеричи положительная, т.е. звук с козелка воспринимается как более громкий. При кондуктивной тугоухости проба будет отрицательной, соответственно, звук с сосцевидного отростка будет казаться громче [26].
- Вебера - метод является наиболее информативным при односторонней тугоухости. Ножка камертона устанавливается в области темени, по средней линии головы. При кондуктивном варианте поражения слышимость звука лучше со стороны хуже слышащего уха, а при сенсоневральном, со стороны лучше слышащего уха. Опыт становится более информативным при сочетанном проведении с другими пробами [26].
- Желле – оценка костного звукопроведения при повышении давления в наружном слуховом проходе. В норме громкость звука будет снижаться на фоне повышения давления [26].

Считается, что применение субъективных методик, в силу возрастных особенностей, часто затруднено или не вполне достоверно, особенно у детей младше 7 лет. В рамках исследования нас интересовала возможность использования перечисленных и доступных субъективных акустических методов для выявления скрытых односторонних нарушений слуха у детей разного возраста. Особое внимание было уделено исследованию слуха с помощью камертонов, который, по-нашему мнению, является простым в выполнении.

При подборе камертональных проб для тестовой панели мы изначально планировали использовать комбинацию из тестов Ринне, Вебера и Федеричи [26]. Пробы Ринне и Вебера хорошо воспринимались большинством пациентов, были показательны и информативны в плане постановки диагноза, а также быстро выполнимы. А вот проведение теста Федеричи оказалось сложным даже для пациентов школьного возраста.

Поэтому нам было необходимо подобрать/создать такую тестовую панель из камертональных проб, которая позволила бы рутинно, быстро и эффективно заподозрить наличие одностороннего снижения слуха у детей и подростков и могла бы быть использована у пациентов, начиная с преддошкольного возраста.

При разработке тестовой панели мы руководствовались следующими критериями:

- быстрота и простота проведения в каждый период детства
- минимизация манипуляций с ребенком для снижения риска испуга или негативной реакции на осмотр.
- возможность заподозрить наличие тугоухости определенной локализации и вида поражения

Взяв за основу рекомендованную во взрослой практике тестовую панель, состоящую из проб Вебера, Ринне и Федеричи, мы намеренно

исключили последнюю, заменив ее на более простое, но крайне показательное для наших задач исследование. Во взрослой практике проба Федеричи в основном используется для примерного уточнения размера костно-воздушного интервала, что безусловно информативно. Учитывая, что проведение камертональных тестов у детей сопряжено с рядом особенностей (быстрая утомляемость, сложность удержания внимания, невозможность выполнения сложных команд у детей младшего возраста, высокий уровень отвлекаемости), была необходимость заинтересовать ребенка для участия в исследовании. Основной задачей камертонального исследования у детей является выявление самого факта наличия тугоухости, установление степени и формы снижения слуха можно (и нужно) уточнить с помощью объективных методов. В связи с вышеперечисленным от дополнительного усложнения исследования с целью установки примерной, а не точной, величины костно-воздушного интервала, решено было воздержаться. Взамен мы использовали пробу, названную нами сравнительной, суть которой интуитивно понятна ребенку и позволяет сразу заподозрить наличие одностороннего снижения слуха.

2.2.4.1. Описание и методика проведения сравнительной пробы.

Врач показывает камертон и объясняет ребенку, что в руках у врача - музыкальный инструмент, который он будет либо подносить по очереди к каждому из ушей или (при наличии двойного набора камертонов) держать одновременно около каждого уха ребенка (рис 2.1).



Рисунок 2.1. Проведение сравнительной камертональной пробы у девочки 5 лет с помощью камертона С128.

Задача пациента - сказать одинаково ли хорошо он слышит звук каждым из ушей (и слышит ли вообще) или по-разному. При выполнении теста у маленьких детей первое предъявление звука носило тестовый характер, а вторая и третья попытка уже позволяли оценить состояние (симметричность) слуха. Особенностью данной пробы является простота поставленной задачи для ребенка.

При одновременном предъявлении двух звучащих камертонов ребенок также быстро понимал, если громкость звуков отличается в каком-то из ушей.

2.2.5. Тимпанометрия

Тимпанометрия выполнялась всем пациентам за исключением ситуаций, когда проведение исследования было невозможно (наличие перфорации барабанной перепонки или негативной реакции ребенка на

осмотр). Исследование проводилось на устройстве AT-235 (Interacoustics, Дания).

2.2.6 Тональная пороговая аудиометрия

Метод тональной пороговой аудиометрии является общепризнанным в России и мире. Тональная пороговая аудиометрия выполнялась в звукоизолированной камере на клиническом двухканальном аудиометре AC-40 (Interacoustics, Дания) с акустическими динамиками SP 90 (Interacoustics, Дания) частотно-модулированным тоном с шагом в 5 Дб в диапазоне частот от 250 до 8000 Гц. Оборудование лицензировано в РФ для проведения аудиологического обследования у пациентов. В ходе проведения исследования определялись пороги костного и воздушного звукопроведения. Интерпретация полученных результатов выполнена в соответствии с Международной классификацией тугоухости.

Распределение пациентов, прошедших 2 и 3 этапы по полу и возрастным периодам представлено в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Гендерно-возрастная характеристика пациентов прошедших 2 и 3 этапы исследования (n=531).

Период детства	Мальчики n =314	Девочки n =217	Итого (по периоду детства*) n =531
2 года 4месяца -3 года 11 месяцев	32 (59,3%)	22 (40,7%)	54 (100%*)
4 года - 6лет 11месяцев	114 (67,5%)	55 (32,5%)	169 (100%*)
7 лет-17 лет 11 месяцев	168 (54,5%)	140 (45,5%)	308 (100%*)

2.3 Методы статистической обработки

Сбор данных, их последующая коррекция, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel (2016). Статистическая обработка результатов проводилась средствами языка Питон (Python 3.9.). Для расчетов были использованы встроенные функции из модулей Statsmodels.api и Scipy. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использовался критерий Шапиро-Уилка. Проверка на нормальности распределения показала, что данные в исследовании не имеют нормального распределения. Поэтому в дальнейшем расчеты производились методами непараметрической статистики.

В качестве центра распределения была посчитана медиана, а в качестве показателей вариации – квартили (Me [Q1; Q3]). Для сравнения двух несвязанных выборок использовался U-критерий Манна-Уитни. Для сравнения трех и более несвязанных выборок использовался критерий Краскела-Уоллиса, являющийся непараметрической альтернативой однофакторного дисперсионного анализа.

В случае описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, полученные данные объединялись в вариационные ряды, в которых проводился расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD).

Результаты качественных признаков выражены в абсолютных числах с указанием долей (%). Сравнение номинальных данных в группах проводилось при помощи критерия $\chi 2$ Пирсона. В тех случаях, когда количество ожидаемых наблюдений в любой из ячеек четырехпольной таблицы было менее 10, для оценки уровня значимости различий использовался точный критерий Фишера.

Корреляционный анализ

С целью изучения взаимосвязи между явлениями, представленными дихотомическими данными использовался метод – расчет коэффициента корреляции Мэтьюса. Интерпретация полученных значений корреляции производится по Шкале Чеддока (таблица 2.4).

Таблица 2.4. Шкала Чеддока

Значения коэффициента корреляции r	Характеристика тесноты корреляционной связи
менее 0,1	связь отсутствует
0,1-0,3	слабая
0,3-0,5	умеренная
0,5-0,7	заметная
0,7-0,9	высокая
0,9-0,99	весьма высокая

Коэффициент корреляции Мэтьюса дополнен 95% доверительным интервалом (ДИ). 95% доверительный интервал рассчитывался методом Бутстреп (Bootstrap) при выборке 1000 экземпляров.

Для оценки качества шкал относительно друг друга использованы следующие критерии: точность, чувствительность специфичность. Различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Глава 3. Результаты обследования детей разных возрастных периодов с использованием общедоступных/рутинных аудиологических методов исследования.

3.1 Результаты исследования этиологических и эпидемиологических факторов односторонней тугоухости у детей

С января по декабрь 2022 года в оториноларингологическое отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» госпитализировано 996 пациентов с острой и хронической патологией уха. По результатам проведенного клинико-аудиологического обследования выявлено 565 случаев ОТ (56,8%), с двусторонней – 419 (42%) и 12 (1,2%) без нарушения слуха (рис. 3.1).

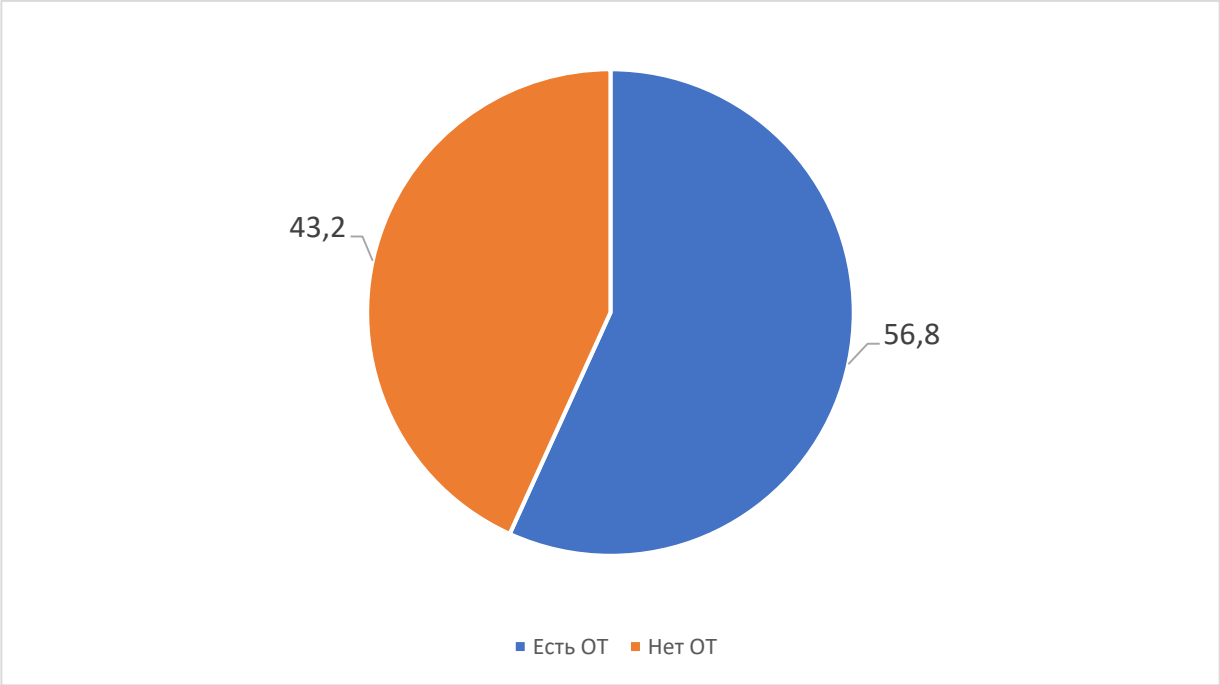


Рисунок 3.1. Распределение пациентов с выявленным односторонним нарушением слуха (ОТ).

Высокая частота встречаемости односторонних нарушений слуха в ЛОР-отделении городской больницы была ожидаемой. Основной задачей этапа было оценить этиологические факторы, а также тип односторонней тугоухости, развивавшейся при конкретных заболеваниях. Помимо

Международной классификации тугоухости (ее использовали для определения степени тугоухости), мы подразделяли ОТ на острую, и хроническую, которая могла быть стабильной или прогрессирующей (Таблицы 3.1 и 3.2).

Таблица 3.1. Частота встречаемости различных видов ОТ (n=565).

Вид тугоухости	Частота встречаемости (абс. число (%))
Односторонняя кондуктивная (n=558, 98,8%)	
острая	447 (79,1%)
хроническая	111 (19,7%)
Односторонняя сенсоневральная (n=7, 1,2%)	
хроническая	7 (1,2%)

Кондуктивная ОТ была зарегистрирована значительно чаще сенсоневральной (98,8% и 1,2% соответственно) и наиболее частой причиной её был острый средний отит (Таблица 3.2). Несмотря на преобладание острого снижения слуха, отсутствие своевременной диагностики может создать возможность для перехода в хроническую форму.

Таблица 3.2. Заболевания уха, сопровождавшиеся ОТ (n=565).

Заболевания, вызвавшие тугоухость	Частота встречаемости (абс. число (%))
Односторонняя кондуктивная острая (447; 79,1%)	
Острый средний отит	430 (76,1%)
Инородное тело уха	9 (1,6%)
Туботит	5 (0,9%)
Травма уха	3 (0,5%)

Односторонняя кондуктивная хроническая (111; 19,6%)	
Экссудативный/адгезивный средний отит	64 (11,4%)
Хронический гнойный средний отит	42 (7,4%)
Односторонняя атрезия наружного слухового прохода	4 (0,7%)
Врожденная холестеатома	1 (0,1%)
Односторонняя сенсоневральная хроническая (7; 1,2%)	
Односторонняя сенсоневральная тугоухость	6 (1,1%)

Наиболее часто встречалась острая кондуктивная ОТ (79,1%), которая у большинства (430 (76,1%)) детей была вызвана течением острого среднего отита, Реже причиной острой кондуктивной ОТ были инородное тело наружного слухового прохода (1,6%), туботит (0,9%), и травма уха с перфорацией барабанной перепонки (0,5%).

Хроническая кондуктивная ОТ была диагностирована у 111 пациентов (19,6%), из которых у 64 (11,4%) протекала на фоне негнойного среднего отита (экссудативная или адгезивная форма) в качестве сопутствующей патологии у детей с гипертрофией аденоидов, хронического гнойного среднего отита (42 ребенка, 7,4%).

С односторонней хронической сенсоневральной тугоухостью дети госпитализировались крайне редко (n=7, 1,2%). У одного ребенка с хронической ОТ был диагностирован врожденный порок развития улитки, установленным по данным КТ височной кости после госпитализации больного в ОРИТ с бактериальным менингитом.

3.2 Результаты сбора жалоб и анамнеза.

Из 531 ребенка, обследованного в рамках II этапа, 108 (20,3%) пациентов (или их родители) предъявляли жалобы на снижение слуха: преддошкольники - 10 пациентов (9,2%, 7 мальчиков и 3 девочки);

дошкольники – 39 (3,6%, 27 мальчиков и 12 девочек); школьники – 59 (54,6%, 37 мальчиков и 22 девочки).

Распределение их в зависимости от периода детства представлено на рис 3.2.

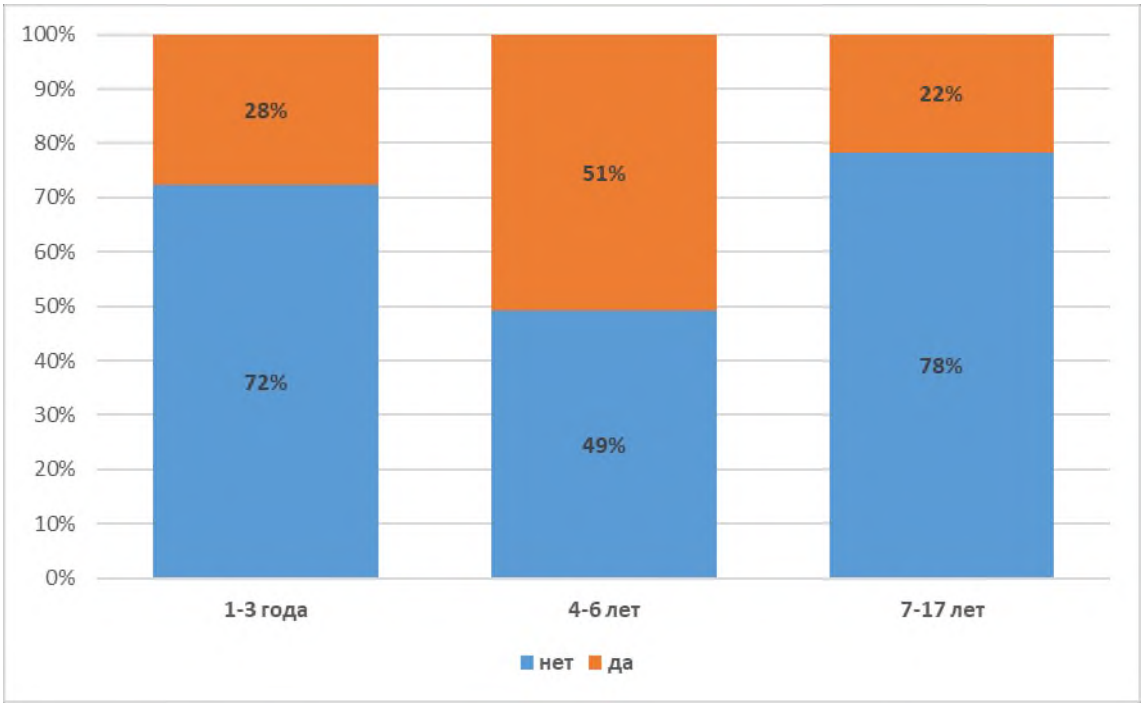


Рисунок 3.2. Распределение частоты жалоб на снижение слуха у пациентов в разных возрастных группах.

Также нами было оценено наличие жалоб на снижение слуха на момент осмотра (рис 3.3.).

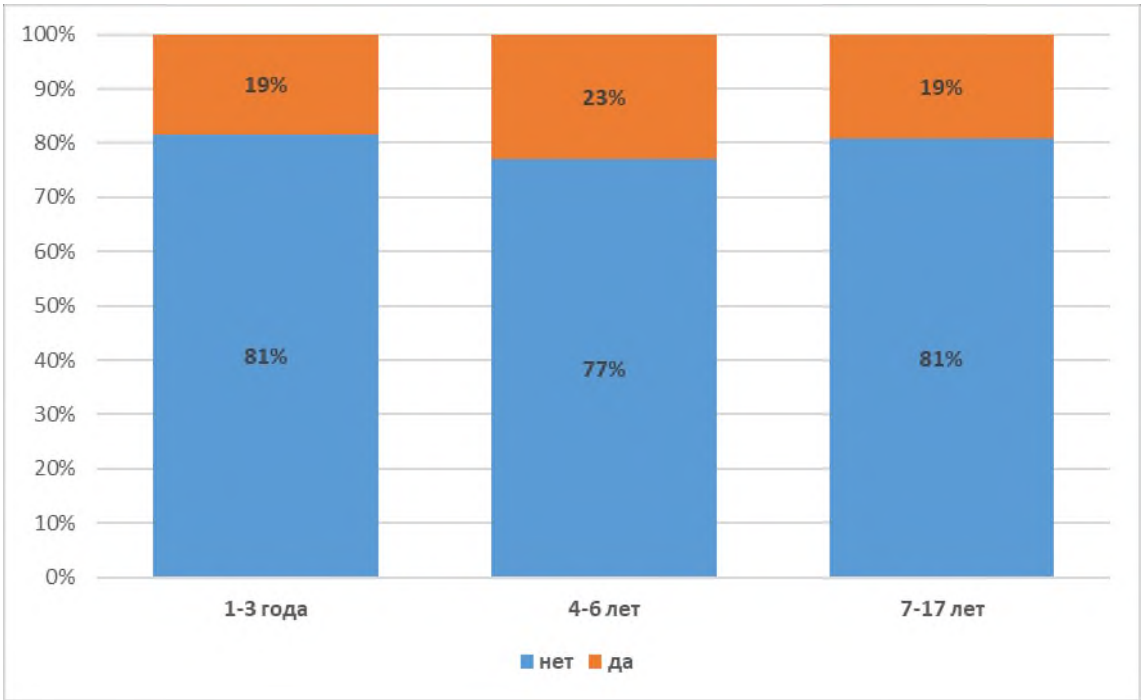


Рисунок 3.3. Наличие жалоб на снижение слуха на момент осмотра у детей разных возрастных периодов

Наибольший процент жалоб был в группе дошкольников (23%).

Во время сбора анамнеза нас интересовало наличие у пациентов эпизодов отитов в прошлом. Согласно полученным нами данным у 164 (30,8%) пациентов в анамнезе были эпизоды отитов.

3.3. Результаты акуметрии

Успешное выполнение теста разборчивости шепотной речи не представляло трудности не представляло трудностей у пациентов, начиная с 3 лет 6 месяцев.

Средний возраст выполнения теста разборчивости шепотной речи у 531 пациента (2 и 3 этапы исследования) составил 7,0 лет. Такой высокий показатель обусловлен большой выборкой детей школьного возраста (рис. 3.4).

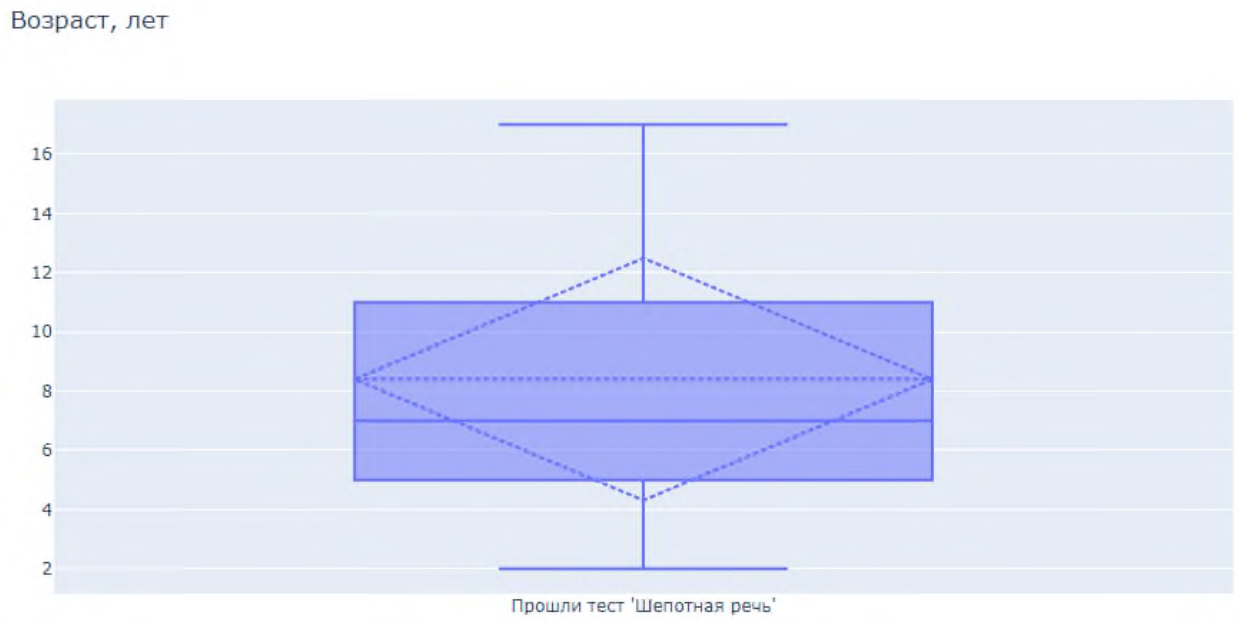


Рисунок 3.4. Распределение пациентов, которым проводилось исследование разборчивости шепотной речи, по возрасту.

При оценке возрастного аспекта частоты успешного прохождения теста разборчивости шепотной речи результаты полностью соответствовали нашим ожиданиям (Таблица 3.3).

Таблица 3.3. Сравнение результативности прохождения теста разборчивости шепотной речи в различные периоды детства (n=531).

Исследование разборчивости шепотной речи	**Все пациенты**	**2 года 4месяца -3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**	**p**	**Попарное сравнение**
N – число участников	(n=531)	(n=54)	(n=169)	(n=308)	p<0.001*	p 1-2<0.001*

Не выполнил	25 (4.7%)	21 (39.0%)	2 (1.2%)	2 (0.6%)		p 1-3<0.001 *
Выполнил успешно	506 (95.3%)	33 (61.0%)	167 (98.8%)	306 (99.4%)		p 2-3=0.541

Дети дошкольного возраста в 98,8% случаев понимали задание и успешно выполняли исследование, школьники – в 99,4%. Единичные неудачные итоги теста (1.2% среди дошкольников и 0,6% среди школьников) были связаны с индивидуальными особенностями конкретных пациентов.

В группе преддошкольного возраста процент успешного выполнения теста был значительно ниже (61%) в связи с недостаточным развитием речевых навыков у детей и, соответственно, невозможностью выполнить исследование. Все дети (33 пациента), которые смогли выполнить тест, были старше 3 лет 6 месяцев, то есть по развитию речевых навыков были ближе к детям дошкольного возраста.

3.4. Результаты акустической импедансометрии

Тимпанометрия была успешно выполнена практически всем пациентам (n= 525, 97,4%), кроме случаев, сопровождавшихся наличием перфорации барабанной перепонки на фоне острого (n= 11, 2%) или хронического (n=3, 0,6%) гнойного среднего отита или при крайне негативной реакции на осмотр, когда даже в присутствии родителя не удалось провести исследование. Таким образом, не удалось выполнить исследование у 14 детей (2,6%). Возрастной аспект и результативность прохождения тимпанометрии представлены в Таблице 3.4.

Таблица 3.4. Результат прохождения тимпанометрии по возрастам (n=531).

Тимпанометрия	**Все пациенты**	**2 года 4месяца - 3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**
	(n=531)	(n=54)	(n=169)	(n=308)
Выполнен	525 (97,4%)	54 (10,3%)	169 (31,8%)	294 (55,3%)
Не выполнен	14 (2,6%)	0	0	14 (2,6%)

3.5. Результаты исследования слуха методом камертональных проб

Результативность обследования 531 пациента с помощью каждой из камертональных проб в возрастном аспекте представлена в Таблице 3.5.

Таблица 3.5. Результаты выполнения камертональных проб по возрастным группам (n=531).

Пробы	**Все пациенты**	**2 года 4месяца -3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**
Сравнительная проба	(n=531)	(n=54)	(n=169)	(n=308)
не выполнена	24 (4.5%)	18 (33.0%)	4 (2.4%)	2 (0.6%)
выполнена успешно	507 (95.5%)	36 (67.0%)	165 (97.6%)	306 (99.4%)
Проба Ринне	(n=531)	(n=54)	(n=169)	(n=308)
не выполнена	79 (14.9%)	42 (78.0%)	33 (19.5%)	4 (1.3%)
выполнена успешно	452 (85.1%)	12 (22.0%)	136 (80.5%)	304 (98.7%)

Проба Вебера	(n=531)	(n=54)	(n=169)	(n=308)
не выполнена	165 (31.1%)	52 (96.0%)	96 (56.8%)	17 (5.5%)
выполнена успешно	366 (68.9%)	2 (4.0%)	73 (43.2%)	291 (94.5%)

Анализ данных, представленных в таблице 3.5, показал, что пациенты, начиная с четырех лет, практически не испытывали трудностей при выполнении таких камертональных проб, как сравнительная (97,6% результативность) и Ринне (80,5% результативность). Причем результативность сравнительной камертональной пробы у дошкольников сопоставима с аналогичным показателем у пациентов школьного возраста, (97,6% vs 99,4%, p=0.107). Пробу Ринне в дошкольном и школьном возрасте смогли выполнить 80,5% и 98,7% соответственно.

В группе преддошкольного возраста 67% смогли выполнить сравнительную пробу и 22% пробу Ринне. Все выполнившие исследование дети были старше 3 лет 6 месяцев, то есть по своему развитию были ближе к дошкольникам.

Дошкольники и школьники хорошо выполняли сравнительную пробу и пробу Ринне. Проведения двух данных тестов, в целом достаточно, для выявления скрытого нарушения слуха, однако, для уточнения вида тугоухости требуется проведение пробы Вебера. По нашим данным наибольшая выполняемость данной камертональной пробы (94,5%) отмечена у школьников. Дети дошкольного возраста смогли выполнять пробу лишь в 43,2% случаев.

Анализ результатов обследования детей с помощью камертональных проб показал, что школьники могут пройти исследование в 100%. Изолированное использование сравнительной пробы в качестве скринингового метода возможно, начиная с дошкольного возраста.

Несмотря на установленную нами сложность в проведении этой пробы у детей преддошкольного и дошкольного возраста, мы обратили внимание,

что у пациентов с односторонним нарушением слуха обучение и тестирование проходило значительно лучше, чем у нормально слышащих или детей с двусторонним снижением слуха. Поэтому мы сравнили результативность пробы Вебера у 531 ребенка, обследованного в рамках II этапа, разделив их внутри возрастных групп в зависимости от состояния слуха (одно- или двусторонняя тугоухость, нормальный слух). Результаты представлены в таблицах 3.6 - 3.8.

Таблица 3.6. Результативность выполнения пробы Вебера у пациентов без нарушения слуха в зависимости от возраста (n=430).

Возраст / **Проба W**	**Все пациенты**	**2 года 4месяца -3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**
Проба Вебера	(n=430)	(n=40)	(n=130)	(n=259)
не выполнил	125 (29.0%)	40 (100%)	74 (57.1%)	11 (4.5%)
выполнил успешно	307 (71.0%)	0 (0%)	56 (42.9%)	248 (95.5%)

Проба Вебера оказалась самой сложной для выполнения у детей. Наибольшая результативность (94,5%) отмечалась у школьников (таблица 3.5); результативность пробы у нормально слышащих пациентов (71%) не отличалась от аналогичного показателя при обследовании всех 531 пациентов – 68,9% (Таблица 3.6).

Таблица 3.7. Результат выполнения пробы Вебера у пациентов с двусторонним снижением слуха в зависимости от возраста (n=26)

Возраст / **Проба W**	**Все пациенты**	**2 года 4месяца -3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**
Проба Вебера	(n=26)	(n=2)	(n=8)	(n =16)
не выполнил	10 (38.0%)	2 (100.0%)	4 (50.0%)	4 (25.0%)
выполнил успешно	16 (62.0%)	0 (0%)	4 (50.0%)	12 (75.0%)

Из приведенных выше данных следует, что результативность пробы Вебера у детей с двусторонним снижением слуха составляла 62%, что ненамного ниже этого же показателя по всем 531 пациентам (68,9%).

Среди пациентов с ОТ высокая (88%) результативность пробы Вебера отмечена уже у дошкольников. Частота успешного выполнения пробы Вебера в этой группе пациентов приведена в таблице 3.8.

Таблица 3.8. Результативность пробы Вебера у пациентов с односторонним снижением слуха в зависимости от возраста (n=75).

Возраст / **Проба W**	**Все пациенты**	**2 года 4месяца -3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**
Проба Вебера	(n=75)	(n=8)	(n=26)	(n=41)
не выполнил	9 (12.0%)	6 (75.0%)	3 (12.0%)	0 (0%)
выполнил успешно	66 (88.0%)	2 (25.0%)	23 (88.0%)	41 (100.0%)

Оказалось, что среди всех предошкольников, обследованных в рамках 2 этапа, 2 ребенка, успешно выполнившие пробу Вебера, имели ОТ. Отметим, что оба ребенка были старше 3 лет 6 месяцев, то есть по уровню развития были ближе к детям дошкольного возраста.

Проба Вебера отличается от остальных камертональных проб сложностью выполнения стоящей перед пациентом задачи. Детям с ОТ было проще понять задание, так как они сразу обращали внимание на латерализацию звука в одно из ушей, в то время как здоровые и дети с двусторонним снижением слуха не могли понять, что именно им следует принять за латерализацию звука.

Таким образом, исследование слуха с помощью камертональных проб способны уверенно выполнять дети школьного возраста. Среди дошкольников могут быть использованы пробы Ринне, а также

разработанная нами сравнительная проба. Пробу Вебера, несмотря на низкий процент выполнения в общей популяции, способны выполнить 88% дошкольников с ОТ, что говорит о целесообразности применения данного метода в диагностике ОТ. У детей преддошкольного возраста с относительно высокой вероятностью выполнения исследования может быть использована только сравнительная проба, способная дать примерную оценку состояния слуха ребенка. Важно отметить, что среди детей преддошкольного возраста смогли выполнить сравнительную пробу только дети старше 3 лет 6 месяцев. Дети младше 3 лет 6 месяцев не справились с задачей. Таким образом, камертональные пробы, доступные широкому кругу врачей, можно считать эффективными в выявлении скрытых нарушений слуха, особенно одностороннего характера.

3.6. Результаты исследования слуха методом тональной пороговой аудиометрии

Диагностика нарушений слуха не обходится без использования аудиометрии. Данный метод позволяет установить пороги слухового восприятия. Однако, высокая результативность метода обеспечивается готовностью ребенка к обследованию. Мы намеренно не брали в расчет симулянтов, так как особенности обследования и диагностики у этой группы лиц не относились к теме нашей работы. Для уточнения возрастного ценза прохождения теста, всем пациентам проведена пробная тональная пороговая аудиометрия, детям дошкольного и преддошкольного возраста – игровая аудиометрия. Из 531 пациента только 312 (58,8%) смогли выполнить исследование. Частота выполнения тональной пороговой аудиометрии в зависимости от периода детства представлена в таблице 3.9.

Таблица 3.9. Частота успешного прохождения тональной пороговой аудиометрии пациентами разных возрастных групп (n=531).

Возраст / **Выполнение аудиометрии**	**Все пациенты**	**2 года 4месяца -3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**
	(n=531)	(n=54)	(n=169)	(n=308)
Не выполнил	219 (41.2%)	54 (100.0%)	144 (85.2%)	21 (6.8%)
Выполнил успешно	312 (58.8%)	0 (0%)	25 (14.8%)	287 (93.2%)

Ни у одного из пациентов преддошкольного возраста успешно выполнить игровую аудиометрию не удалось. Среди дошкольников успехом увенчалось 14,8% попыток, при чем среди детей, прошедших исследование, самому младшему было 5 лет 7 месяцев, а основная часть из них была старше 6 лет, то есть почти школьного возраста. Среди школьников аудиометрия была успешно выполнена в 93,2% случаев. У 21 (6,8%) пациента школьного возраста не удалось выполнить ТПА в связи с сопутствующей неврологической патологией.

Таким образом, наши данные подтвердили, что такой эффективный метод, как тональная пороговая аудиометрия у детей, может полноценно использоваться начиная с 7 летнего возраста. Проведение аудиометрии у детей младше 5 лет 7 месяцев возможно лишь в игровой форме при соблюдении достаточно сложных в выполнении условий: наличие игровой комнаты с большим выбором игрушек и рисунков, наличие специалиста, обученного проведению игровой аудиометрии, длительная подготовка

ребенка. В связи с выше перечисленным, игровая аудиометрия не может использоваться массово для диагностики тугоухости/глухоты у детей младше 5 лет 7 месяцев.

Анализ полученных нами данных показал, что рутинные общедоступные методы, такие как тест разборчивости шепотной речи и камертональные пробы, могут использоваться даже у детей преддошкольного возраста, однако, достаточную эффективность эти методы демонстрируют с дошкольного возраста. Тональная пороговая аудиометрия в связи со сложностью проведения становится доступной только для детей старше 7 лет, тем самым не решает задачи раннего выявления односторонней тугоухости. Несмотря на эффективность описанных методов, их проведение возможно только во время очного осмотра ребенка, т.е. требует присутствия врача или нахождения в лечебном учреждении. Так как дети со скрытой ОТ, особенно врожденного характера, не жалуются на снижение слуха, для раннего выявления и проведения диагностики требуется метод доврачебного слухового скрининга, главной целью которого является не постановка диагноза, а мотивация родителя обратиться ко врачу для полноценного аудиологического обследования.

Глава 4. Новый метод универсального слухового скрининга

При работе с пациентами с односторонней врожденной или приобретенной тугоухостью/глухотой особое внимание мы обращали на детей с пороками развития уха, у которых снижение слуха было выявлено случайно в дошкольном или школьном возрасте. При этом сам ребенок не подозревал о наличии проблемы со слухом до момента, пока ему об этом не сказали родители.

По нашим данным диагноз врожденной односторонней тугоухости/глухоты может быть установлен случайно, что подтверждают примеры наблюдений пациентов, представленные ниже.

Клинический пример 4.1.

Девочка Н., 6 лет, в течение 2 месяцев дважды госпитализировалась в ОРИТ с диагнозом «менингит». До этого никогда не жаловалась на проблемы со слухом. В условиях ОРИТ во время второго эпизода менингита была выполнена КТ головы и заподозрен порок развития внутреннего уха (диагноз «аномалия общая полость» подтвержден после консультации отохирурга). Проведено аудиологическое обследование - правосторонняя сенсоневральная глухота.

Клинический пример 4.2.

Мальчик Р., 4 года поступил в ЛОР-отделение для проведения плановой аденотомии. Ребенок с гиперактивностью, задержкой речевого развития. Со слов родителей, жалоб на снижение слуха ребенок не предъявлял; отитов и, в целом, проблем с ушами не было. Аудиологическое обследование (за исключением отоакустической эмиссии в роддоме) не проводилось. Во время предоперационного осмотра проведена отоскопия, заподозрена врожденная холестеатома слева. Аудиологическое обследование в объеме исследования разборчивости шепотной речи, камертональных проб, импедансометрии (тимпанограмма тип «В» слева, справа тип «А»,

акустические рефлексы слева не зарегистрированы) позволило заподозрить у ребенка левостороннюю кондуктивную тугоухость 1-2 степени. После проведения аденотомии в плановом порядке выполнена КТ височных костей, выявившая наличие мягкотканного образования в барабанной полости слева. Ребенок впоследствии был успешно прооперирован (санирующее вмешательство с одномоментной тимпанопластикой 3 типа слева).

Клинический пример 4.3.

Мальчик Н., 8 лет. Со слов матери, беременность протекала с осложнениями (угроза преждевременных родов, экстренное кесарево сечение, обвитие пуповины в родах). В роддоме прошел аудиологический скрининг (регистрация отоакустической эмиссии, тест пройден с обеих сторон). С 1,5-летнего возраста начали фиксировать отставание в речевом развитии. Ребенок обследован неврологом, психиатром, психологом и логопедом. Назначенные коррекционные меры оказали положительную динамику, но по мере взросления становилось все более заметным отставание по речевым и интеллектуальным навыкам от сверстников. За период наблюдения ребенку ни разу не проведено аудиологическое обследование, самостоятельно пациент жалоб на снижение слуха не предъявлял. Однажды во время просмотра телевизионной передачи родители обратились с вопросом к ребенку, сидящему к ним боком одним ухом, а к работающему телевизору – другим. После того, как ответа не последовало в очередной раз, мать ребенка повысила тон и еще раз повторила вопрос, на что 7-летний мальчик спокойно ответил: «Почему ты кричишь на меня, ведь это ухо все равно ничего не слышит?». Выполненное вскоре аудиологическое обследование установило диагноз «Правосторонняя сенсоневральная глухота» (рис.4.1).

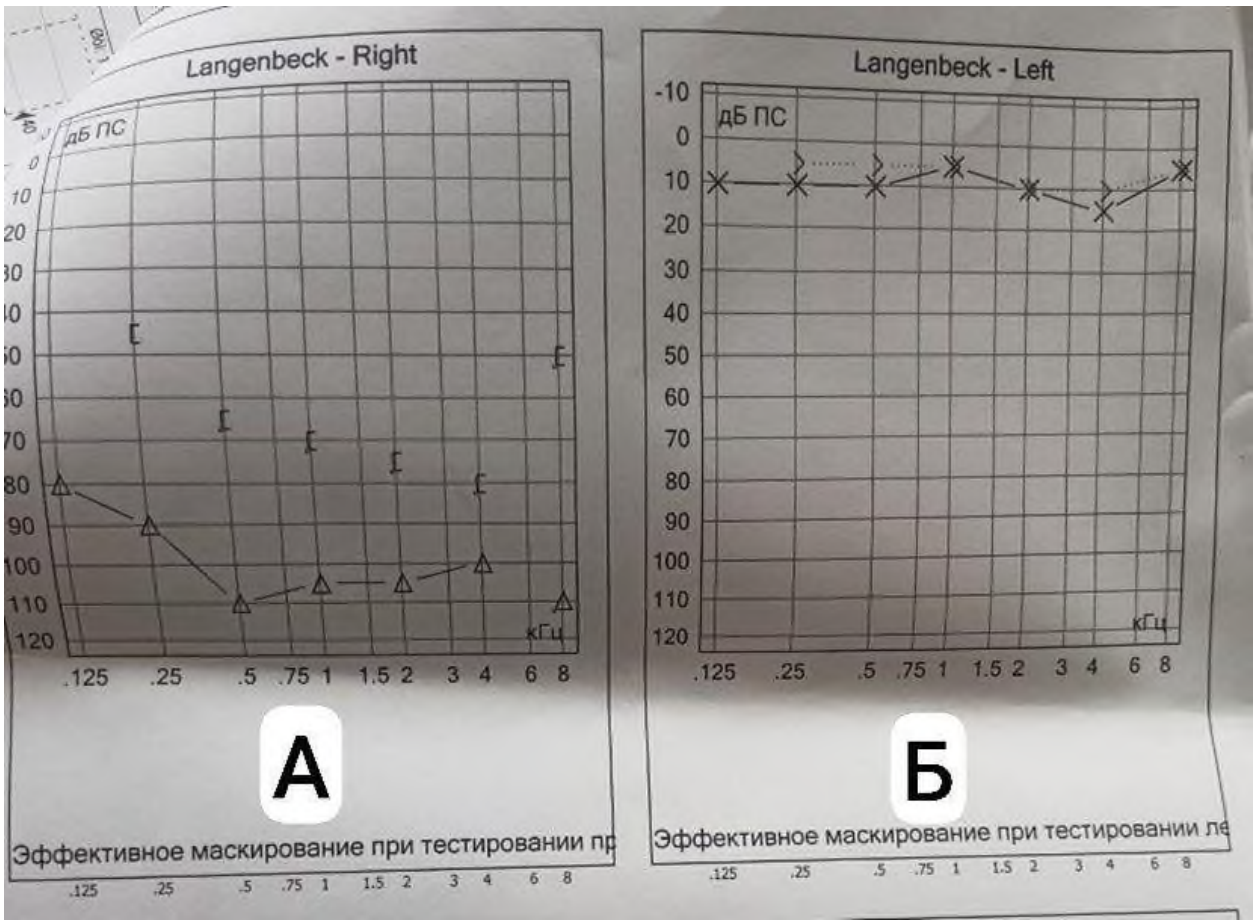


Рисунок 4.1. Аудиограмма ребенка Н. 8 лет, со скрытой правосторонней сенсоневральной глухотой. А- правое ухо, Б – левое ухо.

Среди всех обследованных нами 640 пациентов с ОТ (565 из числа пациентов, обследованных на первом этапе работы, и 75 - на втором и третьем этапах) у 4 (0,6%) односторонняя глухота была выявлена случайно (при госпитализации по поводу менингита, при осмотре в процессе подготовки к плановому хирургическому вмешательству, дома родителями).Сами дети начинали обращать внимание на проблемы со слухом только после того, как им на это указывали родители, до этого они считали, что все так и должно быть, то есть жили в индивидуальной «патологической» слуховой норме. После установления диагноза родители пациентов вспоминали, что замечали раньше, как дети пользовались только одним наушником при прослушивании музыки/сказок. Когда во время очного осмотра врач-исследователь специально обращал внимание ребенка на неосознанное использование только одного наушника во время

прослушивания звукового контента, дети терялись и не могли дать удовлетворительное объяснение этому факту.

Врожденная или рано приобретенная ОТ обычно выявляется ситуационно – ребенок сам или кто-то другой (член семьи, педагог, другой ребенок) замечают этот факт. Либо ребенок не слышит телефон, поднеся к глухому уху, либо лежит слышащим ухом на подушке и не слышит мамин голос, либо с единственно слышащим ухом что-то случается (серная пробка, экссудативный отит). Ситуации, выявляющие ОТ, возникают спонтанно и требуют для интерпретации определенных условий. А ведь такие ситуации можно создавать намеренно, использовать игровую форму и использовать в качестве скрининга.

Таким образом, первоочередной задачей становится не диагностика степени ОТ или выявление этиологического фактора, а создание методики на доврачебном этапе, которая позволила бы заподозрить у ребенка снижение слуха, вызвать настороженность у родителей, тем самым замотивировав их пройти аудиологическое обследование. При этом методика должна быть общедоступной, простой и не накладывающей дополнительных рабочих обязанностей на врачей.

Особенностью подавляющего большинства современных детей является вовлеченность их в мир цифровых технологий с самого раннего возраста. Родители часто используют смартфоны и компьютеры как простой способ отвлечь, успокоить или просто чем-то занять ребенка, в результате чего дети с раннего возраста взаимодействуют с гаджетами лучше некоторых взрослых. В отличие от врача в белом халате, смартфон или планшет не вызывает у ребенка чувства страха и дискомфорта. Изучая очередную «телефонную игру», ребенок находится в «уютной» домашней обстановке и при небольшой помощи родителя способен выполнять даже сложные задачи при условии, что все происходящее представлено в виде игры и интересно ему.

Игровая аудиометрия способна выявить нарушение слуха, но для ее проведения требуется соблюдение большого количества условий: наличие сурдолога и сурдопедагога, обученных проведению исследования у маленьких детей, дорогостоящего оборудования, необходимости выработки условного рефлекса. При этом не редки случаи, когда результат проведенной игровой аудиометрии оказывается неудовлетворительным, так как ребенок либо не понял, что от него требуется, либо отвлекся/испугался, либо фальсифицирует результат и т.д. Таким образом, игровая аудиометрия в ее известном виде, не может быть использована для проведения массового слухового скрининга у детей, так как ее проведение возможно лишь специалистом в лечебном учреждении. Тест ОАЭ, повсеместно используемый для аудиологического скрининга новорожденных в родильных домах, может широко/массово использоваться в другие периоды детства, но требуется обученный персонал и условия ЛОР или сурдокабинета.

Для реализации общедоступного скринингового метода исследования слуха нами были сформированы следующие задачи:

1. исследование слуха должно проводиться посредством программы, доступной для установления на компьютер/смартфон родителя или самого ребенка
2. быть доступно для детей, начиная с преддошкольного возраста.
3. быть построено по принципу игры
4. проводиться без участия врача с ассистенцией родителя или другого нормально слышащего взрослого, которому доверяет ребенок
5. выполняться с целью обнаружения возможной тугоухости именно одностороннего характера без определения вида и степени снижения слуха

6. проводиться с помощью программы, представленной в виде интернет-ресурса с открытым доступом из любой точки мира

4.1. Программа -игра «SON-AR» – онлайн-проверка слуха.

В соответствии с выше изложенными задачами нами была создана программа, получившая название «SON-AR» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023688894 от 25.12.2023). Программа-игра «SON-AR» выполнена в виде приложения для персонального компьютера (ПК) и/или смартфона. В отличие от игровой аудиометрии, для проведения исследования в программе не требуется врач (оториноларинголог/ сурдолог/ педиатр), специальное оборудование или особые условия. Необходимы компьютер или смартфон и любые наушники. Ребенок может проходить тест самостоятельно (рис. 4.2) или вместе с одним из родителей или взрослым, с которым чувствует себя комфортно и которому доверяет (рис.4.3).



Рисунок 4.2. Ребенок 5 лет проходит исследование слуха в программе SON-AR самостоятельно.



Рисунок 4.3. Ребенок и взрослый ассистент при подготовке к прохождению теста программы.

Важно, чтобы у взрослого ассистента/родителя не было снижения слуха, иначе результат теста изначально будет ложным.

Суть программы-игры состоит в забивании мяча в футбольные ворота по звуковой команде. В качестве звуков используются простые однотонные сигналы на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц разной длительности и громкости, подаваемые с разными временными интервалами. Все исследование занимает не более двух минут. Возможно повторное/неоднократное прохождение теста для верификации результата.

4.2. Описание методики исследования слуха с помощью программы -игры SON-AR.

4.2.1. Предупреждение о скрининговом характере исследования

При открытии программы высвечивается информационное уведомление, информирующее о скрининговом характере проводимого исследования (рис.4.4).

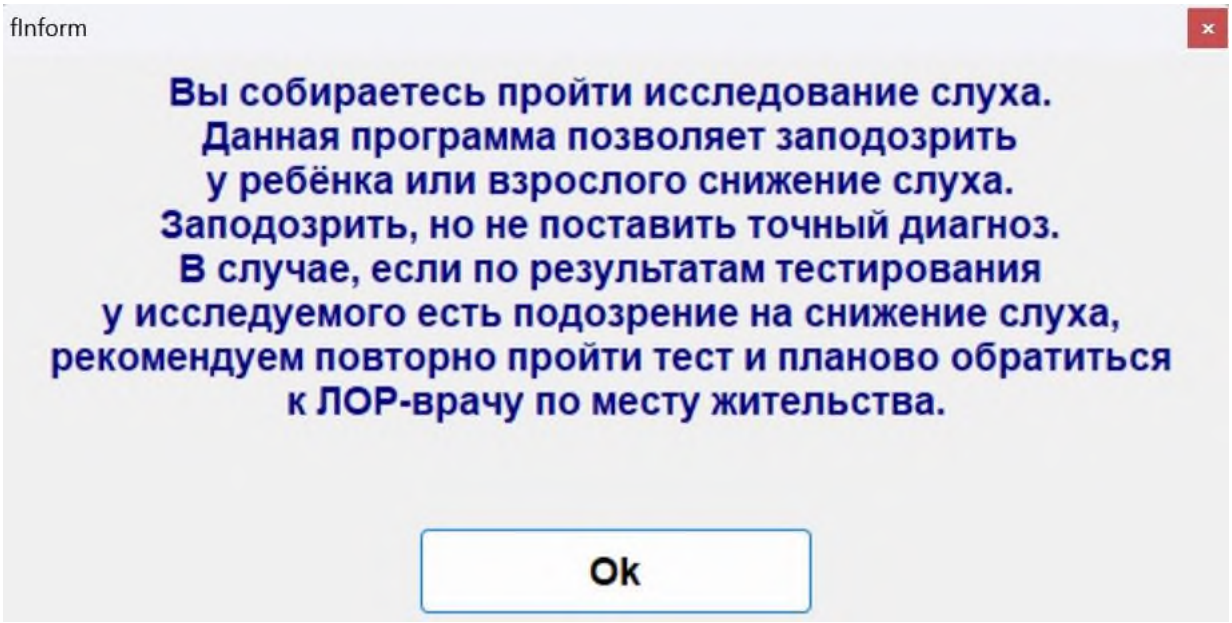


Рисунок 4.4. Информационное уведомление.

Таким образом, обследуемый/ его родители или законные представители изначально информированы о рекомендательном характере результатов исследования.

4.2. 2. Ввод данных пациента

Перед прохождением теста на персональном компьютере требуется введение данных пациента – имя, возраст, пол (рис.4.5).

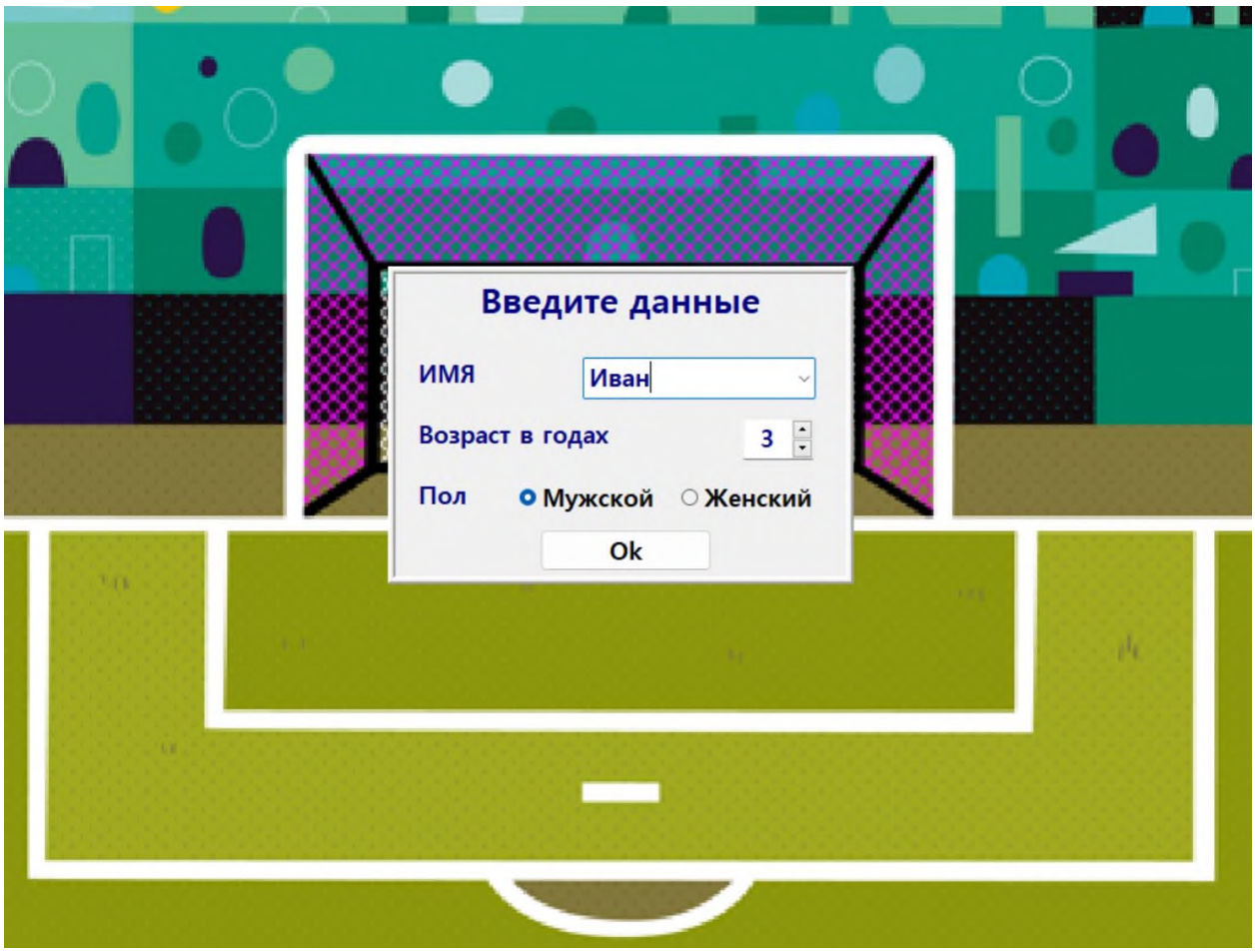
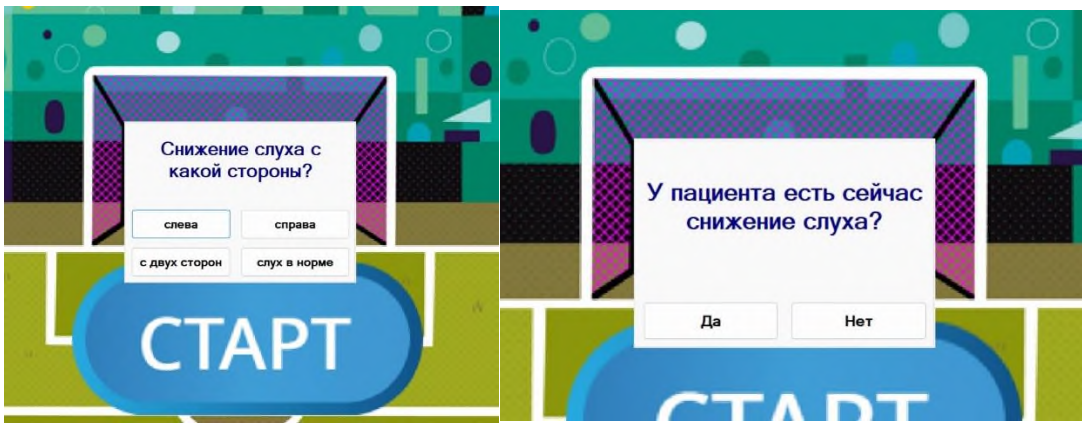


Рисунок 4.5. Окно программы на этапе ввода данных пациента.

В связи с поставленными нами задачами, перед началом исследования требовалось не только ввести возраст пациента и пол, но и ответить на ряд вопросов о состоянии слуха пациента:

- «У Вас есть жалобы на снижение слуха?»

- «У Вас были когда-нибудь в жизни проблемы с ушами? (отиты, заложенность в ухе и т.д.) (рис.4.6)



А Б

Рисунок 4.6. Вид окон программы на этапе ответов на вопросы

4.2.3 Выбор комфортного уровня громкости

Далее программа просит провести настройку комфортного уровня громкости. Для этого пациенту/родителю/законному представителю ребенка нужно надеть на себя наушники и выставить такой уровень громкости, чтобы звук был не громким, но и не тихим (комфортным). Коррекция громкости производится путем перемещения курсора на шкале (рис.4.7).

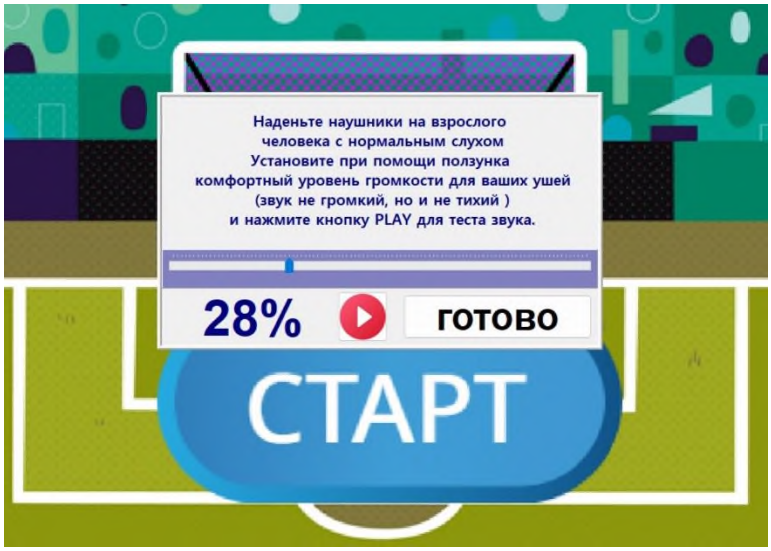


Рисунок 4.7. Окно программы при выборе комфортного уровня громкости.

Данный шаг необходим для нивелирования особенностей разных аудиосистем, иначе на одних устройствах звук будет очень тихим, а на других, наоборот, громким. После выбора уровня комфортной громкости родитель/пациент нажимает кнопку «Готово» и далее программа запускает режим обучения.

4.2.4. Обучение тестируемого

Этот этап необходим для того, чтобы ребенок понял, что будет происходить дальше и на какой звук ему нужно реагировать. При этом на мониторе появляется соответствующий вопрос (рис.4.8)

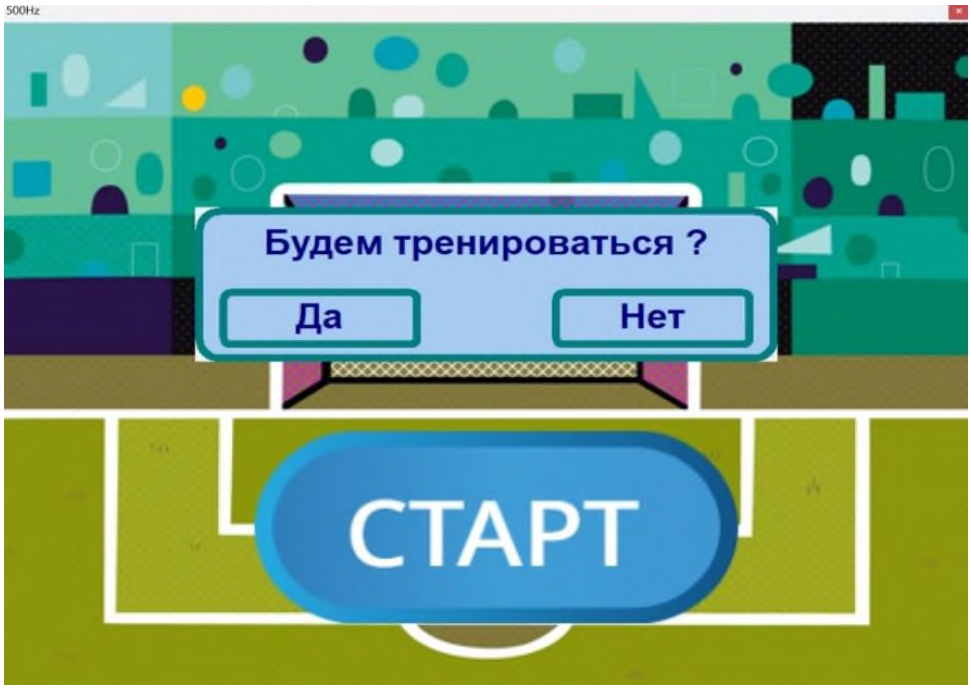


Рисунок 4.8. Вид экрана монитора при предложении пройти обучение.

Во время обучения ребенку по очереди в каждое ухо подается звук заведомо слышимой громкости, который легко распознать. При нажатии на кнопку после подачи сигнала, на экране появляется анимация, имитирующая попадание мяча в ворота (ГОЛ) (рис.4.9).



Рис.4.9. Вид экрана монитора при нажатии кнопки обследуемым после подачи звукового сигнала.

Для исключения ложных нажатий после подачи сигнала у ребенка есть ограниченное время для выполнения данного действия, что должно снизить вероятность фальсификации. Если нажать на кнопку, когда звука не было, мяч полетит мимо ворот (рис.4.10).

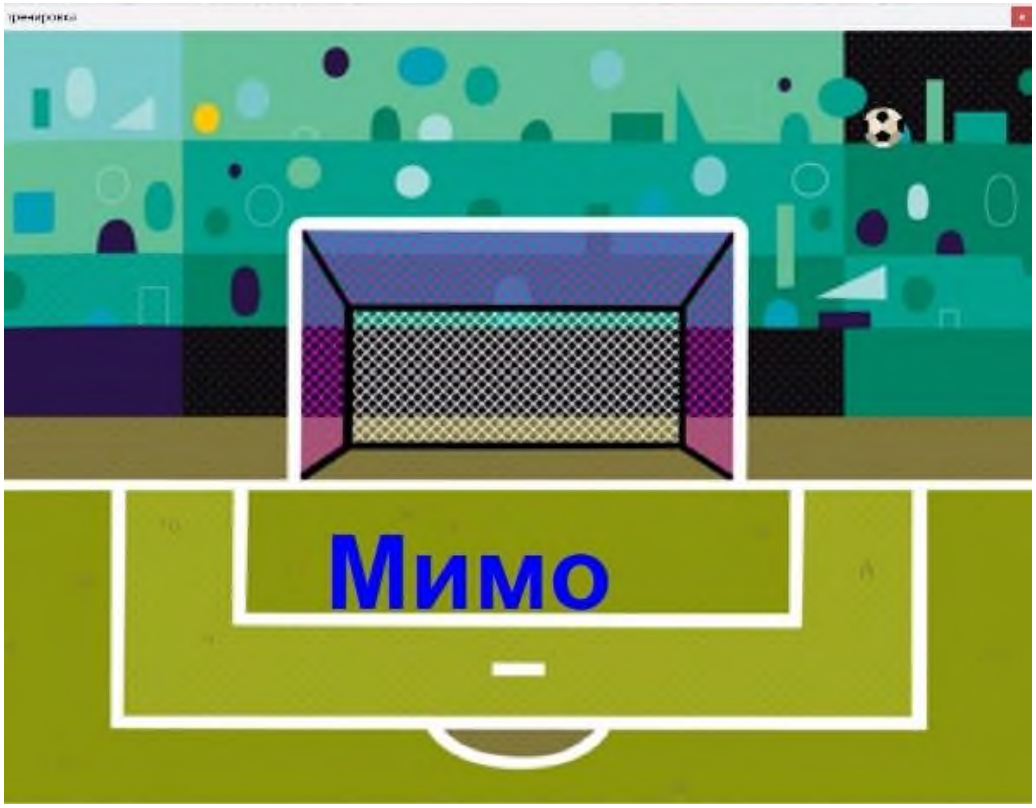


Рисунок 4. 10. Вид экрана монитора при нажатии кнопки обследуемым вне подачи звукового сигнала, а также вне выделенного временного интервала после подачи сигнала.

После завершения обучения, при необходимости, можно либо пройти тренировку повторно, либо перейти к самому тесту.

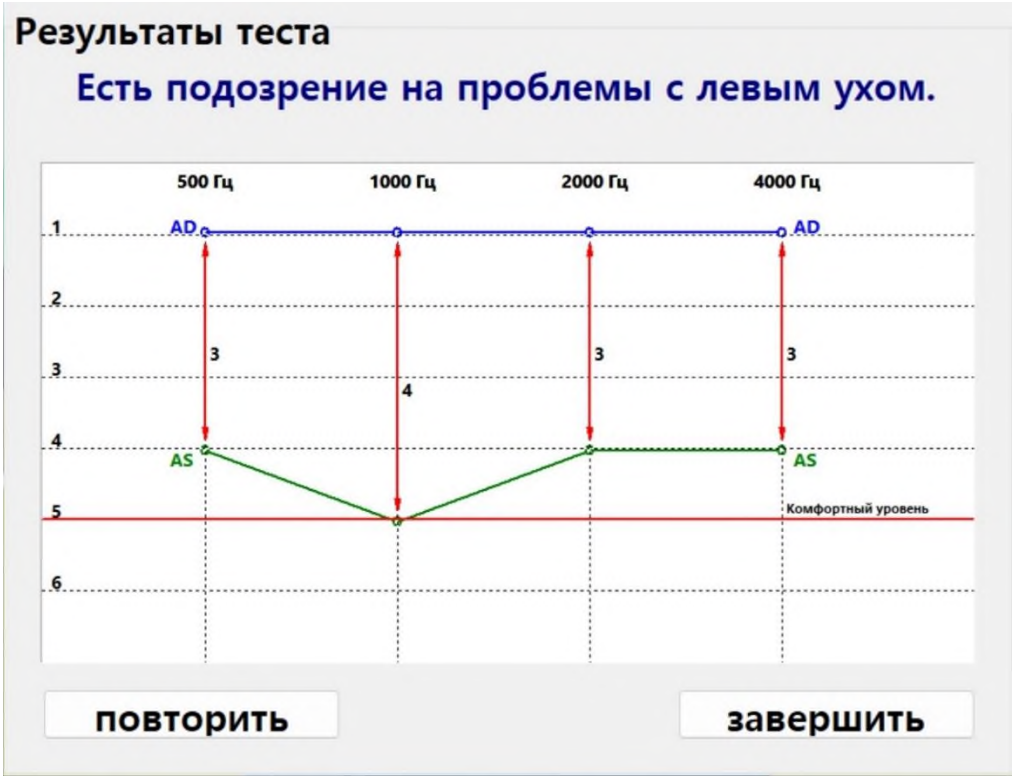
4.2.5 Процедура тестирования

Исследование слуха проводится на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Сначала подаются звуки на частотах 1000, 2000 и 4000 ГЦ. Пороги восприятия на частоте 500 Гц исследуются в последнюю очередь. Громкость звуков постепенно повышается до момента, пока ребенок не услышит звук и не нажмет на кнопку. Оба уха попеременно исследуются на одной и той же частоте, то есть сначала подается сигнал одной громкости в левое ухо, потом в правое и далее по кругу с равномерным повышением громкости до момента, пока не будут установлены пороги звукового восприятия. В связи с

тем, что целью исследования является выявление разницы в порогах слышимости между двумя ушами, т.е. подозрение на ОТ, а также с тем, что в наушники сначала подается сигнал низкой громкости, необходимости в заглушении нет.

4.2.6. Результаты тестирования

После окончания исследования на экране монитора/смартфона появляется текстовое уведомление о наличии (рис.4.11а) или отсутствии подозрения на снижение слуха (рис.4.11б) публикуется график по типу стандартной аудиограммы.



А



Б

Рисунок 4. 11. Варианты информирования пациентов/их родителей/законных представителей о результате прохождения программы "SON-AR" (А-текстовое уведомление, Б - графический вариант результата прохождения программы «SON-AR»).

4.2.7. Интерпретация предлагаемой графической версии результата тестирования

На рис. 4.12 представлена графическая версия результата тестирования, где на оси OX указаны исследуемые частоты, а на оси OY - уровни громкости, начиная с минимального внизу с постепенным повышением до уровня «комфортной громкости», выбранным взрослым ассистентом с нормальным слухом при запуске программы.

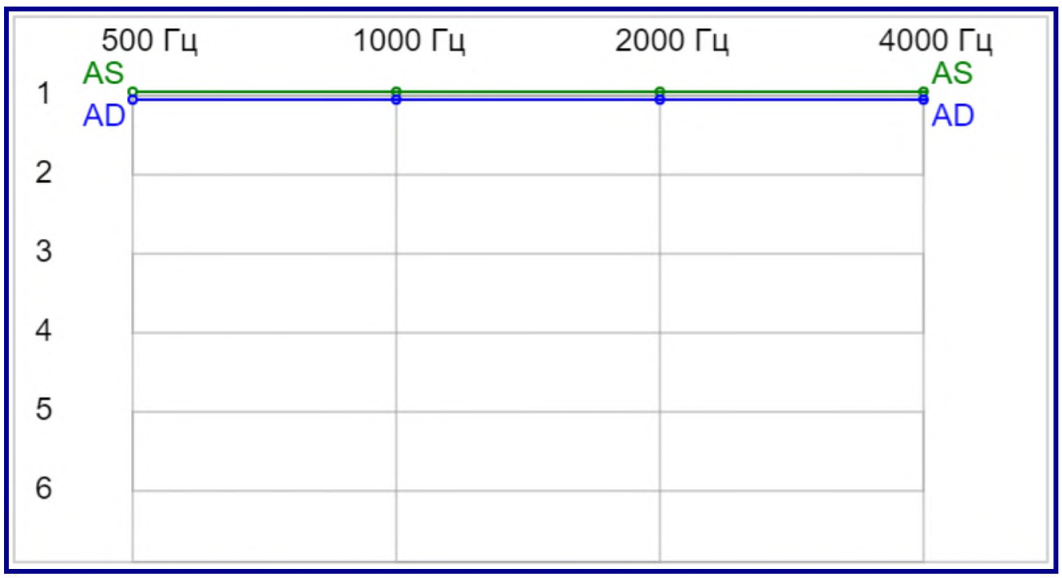


Рисунок 4.12. Графический результат тестирования программой "SON-AR".

При наличии значимой разницы в порогах восприятия между ушами на графике появляются дополнительные маркеры, указывающие проблемную частоту (рис.4.13).

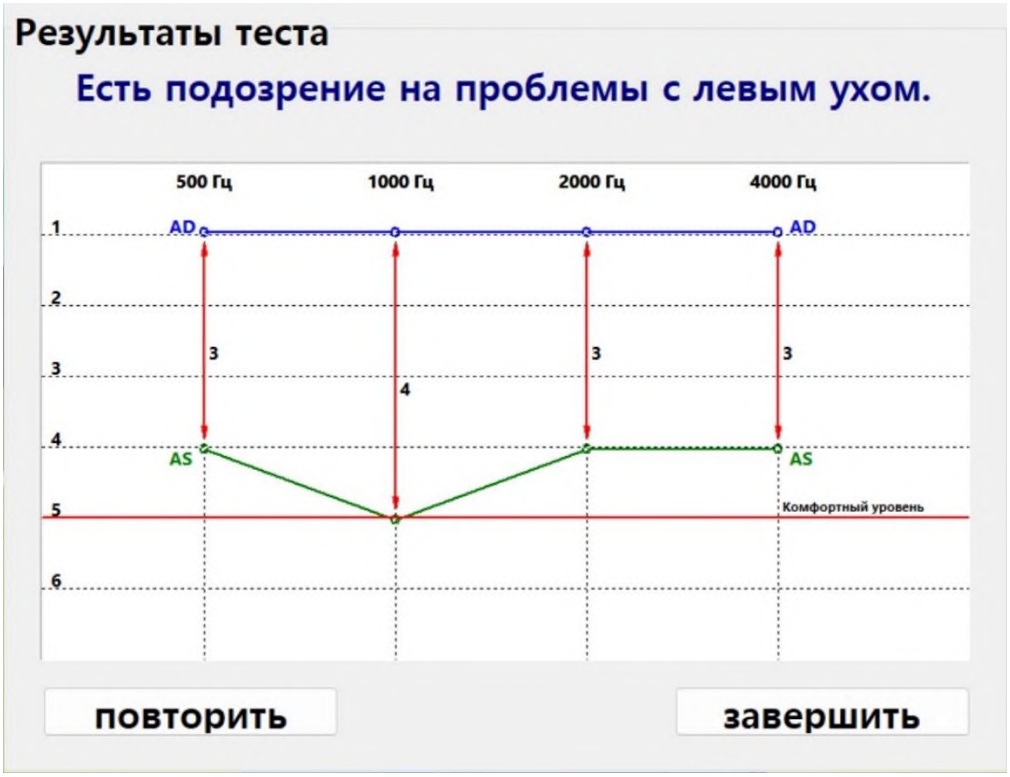


Рисунок 4.13. Графический результат исследования слуха программой "SON-AR" с дополнительными маркерами (красные стрелки на каждой из частот,

где есть подозрение на снижение слуха), указывающими разницу между порогами восприятия на тестируемых частотах

4.2.8. Подтверждение возможности универсального использования программы -игры "SON-AR".

Для унифицирования и возможности использования на любых устройствах (ПК, планшеты, смартфоны) мы проводили тестирование с использованием различных устройств (стационарные компьютеры, ноутбуки, планшеты, смартфоны), в том числе наушников разных производителей. Каждый последующий тест проводился на новом устройстве.

Результаты обследования 531 ребенка в возрасте от 3-х до 18 лет не зависели от параметров устройства (его марки, операционной системы, вида наушников и т.п.) и были полностью идентичны для конкретного пациента, что позволило нам сделать вывод об универсальности программы и возможностью ее широкого использования.

Глава 5. Результаты исследования слуха с помощью программы -игры «SON-AR»

5.1. Возможности программы -игры «SON-AR» в оценке состояния слуховой функции детей и подростков

Проверить слух с помощью программы -игры "SON-AR" предлагалось детям из числа пациентов оториноларингологического отделения ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» с различной патологией ЛОР-органов вне зависимости от наличия/отсутствия ОТ. Обследование проводилось при наличии полученного согласия самого пациента или его законного представителя. Для достоверности полученных результатов, всем участникам предварительно выполнено рутинное ЛОР- и аудиологическое обследование (с использованием субъективных и объективных методов исследования слуха, см. главу 2).

В итоге с помощью программы -игры "SON-AR" протестирован 531 пациент (обследованные во 2 этапе), распределение которых на периоды детства представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Гендерно-возрастная характеристика обследованных с помощью программы з-игры "SON-AR"

Период детства	Мальчики n =314	Девочки n =217	Итого (по периоду детства*) n =531
2 года 4месяца -3 года 11 месяцев	32 (59,3%)	22 (40,7%)	54 (100%*)
4 года - 6лет 11месяцев	114 (67,5%)	55 (32,5%)	169 (100%*)
7 лет-17 лет 11 месяцев	168 (54,5%)	140 (45,5%)	308 (100%*)

В группу детей преддошкольного возраста вошли 54 ребенка. Исследование слуха у детей младше двух лет не выполнялось. Самому младшему из обследованных программой SON-AR детей на момент проведения теста было 2 года 4 месяца. Этот ребенок не смог выполнить тест, однако, спустя несколько попыток нам удалось зафиксировать целенаправленное нажатие на мяч ребенком в ответ на звуковой раздражитель, повторенный несколько раз, то есть когда был сформирован условный рефлекс на звуковой раздражитель.

Средний возраст обследованных с помощью программы -игры SON-AR составил 7 лет [5.0; 12.0] (рис.5.1), отиты в анамнезе отмечали 172 (30,8%) (рис. 5.2), а жалобы на снижение слуха на момент осмотра предъявляли 112 (20%) обследованных (рис. 5.3).

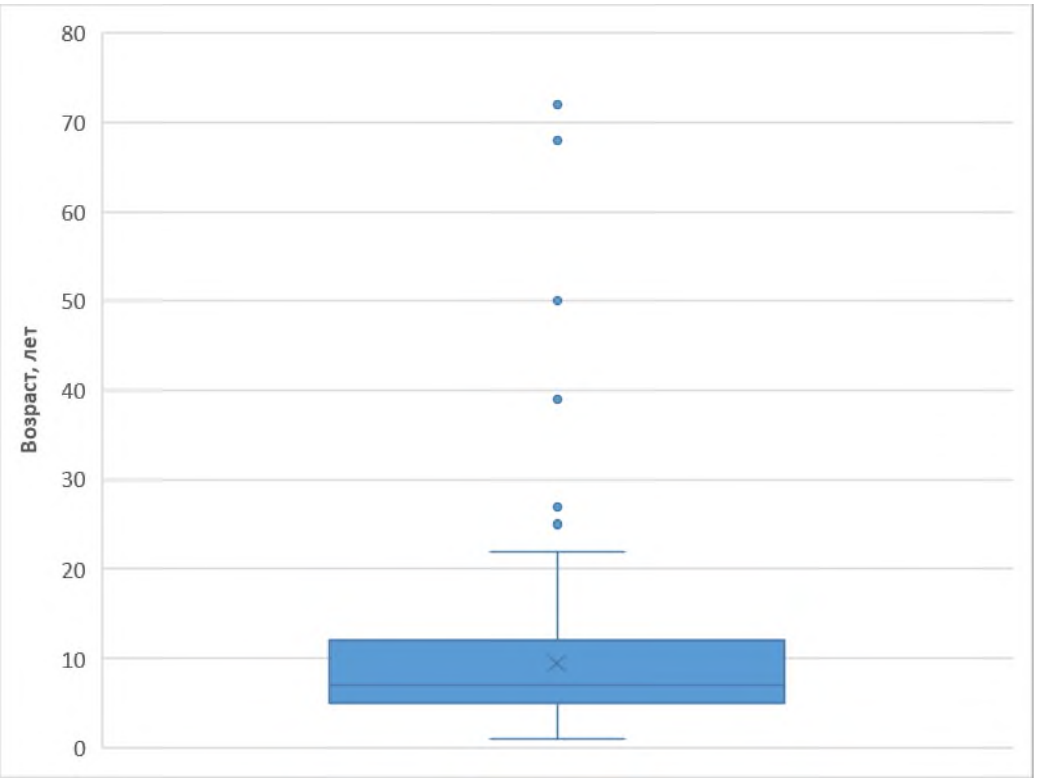


Рисунок 5.1. Средний возраст обследованных с помощью программы "SON-AR (в годах).

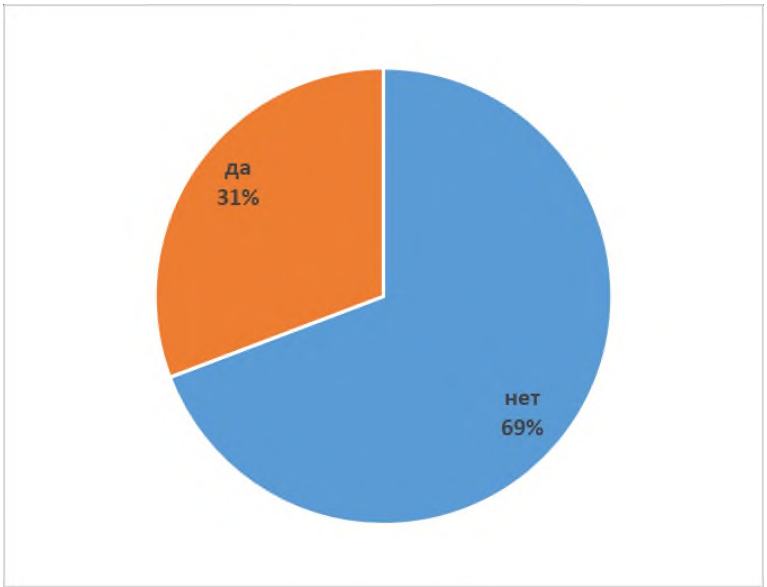


Рисунок 5.2. Наличие отитов в анамнезе среди обследованных с помощью программы "SON-AR (в %).

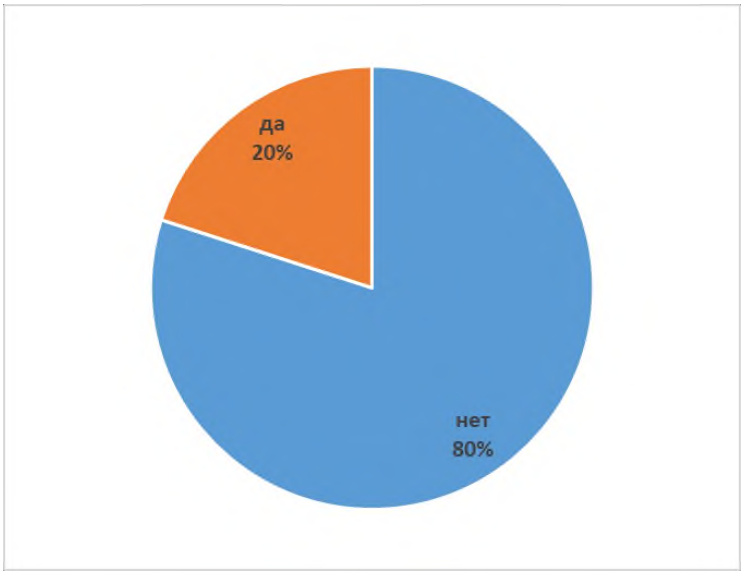


Рисунок 5.3. Наличие жалоб на снижение слуха среди обследованных с помощью программы "SON-AR».

Из 531 участника 519 (97,7 %) успешно прошли программный тест. Данные представлены в таблице 5.2 (А и Б).

Таблица 5.2 А,Б. Результат прохождения программы -игры "SON-AR» детьми и подростками.

А. среди всех 531 обследованных детей (n=531).

Прохождение программы	**Пациенты** (n=531)
не выполнил	12 (2.3%)
выполнил успешно	519 (97.7%)

Б. По периодам детства

Программа "SON-AR»	**Все пациенты**	**2 года 4месяца - 3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**
	(n=531)	(n=54)	(n=169)	(n=308)
не выполнил	12 (2.3%)	12 (22.0%)	0 (0%)	0 (0%)
выполнил успешно	519 (97.7%)	42 (78.0%)	169 (100.0%)	308 (100.0%)

Согласно полученным данным, начиная с дошкольного возраста, пациенты в 100% случаев успешно проходили программное исследование. Такая высокая результативность (p <0.001*) может быть объяснена простотой поставленной перед детьми задачи. Полученные данные свидетельствуют о том, что для стандартного пациента с гармоничным физическим и умственным развитием прохождение теста в программе «SON-AR» не вызывает трудностей.

Все не пройденные тесты приходятся на группу детей преддошкольного возраста - не справились с программой 12 пациентов младше 3 лет (22% от общего числа детей преддошкольного возраста и 2,3% от общего числа всех детей и подростков). Мы изначально не рассчитывали, что данная категория пациентов сможет успешно пройти тестирование в силу недостаточного развития речевых и коммуникативных навыков. При этом,

дети в возрасте от 3 лет 6 месяцев, в целом, хорошо понимали поставленную задачу, а так как они составляли основную массу пациентов этой группы, это и объясняет высокий (78%) процент прохождения исследования в этой группе. Предварительным маркёром успешности прохождения программы, по нашим наблюдениям является понимание ребенком просьб/команд/заданий, позитивный настрой и реакция на осмотр и/или посторонних людей.

Дети дошкольного возраста и старше успешно прошли тестирование в 100% случаев.

Таким образом, анализ прохождения программы -игры пациентами разных периодов детства показал, что дети старше 3 лет проходят тест без каких-либо трудностей. У детей моложе 2 лет тестирование затруднено в связи со слабым развитием речевых навыков и сложностью коммуникации (плохим выполнением простых команд/заданий даже по просьбе родителей). Тем не менее, успешное прохождение теста возможно и в этой возрастной группе, но для этого требуется «углублённая» ассистенция во время проведения исследования со стороны родителя (или врача). Поясним на конкретном примере.

Клинический пример 5.1.

Во время первых испытаний программы была проведена попытка исследования слуха у ребенка 2 лет 4 месяцев, который на момент исследования умел говорить только простые (одно- или двусложные) слова (типа «ма-ма», «дай»). Дополнительной сложностью было отсутствие знания русского языка, как у ребенка, так и у матери. С помощью переводчика маме объяснили суть игры, а затем попросили ее объяснить это ребенку на родном для него языке. После нескольких неудачных попыток, во время которых мама ребенка пыталась донести до него, на какую кнопку нужно нажимать, чтобы «забить гол», нами было зафиксировано четкое и осознанное нажатие

этой кнопки ребенком после поданного звукового сигнала (даже очень тихого), что говорило об осознанном действии в ответ на звуковой раздражитель. К сожалению, в актуальной на тот момент версии программы за ответ на звуковой стимул отвечала кнопка, которая быстро надоела (разонравилась) ребенку и в дальнейшем даже после многочисленных просьб со стороны мамы и врачей ребенок принципиально отказывался ее нажимать, в связи с чем фиксации результата компьютером проведено не было. Поэтому в дальнейшем нами была добавлена возможность подстраивать программу под ребенка прямо во время исследования: мы могли активировать для нажатия любую понравившуюся ребенку кнопку, однако, значительного влияния на результативность прохождения программы у детей младше 3 лет эта мера не оказала.

5.2. Возможности программы -игры «SON-AR» в диагностике различных нарушений слуха.

5.2.1. Эффективность программы «SON-AR» в выявлении односторонней тугоухости/глухоты

Учитывая наше особое внимание к выявлению односторонней тугоухости/глухоты среди обследованных пациентов, мы проанализировали эффективность ее выявления с помощью программы-игры «SON-AR» в возрастном аспекте. В таблице 5.3 приведены данные детей и подростков, успешно выполнивших исследование (519 человек), с разбивкой по периодам детства.

Таблица 5.3. Частота встречаемости односторонних нарушений слуха, выявленных программой «SON-AR», в различные периоды детства.

Заключение программы «SON-AR» о наличии односторонней тугоухости	**Все пациенты**	**2 года 4месяца -3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**	**P**
	(n=519)	(n=42)	(n=169)	(n=308)	
не выявлена	444 (85.5%)	34 (81%)	143 (84.6%)	267 (86.7%)	P=0,563
выявлена	75 (14.5%)	8 (19%)	26 (15.4%)	41 (13.3%)	

Частота встречаемости ОТ во всех группах варьировала от 13,3% до 19%, что не имеет статистической достоверности (p>0,005) и в среднем составляет 14,5 %. Среди тестируемых были нормально слышащие дети (n= 416, 78,3%) и пациенты с нарушением слуха (n=115, 21,7%).

Распределение пациентов, успешно прошедших тест программы -игры «SON-AR», по наличию/отсутствию жалоб на снижение слуха и отитов в анамнезе в возрастном аспекте представлено в таблицах 5.4 и 5.5.

Таблица 5.4. Наличие/отсутствие жалоб на снижение слуха в зависимости от возраста.

Жалобы на нарушение слуха	**Все пациенты**	**2 года 4месяца -3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**	**p**
	(n=519)	(n=50)	(n=165)	(n=304)	p=0.619

Нет	417 (80,3%)	42 (84.0%)	128 (77,6%)	247 (81,2%)	
Есть	102 (19,7%)	8 (16.0%)	37 (22,4%)	57 (18,8%)	

Как следует из полученных данных, соотношение пациентов, имеющих и не имеющих жалоб на снижение слуха, сопоставимо во всех возрастных группах (p>0,05).

Таблица 5.5. Наличие/отсутствие отитов в анамнезе в возрастных группах

Проблемы с ушами в прошлом	**Все пациенты**	**2 года 4месяца - 3 года 11 месяцев**	**4 года-6 лет 11месяцев**	**7 лет-17 лет 11 месяцев**	**p**	**Попарное сравнение**
	(n=519)	(n=50)	(n=165)	(n=304)	p<0.001*	P 1-2=0.003*
Нет	357 (68,8%)	37 (74.0%)	81 (49.1%)	239 (78.6%)		p 1-3=0.329
Да	162 (31,2%)	13 (26.0%)	84 (50.9%)	65 (21.4%)		p 2-3<0.001*

Наибольшая частота пациентов, перенесших хотя бы один отит, была отмечена у детей дошкольного возраста (50,9%), что статистически значимо в сравнении с другими периодами детства.

С помощью программы -игры «SON-AR» у 14,5% детей, было выявлено одностороннее нарушение слуховой функции, что в дальнейшем было подтверждено данными аудиологического обследования. Такой высокий процент ОТ может быть объяснен тем, что набор участников осуществлялся из числа пациентов ЛОР-отделения, что изначально подразумевало более высокую частоту встречаемости данной патологии, а также тем, что мы старались привлекать имеющих подтвержденное нарушение слуха, особенно одностороннего характера, для подтверждения

чувствительности и эффективности самой программы. Уже после первых проведенных тестов на пациентах разных возрастов, как с односторонним, так и с двусторонним снижением слуха (от 1 степени тугоухости до глухоты), стала очевидна высокая эффективность и чувствительность разработанной программы даже к минимальным нарушениям слуха. По указанной методике были обследованы все дети со скрытой односторонней тугоухостью/глухотой, описанные в начале главы (клинические случай 1-3) и во всех случаях программа безошибочно определила наличие проблемы и сторону поражения.

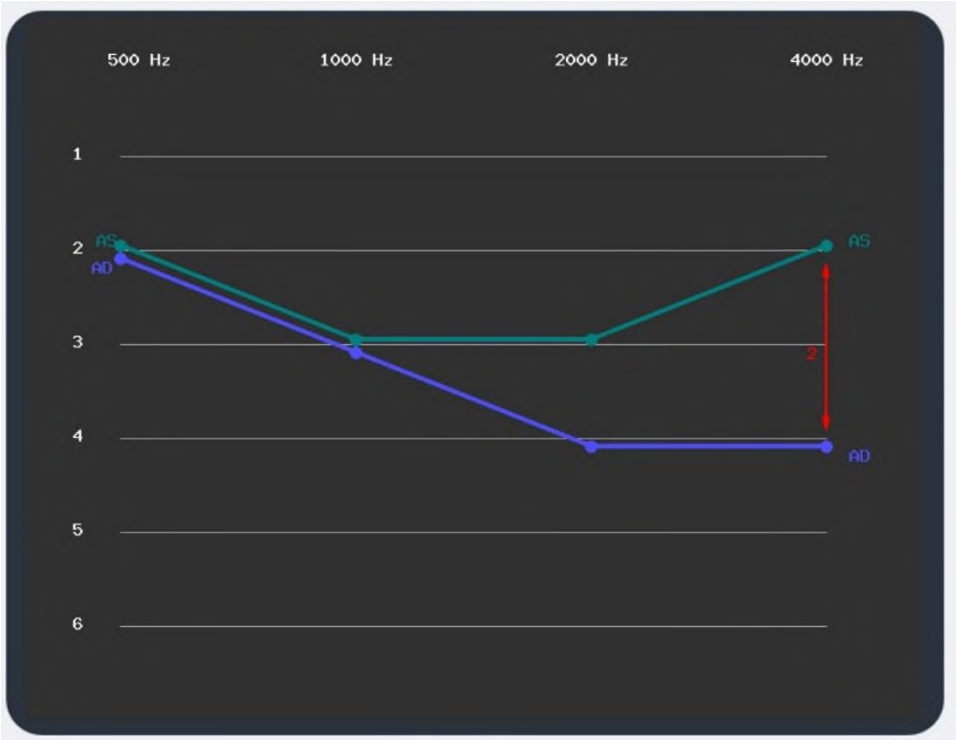
Выявление программой «SON-AR» не фиксируемого ранее нарушения слуха, не только одно-, но и двустороннего, проиллюстрируем конкретными клиническими примерами.

Клинический пример 5.2.

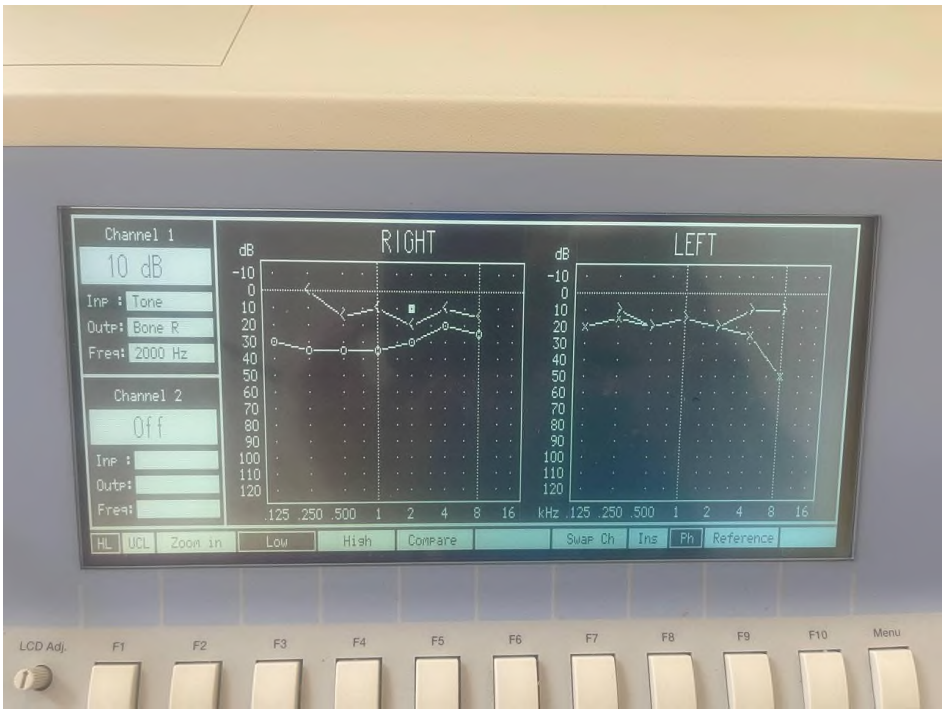
Пациентка Х., 16 лет с правосторонним хроническим мезотимпанитом, пришла на прием вместе с мамой для записи на плановую тимпанопластику. Ребенок жаловался на снижение слуха справа. Проведенный тест программой «SON-AR» также установил возможное снижение слуха слева.

На рис.5.4 А представлено графическое и текстовое заключение результата «SON-AR». После повторного сбора анамнеза с акцентом на перенесенные заболевания на левом ухе, мама ребенка вспомнила, что девочке уже была выполнена тимпанопластика слева.

Проведенная тональная пороговая аудиометрия подтвердила результат теста программы: правосторонняя кондуктивная тугоухость 1 степени. С левой стороны пороги звукопроведения были в пределах нормы (на уровне 20 дБ на разговорных частотах) (рис. 5.4 Б).



А



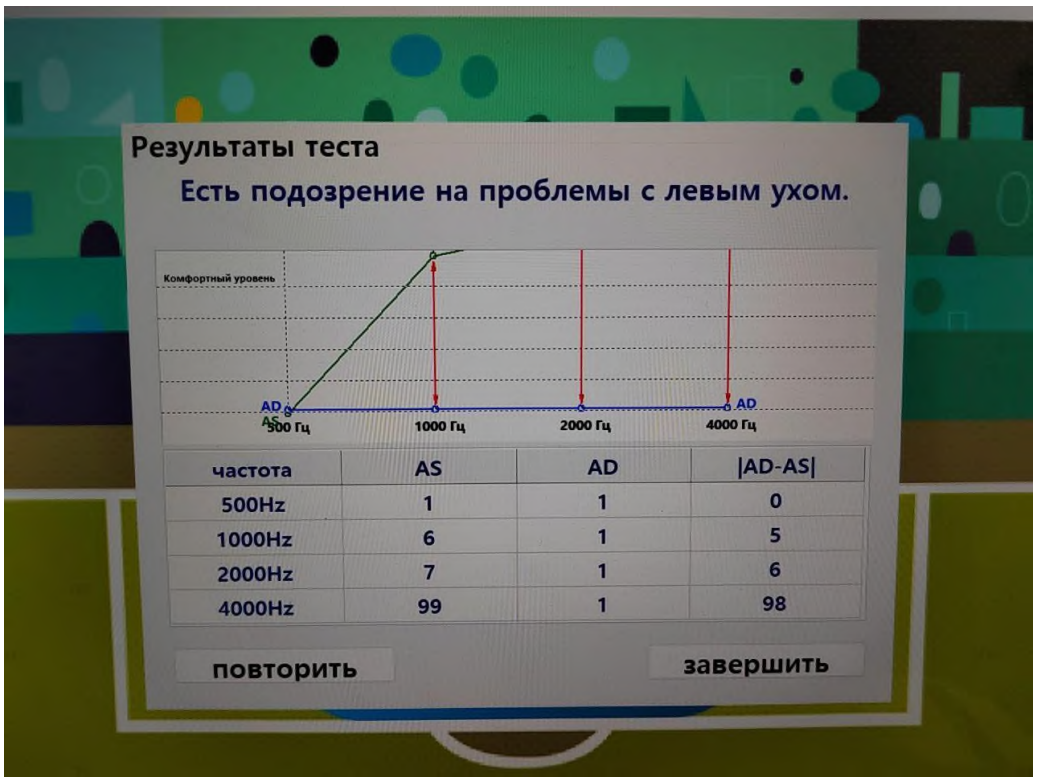
Б

Рисунок 5.4. Результаты исследования пациентки Х. (А - заключение программы -игры «SON-AR», Б - тональная пороговая аудиометрия).

Клинический пример 5.3.

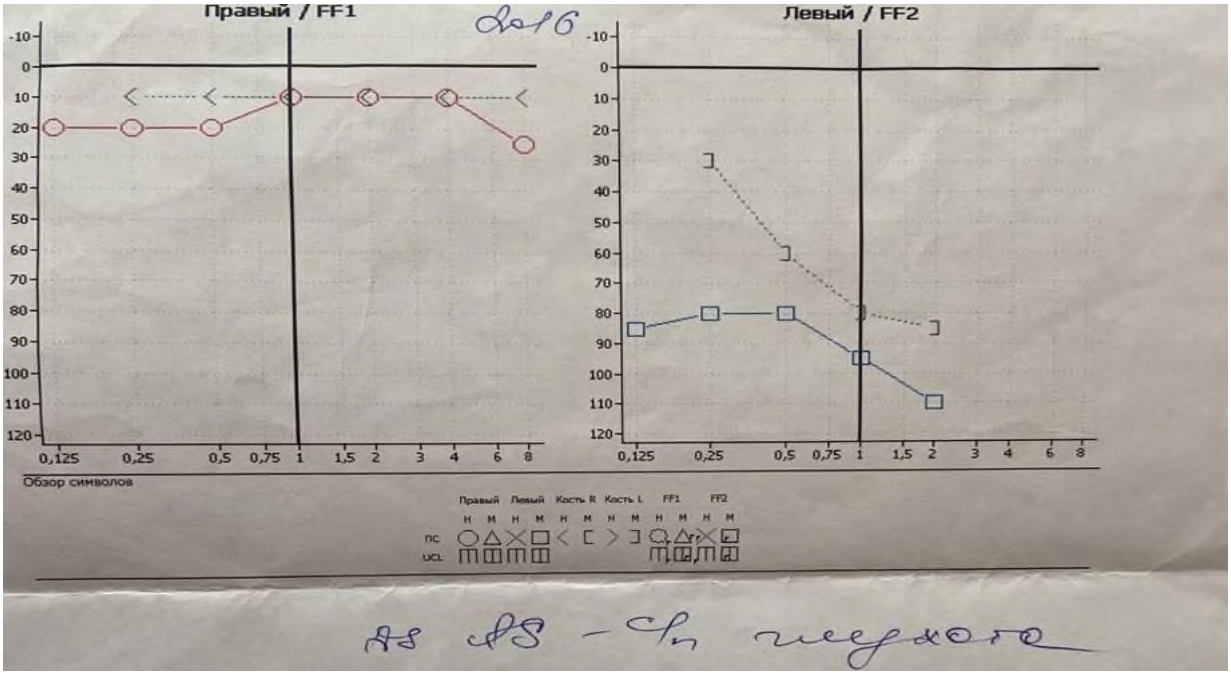
Девочка М. 7 лет на фоне двустороннего острого катарального среднего отита пожаловалась на очень сильное снижение слуха с обеих сторон. После выздоровления ребенок был осмотрен ЛОР-врачом по месту жительства, было выполнено аудиологическое обследование, включавшее в себя исследование разборчивости шепотной речи (у ушной раковины слева, справа с 4 метров) и тимпанометрию (тип «А» с двух сторон). В связи с купированием симптомов острого среднего отита и сохранявшейся односторонней тугоухостью, ребенок был направлен на консультацию к сурдологу. Проведенная тональная пороговая аудиометрия (представлена рис.5.5Б), а также тест ОАЭ позволили диагностировать левостороннюю сенсоневральную глухоту.

В связи с жалобами на затруднение носового дыхания, храп, часто риниты, ОРВИ и отиты, рекомендована аденотомия. При поступлении в стационар для плановой аденотомии проведено тестирование в программе - игре «SON-AR». После первой попытки программа заподозрила снижение слуха слева (см. рис 5.5 А).



частота	AS	AD	|AD-AS|
500Hz	1	1	0
1000Hz	6	1	5
2000Hz	7	1	6
4000Hz	99	1	98

А



Б

Рисунок 5.5. Результат обследования ребенка 7 лет с левосторонней сенсоневральной глухотой (А-в программе -игре «SON-AR», Б-тональная пороговая аудиометрия).

5.2.2. Возможности программы -игры «SON-AR» в диагностике двусторонних нарушений слуха.

Первоначальной задачей создания программы была разработка методики выявления скрытых односторонних нарушений. Несмотря на ранее поставленную узкую специализацию (выявление сугубо одностороннего нарушения слуха, причем акцент делался на скрытую глухоту или выраженную тугоухость), в процессе тестирования детей и подростков, программа -игра «SON-AR» с высокой чувствительностью определяла и двустороннее снижение слуха.

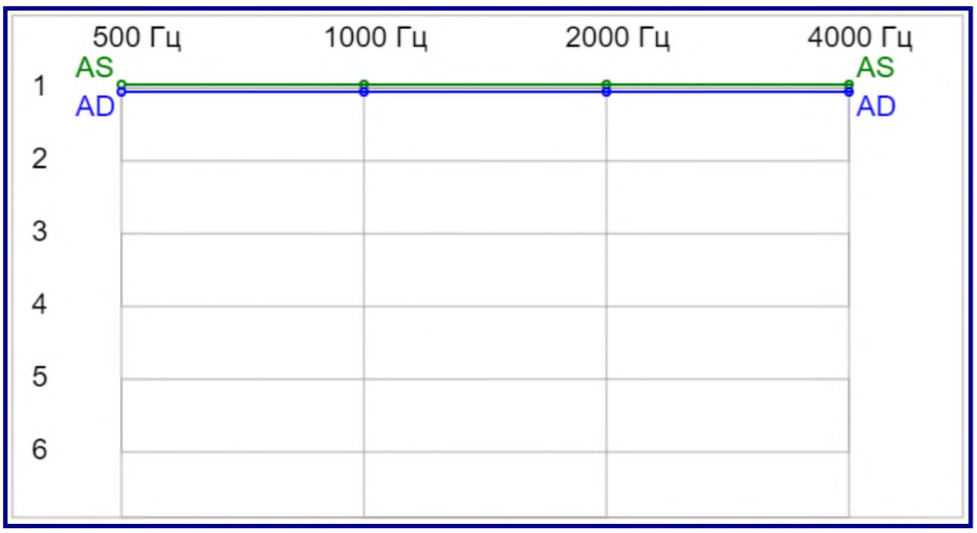
Высокая чувствительность метода к выявлению двустороннего нарушения слуха, побудила нас расширить функционал программы с целью выявления и симметричной двусторонней тугоухости. Для этого в код программы были внесены изменения, позволившие анализировать не только пороги слышимости между двумя ушами на разных частотах, но и пороги слышимости каждым ухом на разных частотах (своего рода аналог аудиограммы). Данное нововведение позволило диагностировать симметричное двустороннее снижение слуха с преобладающим высокочастотным или низкочастотным компонентом. Это помогает выявлять почти любые варианты тугоухости, так как выраженное равномерное двустороннее снижение слуха обычно заметно со стороны и обращает на себя внимание.

К сожалению, в некоторых случаях программа не смогла выявить снижение слуха, хотя сам ребенок предъявлял жалобы на проблемы со слухом, которые впоследствии были подтверждены данными тональной пороговой аудиограммы.

Клинический пример 5.4.

Девочка Я., 16 лет, была госпитализирована в ЛОР-отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» с правосторонней острой сенсоневральной тугоухостью 1 степени. После прохождения курса терапии дексаметазоном жалобы на шум в ушах сохранялись, хотя пороги слуха снизились. Спустя месяц после выписки пациентка в сопровождении мамы пришла на контрольный аудиологический осмотр. Со слов ребенка, за прошедший месяц слух значительно улучшился, что подтверждал проведенный тест разборчивости шепотной речи (с двух сторон с 4 метров), но сохранялся небольшой шум в ухе и ощущение заложенности.

Перед проведением контрольной тональной пороговой аудиометрии девочка прошла тест в программе -игре «SON-AR» (рис 5.6 А). По результатам теста слух был в норме. Тональная пороговая аудиометрия подтвердила наличие у ребенка нормального слуха на частотах от 125 до 4 кГц (рис. 5.6 Б). Снижение слуховых порогов отмечалось справа на частоте 8000 Гц. Данная частота не исследовалась при проведении теста в программе «SON-AR». Расширенный частотный скрининг может быть добавлен отдельным видом исследования и использоваться, в основном, у детей старшего возраста.



Признаков одностороннего нарушения слуха нет.

А



Б

Рисунок 5.6. Результаты обследования пациентки Я. (А - программа - игра «SON-AR», Б - тональная пороговая аудиограмма).

5.2.3. Сравнение результативности программы «SON-AR» с данными анамнеза пациентов.

Нами была оценена точность, специфичность и чувствительность программы -игры «SON-AR» в сравнении с данными анамнеза пациентов. Результаты представлены на рис.5.7-5.9.

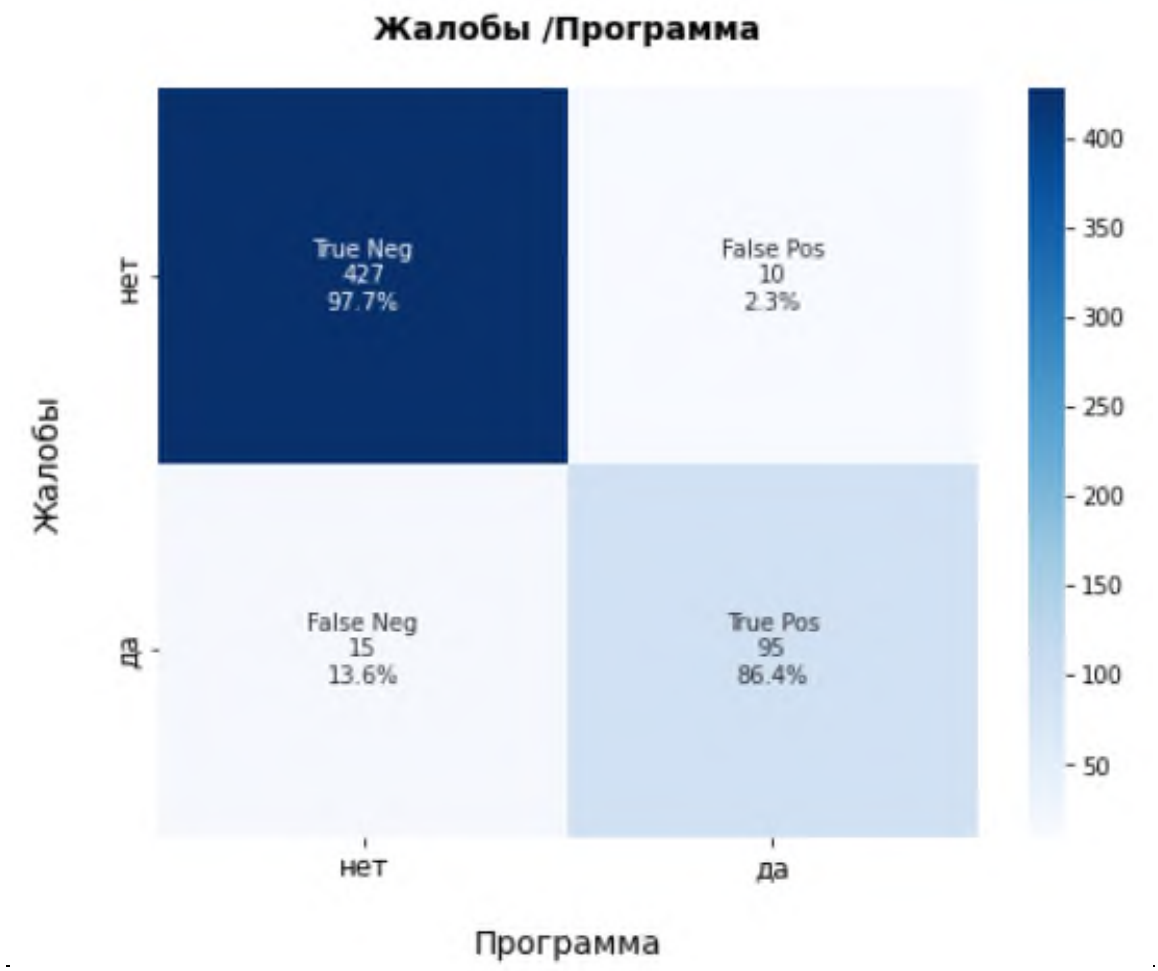


Рисунок 5.7. Частота совпадения жалоб на снижение слуха с выявленной программой -игрой «SON-AR» тугоухостью у всех обследованных пациентов.

Жалобы на снижение слуха совпали с подтвержденной программой тугоухости у 86,4% обследованных и не подтверждены у 13,6% (рис. 5.7). Отсутствие жалоб на снижение слуха и отсутствие тугоухости по программе совпали у 97,7% протестированных пациентов и не подтверждены у 2,3% (рис. 5.7).

Таким образом, точность программы -игры по отношению к жалобам пациентов на снижение слуха составила 95.4 [94.0; 96.9]%, чувствительность - 86.4 [80.9; 91.4]%, специфичность - 97.7 [96.5; 98.8]% .

Далее мы оценили аналогичный показатель среди пациентов с подтвержденной субъективными и объективными методами исследования слуха односторонней (рис. 5.8) и двусторонней (рис. 5.9) тугоухостью.

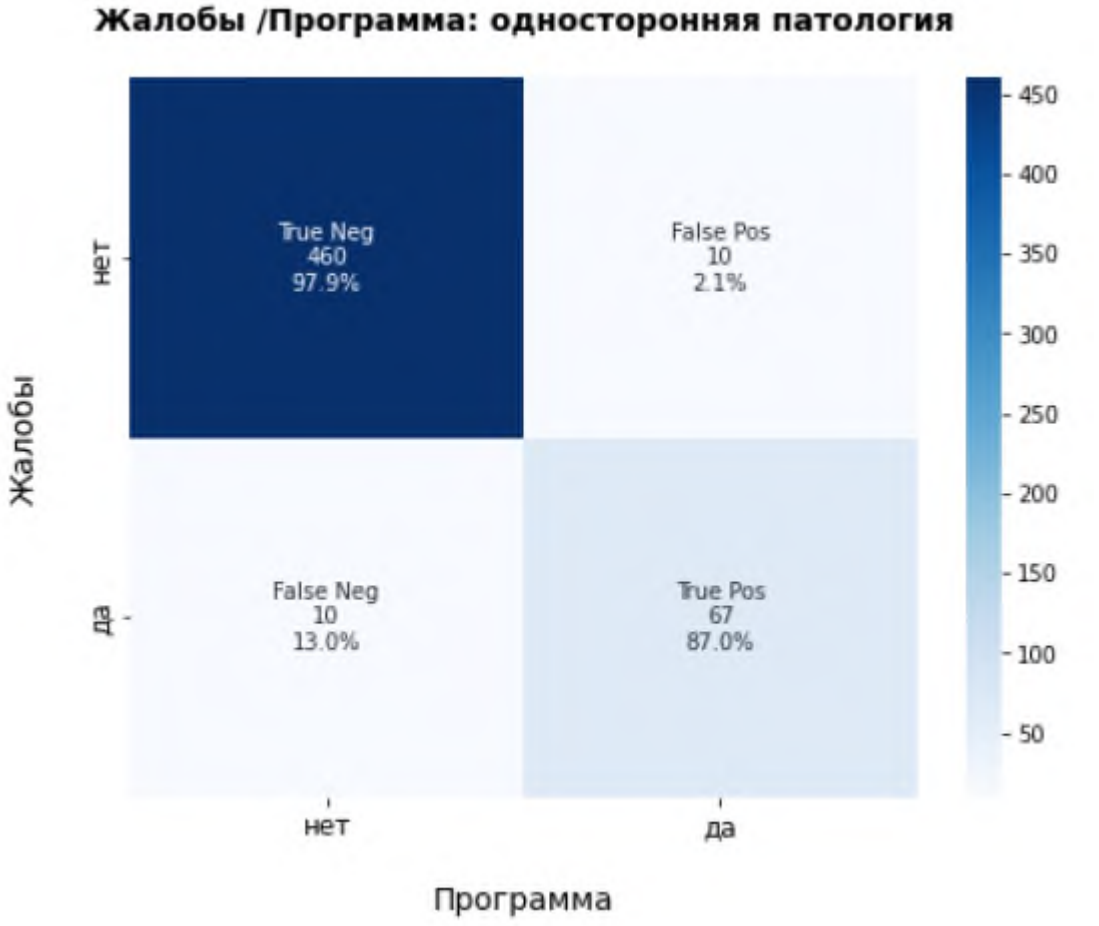


Рисунок 5.8. Частота совпадения жалоб на снижение слуха, предъявляемых пациентами с ОТ до прохождения теста, с выявлением ОТ программой - игрой «SON-AR».

Наличие ОТ было подтверждено программой у 87,0%, а нормальный слух у 97,9% (рис. 5.8). При сравнении этих показателей точность программы составляет 96.3% [95.1; 97.6], чувствительность - 87.0% [80.2; 93.2], специфичность - 97.9% [96.8; 98.9].

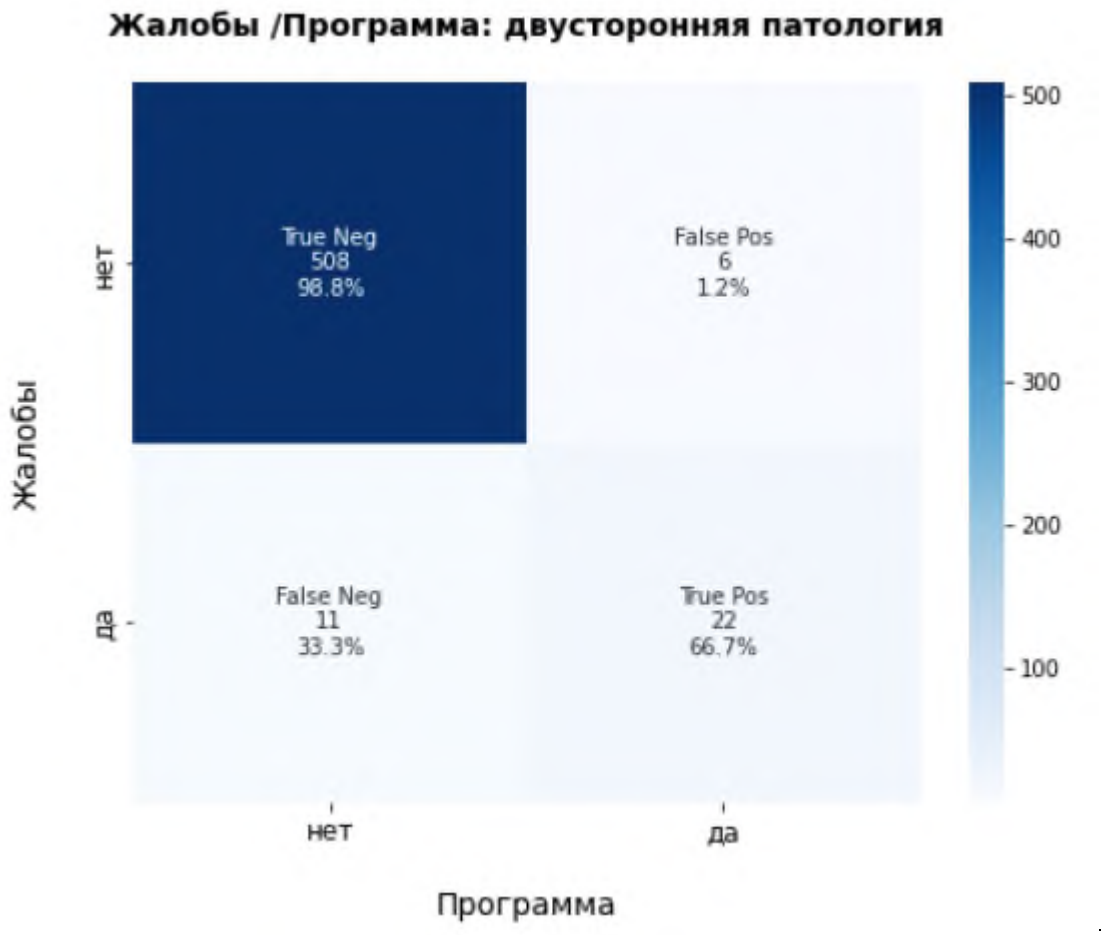


Рисунок 5.9. Частота совпадения жалоб на снижение слуха, предъявляемых пациентами с двусторонним снижением слуха до прохождения теста, и наличие ОТ, выявленной программой -игрой «SON-AR».

Наличие двусторонней тугоухости подтверждалось программой у 66,7% и ее отсутствие - у 98,8%. Данные иллюстрированы рисунком 5.9. Точность программы у пациентов всех возрастов с двусторонним снижением слуха составляет 96.9% [95.6; 98.0], чувствительность - 66.7% [52.6; 80.5], специфичность - 98.8% [98.0; 99.6].

5.2.4. Сравнение результативности прохождения теста программы -игры «SON-AR» и тональной пороговой аудиометрии.

Программа -игра «SON-AR» разработана на основе методов ТПА и игровой аудиометрии, поэтому мы провели сравнительный анализ эффективности выполнения аудиометрии и «SON-AR» в разных возрастных группах. Во всех случаях успешного выполнения ТПА и «SON-AR»

результаты были идентичными. В группе детей преддошкольного возраста не было успешно прошедших аудиометрию (игровую), но 78% (n=42) справились с программой-игрой «SON-AR». Аналогичные показатели среди дошкольников- 15% (старше 5 лет 6 месяцев) смогли выполнить ТПА и все (100%) успешно прошли тестирование в программе «SON-AR» (рис. 5.10). Отметим, что все дети, успешно прошедшие тестирование в программе «SON-AR», были старше 3 лет 6 месяцев, то есть по уровню развития были ближе к детям дошкольного возраста.

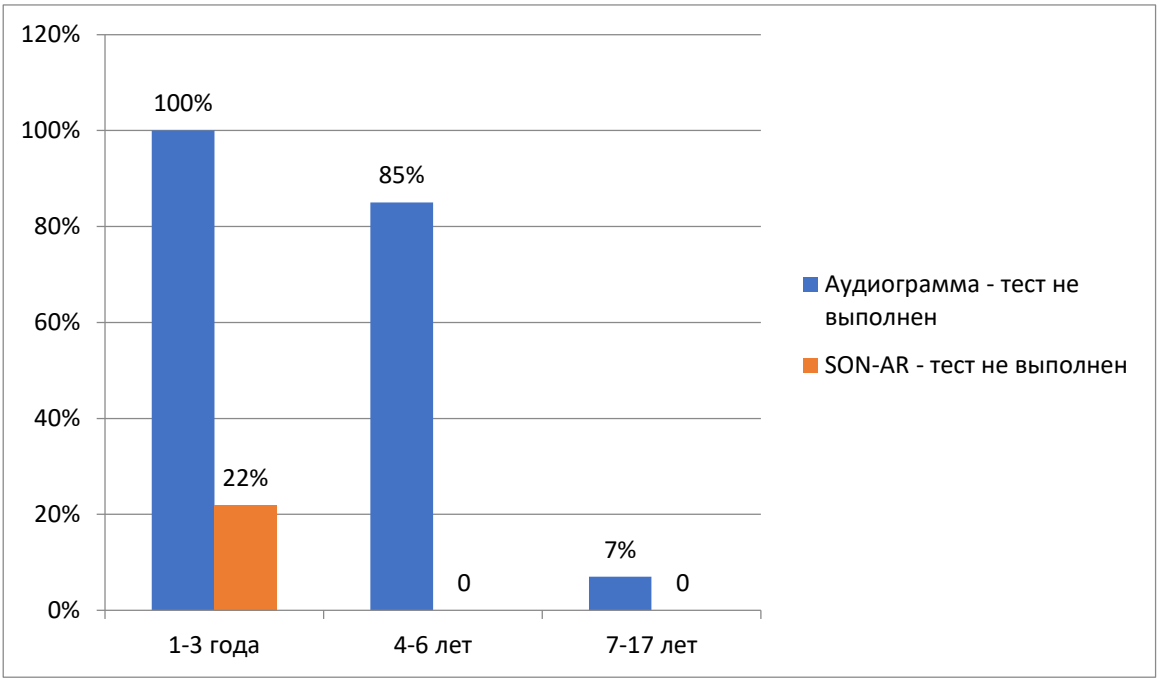


Рисунок 5.10. Сравнение результатов прохождения программы -игры «SON-AR» и тональной пороговой аудиометрии в различные периоды детства.

Безусловным достоинством и преимуществом программы -игры «SON-AR» мы считаем 100% успешное ее применение у детей, начиная с дошкольного возраста (100% прохождение программы-игры пациентами с 4 лет против 15% успешного выполнения тональной пороговой аудиометрии).

5.3. Потенциал использования программы -игры «SON-AR» у пациентов с аутизмом/расстройствами аутистического спектра (РАС).

Программа -игра помогает оценивать слух и еще у одной сложной для налаживания контакта группой – пациентов с аутизмом и расстройствами аутистического спектра.

Среди пациентов, успешно прошедших тестирование в программе «SON-AR», было 2 таких ребенка: 1 с аутизмом (клинический случай 5.5) и 1 с РАС (клинический пример 5.6).

Клинический пример 5.5.

В ЛОР-отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» был госпитализирован пациент У., 8 лет с диагнозом «Левосторонний острый гнойный средний отит. Аутизм». Со слов матери, гноетечение впервые было отмечено за 2 месяца до госпитализации, но несмотря на 3 курса системной антибактериальной терапии, ребенок продолжал периодически предъявлять жалобы на боль в левом ухе. В связи с психическими особенностями, негативной реакцией на осмотр и врачей, крайне выраженными речевыми расстройствами, скудным словарным запасом проведение ЛОР-осмотра и акуметрии было сильно осложнено. Проведенный туалет ушей, и отоскопия позволили исключить острый гнойный средний отит, верифицировав левосторонний наружный отит на этапе выздоровления. Пациенту была выполнена тимпанометрия (зарегистрирован тип «А» с двух сторон). В обычной ситуации вопрос о потенциальном наличии проблем со слухом и их связи с речевыми расстройствами у ребенка с аутизмом потребовало проведение ОАЭ или регистрации КСВП, так как о проведении тональной пороговой аудиометрии в обычной ситуации не могло быть и речи. После окончания ЛОР-осмотра и проведения тимпанометрии, ребенку предложили «поиграть в компьютер» вместе с папой. Пациент, который до этого момента негативно реагировал на врачей и проводимый осмотр, сразу успокоился и с минимальной помощью врача на этапе тренировки, с первой попытки прошел тест программы (рис.5.11), так как она его заинтересовала. Проведенный позже тест ОАЭ в состоянии физиологического сна подтвердил

результат тестирования программой «SON-AR» (ОАЭ была зарегистрирована с обеих сторон).

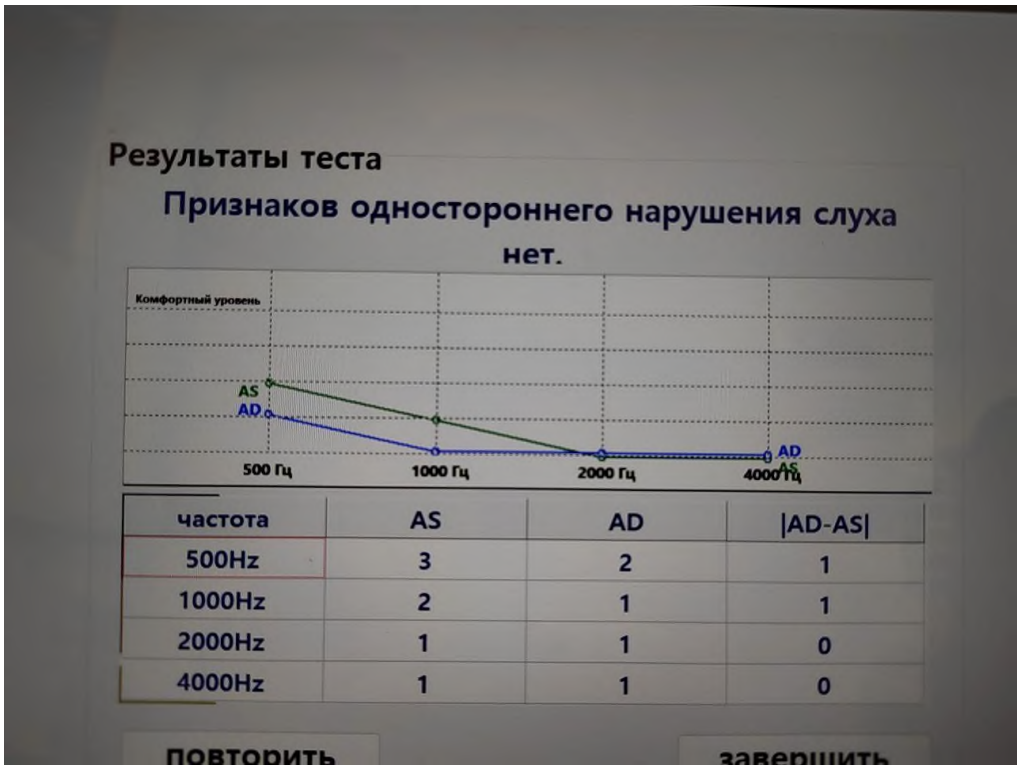


Рисунок 5.11. Данные успешного прохождения тестирования программой-игрой «SON-AR», заключение - «Признаков одностороннего снижения слуха нет»).

Клинический пример 5.6.

Пациентка Н., 11 лет с РАС по реакции на осмотр и врачей не особенно отличалась от пациента с аутизмом (клинический случай 5.5). Умственное развитие отставало от сверстников (больная наблюдается у психоневролога). Ребенок находился в стационаре по поводу острого гнойного гайморита, протекавшего без патологии со стороны ушей. Нам удалось уговорить мать ребенка пройти тестирование в программе «SON-AR». Со второй попытки пациентка смогла успешно пройти тест (рис.5.12), что особенно хорошо заметно на графике левого уха (обозначение - «AS»). В момент исследования слуха на частоте 4000 Гц, в связи с возникшим отвлекающим фактором (входящий телефонный звонок при проведении исследования на смартфоне),

ребенок отвлекся, что, вероятно, повлияло на зафиксированный порог слуха на этой частоте.

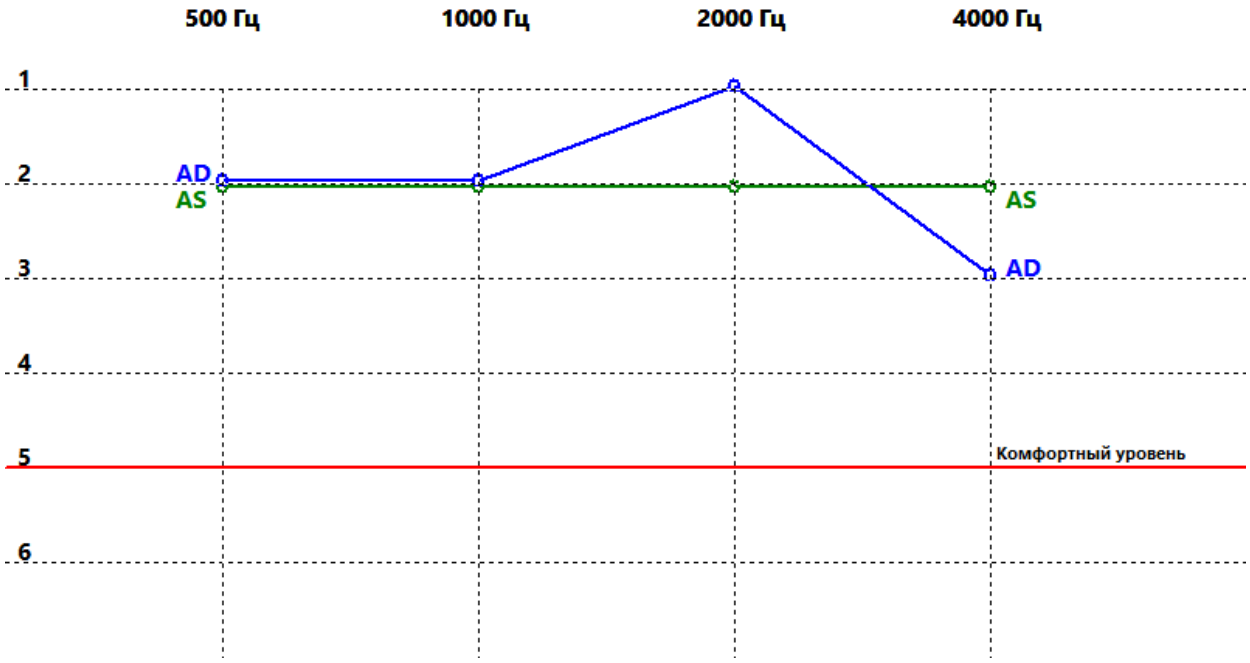


Рисунок 5.12. Результат обследования больной Н. в программе -игре «SON-AR».

На данный момент наш опыт исследования слуха программой -игрой «SON-AR» у детей с РАС ограничен единичными случаями. Этого недостаточно для формирования заключения об эффективности метода в группе таких пациентов или ее отсутствии. Однако, полученный нами опыт открывает перспективы для дальнейших научных изысканий в этой области.

5.4. Оценка программы – игры «SON-AR» пациентами.

Сама программа- игра «SON-AR» и ее исполнение получили высокую оценку у детей. Было проведено устное анкетирование пациентов (Вопрос: «Понравилась ли игра?»). Большинство (487 пациентов, 88,5%) из опрошенных детей ответило, что игра им понравилась. У всех пациентов не наблюдалось негативной реакции при просьбе пройти исследование повторно.

У детей школьного возраста интерес был в целом ниже, чем у детей дошкольного возраста, однако 75% пациентов (231 человек) описало предложенную игру как «нескучное занятие», которому можно уделить несколько минут». Остальные участники восприняли предложенный метод как еще одну процедуру, которую им нужно пройти перед тем, как выписаться из стационара.

Резюме.

Разработанная нами программа-игра «SON-AR» позволяет проводить массовый слуховой скрининг в детской популяции (в том числе на доврачебном этапе), но дает ориентировочное представление о состоянии слуха (в заключении указывается возможность наличия тугоухости с указанием стороны поражения, но без определения формы и степени).

В рамках 3 этапа программой «SON-AR» был обследован 531 ребенок в возрасте от 2 лет 4 месяцев месяцев до 17 лет 11 месяцев. Минимальный возраст успешного выполнения теста программы составил 3 года 6 месяцев. Результат прохождения программы «SON-AR» подтверждался результатами аудиологического обследования с помощью существующих методов, описанных нами выше.

По нашим данным, начиная с 4х-летнего возраста, все пациенты (100%) могли успешно выполнить исследование в программе -игре «SON-AR». Среди детей преддошкольного возраста этот показатель составил 78%. Мы считаем, что такой высокий процент выполнения получен за счет преобладания в данной группе детей старше 3 лет 6 месяцев, т.е. приближенных к детям дошкольного возраста.

Среди 519 детей, успешно выполнивших тестирование программой «SON-AR», программа выявила 75 детей (14,5%) с односторонней тугоухостью, из которых 8 пациентов - преддошкольники, но старше 3 лет 6 месяцев; 26 пациентов – дошкольники и 41 пациент – школьник. Точность

программы «SON-AR» в диагностике односторонних нарушений слуха составила 96.3 [95.1; 97.6] %, чувствительность 87.0[80.2; 93.2] %, специфичность 97.9 [96.8; 98.9] %.

Результат, полученный после прохождения программы -игры «SON-AR», подтвержден результатами тональной пороговой аудиометрии (у пациентов, у которых удалось провести оба исследования) в 100% случаев.

Простота и доступность разработанной программы подтверждена данными анкетирования участников исследования. Большинство (487 пациентов, 88,5%) из опрошенных детей ответило, что игра им понравилась. Все пациенты были готовы пройти исследование повторно.

Заключение

Односторонняя тугоухость остается актуальной проблемой в педиатрической практике. Этиология односторонних и двусторонних нарушений слуха схожа, отличается частота встречаемости тех или иных факторов. Односторонняя тугоухость часто является следствием врожденных пороков развития височной кости или проявлением синдромального состояния. Заболевание может протекать скрыто. В такой ситуации ни ребенок, ни родители не подозревают о наличии проблем со слухом, так как благодаря компенсаторной функции здорового уха достигается достаточная степень развития речевых и коммуникативных навыков. При этом для выявления снижения слуха было бы достаточно однократно проведенного теста разборчивости шепотной речи. Значительно реже причиной ОТ выступают аномалии развития, требующие своевременного проведения оперативного вмешательства до развития осложнений, например, такие пороки как «аномалия общая полость» (порок развития внутреннего уха). Для этого заболевания характерно возникновение спонтанной отоликвореи с последующим развитием рецидивирующих менингитов. Единственный способ лечения – хирургическое вмешательство с закрытием дефекта и купированием ликвореи.

Своевременная диагностика необходима, но единого общепринятого алгоритма выявления односторонних нарушений слуха, не существует, отсутствует настороженность среди специалистов, многие из которых не считают проблему односторонней тугоухости значимой, а так как заболевание часто протекает скрыто, поэтому на прием к ЛОР-врачу ребенок попадет несвоевременно.

Целью работы стало повышение эффективности диагностики односторонних нарушений слуха у детей посредством разработки и внедрения метода массового доврачебного слухового скрининга.

Для достижения поставленной цели сформулирован и решен ряд задач, а именно:

1. Изучить частоту встречаемости и этиологические факторы односторонних нарушений слуха у детей при односторонней острой и хронической патологии.

2. Оценить эффективность существующих методов исследования слуха у детей разных возрастных периодов в диагностике односторонней тугоухости.

3. Разработать метод массового слухового скрининга односторонних нарушений слуха у детей, не требующий участия врача и наличия специализированного оборудования.

4. Оценить эффективность использования метода массового доврачебного слухового скрининга у детей с односторонними нарушениями слуха.

Для осуществления поставленной цели было проведено исследование, состоявшее из трех этапов, в рамках которого было обследовано 1527 детей, среди которых 1111 (72,7%) с острой и хронической патологией уха и 416 (27,3%) с другой патологией ЛОР-органов без нарушения слуха, в возрасте от 2 лет 4 месяцев до 17 лет 11 месяцев лет. Среди них 911 (59,7%) мальчиков и 616 (40,3%) девочек.

В рамках первого этапа проводилась оценка этиологических факторов и частоты встречаемости разных видов ОТ среди 996 пациентов (597 мальчиков , 399 девочек) с патологией уха, госпитализированных в оториноларингологическое отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» с января 2022 по декабрь 2022 г. Всем детям было выполнено клинико-аудиологическое обследование с целью выявления односторонней тугоухости, ее вида и этиологических факторов. Среди 996 пациентов было диагностировано 565 случаев односторонней тугоухости, что составило 56,8% от общего числа пациентов с заболеваниями уха. Такая высокая частота встречаемости объясняется проведением исследования в

ЛОР-стационаре, где встречаемость тугоухости в целом, особенно односторонней, несоизмеримо выше, чем в любом другом месте.

У 447 пациентов (79,1%) была диагностирована острая кондуктивная ОТ, которая у 430 детей была вызвана течением острого среднего отита. Реже причиной острой кондуктивной ОТ становились такие патологии как туботит (5 детей), инородное тело наружного слухового прохода (9 детей) и травма уха (3 ребенка).

У 111 пациентов (19,6%) была диагностирована хроническая кондуктивная ОТ, которая у подавляющего большинства (64 ребенка, 11,4%) протекала на фоне негнойного среднего отита (экссудативная или адгезивная форма) в качестве сопутствующей патологии у детей с гипертрофией аденоидов, у 42 детей (7,4%) была ассоциирована с наличием хронического гнойного среднего отита, 4 ребенка (0,7%) с односторонней атрезией наружного слухового прохода и 1 пациент (0,1%) с врожденной холестеатомой, сопровождавшейся ОТ.

С односторонней хронической сенсоневральной тугоухостью дети госпитализировались крайне редко (n=7, 1,2%).

Обращали на себя внимание единичные случаи скрытого течения односторонней глухоты или тугоухости, как, например, у пациентов с диагнозами «аномалия общая полость» и «врожденная холестеатома». У первого ребенка диагноз был поставлен после развития второго за месяц эпизода менингита и выполненной КТ височных костей. Оперативное вмешательство было проведено сразу после купирования симптомов острого заболевания, пациент выписан из стационара, в катамнезе рецидивов отоликвореи не отмечалось. Второму ребенку было выполнено санирующее вмешательство с одномоментной оссикулопластикой и тимпанопластикой 3 типа. Несмотря на проведение операции до развития клиники хронического гнойного среднего отита, холестеатома вызвала деструкцию молоточка и

наковальни, что привело к развитию хронической кондуктивной ОТ (по результатам аудиологического контроля). Проведенный анализ позволил оценить частоту встречаемости и этиологические факторы односторонней тугоухости у пациентов ЛОР-отделения ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ».

В рамках второго этапа оценена эффективность существующих субъективных и объективных методов исследования слуха у 531 ребенка (317 мальчиков и 214 девочек) разных возрастных периодов, госпитализированных в оториноларингологическое отделение ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ» с января 2023 года по сентябрь 2023 года. Исследование слуха проводилось нами во время пребывания детей в отделении. Аудиологическое обследование включало в себя такие общедоступные методы как: исследование разборчивости шепотной речи, камертональные пробы, тональная пороговая и игровая аудиометрия, акустическая импедансометрия. Всего был обследован 531 ребенок в возрасте от 2 лет 4 месяцев до 17 лет 11 месяцев. Все пациенты были разделены на группы в соответствии с периодами детства на основе классификации Н.П. Гундобина, модифицированной нами для выполнения поставленных задач.

Исследование разборчивости шепотной речи не представляло трудностей у пациентов, начиная с 3 лет 6 месяцев. Дети дошкольного возраста в 98,8% случаев понимали задание и успешно выполняли исследование, школьники – в 99,4%. Единичные неудачные итоги теста (1.2% среди дошкольников и 0,6% среди школьников) были связаны с индивидуальными особенностями конкретных пациентов. Все дети преддошкольного возраста (33 пациента), которые смогли выполнить тест, были старше 3 лет 6 месяцев, то есть по развитию речевых навыков были ближе к детям дошкольного возраста.

Тимпанометрия была успешно выполнена практически всем пациентам (n= 525, 97,4%), кроме случаев, сопровождавшихся наличием перфорации барабанной перепонки (на фоне острого (n= 11, 2%) или хронического (n=3, 0,6%) гнойного среднего отита) или при крайне негативной реакции на осмотр, когда даже в присутствии родителя не удалось провести исследование.

Исследование слуха камертонами проведено с использованием разработанной нами панели, состоявшей из трех проб: сравнительной (ребенок сравнивал громкость звучания двух камертонов одной частоты- предложена нами), Ринне и Вебера (выполнены по классической схеме). Эффективность каждой из камертональных проб была оценена по отдельности.

Сравнительную пробу успешно выполнили 507 детей (95,5%). Начиная с 4ех летнего возраста выполнение данного теста не вызывало сложностей у пациентов. Среди детей дошкольного и школьного возраста успешно прошли исследование 165 (97,6%) и 306 (99,4%) пациентов соответственно. В группе детей преддошкольного возраста этот показатель ожидаемо был ниже и составил 36 детей (67%).

Пробу Ринне успешно выполнили 452 ребенка (85,1%). Начиная с 7 лет, абсолютное большинство успешно выполняли тест и 304 школьника (98,7%) справились с заданием. В отличие от результатов сравнительной пробы, в группе дошкольников с пробой Ринне справились 136 детей (80,5%), что может быть объяснено сложностью поставленной перед ребенком задачи. Только 12 детей (22%) преддошкольного возраста смогли выполнить тест. Все дети преддошкольного возраста, справившиеся с задачей, были старше 3 лет 6 месяцев, то есть по уровню развития были ближе к детям дошкольного возраста. Таким образом, по нашим данным, с достаточной уверенностью проба Ринне может быть использована для диагностики ОТ у детей, начиная с дошкольного возраста.

Пробу Вебера смогли успешно выполнить 366 детей (68,9%). Показатель успешного выполнения был значительно ниже, чем у двух предыдущих проб. Как и в случае с пробой Ринне, уверенно выполнить данный тест смогли дети, начиная со школьного возраста (291 ребенок, 94,5%). Дети дошкольного возраста успешно выполнили пробу Вебера лишь в 43,2% случаев. Несмотря на установленную нами сложность в проведении этой пробы у детей преддошкольного и дошкольного возраста, мы обратили внимание, что у пациентов с односторонним нарушением слуха обучение и тестирование проходило значительно лучше, чем у нормально слышащих или детей с двусторонним снижением слуха. Поэтому мы сравнили результативность пробы Вебера у 531 ребенка, обследованного в рамках II этапа, разделив их внутри возрастных групп в зависимости от состояния слуха (одно- или двусторонняя тугоухость, нормальный слух). Результативность этой пробы у нормально слышащих пациентов составила: у преддошкольников - 0%; у дошкольников - 42,9%; у школьников - 95,5%; у детей с двусторонним снижением слуха: у 0%; 50% и 75%, соответственно. Среди всех обследованных в рамках II этапа детей преддошкольного возраста, 2 (4%) ребенка, успешно выполнившие пробу Вебера, имели ОТ. Детям с ОТ было проще понять смысл задания, так как они сразу обращали внимание на латерализацию звука в одно из ушей, в то время как здоровые и дети с двусторонним снижением слуха не могли понять, что именно им следует принять за латерализацию звука.

Таким образом, анализ результатов обследования детей с помощью камертональных проб показал, что почти 100% пациентов в состоянии пройти исследование, начиная со школьного возраста. Изолированное использование сравнительной пробы в качестве скринингового метода выявления ОТ возможно у детей старше 3 лет 6 месяцев.

Тональная пороговая аудиометрия рутинно используется у детей, начиная с 7 летнего возраста. Такой высокий порог вхождения объясняется сложностью удержания детского внимания, необходимостью обучения пациента и контроля ложных ответов. В группе школьников ТПА была успешно выполнена в 93,2% случаев (n=287). У 21 (6,8%) пациента школьного возраста не удалось выполнить ТПА в связи с сопутствующей неврологической патологией. Ни у одного из пациентов преддошкольного возраста успешно выполнить игровую аудиометрию не удалось. Среди дошкольников успешно выполнили ТПА 14,8% детей (n=25), причем среди прошедших исследование самому младшему было 5 лет 7 месяцев, а основная часть была старше 6 лет, то есть почти школьного возраста. Проведение аудиометрии у детей младше 5 лет 7 месяцев возможно лишь в игровой форме при соблюдении достаточно сложных в выполнении условий: наличие игровой комнаты с большим выбором игрушек и рисунков, наличие специалиста, обученного проведению игровой аудиометрии, длительная подготовка ребенка. В связи с выше перечисленным, игровая аудиометрия не может использоваться массово для диагностики тугоухости/глухоты у детей младше 5 лет 7 месяцев.

Второй этап работы подтвердил возможность использования существующих методов исследования слуха в диагностике ОТ. Более того, возрастные пороги вхождения у некоторых методов оказались значительно ниже, чем указано в литературных источниках. Анализ результатов второго этапа показал, что, несмотря на наличие доступных и работающих методов выявления тугоухости, основная проблема остается нерешенной. Ребенок с односторонней скрытой врожденной глухотой не будет предъявлять жалобы на снижение слуха, а соответственно, не попадет на прием к ЛОР-врачу и не будет обследован всеми указанными выше методами, то есть любые изменения, предлагаемые нами на врачебном этапе, несут минимальную пользу при отсутствии изменений в оценке слуха детей на доврачебном этапе. Нам стала очевидна необходимость создания нового метода выявления

скрытых нарушений слуха у детей без участия врача. Разработка и тестирование этого метода составили 3 этап исследования.

В рамках 3 этапа была разработана программа-игра под названием «SON-AR». Данный метод исследования слуха создан на основе игровой аудиометрии. Программа размещена в сети интернет и доступна для прохождения с любого устройства с доступом в интернет (смартфон, планшет, ноутбук, персональный компьютер). Из дополнительного оборудования необходимы любые наушники. Само исследование упрощено и адаптировано для проверки слуха у маленьких детей. Простота и доступность метода позволяют оценивать слух ребенка без предварительной подготовки, без участия врача и без специального оборудования, что и делает его по-настоящему массовым.

В рамках тестирования программы был оценен слух у 531 пациента, обследованного нами в рамках выполнения II этапа, причем после первых же тестов у пациентов с выраженной односторонней тугоухостью и глухотой стало понятно, что разработанный метод обладает крайне высокой чувствительностью к односторонней тугоухости, поэтому мы применяли данную программу у пациентов ЛОР-отделения ГБУЗ «ДГКБ №9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ», госпитализированных с января 2023 года по сентябрь 2023 года.

По результатам обследования 531 ребенка 519 пациентов (97,7%) успешно выполнили тест программы, а результат исследования совпал с результатами предшествовавшего клинико-аудиологического обследования. Начиная с 4-х летнего возраста все пациенты справились с задачей, таким образом в группе детей дошкольного и школьного возраста эффективность программы составила 100%. Среди преддошкольников 42 ребенка (78%) справились с заданием. Полученный результат был значительно выше, чем при использовании других методов исследования слуха, описанных во втором этапе работы. Такой высокий результат может быть обусловлен

простотой предложенной программы-игры. Пациентам предлагалось сыграть в футбол на любом устройстве (компьютер, ноутбук, планшет, мобильный телефон). Более того, в большинстве случаев дети проходили тест со своих телефонов или с телефонов родителей, то есть пользовались знакомой техникой. Современные дети очень хорошо знакомы с данным видом устройств и нажимать на мяч по звуковому сигналу для них не составляет труда. Дополнительным преимуществом является прохождение исследования в знакомой обстановке с родителями без участия посторонних. Отметим, что нами был определен четкий порог входа в исследование – 3 года 6 месяцев, так как эти пациенты по уровню развития максимально приближены к дошкольникам. К сожалению, степень развития речевых навыков и понимания даже простых задач у детей младше 3 лет 6 месяцев не позволяет проводить оценку слуха таким способом.

По результатам теста в программе «SON-AR» у 75 детей было получено заключение о возможном наличии односторонней тугоухости. Распределение пациентов с ОТ по возрастным группам было равномерным: преддошкольники - 19% (8 детей), дошкольники – 15,4% (26 детей), школьники – 13,3% (41 ребенок). Чувствительность программы «SON-AR» составила 87,0%, точность - 96,3%, специфичность – 97,9%.

Так как программа «SON-AR» была разработана на основе игровой аудиометрии, мы провели сравнение результативности прохождения обоих методов. Оказалось, что эффективность «SON-AR» в группе детей преддошкольного возраста составила 78%, в то время как ни один ребенок из этой группы не смог выполнить игровую аудиометрию, в группе дошкольников «SON-AR» был успешно пройден 100% пациентов, а тональная пороговая аудиометрия только 15% у детей возрастом 5 лет 7 месяцев и старше. Начиная с 7-летнего возраста, оба метода показали схожую эффективность («SON-AR» 100%, тональная пороговая аудиометрия

– 93%). Предложенный нами способ хорошо зарекомендовал себя при оценке состояния слуха у детей.

В процессе тестирования программы было проведено исследование слуха у двух детей с РАС. Несмотря на крайне негативную реакцию пациентов на ЛОР-осмотр и любые манипуляции со стороны врачей, при попытке проведения исследования слуха с помощью программы «SON-AR» пациенты успокаивались и выполняли поставленную задачу, так как оставались наедине с родителями и телефоном.

Односторонняя тугоухость, часто протекающая скрыто, может быть выявлена с использованием имеющихся методов исследования слуха. В большинстве случаев здоровое ухо способно либо в достаточной мере компенсировать функции больного, либо тот же результат будет достигнут с помощью дополнительных коррекционных мер (пример: приоритетное место в классе, индивидуальная программа обучения, обучение родителей, использование аппаратов костного звукопроведения). Программа-игра «SON-AR» в качестве метода массового доврачебного слухового скрининга способна обеспечить обследование детей старше 3 лет 6 месяцев и заподозрить наличие односторонней тугоухости, что особенно актуально в случаях скрытого течения заболевания, когда ни пациент, ни родители не подозревают о наличии нарушения слуха. Заключение программы-игры о возможной тугоухости должно мотивировать пациента/родителей пройти полноценное аудиологическое обследование с использованием объективных методов исследования слуха.

Выводы

1. Частота односторонней тугоухости составляет 56,8% от общего числа пациентов с заболеваниями уха. Наиболее часто встречается острая кондуктивная односторонняя тугоухость (79,1%) в основном на фоне острого среднего отита (76,1%); реже - хроническая кондуктивная (19,7%) чаще (11,4%) на фоне экссудативного/адгезивного среднего отита или хронического гнойного среднего отита (7,4%); редко - хроническая сенсоневральная (1,2%).

2. Оценка слуха с помощью речевого исследования может рутинно использоваться у детей старше 3 лет 6 месяцев (результативность: преддошкольники – 61%, дошкольники -98,8% и школьники- 99,4%). Предложенная нами сравнительная камертональная проба может рутинно использоваться у детей, начиная с 4 летнего возраста (результативность 97,6%); у детей старше 7 лет дополнительно могут применяться проба Ринне (результативность - 98,7%), проба Вебера (результативность - 94,5%) и тональная пороговая аудиометрия (результативность - 93,2%).

3. Оригинальный метод массового слухового скрининга односторонних нарушений слуха у детей (программа –игра «SON-AR»), не требует участия врача и наличия специализированного оборудования.

4. Эффективность использования метода массового доврачебного слухового скрининга у детей (программы «SON-AR») составляет 100% среди детей дошкольного и школьного возраста и 78% - у детей преддошкольного возраста с 3 лет 6 месяцев; чувствительность программы - 87,0%, точность - 96,3%, специфичность – 97,9%.

Практические рекомендации

1. Для выявления односторонней тугоухости целесообразно использовать тест разборчивости шепотной речи детям старше 3 лет 6 месяцев, камертональные пробы в объеме сравнительной пробы – у детей старше 4 лет; пробы Ринне и Вебера, а также тональной пороговой аудиометрии - детям старше 7 лет.
2. Сравнительная камертональная проба заключается в одномоментной установке двух звучащих камертонов одной частоты у ушных раковин с целью выявления хуже слышащего уха.
3. Для проведения массового оценочного слухового скрининга на доврачебном этапе детям с 3 лет 6 месяцев необходимо использовать программу «SON-AR».
4. При получении заключения программы о подозрении на тугоухость, необходима консультация ЛОР-врача и проведение аудиологического исследования с использованием инструментальных методов.

Список литературы:

1. Альшарджаби И.А.М. Нарушения слуха среди учащихся начальных классов школ республики Йемен. Автореферат ---к.м.н., Москва - 2022
2. Бобошко М.Ю., Гарбарук Е.С., Мальцева Н.В. Диагностика центральных нарушений слуха. Учебно-методическое пособие-Издательство СПбГМУ, 2013 г
3. Богомильский М. Р. и др. «Социальная значимость аудиологического обследования детей с задержкой речевого развития» //Практика педиатра. – 2020. – №. 4. – С. 33-38.,
4. Бондаренко Е. С., Милешина Н. А., Зеликович Е. И., Орловская С. С. .Технология "FUSION" КТ и МРТ non-EPI DWI изображений височных костей пациентов детского возраста в спорных случаях / // Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae. – 2021. – Т. 27, № 4. – С. 29-37. – DOI 10.33848/foliorl23103825-2021-27-4-29-37.
5. Гарбарук, Е. С. Минимальные нарушения слуха у детей: современное состояние проблемы / Е. С. Гарбарук, И. В. Савенко // Физиология человека. – 2020. – Т. 46, № 3. – С. 77-82. – DOI 10.31857/S0131164620030054
6. Диаб Х.М. Хирургическое лечение пороков развития наружного, среднего и внутреннего уха. Дис. д-ра мед. наук. СПб.; 2013: 108–21.
7. Диаб Х.М., Гулямов Ш.Б. О классификации врожденных изолированных аномалий среднего уха. Анналы хирургии. 2018; 23 (3): 145–9. DOI: http://dx.doi.org/10.18821/1560-9502-2018-23-3-145-149
8. Диаб Хассан Мохамад Али. О классификации аномалий развития уха// РО. 2012. №2. – с.
9. Дьяконова И.Н., Рахманова И.В., Ишанова Ю.С., Бурмистрова Д.С. Слуховая функция недоношенных детей после лечения ототоксическими антибиотиками. Вестник оториноларингологии. 2018;83(2):9-13.

10. Загорянская М. Е., Румянцева М. Г. Эпидемиологический подход к профилактике и лечению нарушений слуха у детей // Дефектология. – 2010. – № 6. – С. 48-55.
11. Загорянская Марина Евгеньевна, Румянцева Марина Георгиевна «Эпидемиологический подход к профилактике и лечению нарушений слуха у детей» // РО. 2011. №2.
12. Зеликович Е. И., Торопчина Л. В., Куриленков Г. В. . Синдром расширенного водопровода преддверия: этиология, клиника, диагностика, реабилитация пациентов // Вестник оториноларингологии. – 2015. – Т. 80, № 6. – С. 46-50. – DOI 10.17116/otorino201580646-50.
13. Карпова Е. П., Кисина А. Г. Современные методы ранней диагностики и реабилитации нарушений слуха у детей и подростков //Педиатрия. – 2013. – Т. 92. – №. 1.
14. Коваленко С.Л. Исследование слуха у детей дошкольного возраста на современном этапе. Рос оториноларингология 2009; 4: 69— 74.
15. Козлов М. Я., Левин А. Л. Детская сурдоаудиология. – М.: Медицина, 1989. – 224 с. 9. 2. 2.
16. Королева И. В. Введение в аудиологию и слухопротезирование. – СПб.: Каро, 2012. – 400 с.
17. Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Ивойлов А.Ю., Гаров Е.В., Морозова З.Н. «ЭТИОЛОГИЯ ОСТРОЙ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТИ У ДЕТЕЙ» // Рос вестн перинатол и педиат. 2020. №4
18. Крюков, А. И., Н. Л. Кунельская, М. И. Кулагина. Возрастные особенности исследования слуха у детей // РМЖ. – 2011. – Т. 19, № 6. – С. 386-389.
19. Кунельская Н. Л., Ивойлов А. Ю., Пакина В. Р., Яновский В. В. Экссудативный средний отит в детском возрасте / // Вестник оториноларингологии. – 2015. – Т. 80, № 1. – С. 75-79.
20. Милешина Н.А., Осипенков С.С., Бахшинян В.В., Таварткиладзе Г.А. Новые возможности реабилитации пациентов с врожденными

пороками развития наружного и среднего уха. Вестник оториноларингологии. 2014;(2):33 36.

21. Пальчун В. Т., Крюков А. И. Оториноларингология. – М.: Медицина, 2001. – 616 с. 17. 4. 4. Практическое руководство по сурдологии / А. И. Лопотко [и др.]. – СПб.: Диалог, 2008. – 274 с.
22. Панкова В.Б., Бушманов А.Ю. Проблемы тугоухости у лиц летных профессий гражданской авиации России. Вестник оториноларингологии. 2014;(6):27-30. Pankova VB, Bushmanov AIu. The problems of hearing impairment in the flying staff of commercial aviation in Russia. Vestnik Oto-Rino-Laringologii. 2014;(6):27-30. (In Russ.)https://doi.org/10.17116/otorino2014627-30].
23. Рахманова, И. В. Методы оценки состояния слуха у детей различного возраста / И. В. Рахманова, А. Г. Матроскин // Практика педиатра. – 2018.–№2. – С. 10-15
24. Савельева Е.Е., Арефьева Н.А. Нарушения слуха у детей, возможности диагностики и реабилитации // МС. 2014. №3- с.
25. Таварткиладзе Г. А., Поляков А. В., Маркова Т. Г. [и др.] Генетический скрининг нарушений слуха у новорожденных, сочетанный с аудиологическим скринингом / // Вестник оториноларингологии. – 2010. – № 3. – С. 15-18.
26. Таварткиладзе, Г. А. Руководство по клинической аудиологии / Г. А. Таварткиладзе. – Москва : Медицина, 2013. – 676 с. – ISBN 978-5-225-10028-5.
27. Чибисова С.С., Маркова Т.Г., Алексеева Н.Н., Ясинская А.А., Цыганкова Е.Р., Близнец Е.А., Поляков А.В., Таварткиладзе Г.А. Эпидемиология нарушений слуха среди детей 1-го года жизни. Вестник оториноларингологии. 2018;83(4):37 - 42
28. Щербакова Я. Л., Янов Ю. К., Кузовков В. Е., Мегрелишвили С. М. / Нарушения слуха и методы их коррекции // Российская оториноларингология. – 2014. – № 6(73). – С. 104-110.

29. Adrienne M. Laury; Sarah Casey; Sarah McKay; John A. Germiller (2009). Etiology of unilateral neural hearing loss in children, *73(3), 0–427*. doi:10.1016/j.ijporl.2008.11.012
30. Anne S, Lieu JEC, Cohen MS. Speech and Language Consequences of Unilateral Hearing Loss: A Systematic Review. Otolaryngol Head Neck Surg. 2017 Oct;157(4):572-579. doi: 10.1177/0194599817726326. Epub 2017 Aug 22. PMID: 28828919.
31. Appelbaum EN, Howell JB, Chapman D, Pandya A, Dodson KM. Analysis of risk factors associated with unilateral hearing loss in children who initially passed newborn hearing screening. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2018 Mar;106:100-104. doi: 10.1016/j.ijporl.2018.01.024. Epub 2018 Feb 2. PMID: 29447880.
32. Berretrini S, Forli F, Bogazzi F, Neri E, Salvatori L, Casani AP, Franceschinni SS. Large vestibular aqueduct syndrome: audiological, radiological, clinical, and genetic features. Am J Otolaryngol. 2005;26(6):363-371, doi: 10.17116/otorino201580646-50
33. Bess F.H., Klee T., Culbertson J.L. Identification, assessment, and management of children with unilateral sensorineural hearing loss // Ear Hear. 1986. V. 7. № 1. P. 3.
34. Birdane L, İncesulu A, Özüdoğru E, Cingi C, Caklı H, Gürbüz MK, Adapınar B. Evaluation of the Vestibular System and Etiology in Children with Unilateral Sensorineural Hearing Loss. J Int Adv Otol. 2016 Aug;12(2):161-165. doi: 10.5152/iao.2016.2439. PMID: 27716602
35. Boons, T., Brokx, J.P.L., Dhooge, I., Frijns, J.H.M., Peeraer, L., Vermeulen, A., van Wieringen, A., 2012b. Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. Ear Hear. 33, 617e639. https://doi.org/10.1097/ AUD.0b013e3182503e47
36. Boons, T., Brokx, J.P.L., Frijns, J.H.M., Peeraer, L., Philips, B., Vermeulen, A., van Wieringen, A., 2012a. Effect of pediatric bilateral cochlear

implantation on language development. Arch. Pediatr. Adolesc. Med. 166 (1), 28e34. https:// doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.748.

37. Brookhouser PE, Worthington DW, Kelly WJ. Unilateral hearing loss in children. Laryngoscope. 1991 Dec;101(12 Pt 1):1264-72. doi: 10.1002/lary.5541011202. PMID: 1766294]

38. Brotto D, Sorrentino F, Cenedese R, Avato I, Bovo R, Trevisi P, Manara R. Genetics of Inner Ear Malformations: A Review. Audiol Res. 2021 Oct 12;11(4):524-536. doi: 10.3390/audiolres11040047. PMID: 34698066; PMCID: PMC8544219

39. Chadha S, Kamenov K, Cieza A. The world report on hearing, 2021. Bull World Health Organ. 2021 Apr 1;99(4):242-242A. doi: 10.2471/BLT.21.285643. PMID: 33953438; PMCID: PMC8085630.

40. Cherian B, Singh T, Chacko B, Abraham A. Sensorineural hearing loss following acute bacterial meningitis in non-neonates. Indian J Pediatr. 2002 Nov;69(11):951-5. doi: 10.1007/BF02726011. PMID: 12503658

41. Corbin NE, Buss E, Leibold LJ. Spatial Hearing and Functional Auditory Skills in Children With Unilateral Hearing Loss. J Speech Lang Hear Res. 2021 Nov 8;64(11):4495-4512. doi: 10.1044/2021_JSLHR-20-00081. Epub 2021 Oct 5. PMID: 34609204; PMCID: PMC9132156.

42. Edmonds C, Freeman P. Hearing loss in Australian divers. Med J Aust. 1985 Nov 11;143(10):446-8. doi: 10.5694/j.1326-5377.1985.tb123134.x. PMID: 4088110., Garrido Campos MA, Hindelang BA, De Carvalho DS

43. Fitzpatrick EM, McCurdy L, Whittingham J, Rourke R, Nassrallah F, Grandpierre V, Momoli F, Bijelic V. Hearing loss prevalence and hearing health among school-aged children in the Canadian Arctic. Int J Audiol. 2021 Jul;60(7):521-531. doi: 10.1080/14992027.2020.1731616. Epub 2020 Mar 17. PMID: 32180475.].

44. Garrido Campos MA, Hindelang BA, De Carvalho DS, Urzúa Finke I, Herrera R, Radon K. Prevalence and Risk Factors for Hearing Loss in

Chilean Shellfish Divers. Ann Glob Health. 2018 Aug 31;84(3):442-449. doi: 10.29024/aogh.2310. PMID: 30835386; PMCID: PMC6748297

45. Gravel JS, White KR, Johnson JL, Widen JE, Vohr BR, James M, Kennalley T, Maxon AB, Spivak L, Sullivan-Mahoney M, Weirather Y, Meyer S. A multisite study to examine the efficacy of the otoacoustic emission/automated auditory brainstem response newborn hearing screening protocol: recommendations for policy, practice, and research. Am J Audiol. 2005 Dec;14(2):S217-28. doi: 10.1044/1059-0889(2005/023). PMID: 16489865.
46. Harkonen, K., Kivek as, I., Rautiainen, M., Kotti, V., Sivonen, V., Vasama,J.P., 2015. Single-sided deafness: the effect of cochlear implantation on quality of life, quality of hearing, and working performance. ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec. 77 (6), 339e345. https://doi.org/10.1159/000439176.
47. Howell JB, Appelbaum EN, Armstrong MF, Chapman D, Dodson KM. An Analysis of Risk Factors in Unilateral Versus Bilateral Hearing Loss. Ear Nose Throat J. 2019 Jul;98(6):330-333. doi: 10.1177/0145561319840578. Epub 2019 Apr 15. PMID: 30983388.
48. Jackler R. K., Luxford W. M., House W. F. Congenital malformations of the inner ear: a classification based on embryogenesis // Laryngoscope. – 1987. – Vol. 97. – P. 1–14.
49. Jacobs, E., Langereis, M.C., Frijns, J.H., Free, R.H., Goedegebure, A., Smits, C., Stokroos, R.J., Ariens-Meijer, S.A., Mylanus, E.A., Vermeulen, A.M., 2016. Benefits of simultaneous bilateral cochlear implantation on verbal reasoning skills in prelingually deaf children. Res. Dev. Disabil. 58, 104e113. https://doi.org/ 10.1016/j.ridd.2016.08.016
50. Krishnan LA, Van Hyfte S. Management of unilateral hearing loss. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2016 Sep; 88:63-73. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.06.048. Epub 2016 Jun 30. PMID: 27497389.]
51. Laury AM, Casey S, McKay S, Germiller JA. Etiology of unilateral neural hearing loss in children. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2009

Mar;73(3):417-27. doi: 10.1016/j.ijporl.2008.11.012. Epub 2009 Jan 19. PMID: 19155072.

52. Lien CH, Chang HY, Liu YP, Chi H, Chiu NC, Lin CY. There is something in the ear: mondini dysplasia. J Pediatr. 2014 Sep;165(3):638-638.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2014.04.048. Epub 2014 Jun 11. PMID: 24929334.
53. Lieu JE. Management of Children with Unilateral Hearing Loss. Otolaryngol Clin North Am. 2015 Dec;48(6):1011-26. doi: 10.1016/j.otc.2015.07.006. Epub 2015 Oct 9. PMID: 26443488.
54. Lieu JEC. Permanent Unilateral Hearing Loss (UHL) and Childhood Development. Curr Otorhinolaryngol Rep. 2018;6(1):74-81. doi: 10.1007/s40136-018-0185-5. Epub 2018 Feb 15. PMID: 29651362; PMCID: PMC5884900.
55. Litovsky, R.Y., Gordon, K., 2016. Bilateral cochlear implants in children: effects of auditory experience and deprivation on auditory perception. Hear. Res. 338, 76e87. https://doi.org/10.1016/j.heares.2016.01.003.
56. Marangos N. Dysplasien des Innenohres und inneren Gehörganges // HNO. – 2002 – Vol. 50, suppl. 9 – P. 866–881
57. Minatogawa T., Iritani H., Ishida K., Node M.N. Allograft stapes surgery for conductive hearing loss in patients with ossicular chain anomalies. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 1996; 253 (4–5): 283–6. DOI: 10.1007/BF00171144
58. Neumann K, Chadha S, Tavartkiladze G, Bu X, White KR. Newborn and Infant Hearing Screening Facing Globally Growing Numbers of People Suffering from Disabling Hearing Loss. Int J Neonatal Screen. 2019 Jan 18;5(1):7. doi: 10.3390/ijns5010007. PMID: 33072967; PMCID: PMC7510251.].
59. Nicolas S, Gallois Y, Calmels MN, Deguine O, Fraysse B, Marx M. Quality of life of children treated for unilateral hearing loss: a systematic review and meta-analysis. Arch Dis Child. 2021 Nov;106(11):1102-1110. doi: 10.1136/archdischild-2020-320389. Epub 2021 Feb 26. PMID: 33637479.

60. Núñez-Batalla F, Jáudenes-Casaubón C, Sequí-Canet JM, Vivanco-Allende A, Zubicaray-Ugarteche J. Early diagnosis and treatment of unilateral or asymmetrical hearing loss in children: CODEPEH recommendations. Acta Otorrinolaringol Esp (Engl Ed). 2020 Jan-Feb;71(1):45-55. English, Spanish. doi: 10.1016/j.otorri.2018.09.004. Epub 2018 Dec 19. PMID: 30579510.
61. Park AH, Duval M, McVicar S, Bale JF, Hohler N, Carey JC. A diagnostic paradigm including cytomegalovirus testing for idiopathic pediatric sensorineural hearing loss. Laryngoscope. 2014 Nov;124(11):2624-9. doi: 10.1002/lary.24752. Epub 2014 Jun 26. PMID: 24965608.
62. Peng KA, Kuan EC, Hagan S, Wilkinson EP, Miller ME. Cochlear Nerve Aplasia and Hypoplasia: Predictors of Cochlear Implant Success. Otolaryngol Head Neck Surg. 2017 Sep;157(3):392-400. doi: 10.1177/0194599817718798. Epub 2017 Jul 4. PMID: 28675079.
63. Rohlfs AK, Friedhoff J, Bohnert A, Breitfuss A, Hess M, Müller F, Strauch A, Röhrs M, Wiesner T. Unilateral hearing loss in children: a retrospective study and a review of the current literature. Eur J Pediatr. 2017 Apr;176(4):475-486. doi: 10.1007/s00431-016-2827-2. Epub 2017 Jan 28. PMID: 28132094.
64. Roland, L., Fischer, C., Tran, K., Rachakonda, T., Kallogjeri, D., Lieu, J.E., 2016. Quality of life in children with hearing impairment: systematic review and metaanalysis. Otolaryngol. Head Neck Surg. 155 (2), 208e219. https://doi.org/ 10.1177/0194599816640485
65. Selleck AM, Brown KD, Park LR. Cochlear Implantation for Unilateral Hearing Loss. Otolaryngol Clin North Am. 2021 Dec;54(6):1193-1203. doi: 10.1016/j.otc.2021.07.002. Epub 2021 Sep 15. PMID: 34535281.
66. Sennaroglu L., Saatci I. A new classification for cochleovestibular malformations // Laryngoscope. – 2002. – Vol. 112. – P. 2230–2241.
67. Sladen, D.P., Carlson, M.L., Dowling, B.P., Olund, A.P., Teece, K., DeJong, M.D., Breneman, A., Peterson, A., Beatty, C.W., Neff, B.A., Driscoll, C.L.,

2017b. Early outcomes after cochlear implantation for adults and children with unilateral hearing loss. Laryngoscope 127 (7), 1683e1688. https://doi.org/10.1002/ lary.26337.

68. Snapp HA, Ausili SA. Hearing with One Ear: Consequences and Treatments for Profound Unilateral Hearing Loss. J Clin Med. 2020 Apr 3;9(4):1010. doi: 10.3390/jcm9041010. PMID: 32260087; PMCID: PMC7230949.
69. Teunissen E.B., Cremers C.W. Surgery for congenital anomalies of the middle ear with mobile stapes. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 1993; 250 (6): 327–31. DOI: 10.1007/BF00188380
70. Tharpe A.M., Sladen D.P., Dodd-Murphy J., Boney S.J. Minimal hearing loss in children: Minimal but not inconsequential // Seminars in Hearing. 2009. V. 30. № 2. P. 80
71. Tjellström A., Rosenhall U., Lindström J., Hallén O., Albrektsson T., Brånemark P.-I. Five-year experience with skin-penetrating bonenchored implants in the temporal bone. Acta Otolaryngol 1983; 95: 5—6: 568—575.
72. Van Beeck Calkoen EA, Engel MSD, van de Kamp JM, Yntema HG, Goverts ST, Mulder MF, Merkus P, Hensen EF. The etiological evaluation of sensorineural hearing loss in children. Eur J Pediatr. 2019 Aug;178(8):1195-1205. doi: 10.1007/s00431-019-03379-8. Epub 2019 May 31. PMID: 31152317; PMCID: PMC6647487.
73. Van Wieringen A, Boudewyns A, Sangen A, Wouters J, Desloovere C. Unilateral congenital hearing loss in children: Challenges and potentials. Hear Res. 2019 Feb;372:29-41. doi: 10.1016/j.heares.2018.01.010. Epub 2018 Jan 31. PMID: 29395617.].
74. Verma RR, Konkimalla A, Thakar A, Sikka K, Singh AC, Khanna T. Prevalence of hearing loss in India. Natl Med J India. 2021 Jul-Aug;34(4):216-222. doi: 10.25259/NMJI_66_21. PMID: 35112547].
75. Vila PM, Lieu JE. Asymmetric and unilateral hearing loss in children. Cell Tissue Res. 2015 Jul;361(1):271-8. doi: 10.1007/s00441-015-2208-6. Epub 2015 May 26. PMID: 26004144; PMCID: PMC4490007.

76. Willems P. J. Genetic Hearing Loss. – NY.: Marcel Dekker Inc. 2004. – 483 p. 34.
77. Winiger A.M., Alexander J.M., Diefendorf A.O. Minimal hearing loss: from a failure-based approach to evidence-based practice // Am. J. Audiol. 2016. V. 25. № 3. P. 232
78. Yelverton JC, Dominguez LM, Chapman DA, Wang S, Pandya A, Dodson KM. Risk factors associated with unilateral hearing loss. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2013 Jan;139(1):59-63. doi: 10.1001/jamaoto.2013.1097. PMID: 23329092
79. Zahnert T. The differential diagnosis of hearing loss // Dtsch Arztebl Int. – 2011. – Vol. 108. – N 25. – P. 433–444.