

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ
АГЕНТСТВО
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ**

На правах рукописи

КУЗНЕЦОВ Александр Олегович

Критические параметры систем слуховой имплантации

14.01.03 – болезни уха, горла и носа

Диссертация

на соискание учёной степени

доктора медицинских наук

Научный консультант –
доктор медицинских наук

А.В. Пашков

Москва–2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. Обзор литературы	
1.1. Общие подходы к аудиологическому сопровождению и реабилитации пациентов с сенсоневральной тугоухостью IV степени.....	11
1.2. Основные показатели функционирования систем кохlearной имплантации.....	30
1.3. Дополнительные методики оценки звуковосприятия у пациентов после кохlearной имплантации.....	36
ГЛАВА 2. Общая характеристика больных и методы исследования	
2.1. Характеристика групп пациентов с сенсоневральной тугоухостью, перенесших кохlearную имплантацию.....	40
2.2. Методы исследования после кохlearной имплантации.....	43
2.3. Общая характеристика групп пациентов в системе слухоречевой реабилитации.....	52
2.4. Методы статистической обработки результатов исследования.....	54
ГЛАВА 3. Анализ комплексной системы слухоречевой реабилитации детей с глухотой.....	55
ГЛАВА 4. Сравнительная характеристика межэлектродного сопротивления различных систем кохlearной имплантации.....	84
ГЛАВА 5. Оценка эффективности различных алгоритмов телеметрии потенциала действия слухового нерва.....	97
ГЛАВА 6. Мониторинг уровня динамического диапазона карты слуховой стимуляции различных систем кохlearной имплантации.....	108
ГЛАВА 7. Слуховые вызванные потенциалы у пациентов, использующих различные виды кохlearных имплантов.....	144

ГЛАВА 8. Методика объективной оценки звуковосприятия пациентов, использующих системы кохлеарной имплантации.....	157
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	167
ВЫВОДЫ.....	175
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	177
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	178

Список условных сокращений

КИ – кохлеарная имплантация

КСВП – коротколатентные слуховые вызванные потенциалы

эКСВП – электрически вызванные коротколатентные слуховые вызванные потенциалы

ОАЭ – отоакустическая эмиссия

ЗВОАЭ – задержанная вызванная отоакустическая эмиссия

ASSR – auditory steady-state response (стационарные вызванные потенциалы)

СА – слуховой аппарат

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

НСП – наружный слуховой проход

ВСП – внутренний слуховой проход

ВМП – высокотехнологичная медицинская помощь

ЭЭГ – электроэнцефалография

ФО – Федеральный округ

РФ – Российская Федерация

ФГБУ ЦР Минздрава России - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ФГБУ НКЦО ФМБА России - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр оториноларингологии» Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы

Расширение арсенала технологий коррекции нарушений слуха создает дополнительные возможности для оказания высокотехнологичной медицинской помощи и ее доступности для населения, в том числе, и в сфере кохлеарной имплантации. Вопрос выбора системы кохлеарной имплантации носит не только медицинский характер, но и технический характер, определяющий особенности использования и обслуживания продукта [259].

В настоящее время в Российской Федерации сертифицированы системы четырех производителей кохлеарной имплантации:

- Advanced Bionics
- Cochlear
- Med-El
- Neurelec

Несмотря на общие принципы работы между кохлеарными имплантами, существуют индивидуальные различия в режимах их работы. Сравнительные исследования, опубликованные до настоящего времени, были сфокусированы на качестве передаваемого звука и различных технических параметрах систем кохлеарной имплантации [259]. Данные, представленные в литературе, посвящены изучению более ранних систем кохлеарной имплантации (КИ); группы обследуемых, при этом, подобраны по различным (не всегда сравнимым) критериям [96]; значительная часть исследований включает взрослых поздно оглохших пациентов. Заслуживает внимание исследование, посвященное сравнению двух систем [88]. Результатов расширенного сравнения между всеми четырьмя системами кохлеарной имплантации на текущий момент в мировой практике не зарегистрировано [101].

В рамках выполнения государственного задания на оказание высокотехнологичной медицинской помощи в ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России» проводят комплекс мероприятий по всем видам высокотехнологичной медицинской помощи профиля «оториноларингология», в том числе 10.3 «Кохлеарная имплантация при сенсоневральной потере слуха». В настоящее время в ФГБУ НКЦ оториноларингологии ФМБА России накоплен шестилетний опыт использования систем всех четырех производителей.

Таким образом, необходимость выявления оптимальных параметров программирования различных систем кохлеарной имплантации, а также мониторинг информации об их функционировании для последующей слухоречевой реабилитации обусловила актуальность нашего исследования.

Цель исследования:

Определить критерии критических параметров систем кохлеарной имплантации для прогнозирования максимальной эффективности реабилитации пациентов с двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени.

Задачи исследования:

1. Провести анализ комплексной системы слухоречевой реабилитации детей с глухотой.
2. Сравнить показатели динамического изменения межэлектродного сопротивления в процессе длительной работы кохлеарного импланта.
3. Оценить эффективность различных алгоритмов телеметрии потенциала действия слухового нерва систем кохлеарной имплантации.
4. Провести мониторинг уровня максимального комфорта различных систем кохлеарной имплантации.

5. Обосновать необходимость регистрации слуховых вызванных потенциалов у пациентов, использующих различные виды кохлеарных имплантов.
6. Разработать дополнительную методику объективной оценки звуковосприятия пациентов, использующих различные системы кохлеарной имплантации.

Научная новизна исследования.

Впервые проведена сравнительная характеристика динамики изменения межэлектродного сопротивления различных систем кохлеарной имплантации.

Впервые проведена сравнительная характеристика различных алгоритмов телеметрии потенциала действия слухового нерва.

Обоснована необходимость регистрации электрически вызванных слуховых потенциалов у пациентов, использующих различные системы кохлеарных имплантов.

Впервые доказана возможность настройки речевого процессора кохлеарного импланта, используя данные видеоокулографии.

Теоретический вклад.

Проведен анализ программы универсального аудиологического скрининга новорожденных и детей первого года жизни в период за 2013 – 2015 гг.

Исследованы объективные параметры функционирования различных систем кохлеарной имплантации.

Проведен мониторинг уровня максимального комфорта различных систем кохлеарной имплантации.

Исследованы показатели латентности и временные характеристики ЭКСВП у пациентов после кохлеарной имплантации.

Предложен новый метод настройки речевого процессора кохлеарного импланта.

Практическая значимость работы.

Установлены показатели охвата первым и вторым этапами неонатального аудиологического скрининга. Установлен процент новорожденных с врожденной тугоухостью.

Определена диагностическая эффективность ЭКСВП у пациентов с установленными системами КИ. Показана возможность настройки речевого процессора, используя порог возникновения V пика, как порог максимального комфорта.

Определена диагностическая эффективность видеоокулографии у пациентов с установленными системами кохлеарной имплантации. На основе данной методики возможно проведение объективной диагностики слуха у пациентов с нарушенной коммуникативной функцией после кохлеарной имплантации.

Внедрение в практику. Результаты исследований внедрены в практику ФГБУ «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» (г. Москва), БУ «Сургутская окружная клиническая больница» (г. Сургут), ГБУЗ «СОКБ им. В.Д. Середавина» (г. Самара), ГКУ Самарской области «Реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями «Варрель» (г. Самара).

Апробация работы.

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на конференциях:

- 5й Национальный конгресс аудиологов и 9й Международный симпозиум «Современные проблемы физиологии и патологии слуха» (Суздаль, 14 – 16 мая 2013г.)

- II Петербургский форум оториноларингологов России (Санкт-Петербург 23-25 апреля 2013 г.)
- 12-й Европейский симпозиум по детской кохлеарной имплантации - 12th European Symposium on Pediatric Cochlear Implantation (Франция, Тулуза 18-21 июня 2015 г.)
- VIII Конгресс педиатров стран СНГ (Киргизия, Бишкек 22-23 сентября 2016 г.)
- XVIII Съезд педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии» с международным участием (г. Москва 17 - 19 февраля 2017 года).

Диссертационная работа апробирована на научно-практической конференции ФГБУ «НКЦ оториноларингологии ФМБА России» 14 ноября 2016 года.

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, из них в журналах, рецензируемых ВАК – 13 научных работ. Получен 1 патент РФ: «Способ оценки комфорта настройки параметров звукового процессора системы кохлеарной имплантации» (патент РФ на изобретение № 2589668 от 10.07.2016).

Объем и структура работы.

Диссертация изложена на 208 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, 6 глав собственных наблюдений, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка использованной литературы, включающего 57 отечественных и 189 зарубежных источников. Работа иллюстрирована 57 рисунками и 61 таблицей.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Анализ системы реабилитации пациентов с высокой степенью сенсоневральной тугоухости позволяет прогнозировать возможные дополнительные педагогические вмешательства.
2. Динамика изменений параметров межэлектродного сопротивления в процессе работы кохлеарного импланта влияет на периодичность настройки процессора системы КИ.
3. Показатель максимального комфорта в различных системах кохлеарной имплантации является одной из критических характеристик эффективной настройки системы КИ.
4. Регистрация электрически вызванных слуховых потенциалов у пациентов, использующих различные виды кохлеарных имплантов является вспомогательным инструментом настройки процессора ввиду высоких временных затрат и необходимости использования вспомогательного оборудования
5. Методика объективной оценки звуковосприятия у пациентов на основе окуломоторных реакций, может быть использована в качестве стороннего теста оценки настройки КИ у пациентов использующих различные системы кохлеарной имплантации

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Общие подходы к аудиологическому сопровождению и реабилитации пациентов с сенсоневральной тугоухостью IV степени.

Схему проведения реабилитации людей с глубокой сенсоневральной тугоухостью или глухотой можно представить следующим образом [164, 201, 202]:

1. отбор больных на кохлеарную имплантацию
2. хирургический этап
3. слухоречевая реабилитация

На этапе отбора больных на кохлеарную имплантацию первоначальная задача – постановка диагноза двусторонней сенсоневральной тугоухости [34, 45, 56].

В связи с необходимостью профилактики состояний, связанных с нарушениями слуха, с 2006 г. в рамках Приоритетного национального проекта «Здоровье» на территории Российской Федерации внедрена программа двухэтапного универсального аудиологического скрининга новорожденных и детей первого года жизни.

Скрининг (от англ. Screening - отбор, сортировка) - стратегия в организации здравоохранения, направленная на выявление заболеваний у клинически бессимптомных лиц в популяции [212, 244]. Цель скрининга - раннее выявление заболеваний, что позволяет обеспечить начало лечения в расчёте на облегчение состояния пациентов и снижение инвалидизации [55, 69, 137]. Неонатальный скрининг – массовое обследование новорожденных детей, один из способов выявления наиболее распространенных врожденных и наследственных заболеваний [6, 65, 218, 219].

Цель раннего выявления и дальнейших реабилитационных мероприятий больных с сенсоневральной тугоухостью – вернуть ребенка с

глухотой или с тяжелой степенью тугоухости в слышащую среду, максимизировать его речевые способности [62, 64, 72, 73, 108, 111].

При классической схеме двухэтапного аудиологического скрининга, указанной на рисунке 1, обследование на первом этапе проходят все новорожденные (за исключением детей из группы риска).

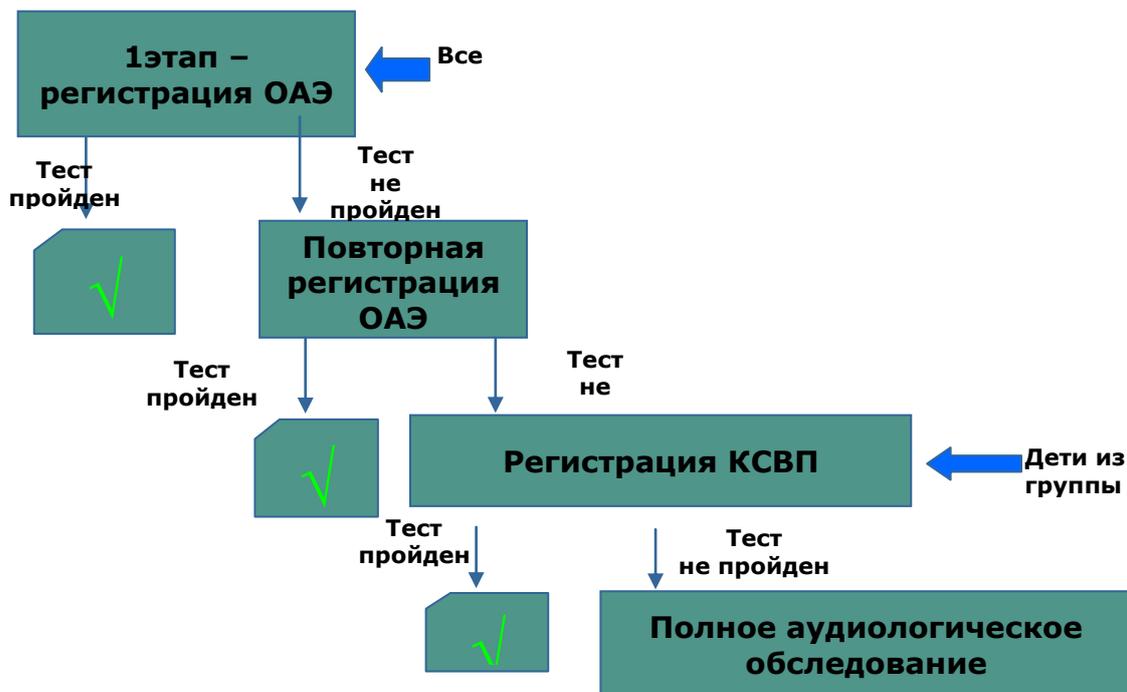


Рисунок 1 - Схема двухэтапного неонатального аудиологического скрининга, принятого на территории Российской Федерации.

Неонатальный аудиологический скрининг на первом этапе проходит в учреждениях родовспоможения и детских амбулаторно-поликлинических учреждениях, заключается в регистрации задержанной вызванной отоакустической эмиссии [20, 29, 66, 124, 125, 262].

Дети, не прошедшие первый этап аудиологического скрининга, либо при наличии факторов риска по тугоухости и глухоте в дальнейшем направляются на второй этап для расширенного аудиологического обследования, которое проводится в центрах реабилитации слуха (сурдологических центрах, кабинетах) [53, 109].

На втором этапе проводятся повторная регистрация отоакустической эмиссии, запись коротколатентных слуховых вызванных потенциалов [15, 18].

Регистрацию ОАЭ в детских амбулаторно-поликлинических учреждениях (отделениях, кабинетах) проводят на 4–6-й неделях жизни. Регистрацию КСВП проводят на 3–4-м месяцах жизни ребенка в центрах реабилитации слуха городского (республиканского, краевого, областного) значения, сурдологических кабинетах, оснащенных соответствующей аппаратурой [52, 54].

По мнению многих авторов выраженная сенсоневральная тугоухость, врожденная или приобретенная в доречевом периоде, напрямую влияет на развитие речевых навыков и как следствие влияет на психическое здоровье ребенка [2, 10, 22, 23, 78, 257]. Без соответствующих возможностей для развития речи и изучения языка, дети отстают в развитии по сравнению со своими сверстниками в таких аспектах как общение, познавательная способность, чтение, социально-эмоциональное развитие [74, 122, 123]. Такие отклонения могут приводить к снижению обучаемости и в дальнейшем ведут к инвалидизации [4, 159, 263, 267]. Показано положительное влияние ранней постановки диагноза и начала лечебно-реабилитационных мероприятий на когнитивное развитие детей, прежде всего на вербальные компоненты [119, 140, 187, 264, 268], вследствие чего появилась необходимость в ранних реабилитационных мероприятиях, направленных на восстановление слуховой функции, оказывая одновременное влияние на патологические изменения речевого центра, адаптируя ребенка к полноценной жизни в социуме [25, 153, 155, 156].

На рисунке №2 показана динамика развития речевых навыков у пациента с нормальным слухом и пациента после кохлеарной имплантации в возрасте 30 и 13 месяцев [60], что доказывает необходимость начала

слухопротезирования на ранних сроках созревания речевых центров коры головного мозга [165, 173,174].



Рисунок 2 - Динамика развития речевых навыков (Baudonck N. et al., 2010)

Подобных исследований в мировой практике зарегистрировано большое количество [92, 130, 146, 160, 221, 227, 237], исходя из результатов данных исследований, можно сделать вывод, что слухопротезирование на ранних сроках наступления тугоухости приводит к лучшим результатам слухоречевой реабилитации [100, 101, 224, 222, 261].

Множество публикаций доказывают, что регистрация отоакустической эмиссии во время первого этапа неонатального аудиологического скрининга позволяет медицинскому персоналу заподозрить наличие тугоухости у ребенка и направить его на дальнейшее обследование [5,12, 17, 162, 191, 199, 251, 252, 253, 254].

В рамках второго этапа неонатального аудиологического скрининга проводится импедансометрия. Согласно проведенным исследованиям [21, 37, 80, 93, 94] акустическая тимпанометрия на 3-4м месяце жизни ребенка позволяет определить форму тугоухости, дифференцируя ее между

кондуктивным и сенсоневральным типами [121, 143, 196]. В тоже время регистрация коротколатентных слуховых вызванных потенциалов дает возможность оценить степень тугоухости [1, 7, 8, 11, 13, 14, 24, 26, 42, 57].

Принимая во внимание, что врожденная сенсоневральная тугоухость не поддается консервативным видам лечения [50], единственным способом помощи таким детям остается слухопротезирование слуховыми аппаратами, либо проведение кохлеарной имплантации [82, 95]. Выбор метода слухопротезирования зависит от степени тугоухости, так при 1-3 степени проводится подбор слуховых аппаратов [87], глубокая потеря слуха (IV степень) не всегда может быть компенсирована сверхмощными слуховыми аппаратами, в таких случаях необходимо проведение кохлеарной имплантации [61, 211, 214].

Таким образом, проведя необходимые диагностические мероприятия на всех этапах неонатального аудиологического скрининга, появляется информация о степени тугоухости, а, следовательно, и возможность прогнозировать метод дальнейшей реабилитации выявленных нарушений слуха [43, 48].

Для детей младших возрастных групп, наиболее часто используемые методы: регистрация отоакустической эмиссии (для подтверждения кохлеарного уровня поражения) [97, 197, 220, 243], тимпанометрия (для исключения патологии среднего уха), акустическая рефлексометрия (с целью подтверждения высокой степени нарушений слуха, а также дифференциации улитковой и ретрокохлеарной глухоты) [170, 209, 210, 230], регистрация коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (для подтверждения IV степени тугоухости или глухоты) [36, 38, 40, 41, 46], регистрация стационарных слуховых потенциалов (для эффективного слухопротезирования слуховыми аппаратами) [9, 19, 44, 47, 200].

При обнаружении снижения порогов слуха до IV степени по основным четырем речевым частотам, ребенок направляется на подбор слуховых аппаратов, занятия с сурдопедагогом, прохождение КТ височной

области, запись ЭЭГ [8], консультацию психоневролога [256]. На сегодняшний день решающим показателем успеха кохлеарной имплантации у долингвальных пациентов является возраст [232, 233].

Основным методом реабилитации больных с нарушением слуха различной степени выраженности остается слухопротезирование. Слухопротезирование – это комплекс мероприятий по подбору слухового аппарата, усиливающего звуки, для лиц, страдающих тугоухостью [114]. Подбор слуховых аппаратов проводится у пациентов как с сенсоневральной тугоухостью [258,265,266,269], так и с кондуктивной [51, 183, 270, 241] и смешанными формами [184, 185, 186]. Применительно к кондуктивной и смешанной формам тугоухости в настоящее время получили широкое распространение слуховые аппараты костного звукопроведения [85, 86, 89, 90, 91]. Данные виды слуховых аппаратов могут быть использованы при односторонней сенсоневральной глухоте [98, 110, 129, 206, 223], когда звук направляется в здоровую улитку посредством костных структур черепа [49, 127, 167, 204].

Однако наибольшее распространение получили слуховые аппараты (СА) воздушной проводимости [107]. Современные слуховые аппараты состоят из звуковода, микрофона, превращающего звуковую энергию в энергию электрического тока, электронного усилителя, процессора, источника питания, телефона (рисунок 3).

Эффективность слухового аппарата зависит от его электрочастотной характеристики, характера и степени снижения слуха [75, 171, 172]. Слуховые аппараты особенно эффективны при тугоухости, вызванной поражением звукопроводящей системы уха, с преимущественным нарушением восприятия низких частот [141, 154, 177].

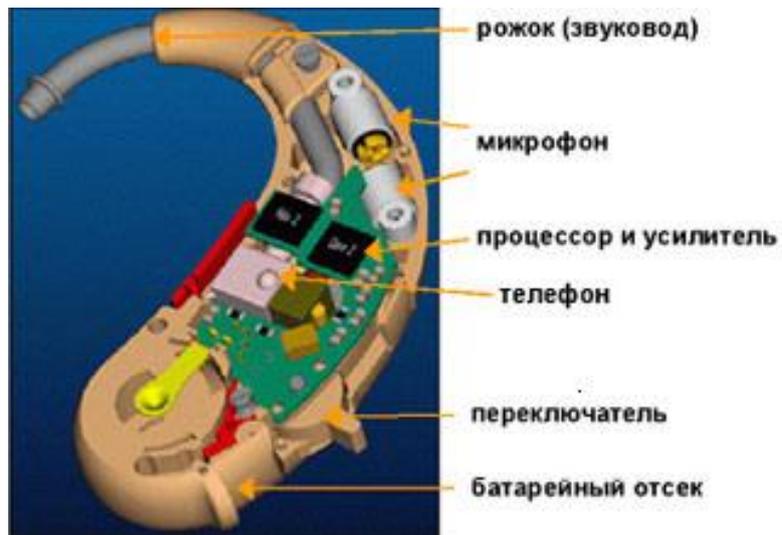


Рисунок 3 – Устройство слухового аппарата

Слухопротезирование при тяжелых нарушениях звуковосприятия, при сенсоневральной тугоухости высокой степени сопряжено с рядом значительных трудностей [255, 258].

Во-первых, между порогом слуховых ощущений, порогом давления и дискомфортом имеется очень узкий диапазон [188]. Поэтому усиление звуков речи ограничено пределом переносимости [49]. При достижении данного предела громкие звуки вызывают неприятные и даже болевые ощущения у пользователя [189, 193]. Усугубляет это состояние наличие феномена ускорения нарастания громкости при нейросенсорной тугоухости. При кондуктивном типе тугоухости препятствий для усиления громкости воспринимаемой речи нет [236, 238], поскольку диапазон между порогом слышимости и порогом дискомфорта не уменьшается [234, 242, 273].

Во-вторых, усиление звуков речи при нейросенсорной тугоухости улучшает разборчивость речи лишь до определенного уровня, при достижении которого она не улучшается, а, наоборот, происходит искажение воспринимаемой речи [49, 59].

У больных с тяжелой степенью тугоухости, если необходимое усиление звуков речи ведет к ее искажению и имеется индивидуальная

повышенная чувствительность к громким звукам, наиболее эффективным способом реабилитации является кохлеарная имплантация [35, 190, 259].

В настоящее время в Российской Федерации существуют следующие показания к проведению кохлеарной имплантации [35]:

- Двусторонняя сенсоневральная тугоухость IV степени, глухота.
- Пороги слухового восприятия в свободном звуковом поле при использовании оптимально подобранных слуховых аппаратов (бинауральное слухопротезирование), превышающие 55 дБ. на частотах 2 – 4 кГц.
- Отсутствие выраженного улучшения слухового восприятия речи от применения оптимально подобранных слуховых аппаратов при высокой степени двусторонней нейросенсорной тугоухости (средний порог более 95 дБ) по крайней мере, после пользования аппаратами в течение 3 – 6 мес.

Двухсторонняя (бинауральная) кохлеарная имплантация – комплекс аудиологических, сурдопедагогических, психологических и хирургических мероприятий по установке 2 систем кохлеарной имплантации на оба уха [83].

Двухсторонняя (бинауральная) кохлеарная имплантация проводится:

- одномоментно – в процессе одной хирургической операции
- последовательно – в процессе двух операций.

Двухсторонняя (бинауральная) кохлеарная имплантация обеспечивает:

- двухстороннюю стимуляцию слуховых проводящих путей и слуховых центров;
- возможность локализовать звук, т.н. «объемное» звучание;
- улучшение разборчивости звуков в тишине;
- повышение разборчивости речи в шуме и при общении с несколькими говорящими;

- лучшую динамику слухового и речевого развития, т.к. речь звучит более естественно, процесс восприятия звуков требует меньших усилий и, следовательно, меньше утомляет;
- сохранение функции восприятия звука в случае выхода из строя одного импланта.

Показания к одномоментной двусторонней (бинауральной) кохlearной имплантации:

- Нейросенсорная тугоухость IV степени, наличие признаков оссификации улитки после перенесенного менингита [215, 250].

Показания к последовательной двусторонней (бинауральной) кохlearной имплантации:

- Наличие положительной динамики формирования слуха и речи после односторонней кохlearной имплантации у высоко мотивированных пациентов (родителей, законного представителя или доверенного лица пациента).

Мальформации внутреннего уха

- неполное разделение улитки I типа
- неполное разделение улитки II типа (Аномалия Mondini)
- общая полость (единое пространство без внутренней архитектуры, нормальная или деформированная система полукружных каналов)

У данной категории пациентов количество клеток спирального ганглия уменьшено, поэтому односторонняя кохlearная имплантация может быть недостаточной для достижения удовлетворительного эффекта слухоречевой реабилитации.

Пациентам нуждающихся в хирургической реабилитации нейросенсорной тугоухости хирургическое вмешательство проводится в условиях учреждений оказывающих высокотехнологичную специализированную медицинскую помощь по данному профилю. Существуют различные модификации способа кохlearной имплантации.

Согласно приказу Минздравсоцразвития России № 1047н от 30 декабря 2009 г. «О порядке формирования и утверждении государственного задания на оказание в 2010 году высокотехнологичной медицинской помощи (ВМП) гражданам Российской Федерации за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета», за счет средств федерального бюджета в рамках Программы государственных гарантий оказания гражданам Российской Федерации бесплатной медицинской помощи устанавливаются:

- объем высокотехнологичной медицинской помощи
- профили и виды высокотехнологичной медицинской помощи, оказываемой в рамках государственного задания
- распределение плановых объемов высокотехнологичной медицинской помощи по числу пролеченных больных
- нормативы финансовых затрат на оказание высокотехнологичной медицинской помощи по профилям.

Различают следующие виды ВМП по профилю оториноларингология:

- Тимпаноластика
- Стапедопластика
- Хирургическое лечение болезни Меньера и других нарушений вестибулярной функции
- Хирургическое лечение доброкачественного новообразования
- Хирургическое вмешательство по реконструктивно-пластическому восстановлению функции гортани и трахеи
- Хирургическое вмешательство по реконструкции лицевого скелета
- Хирургическое лечение сенсоневральной тугоухости высокой степени и глухоты

На сегодняшний день кохлеарная имплантация – наиболее эффективный способ реабилитации людей с сенсоневральной тугоухостью

высокой степени и глухотой [176, 178, 259]. Данный общепризнанный в мировой практике метод оказался наиболее перспективным, физиологически обоснованным способом реабилитации людей с двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени [194, 247, 248, 249].

Расположение различных составляющих системы кохlearной имплантации указано на рисунке 4.



Рисунок 4 - Расположение различных составляющих системы кохlearной имплантации.

Схему проведения операции хирург выбирает, основываясь на своем опыте, своих предпочтениях, анатомических особенностях пациента, модели кохlearного импланта, типе электродной решетки. Существуют четыре основных типа электродной решетки:

- Прямая (решетка, принимающая форму улитки по ходу введения).
- Решетка, которая принимает форму улитки автоматически.

- Двойная решетка (применяется при частичной непроходимости улитки).
- Короткая электродная решетка (предназначена для пациентов с сохранными низкими частотами, для стимуляции исключительно высокого диапазона частот).

При классическом способе выполнения КИ различают следующие этапы, выполняемые на сосцевидном отростке и в барабанной полости: трансмастоидальный подход к барабанной полости с сохранением интактной задней костной стенки наружного слухового прохода (НСП) и заднюю тимпанотомию - антромастоидотомия и задняя тимпанотомия через лицевой карман; наложение кохлеостомы; формирование при необходимости в зависимости от типа имплантата с помощью бора костного ложа и канала для активного электрода в височно-теменной области; фиксация имплантата на плоскую поверхность кости в височно-теменной области; послойное ушивание раны [104, 152, 228, 229].

Бинауральная кохлеарная имплантация

Определены и доказаны следующие преимущества бинауральной кохлеарной имплантации:

1. Способность локализации звука

На основании исследований, проведенных в контролируемых лабораторных условиях [246] делает вывод о том, что в неосложненных условиях способность лиц с двумя КИ к локализации источника звука приближается к таковой у нормально слышащих [157].

Исследования в отношении детей показали, что точность локализации звука у детей с двумя КИ выше по сравнению с детьми с одним КИ, и с детьми с одним КИ и слуховым аппаратом на противоположном ухе.

2. Способность слышать значительно лучше в шумной среде.

Увеличивается возможность выделения речи из шума, контроля более чем одного важного источника информации [165]. Благодаря описанным выше эффектам бинаурального слуха разборчивость речи при наличии двух КИ

может повышаться значительно в сравнении с односторонним КИ [148]. Кроме того, пороги восприятия при бинауральном слухе понижаются, приводя к повышению воспринимаемой громкости звукового сигнала. Точно так же за счет «лучшего уха» и суммации реализуется способность лучше слышать в среде с высоким уровнем реверберации (эха)[116].

3. Облегчение процесса овладения языком, обучения, улучшение познавательных способностей и памяти.

Наличие двух ушей обеспечивает избыточность сенсорного сигнала. Наличие параллельного входящего сигнала от обеих ушей и получение сигнала головным мозгом с двух сторон увеличивает вероятность того, что пользователь с двумя КИ обработает входящий сигнал быстрее и легче[118]. Кроме того, двухсторонние пользователи КИ субъективно отмечают большую способность к контролю окружающей их ситуации, отмечая увеличение объема входящей информации [68].

4. Гарантия того, что имплантировано «лучшее» ухо

С клинической точки зрения, в случае односторонней КИ, выбор оперируемого уха не всегда является простым. В одних случаях, в первую очередь имплантируется ухо с худшими показателями остаточного слуха с надеждой получения пользы от слухового аппарата на другом ухе. В других случаях имплантируется «лучше слышащее» ухо с целью получения максимального результата от импланта. Достаточно часто выбор затруднителен, а результаты его не вполне предсказуемы на основании перцептивных измерений [151]. Недостаток предсказуемости находит подтверждение у пользователей с двухсторонней КИ, у которых всегда отмечается асимметрия слухового восприятия. Таким образом, в дополнение к тому, что при двухсторонней КИ имеется преимущество комбинированного двухстороннего входящего сигнала, многие аспекты выбора теряют значимость, так как в любом случае будет имплантировано «лучшее» ухо. Ситуация подобна той, когда при восприятии сигнала в

шуме, вне зависимости от его локализации, слушатель всегда воспользуется ухом с наилучшим соотношением сигнал-шум [117].

5. Улучшение качества жизни

Субъективные данные пользователей с двухсторонней КИ показывают, что большинство из них не только предпочитает постоянно использовать два КИ вместе, а не один, но и получает удовлетворение от работы двух КИ. В последнее время начинают появляться инструменты для оценки качества жизни пользователей с бинауральной КИ, такие как «Сокращенный профиль пользы от слухового аппарата», а также адаптированная для бинауральной КИ «шкала оценки речевого, пространственного слуха и его качеств» Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ), разработанная S. Gatehouse и W. Noble [116, 117, 118].

Наиболее ярким фактом изучения качества жизни является то, что у подавляющего большинства пользователей с двумя КИ имеются значительные улучшения в ежедневной жизни, отображаемые количественно. Примерами таких повседневных ситуаций являются разговор в кругу друзей, проведение встречи на рабочем месте, движение в автомобиле и контроль дорожного движения, маневрирование в темноте, занятия спортом, и многие другие [179, 180]. При невозможности включения двух КИ одновременно у пользователей с бинауральной КИ усиливается уровень стресса, снижается самооценка, уровень уверенности в себе и в своих слуховых способностях.

Кроме того, другие авторы относят к преимуществам бинауральной КИ улучшение разборчивости речи не только в шуме, но и в тишине, улучшение восприятия музыки, а также возможность стимуляции обоих слуховых путей.

После проведенного хирургического этапа проводятся медицинская и педагогическая части реабилитационного процесса. В специализированных медицинских учреждениях проводятся сессии

настроек речевого процессора кохлеарного импланта через каждые 3, 6, 9, 12, 18, 24 месяцев после подключения речевого процессора к кохлеарному импланту. Изменение параметров стимуляции необходимо проводить в связи с адаптацией нервного волокна к уровню силы тока, установленной на предыдущей сессии. При необходимости могут проводиться внеплановые изменения индивидуальной карты прослушивания речевого процессора.

Подключение речевого процессора

В связи с наличием в области слухового нерва, а также послеоперационной раны реактивных явлений, подключение речевого процессора проводится в сроки 6-8 недель после оперативного вмешательства [77].

Создается индивидуальная карта прослушивания путем выявления порогов максимального комфорта и обнаружения порогов звуковосприятия. Полученные пороги комфорта и дискомфорта образуют динамический диапазон, который записывается в речевой процессор пациента [115, 126, 145].

Для обнаружения порогов звуковосприятия начинают стимуляцию на отдельно взятом канале с минимально возможного уровня стимуляции, постепенно увеличивая его до появления ощущения звука у пациента. Стимулируют поочередно изолированные каналы, согласно томотопическому залеганию электродной решетки кохлеарного импланта в улитке [142].

Для выявления порога максимального комфорта увеличивают стимуляцию от порога звуковосприятия, доводя стимуляцию до дискомфортных величин. Уровень стимуляции предшествующий порогу дискомфорта принимают за максимально комфортный порог.

При последующих плановых или внеплановых настроечных сессиях первоочередной задачей врача – сурдолога - оториноларинголога является измерение межэлектродного сопротивления. При выявлении нестабильной

картины импеданса проводят отключения электродов от стимуляции с показателями сопротивления выходящими за пределы нормы [128]. Далее переходят к изменению параметров прослушивания. Выявляют пороги максимального комфорта и порогов звуковосприятия. Полученные пороги комфорта и дискомфорта образуют динамический диапазон, который записывается в речевой процессор пациента.

Диспансерное наблюдение пациентов перенесших кохлеарную имплантацию может осуществляться в специализированных учреждениях хирургического профиля и специализированных реабилитационных центрах для лиц с нарушением слуха. Наилучший результат слухоречевой реабилитации достигается при тесном сотрудничестве врача-сурдолога-оториноларинголога и педагога-дефектолога, в связи с чем в 2014 году было открыто Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации, где проводится комплексная медикопедагогическая реабилитация.

Методики, применяемые педагогами дефектологами в настоящее время в работе с детьми, имеющими кохлеарный имплантат (по данным М. Lehnhardt, 2010)

1. Язык жестов
2. Сочетание языка жестов и чтения по губам – система визуальной коммуникации, в рамках которой используется восемь знаков руки в четырех разных положениях (так называемые ключи) в сочетании с природными движениями губ. Таким образом, достигается разграничение всех звуков устной речи.
3. Метод тотальной коммуникации состоит в одновременном использовании устной, знаковой и визуальной модальностей при общении со слабослышащими детьми и при их обучении. Этот

подход должен быть гибким, индивидуализированным и легко адаптироваться к контексту или ситуации.

4. Одновременная коммуникация – метод общения, который иногда используют дети с потерей слуха. Он состоит в одновременном использовании устно-речевой и знаковой версии того же самого языка.
5. Верботональный метод, или метод Губерина заключается в тренировке речи и произношения, но не вербальной коммуникации.
6. Метод естественных звуков делает акцент на оптимальном использовании технологических решений, развитии устной речи и интеграции в общество слышащих людей.
7. Аудиовербальная терапия помогает ребенку освоить устную речь через слушание.

На сегодняшний день в мировой практике для оценки слухового восприятия используют следующие тесты:

- оценка Категории Восприятия Слуха (CAP) [71]. Это измерение определяет категорию слуховых способностей пациента. CAP позволяет проследить изменения в способностях пациента с момента имплантации до пяти лет после имплантации.

- оценка по Шкале Значимой Слуховой Интеграции, (MAIS) или (IT) MAIS, в зависимости от возраста. MAIS [216] – это интервью из 10 пунктов, заполняемое врачом во время обсуждения с родителями, охватывающий три аспекта звукового поведения: (I) применение голоса, (II) реакция на звуки и (III) распознавание звуков. Каждый пункт состоит из вопроса, на который необходимо ответить: “никогда”, “редко”, “иногда”, “часто” или “всегда”. MAIS рассчитана на детей школьного возраста, а модифицированная версия, IT MAIS была создана для маленьких детей [271, 272]. Ее

формат похож на MAIS, но критерии там переопределены с целью отражения поведения, типичного для данной возрастной группы.

- оценка по Шкале Значимого Использования речи (MUSS). MUSS – это интервью из 10 пунктов, выполненное в схожей с MAIS манере, направленное на аспекты использования детьми речи в ежедневных ситуациях [216,217].

- оценка по шкале производства речи у детей (PRISE). PRISE оценивает предлексическое применение голоса маленьким ребенком, т.е. до произнесения четких слов, представляет собой интервью из 11 вопросов [208].

- анализ Рейтинга Разборчивости Речи (SIR) [71]. SIR разработан для классификации глобального производства речи детей соответственно одной из пяти категорий.

Выделяют следующие критерии эффективности, проведенного курса реабилитации пациентам детского возраста без сочетанной патологии после кохлеарной имплантации, проведенной в возрасте до 3 лет [79, 88, 102, 103, 120, 138, 150, 205]:

- **1й год после подключения речевого процессора**

- 1.Выработка условно-двигательной реакции на звук

- 2.Проведение тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле

Пороги звуковосприятия

Частоты с 500 ГЦ до 4 к ГЦ в пределах с 20 до 40 дБ

- 3.Оценка категорий восприятия слуха

- Реакция на речевые звуки

- 4.Анализ рейтинга разборчивости речи

- Нераспознаваемые слова в устной речи. Основной режим повседневного общения ребенка может быть при помощи знаков и жестов.

- **2 года после подключения речевого процессора**

1. Проведение тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле

Пороги звуковосприятия

Частоты с 500 ГЦ до 4 к ГЦ в пределах с 20 до 40 дБ

2. Оценка категорий восприятия слуха

- Идентифицирует окружающие звуки

3. Анализ рейтинга разборчивости речи

- Связная речь неразборчива. Разборчивость проявляется в отдельных словах при наличии контекста и возможности чтения по губам.

- **3 года после подключения речевого процессора**

1. Речевая аудиометрия в свободном звуковом поле

Процент речевой разборчивости 30-50%

2. Оценка категорий восприятия слуха

- Различает некоторые речевые звуки без чтения по губам

3. Анализ рейтинга разборчивости речи

- Связная речь разборчива в известном контексте для слушателя, который концентрируется и читает по губам.

- **3,5 года после подключения речевого процессора**

1. Речевая аудиометрия в свободном звуковом поле

Процент речевой разборчивости 50-70%

2. Оценка категорий восприятия слуха

- Понимает обычные, часто использованные фразы без чтения по губам

3. Анализ рейтинга разборчивости речи

- Связная речь разборчива для слушателей, имеющих небольшой опыт общения с глухими. Слушателю не нужно излишне концентрироваться.

- **4 года после подключения речевого процессора**

1. Речевая аудиометрия в свободном звуковом поле

Процент речевой разборчивости 70-100%

2. Оценка категорий восприятия слуха

– Понимает разговорную речь без чтения по губам

3. Анализ рейтинга разборчивости речи

– Связная речь, понимаемая всеми слушателями. Ребенка легко понимают в повседневном контексте.

1.2 Основные показатели функционирования систем кохlearной имплантации

К основным показателям функционирования системы кохlearной имплантации, являются межэлектродное сопротивление, телеметрия ответа слухового нерва, пороги звуковосприятия и дискомфорта карты стимуляции.

Одним из объективных показателей функционирования кохlearного импланта является величина межэлектродного сопротивления (импеданс), которое имеет определяющее значение при настройке речевого процессора, т.к. позволяет исключить наличие обрывов в цепи или коротких замыканий между электродами [131, 135]. Ориентируясь на сопротивление электродов имплантата, можно сделать вывод, как о работоспособности устройства, так и особенностях его взаимодействия с окружающими тканями. Исследования показали, что постимплантационные изменения в улитке, например ее оссификация [250], повышают уровень межэлектродного сопротивления, что в конечном итоге приводит к увеличению силы стимулирующего тока [163]. В работе показана корреляция изменчивости функции звуковосприятия у пациентов с болезнью Меньера после кохlearной имплантации и изменчивостью порогов импеданса [181]. Авторы предполагают, что изменчивость межэлектродного сопротивления у пациентов с болезнью Меньера связана с циклической иммунной активностью внутреннего уха. Имеются сведения

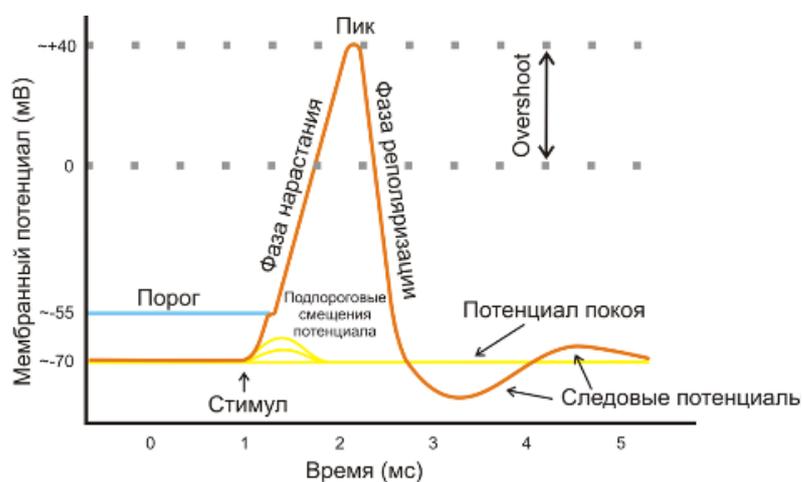
[135, 168, 226], что на начальных этапах реабилитации межэлектродное сопротивление может зависеть от типа электродной решетки и от техники ее введения.

Уровень межэлектродного сопротивления напрямую влияет на энергопотребление заряда элементов питания процессора. Чем ниже импеданс, тем ниже энергозатраты звукового процессора и соответственно ниже стоимость обслуживания питанием речевого процессора [70]. К увеличению межэлектродного сопротивления могут приводить не только функциональные предпосылки работы системы, но и процесс реабилитации. Доказано, что у имплантированных пациентов, которые не используют речевой процессор длительное время, происходит увеличение межэлектродного сопротивления [260].

Данная функция присутствует в программном обеспечении всех систем КИ, не нуждается в дополнительном оборудовании и производится с помощью речевого процессора кохлеарного импланта, либо с помощью программатора системы.

Телеметрия потенциала действия слухового нерва – дополнительный объективный показатель функционирования кохлеарного импланта, который заключается в проведении регистраций электрически вызванного потенциала слухового нерва.

Потенциал действия - это волна возбуждения, перемещающаяся по мембране нервной клетки в виде кратковременного изменения мембранного потенциала на небольшом участке возбудимой клетки, в результате которого наружная поверхность этого участка становится отрицательно заряженной по отношению к внутренней поверхности мембраны, в то время, как в покое она заряжена положительно. Потенциал действия (рисунок 5) является физиологической основой нервного импульса [161].



Схематический потенциал действия

Рисунок 5 - Схематичное изображение идеализированного потенциала действия.

Поляризация мембраны живой клетки обусловлена отличием ионного состава с её внутренней и наружной стороны. Когда клетка находится в спокойном состоянии, ионы по разные стороны мембраны создают относительно стабильную разность потенциалов, называемую потенциалом покоя. Если ввести внутрь живой клетки электрод и измерить мембранный потенциал покоя, он будет иметь отрицательное. Это объясняется тем, что суммарный заряд на внутренней стороне мембраны существенно меньше, чем на внешней. Снаружи - больше ионов натрия, кальция и хлора, внутри — ионов калия и отрицательно заряженных белковых молекул, аминокислот, органических кислот, фосфатов, сульфатов.

Потенциал мембраны может изменяться под действием различных стимулов. Искусственным стимулом может служить электрический ток, подаваемый на внешнюю или внутреннюю сторону мембраны через электрод. В естественных условиях стимулом часто служит химический сигнал от соседних клеток, поступающий через синапс или путём диффузной передачи через межклеточную среду [112].

В нервной ткани потенциал действия, как правило, возникает при деполяризации – если деполяризация мембраны нейрона достигает

некоторого порогового уровня или превышает его, клетка возбуждается, и от её тела к аксонам и дендритам распространяется волна электрического сигнала [192].

Результаты телеметрии зависят не только от состояния нервного волокна, но и от анатомии улитки и типа электродной решетки [213]. Посредством телеметрии нервного ответа возможно получить информацию о правильности установки электродной решетки, определить возможную ее транслокацию, мониторируя уровень потенциала действия [112]. Существует возможность оценить сохранность невральных элементов на протяжении улитки [113, 169]. Также телеметрия даёт ценную информацию для первичной настройки речевого процессора [112, 113, 231]. Также исследования показывают возможность построения прогрессивных карт, опираясь на результаты телеметрии. Посредством проведения телеметрии потенциала действия допускается возможность проведения кохлеарной имплантации пациентам с гипоплазией слухового нерва [99].

При проведении телеметрии нервного ответа начинают стимулировать слуховой нерв посредством кохлеарного импланта, когда специалист видит отчетливый ответ, уровень стимуляции снижают пока ответ не исчезнет и фиксируют результат. С большинством систем КИ регистрация электрически вызванного потенциала действия возможна как интраоперационно, так и при подключении речевого процессора и последующих сессиях настройки. В большинстве современных систем КИ данный процесс может осуществляться автоматически. Полученная в результате этих измерений информация может быть использована для определения параметров стимуляции при построении настроенной карты, т.к. доказана ее связь с субъективными порогами уровней комфорта звуковосприятия [136], что облегчает процесс слухоречевой реабилитации у неконтактных пациентов (Рис.№6)

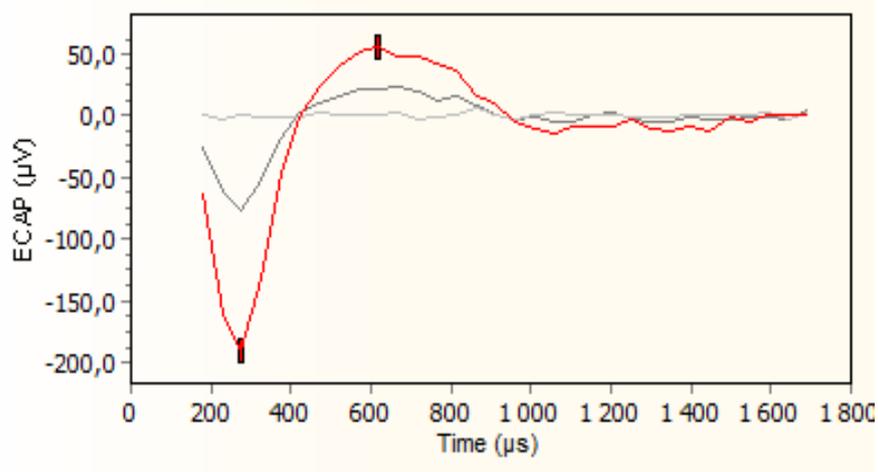


Рисунок 6 - Телеметрия нервного ответа

Порог слухового дискомфорта - минимальная энергия звукового колебания, вызывающая ощущение давления или боли в ухе. Порог максимального комфорта имплантированного пациента (порог дискомфорта) – показатель стимуляции кохлеарного импланта, превышение которого приводит к возникновению болевых ощущений [58]. Порог максимального комфорта имеет важнейшее значение для настройки стимуляции речевого процессора кохлеарного импланта. Стоит отметить, что чрезмерный уровень стимуляции будет субъективно восприниматься пациентом как болевые ощущения [30], при этом недостаточная стимуляция приводит к потере полезной слуховой информации. В связи с постепенной адаптацией пациентов к электрической стимуляции в процессе слухоречевой реабилитации необходимо периодическая корректировка уровней максимального комфорта [76]. Основной объективной величиной, влияющей на уровень порога дискомфорта является ширина и амплитуда стимула [132]. Для выявления порога максимального комфорта увеличивают стимуляцию от порога звуковосприятия, доводя стимуляцию до дискомфортных величин. Уровень стимуляции предшествующий порогу дискомфорта принимают за максимально комфортный порог. Установить истинные пороги слухового комфорта не всегда представляется возможным в связи с их

субъективностью. Выявлена прямая корреляция порога дискомфорта с величиной стапедиального рефлекса на контралатеральном ухе [33, 84], телеметрией потенциала действия [132].

Порог звуковосприятия - минимальная энергия звукового колебания, вызывающая минимальное ощущение звука. Порог звуковосприятия также имеет важное значение для настройки стимуляции речевого процессора кохлеарного импланта. Правильность установленного порога звуковосприятия влияет как на восприятие тихих звуков, так и на фонематическую разборчивость [144]. Исследования показывают, что порог звуковосприятия не зависит от продолжительности глухоты и возраста, в котором была проведена кохлеарная имплантация [245].

Для обнаружения порогов звуковосприятия начинают стимуляцию на отдельно взятом канале с минимально возможного уровня стимуляции, постепенно увеличивая его до появления ощущения звука у пациента. Стимулируются поочередно изолированные каналы, согласно тонопическому расположению электродной решетки кохлеарного импланта в улитке [142]. В большинстве систем кохлеарной имплантации существует автоматический алгоритм определения уровня звуковосприятия в зависимости от уровня дискомфорта [195]. Существует корреляционная связь между порогом звуковосприятия и порогом регистрации потенциала действия слухового нерва, что дает возможность объективно оценивать данный компонент [106].

Установив порог дискомфорта и порог звуковосприятия на различных частотах стимуляции, у врача-сурдолога-оториноларинголога появляется возможность составить динамический диапазон карты слуховой стимуляции. Согласно авторам, чем шире динамический диапазон, тем интенсивней воспринимает пользователь звуковые оттенки [3, 27, 28, 39, 235]. Именно динамический диапазон – важнейшая характеристика карты слуховой стимуляции, которая определяет спектр звуковосприятия пациента [239].

1.3 Дополнительные методики оценки звуковосприятия у пациентов после кохлеарной имплантации

Для получения дополнительной информации о состоянии слухового анализатора могут быть использованы регистрация стапедиального рефлекса на ипсилатеральной и контралатеральной сторонах.

Регистрация стапедиального рефлекса на стороне кохлеарной имплантации в большинстве случаев проводится интраоперационно для получения информации о состоянии системы КИ на этапе хирургического вмешательства [133]. Полученные электрофизиологические данные могут быть использованы при подключении речевого процессора и первичных настройках системы КИ (с поправкой на влияние анестезиологического пособия). Проведя интраоперационно регистрацию стапедиального рефлекса, у врача-сурдолога-оториноларинголога появляется информация не только о порогах стапедиального рефлекса на момент операции, но и о форме распределения уровня порога максимального комфорта.

Метод интраоперационной рефлексометрии заключается в подаче электрических стимулов на каждый электрод имплантата и регистрации ответной реакции стапедиальной мышцы [16, 207]. Стимуляция кохлеарного импланта проводится посредством интерфейса системы КИ, который генерирует стимул, посылаемый на кохлеарный имплант через речевой процессор. Наличие или отсутствие стапедиального рефлекса проводит хирург, проводя его визуальную детекцию. Проводится поканальная стимуляция кохлеарного импланта. На каждом канале начинают стимуляцию с подпороговых величин, постепенно увеличивая силу тока, при визуальной детекции стапедиального рефлекса силу тока уменьшают, порог исчезновения считают порогом стапедиального рефлекса [175]. Рефлексометрия выполняется при последовательной стимуляции всех или части настраиваемых каналов импланта, количеством от 8 до 22 (в зависимости от производителя).

Регистрация электрически вызванного стапедиального рефлекса с помощью импедансного аудиометра. Метод рефлексометрии заключается в подаче электрических стимулов на каждый электрод имплантата и регистрации ответной реакции стапедиальной мышцы [134, 139, 225]. Стимул генерируется собственным речевым процессором пациента под контролем интерфейса системы КИ или через интерфейс напрямую (в зависимости от производителя). Целью исследования является определение порогового уровня рефлекса, т.е. величины электрического тока, при котором наблюдается минимальное отклонение луча от нулевой линии. Рефлексометрия выполняется следующим образом: наличие или отсутствие стапедиального рефлекса определяется в одной сессии при последовательной стимуляции всех или части настраиваемых каналов импланта, количеством от 8 до 22 (в зависимости от производителя). При обнаружении в каком-либо канале порогового рефлекса, изменение уровня стимулов в данном канале прекращают [53]. При следующей сессии регистрации на тех электродах, где был обнаружен явный рефлекс, уровни стимуляции уменьшают, а там, где рефлекс отсутствовал, уровни увеличивают. Таким образом, изменение амплитуды стимулов в соответствующих каналах проводится в течение одной (или нескольких) сессии регистрации стапедиального рефлекса по всем электродам до тех пор, пока во всех каналах не будут зарегистрированы пороговые уровни рефлекса (Рис 7).

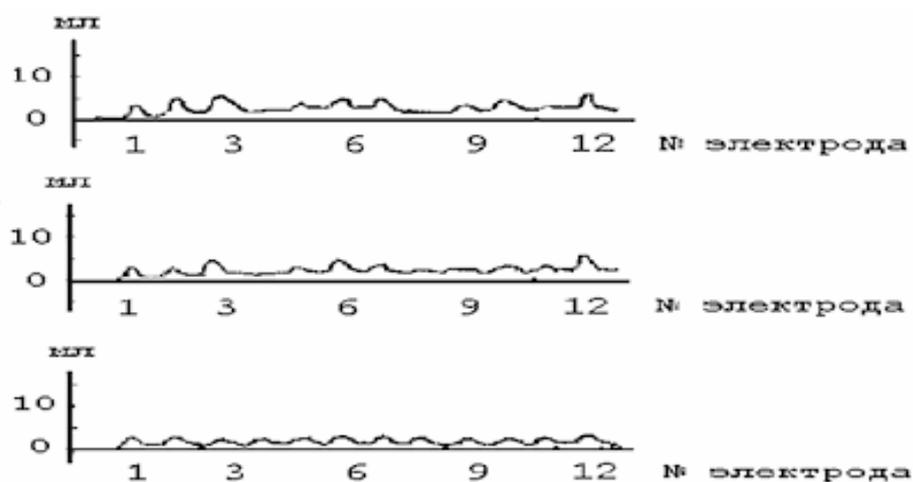


Рисунок 7 - Регистрация стапедиального рефлекса на контралатеральной стороне

Надо учесть, что уровень корреляции порогов электрически вызванных ответов стремянной мышцы с уровнем комфортной громкости при использовании речевого процессора может быть основанием для определения характеристик настроечных карт систем КИ [31, 32].

Тональная пороговая аудиометрия в свободном звуковом поле – дополнительный субъективный метод оценки звуковосприятия у пациентов после кохлеарной имплантации. Проводится для определения порогов звуковосприятия имплантированного пациента [203], посредством подачи тональных сигналов с аудиометра на колонки, находящиеся на определенном расстоянии от речевого процессора. Полученные данные частотного распределения звуковосприятия могут быть использованы для определения степени звуковосприятия и корректировки порогов стимуляции индивидуальной карты прослушивания речевого. Также тональная аудиометрия в свободном звуковом поле находит свое применение у пациентов с бинауральной кохлеарной имплантацией, проводя данное исследование для выявления локализации пациентом звукового раздражителя [105].

В последнее время стали появляться работы, связанные с регистрацией электрически вызванных слуховых потенциалов. Так известны работы связанные как с регистрацией слуховых вызванных потенциалов разной латентности [63, 67, 182], так и с регистрацией ответа мозга на постоянный модулированный тон [81]. Посредством регистрации электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов показана возможность определения максимально комфортных уровней карт настройки речевых процессоров [158, 240]. Однако весь спектр применения электрически вызванных слуховых потенциалов до конца не изучен [149, 198].

Вышеперечисленные показатели имеют крайне важное значение не только в установлении факта нормальной работы системы кохлеарной имплантации, но и помогают при работе с пациентом, настройке речевого процессора.

Резюме

С 2008 г. по всей территории Российской Федерации проводится аудиологический скрининг новорожденных и детей первого года жизни.

Проведя необходимые диагностические мероприятия на всех этапах неонатального аудиологического скрининга, появляется информация о форме и степени тугоухости, а, следовательно, и возможность прогнозировать метод дальнейшего слухопротезирования

Раннее выявление глухоты у ребенка и последующее слухопротезирование слуховым аппаратом, либо кохлеарная имплантация -важнейшие факторы успеха слухоречевой реабилитации.

Кохлеарная имплантация на сегодняшний день самый результативный способ компенсации слуха при глубоких потерях. В настоящее время мировая практика насчитывает более 150 тыс. операций такого рода.

Процесс кохлеарной имплантации включает три этапа, самый длительный из которых – послеоперационная слухоречевая реабилитация.

Для комплексного подхода к слухоречевой реабилитации пациентов после КИ в 2014 году было создано Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Объективные показатели функционирования системы кохлеарной имплантации призваны облегчить работу с пациентами из неконтактной группы.

ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПП ПАЦИЕНТОВ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика групп пациентов с сенсоневральной тугоухостью, перенесших кохлеарную имплантацию.

Для клинического исследования с 2010 г. мы отбирали пациентов – пользователей систем кохлеарной имплантации (КИ). Клиническую часть работы проводили на базе ФГБУ Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России, в том числе в филиалах Центра (Томск, Астрахань, Хабаровск, Уфа).

Обработаны данные 246 больных, которым в разные годы была проведена операция КИ: 100, 70, 36, 25, 15 человек в 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 гг. соответственно (рис. 8). У всех пациентов на момент исследования операция была проведена с одной стороны, пациенты с бинауральной кохлеарной имплантации в исследование включены не были. Из них контрольная группа составила 20 постлингвальных пациентов в возрасте от 20 до 45 лет.

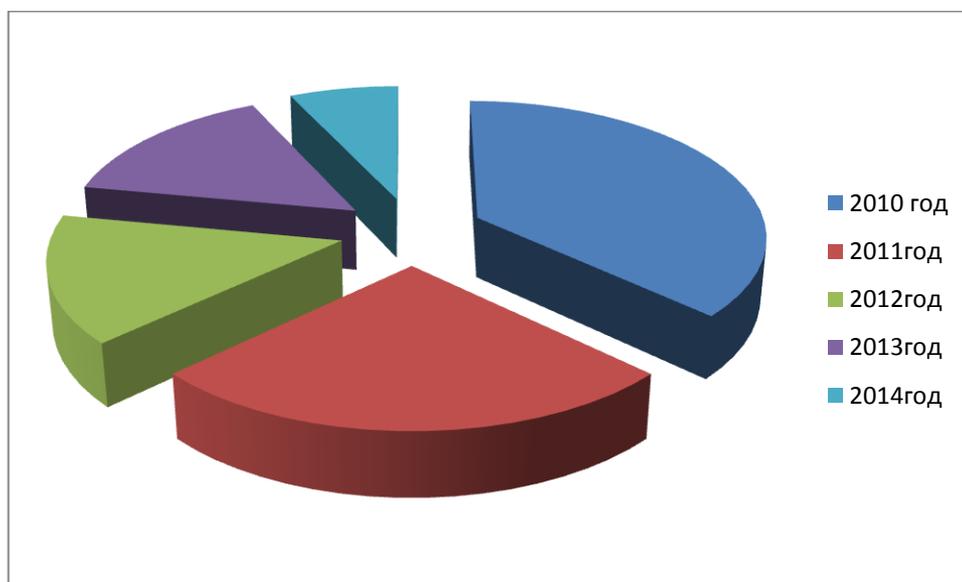


Рисунок 8 - Распределение пациентов (операций КИ) по годам проведения операции.

В исследование были включены пациенты с долингвальной и постлингвальной потерей слуха, характеристики пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение пациентов по дате операции

Тугоухость на момент проведения КИ	2010г	2011г	2012г	2013г	2014г
Врожденная долингвальная (возраст: 1 год - 7 лет)	100	70	26	-	-
Приобретенная постлингвальная (возраст: 25 лет – 45 лет)	-	-	10	25	15

Распределение пациентов по полу:

- Приобретенная постлингвальная тугоухость (43 пациента мужского пола, 7 - женского). Рис. 9.

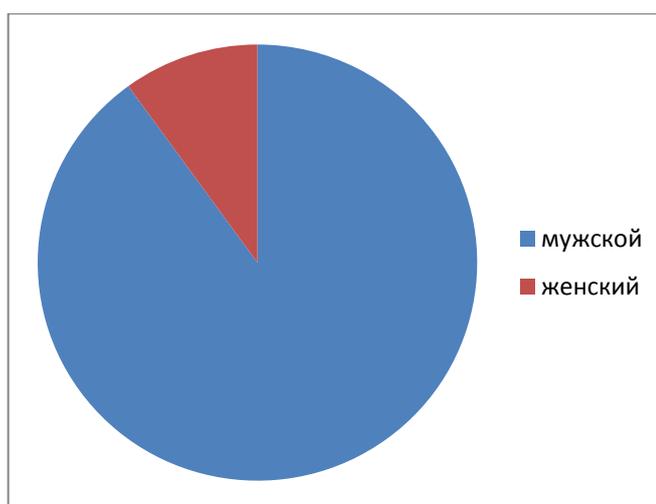


Рисунок 9 - Распределение пациентов по полу с постлингвальной тугоухостью

- Врожденная долингвальная тугоухость (120 мальчиков, 76 девочек).

Рис. 10.

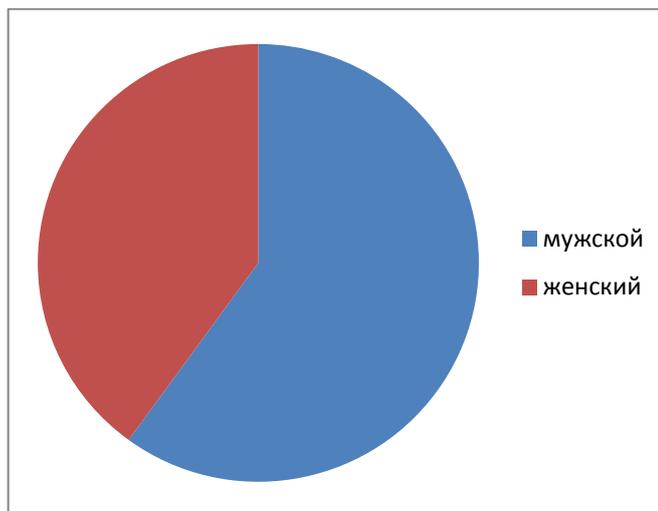


Рисунок 10 - Распределение пациентов по полу с долингвальной тугоухостью

Распределение пациентов по стороне имплантации (рис. 11):

- 166 пациентов – состояние после кохлеарной имплантации справа
- 80 пациентов - состояние после кохлеарной имплантации слева

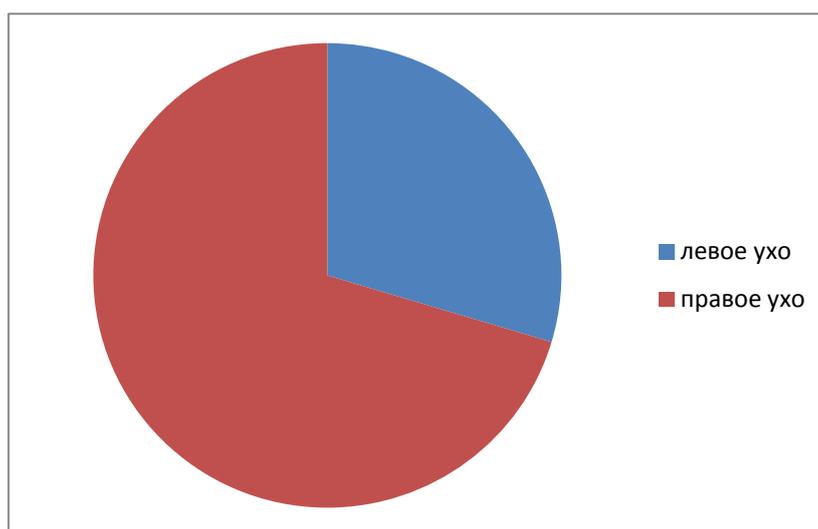


Рисунок 11 - Распределение пациентов по стороне имплантации

2.2 Методы исследования после кохлеарной имплантации

Основная задача слухоречевой реабилитации пациента после КИ - интеграция человека с двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени в речевую среду. Данный процесс является третьей, завершающей ступенью комплексной системы кохлеарной имплантации. Для данного реабилитационного процесса характерны высокие временные затраты, привлечение специалистов различных профилей. Слухоречевую реабилитацию после кохлеарной имплантации можно принципиально разделить на две составляющих: педагогическую и медицинскую.

Педагогическая реабилитация проводилась логопедом-дефектологом (сурдопедагогом) в ФГБУ НКЦО ФМБА России, а также в специализированном реабилитационном центре (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации.), оказывалась педагогическая помощь по развитию слухового восприятия и развитию речи. Целью реабилитационных педагогических занятий является развитие слухоречевого поведения маленьких детей с кохлеарным имплантом с помощью речевого процессора. Обучение ребенка восприятию, различению, опознаванию и распознаванию окружающих звуков, понимание их значения и использование этого опыта для развития речи. Задачи, которые решаются в данном процессе:

- педагогическое обследование слухового восприятия для обнаружения, узнавания, различения и опознавания звуков окружающей среды;
- обучение восприятию звуковых ощущений с помощью речевого процессора;
- формирование видов речевой деятельности;
- формирование звукопроизносительных навыков;
- развитие восприятия звуковых сигналов;
- развитие крупной и мелкой моторики;

- формирование элементарных математических представлений, представления об окружающем мире, общих когнитивных навыков, внимания и др.;
- слуховое восприятие;
- оценка адекватности настройки программы речевого процессора;
- обследование фонематического слуха;
- изучение условий для проведения слухоречевой реабилитации по месту жительства, возможных вариантов интегрированного обучения в условиях дошкольных или школьных образовательных учреждений массового типа;
- оценка навыков развития слухового восприятия устной речи;
- участие в проведении тональной пороговой и речевой аудиометрии в свободном звуковом поле.

В медицинской части реабилитационного процесса принимает участие врач-сурдолог-оториноларинголог, проводящий настройку речевого процессора. Для максимально эффективной работы речевого процессора необходимо установить динамический диапазон карты прослушивания, который складывается из двух основных показателей: порог комфорта, порог звуковосприятия. От правильности установки данных показателей полностью зависит восприятие окружающих речевых и неречевых звуков.

Реабилитационный этап начинается с подключения речевого процессора к кохлеарному импланту. Существуют различные типы речевых процессоров, однако принципиально можно выделить следующие составные части:

- программируемый модуль
- блок управления
- батарейный отсек
- ушной крючок
- катушку для передачи сигнала

- магнит для крепления к импланту

При подключении речевого процессора проводится соединение всех частей речевого процессора, его фиксация за ухом пациента, фиксация катушки к корпусу кохлеарного импланта посредством магнитной связи и синхронизация речевого процессора с рабочим компьютером врача-сурдолога-оториноларинголога посредством программаторов, предоставляемых производителем системы кохлеарной имплантации. В нашем исследовании использовались:

- для системы Advanced Bionics программатор Clarion programming interface (рис. 12)

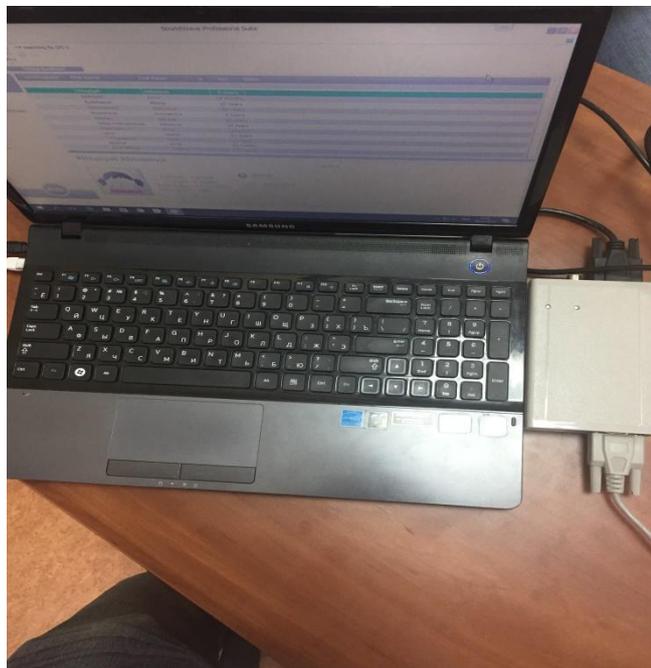


Рисунок 12 - Программатор системы Advanced Bionics

- для системы Cochlear программатор Programming POD (рис. 13)

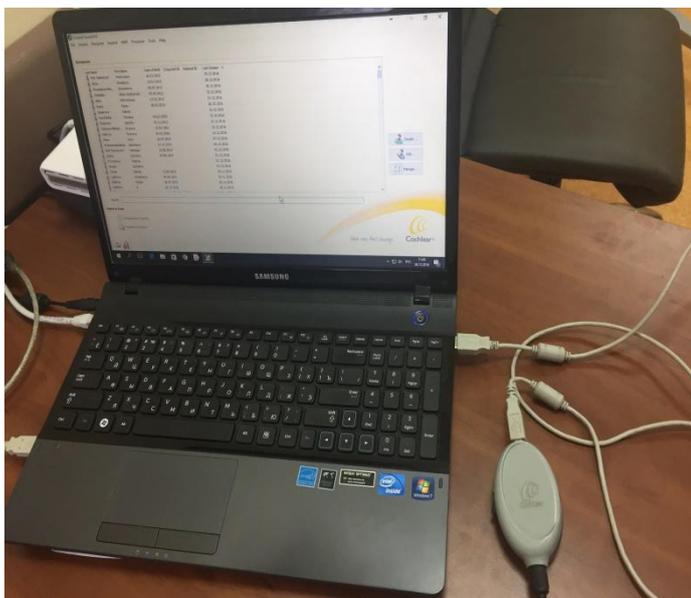


Рисунок 13 - Программатор системы Cochlear

- для системы Med-El программатор DIB II (рис. 14)

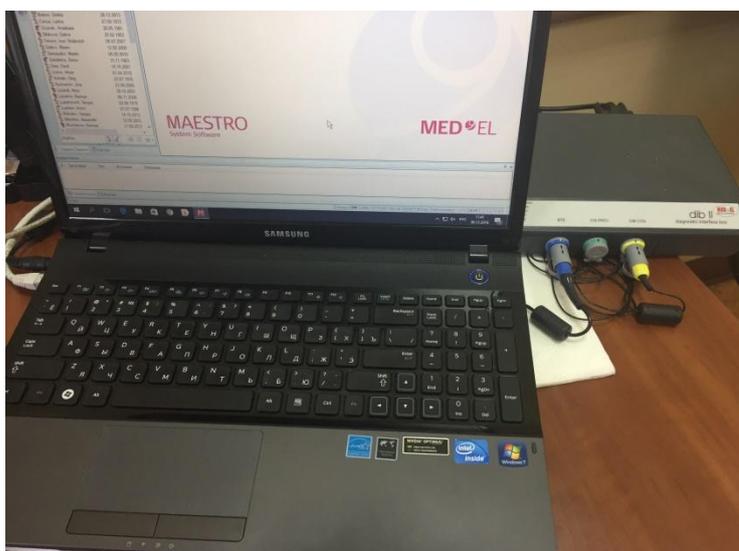


Рисунок 14 - Программатор системы Med-El

- для системы Neurelec программатор DigiMap SP USB (рис. 15)



Рисунок 15 - Программатор для системы Neurelec

Для создания и изменения карты прослушивания использовалось программное обеспечение, установленное на персональный компьютер врача-сурдолога-оториноларинголога:

- для системы Advanced Bionics - SoundWave™
- для системы Cochlear – Custom Sound™
- для системы Med-El – Maestro System Software
- для системы Neurelec – DigiMap™

Во время создания индивидуальной карты прослушивания устанавливают пороги стимуляции электродов кохлеарного импланта, количество которых различается в зависимости от системы КИ:

- система Advanced Bionics – 16 электродов
- система Cochlear – 22 электрода
- система Med-El – 12 электродов
- система Neurelec – 20 электродов

Интенсивность стимуляции измеряется в токовых единицах, условное обозначение которых, различно в зависимости от производителя системы КИ:

- система Advanced Bionics – CU
- система Cochlear – C1

- система Med-El – qu
- система Neurelec – μ s

При подключении и последующих настройках речевого процессора в первую очередь проверяли межэлектродное сопротивление, данный тест включен в программное обеспечение для работы с системами кохлеарной имплантации Advanced Bionics, Cochlear, Med-El, Neurelec. Далее устанавливали порог максимального комфорта. Данный уровень характеризуется тем, что стимуляция воспринимается пациентом как достаточно громкий звук, однако не приносящий болевых ощущений. Превышение данного порога приводит к появлению боли, что в некоторых случаях может заканчиваться отказом от ношения речевого процессора, а также потерей контакта с врачом. Занижение порога дискомфорта приводит к более тихой стимуляции, что ограничивает спектр воспринимаемой звуковой информации.

Далее устанавливался порог звуковосприятия – минимальная сила тока, стимуляция которой вызывает ощущение тихого звука, который слышит пациент. В трех системах из четырех данный параметр не имеет критического значения и может настраиваться автоматически (ориентировочно) исходя из уровня максимального комфорта (Advanced Bionics, Med-El, Neurelec). Для поиска порога звуковосприятия у пациента с системой Cochlear использовали следующую методику: изменяли величину стимуляции, в случае, когда пациент мог демонстрировать свое ощущение звуковосприятия, данный параметр устанавливали на один «шаг» ниже величины порога восприятия.

После установки порогов максимального комфорта и порогов звуковосприятия включали стимуляцию пациента в режиме реального времени. Совместно с сурдопедагогами проводили оценку звуковосприятия, отмечали наличие или отсутствие реакции дискомфорта. При необходимости изменяли уровни громкости для более сбалансированной стимуляции и комфортного прослушивания.

Последующие настройки речевого процессора проводили через 3, 6, 9, 12, 18 и 24 месяцев.

Во время подключения речевого процессора и последующих настроечных сессиях применялись следующие дополнительные методы исследования:

1. Телеметрия потенциала действия слухового нерва – данный тест включен в программное обеспечение для работы с системами кохлеарной имплантации Advanced Bionics, Cochlear, Med-El. Телеметрия потенциала действия системы кохлеарной имплантации Neurelec не проводилась.
2. Тональная пороговая аудиометрия в свободном звуковом поле - проводили на клиническом аудиометре AC40, Interacoustics (Дания). Методика заключается в последовательной регистрации порога звуковосприятия пациентом, находящимся в сознании, способном предъявить ответную реакцию, различных значений уровня звукового давления, выраженных в децибелах (дБ), с последующим выбором минимального уровня по каждой предъявленной пациенту звуковой частоте, который и считается порогом звуковосприятия. Исследование проводилось на частотах 500–4000 Гц.
3. Регистрация ЭКСВП – проводили на приборе регистрации слуховых вызванных потенциалов мозга, Auriga, Pilot Blankenfelde, Германия (Рис 16.).



Рисунок 16 - Прибор с возможностью регистрации эКСВП

Для записи эКСВП на голове пациента фиксировали электроды: положительный на лбу пациента (граница волосистой части по средней линии), референтные на область сосцевидных отростков, заземляющий на лбу, под положительным электродом. Регистрацию эКСВП проводили с ипсилатерального электрода. Параметры фильтра 10 – 3000 Гц. Параметры регистрации: окно анализа 10 мс. Шаг изменения интенсивности стимуляции составлял 10 токовых единиц. Оценивали V пик эКСВП в промежутке со 2-й по 5 мс. Порогом эКСВП считали минимальную величину стимула, при которой визуализируется V пик.

4. Видеоокулография – проводили на системе VisualEyes™ компании Micromedical (США). В техническом перечне тестов прибора имеется проведение пупиллометрии — метода исследования, основанного на регистрации величины зрачка и динамике ее

изменения.

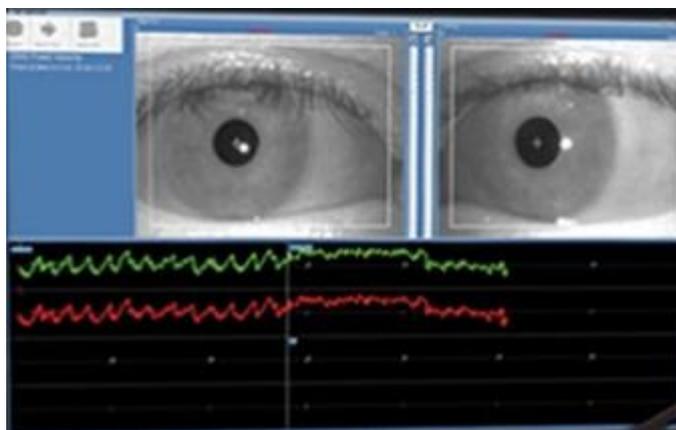


Рисунок 17 - Проведение пупиллометрии

Используемые очки автоматически определяют центр зрачка (рис. 17.), фиксируют его движения и динамику изменения величины и одновременно сужают поле зрения пациента, что ликвидирует возможность фокусировки взгляда на другие зрительные раздражители. Посторонние окружающие звуки во время исследования также не могли приводить к недостоверным результатам, т.к. кохлеарный имплант был подключен к

персональному компьютеру, в связи с чем пациент слышал только стимуляцию от компьютера. Данные о величине зрачка были представлены на экране монитора в виде графика зависимости площади зрачка от времени.

2.3. Общая характеристика групп пациентов в системе слухоречевой реабилитации

Согласно указаниям Минздрава России от 3 декабря 2013 года №15-3/10/2-9022 в период с декабря 2013 г. по июнь 2014 г., силами профильных специалистов ФГБУ НКЦО ФМБА России проведена выездная работа по анализу и оценке эффективности неонатального аудиологического скрининга.

В рамках данной работы проводился анализ программы универсального аудиологического скрининга новорожденных и детей первого года жизни в период с 2013 по 2015 гг. Учитывались следующие показатели: число новорожденных, процент охвата населения первым этапом аудиологического скрининга, процент охвата населения вторым этапом аудиологического скрининга.

Согласно методическим рекомендациям «Универсальный аудиологический скрининг новорожденных и детей первого года жизни», утвержденным Министерством здравоохранения и социального развития РФ в 2012 году, на первом этапе обследованию подлежат все новорожденные в учреждениях родовспоможения; дети, родившиеся вне учреждений родовспоможения, а также дети, не прошедшие (положительный результат, т.е. ОАЭ не регистрируется) в учреждениях родовспоможения, первый этап скрининга проходят в детской поликлинике. Исследование проводят: врач-неонатолог, врач-педиатр, врач-оториноларинголог, медицинская сестра. Второй этап скрининга проводят в центрах реабилитации слуха (сурдологических центрах, кабинетах) детям, не прошедшим первый этап (в т.ч. повторное тестирование в детской поликлинике), а также детям из группы риска. Исследование проводит врач-сурдолог-оториноларинголог.

В анализ были включены данные о 5664016 новорожденных на всей территории Российской Федерации за период 2013 – 2015гг.

Для анализа сроков реабилитации были обработаны данные 120 (30 систем Advanced Bionics, 30 систем Cochlear, 30 систем Med-El, 30 систем Neurelec) пациентов в возрасте до 3х лет, которым была проведена односторонняя кохлеарная имплантация на базе ФГБУ НКЦО ФМБА России, дальнейшая слухоречевая реабилитация проводилась на базе ФГБУ НКЦО ФМБА России, а также в ФГБУ ЦР Минздрава России.

2.4. Методы статистической обработки результатов исследования

Статистическая обработка результатов исследования проведена на персональном компьютере с помощью прикладного пакета программ Microsoft Excel и «Statistica 6.0». Вычислялись средняя арифметическая (M), средняя ошибка средней арифметической (m), среднеквадратичное отклонение (σ). Для анализа переменных нами первоначально проводился анализ на нормальность распределения. Для данных, удовлетворяющих нормальному распределению использовался критерий достоверности Стьюдента (t). Принятие или отвержение всех статистических гипотез осуществлялось на уровне $p < 0,05$, принятом в биомедицинских исследованиях.

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ СЛУХОРЕЧЕВОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ГЛУХОТОЙ

Сохраняющаяся тенденция роста числа больных с сенсоневральной тугоухостью показывает необходимость дальнейшего совершенствования организации сурдологической и сурдопедагогической помощи населению Российской Федерации.

В настоящее время в Российской Федерации насчитывается более 12 млн. человек с нарушениями слуха, в том числе детей и подростков около 1,3 млн. человек. Сложилась и сохраняется устойчивая тенденция существенного роста частоты нарушений слуха различного генеза.

Универсальный аудиологический скрининг – важный инструмент раннего выявления патологии слухового анализатора. Данная программа внедрена и активно работает по всей территории Российской Федерации.

Повсеместное внедрение программы аудиологического скрининга новорожденных (на уровне роддомов, начиная с первых дней жизни новорожденных) является одним из ключевых аспектов ранней диагностики и, как следствие, дальнейшей адекватной реабилитации пациентов с тугоухостью и глухотой.

В рамках данной работы проводился анализ программы универсального аудиологического скрининга новорожденных и детей первого года жизни в период с 2013 по 2015 гг. Учитывались следующие показатели: число новорожденных, процент охвата населения первым этапом аудиологического скрининга, процент охвата населения вторым этапом аудиологического скрининга. В связи с низкой степенью охвата вторым этапом неонатального скрининга в 2013 году, а также открытием в 2014 году Центра реабилитации (для детей с нарушением слуха) дополнительно проводился анализ количества проведенных кохлеарных имплантаций РФ и фактов слухоречевой реабилитации в специализированном учреждении с 2014 года.

Таблица 2 - Показатели неонатального аудиологического скрининга
Центрального ФО за 2013 г.

Наименование субъекта РФ	Число новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе
Владимирская область	15690	101,2	48,4
Воронежская область	24986	99,3	20,6
Ивановская область	11593	99,2	100,0
Калужская область	11548	95,9	121,6
Костромская область	7932	96,8	22,2
Курская область	12779	96,7	66,0
Липецкая область	13346	102,1	88,1
Московская область	77715	98,4	107,5
Орловская область	8604	99,6	98,7
Рязанская область	12264	97,0	98,7
Смоленская область	9932	100,1	28,2
Тамбовская область	10050	100,0	66,7
Тверская область	15096	95,0	91,9
Тульская область	15110	93,7	95,0
Ярославская область	15110	100,2	46,9
Москва	131061	100,0	80,9
Значение по округу	392816	98,9	78,3

Таблица 3 - Показатели неонатального аудиологического скрининга
Северо-Западного ФО за 2013 г.

Наименование субъекта РФ	Число новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе
Республика Карелия	7568	95,3	50,3
Республика Коми	12449	98,5	89,4
Архангельская область	14630	87,8	90,6
Вологодская область	16253	96,1	60,8
Калининградская область	12103	99,7	100,0
Ленинградская область	14780	95,0	100,0
Мурманская область	9282	98,9	97,1
Новгородская область	7480	95,9	52,2
Псковская область	7049	87,5	10,5
Ненецкий АО	660	99,7	0,0

г. Санкт-Петербург	64015	97,0	108,1
Значение по округу	166269	95,8	88,3

Таблица 4 - Показатели неонатального аудиологического скрининга Южного ФО за 2013 г.

Наименование субъекта РФ	Число новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе
Республика Адыгея	5616	95,9	51,6
Республика Калмыкия	3775	98,1	17,1
Краснодарский край	69330	95,5	93,8
Астраханская область	15033	99,6	118,5
Волгоградская область	29838	98,3	100,6
Ростовская область	49740	96,4	86,9
Значение по округу	173332	96,7	99,1

Таблица 5 - Показатели неонатального аудиологического скрининга Приволжского ФО за 2013 г.

Наименование субъекта РФ	Число новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе
Республика Башкортостан	58812	92,1	45,6
Республика Марий Эл	10107	99,7	35,1
Республика Мордовия	8364	99,4	96,3
Республика Татарстан	56161	98,6	63,8
Удмуртская Республика	21282	98,1	70,9
Чувашская Республика	17422	99,2	54,5
Пермский край	38277	85,7	40,2
Кировская область	16967	97,8	88,3
Нижегородская область	38903	87,4	99,1
Оренбургская область	29597	103,9	35,7
Пензенская область	14596	97,5	86,1
Самарская область	39419	95,5	100,0
Саратовская область	28529	95,0	57,0
Ульяновская область	14733	97,6	17,8
Значение по округу	393169	96,1	54,7

Таблица 6 - Показатели неонатального аудиологического скрининга
Уральского ФО за 2013 г.

Наименование субъекта РФ	Число новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе
Курганская область	11943	99,8	44,6
Свердловская область	62345	99,2	92,8
Тюменская область	23788	98,9	0,9
Челябинская область	47415	84,1	108,3
Ханты-Мансийский автономный округ	26555	98,2	91,2
Ямало-ненецкий АО	8630	97,9	0,0
Значение по округу	180676	95,1	90,1

Таблица 7 - Показатели неонатального аудиологического скрининга
Сибирского ФО за 2013 г.

Наименование субъекта РФ	Число новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе
Республика Алтай	4225	98,9	363,7
Республика Бурятия	16438	99,9	92,4
Республика Тыва	7052	98,1	49,7
Республика Хакасия	8385	97,9	73,0
Алтайский край	31463	94,5	179,1
Забайкальский край	17500	95,2	68,1
Красноярский край	41020	96,9	56,4
Иркутская область	38038	97,3	166,7
Кемеровская область	37301	97,4	79,4
Новосибирская область	38498	98,9	40,7
Омская область	29281	95,9	34,7
Томская область	14803	92,8	81,9
Значение по округу	284004	96,9	83,2

Таблица 8 - Показатели неонатального аудиологического скрининга
Дальне-Восточного ФО за 2013 г.

Наименование субъекта РФ	Число новорожденных (в	процент охвата на I	процент охвата на
	новорожденных (в	охла на I	охла на

	целом по субъекту)	этапе	II этапе
Республика Саха	16611	83,5	150,9
Камчатский край	4183	94,3	73,9
Приморский край	24743	99,0	27,4
Хабаровский край	18672	97,2	18,5
Амурская область	11285	97,9	425,2
Магаданская область	12374	100,0	94,1
Сахалинская область	6329	96,3	50,9
Еврейская АО	2338	87,9	0,0
Чукотский АО	680	94,7	187,5
Значение по округу	97215	95,3	104,8

Таблица 9 - Показатели неонатального аудиологического скрининга Северо-Кавказского ФО за 2013 г.

Наименование субъекта РФ	Число новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе
Республика Дагестан	55628	98,9	19,0
Республика Ингушетия	8284	105,2	10,8
Кабардино-Балкарская Республика	13114	83,0	50,0
Карачаево-Черкесская Республика	6375	99,7	100,0
Республика Северная Осетия-Алания	10653	95,4	18,5
Чеченская Республика	32102	95,7	48,7
Ставропольский край	35423	96,1	119,8
Значение по округу	161579	96,5	46,0

В целом по всей территории РФ охват неонатальным аудиологическим скринингом за 2013 год составил на первом этапе 96.8%, на втором – 75.2%.

Из таблиц 2-9 видно, что показатели охвата населения неонатальным аудиологическим скринингом в некоторых субъектах РФ недостаточны, а в некоторых случаях превышают 100 процентный порог. В связи с дисбалансом показателей универсального аудиологического скрининга и согласно указаниям Минздрава России от 3 декабря 2013 года №15-3/10/2-9022 в период с декабря 2013 г. по июнь 2014 г., силами профильных

специалистов ФГБУ НКЦО ФМБА России проведена выездная работа по анализу и оценке эффективности неонатального аудиологического скрининга.

В ходе служебных поездок проверены 65 родовспомогательных учреждений и детских поликлиник, 15 амбулаторных сурдологических подразделений, на базе которых проводятся первый и второй этапы аудиологического скрининга.

Во всех проверяемых учреждениях государственной и муниципальной систем здравоохранения имелось всё необходимое аудиологическое оборудование для осуществления первого и второго этапа аудиологического скрининга, которое находится в рабочем состоянии и регулярно проходит поверку согласно техническому паспорту прибора.

Степень охвата обследованием новорожденных на первом этапе скрининга достаточно высока и в среднем составляла 95%, что может говорить о своевременной и качественной подготовке специализированных кадров (средний медицинский персонал неонатальной службы, врачи педиатры детских поликлиник).

При этом выявлены проблемы с кадровым составом сурдологической службы, проводящей второй этап универсального аудиологического скрининга.

В 2013 году силами ФГБУ НКЦО ФМБА России проведено анкетирование амбулаторных сурдологических подразделений на всей территории Российской Федерации. Укомплектованность врачами – сурдологами - оториноларингологами по Федеральным округам составила (из расчета 1 должность врача-сурдолога на 100 000 населения):

- Уральский 15,7%
- Дальневосточный 29,8%
- Приволжский 18,1%

- Северо-Западный 24,9%
- Сибирский 21,3%
- Южный 31,3%
- Северо-Кавказский 26,3%
- Центральный 19,8%.
- В целом по Российской Федерации 20,8%

В регионах, имеющих большее количество сурдологов, также наблюдается снижение охвата населения вторым этапом аудиологического скрининга, что может быть следствием отсутствия четкой взаимосвязи между его первым и вторым этапами - родовспомогательными учреждениями, детскими поликлиниками и сурдологическими кабинетами или сурдологическими центрами. При этом в разы увеличена нагрузка на сурдологические кадры детьми с отрицательным результатом скрининга (тест пройден, отоакустическая эмиссия регистрируется), но имеющими факторы тугоухости (в классической схеме неонатального аудиологического скрининга – пациент с фактором риска по тугоухости направляется на 2-й этап не зависимо от результатов 1-го этапа) [147].

Таким образом, в ходе проведенного анализа выявлены две основные причины снижения результативности аудиологического скрининга: кадровый дефицит врачей-сурдологов-оториноларингологов и отсутствие стандартизованной системы передачи информации между первым и вторым этапами аудиологического скрининга, что приводит к снижению результативности оказываемой специализированной сурдологической помощи пациентам с тугоухостью.

Проблему дефицита кадров можно решить только при тесном сотрудничестве главных специалистов регионов с ведущими Федеральными научно-клиническими центрами оториноларингологии. В условиях дефицита сурдологических кадров на всей территории РФ целесообразно направлять на второй этап аудиологического скрининга

только пациентов с положительным (тест не пройден, отоакустическая эмиссия не регистрируется) результатом после первого этапа скрининга.

Решение проблемы взаимосвязи первого и второго этапов аудиологического скрининга заключается в создании электронной системы мониторинга – базы данных, т.е. реестра пациентов с тугоухостью.

В дальнейшем нами наряду с аудиологическим скринингом проводился анализ количества проведенных кохлеарных имплантаций в детском возрасте, а также анализ количества пациентов первично направленных на слухоречевую реабилитацию в Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Таблица 10 – Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Центральном ФО за 2014 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	Процент охвата на I этапе	Процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Белгородская область	17818	97,1	97,5	12	5
Брянская область	13794	87,9	93,0	14	13
Владимирская область	15240	98,4	50,1	12	3
Воронежская область	25419	97,0	96,2	33	15
Ивановская область	12028	100,0	100,0	7	5
Калужская область	11556	97,2	84,4	2	2
Костромская область	8278	98,3	26,2	10	-
Курская область	12781	93,9	95,2	1	1

Липецкая область	13617	100,5	72,9	11	4
Московская область	81858	95,4	86,2	50	28
Орловская область	8476	99,9	98,7	1	-
Рязанская область	12472	96,8	100,0	20	6
Смоленская область	9407	94,6	55,9	7	1
Тамбовская область	10187	99,9	92,3	12	1
Тверская область	14933	94,3	100,7	7	1
Тульская область	14877	96,5	94,2	5	5
Ярославская область	14845	98,3	25,1	4	4
Москва	141551	94,9	86,2	63	43
Значение по округу	439137	95,9	83,0	271	137

В целом по Центральному Федеральному округу процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 50,5%.

Таблица 11 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Северо-Западном ФО за 2014 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Карелия	7822	96,6	51,6	1	-
Республика Коми	12273	97,6	68,6	4	4
Архангельская область	14408	95,0	73,6	6	3

Вологодская область	16009	96,9	67,0	6	6
Калининградская область	12153	99,5	100,0	8	4
Ленинградская область	15104	97,0	93,0	20	-
Мурманская область	9091	96,3	136,1	-	-
Новгородская область	7299	97,2	85,7	6	1
Псковская область	7005	94,6	10,3	10	-
Ненецкий АО	675	99,7	60,0	10	4
г. Санкт-Петербург	67208	95,0	94,4	60	-
Значение по округу	169047	96,1	75,4	131	22

В целом по Северо-Западному Федеральному округу процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, отмечается недостаточная степень охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 17%.

Таблица 12 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Южном ФО за 2014 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Адыгея	5540	98,5	28,7	4	3
Республика Калмыкия	3727	98,0	25,0	5	5
Краснодарский край	73744	96,0	95,0	25	5
Астраханская область	15086	96,0	80,0	9	3

Волгоградская область	29200	95,0	88,9	14	14
Ростовская область	51459	96,5	74,6	17	4
Значение по округу	178756	96,1	83,9	74	34

В целом по Южному Федеральному округу процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, отмечается снижение охвата вторым этапом скрининга за счет нормализации показателей субъектов, превышавших 100% порог. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 46%.

Таблица 13 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Приволжском ФО за 2014 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Башкортостан	60069	97,1	89,2	19	1
Республика Марий Эл	10040	98,0	89,8	4	4
Республика Мордовия	8260	99,8	95,6	2	2
Республика Татарстан	56690	98,5	70,1	16	10
Удмуртская Республика	21976	93,4	82,5	13	3
Чувашская Республика	17318	99,9	86,6	3	3
Пермский край	38774	97,3	80,2	20	3
Кировская область	16675	96,4	98,8	11	3
Нижегородская область	39119	95,9	101,4	19	19
Оренбургская область	29186	99,2	87,2	10	4

Пензенская область	14736	96,8	93,7	12	8
Самарская область	40025	95,0	99,7	17	2
Саратовская область	28900	95,5	39,7	13	8
Ульяновская область	14817	87,5	69,5	8	-
Значение по округу	396585	96,6	80,7	167	70

В целом по Центральному Федеральному округу процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 42%.

Таблица 14 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Уральском ФО за 2014 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Курганская область	11689	99,8	69,7	9	5
Свердловская область	62788	99,1	91,0	37	3
Тюменская область	24577	98,4	95,8	6	1
Челябинская область	48477	81,1	42,5	11	5
Ханты-Мансийский автономный округ	28200	96,4	170,9	19	2
Ямало-ненецкий АО	8679	99,2	50,0	5	4
Значение	184410	93,9	82,1		

по округу				87	20
-----------	--	--	--	----	----

В целом по Уральскому Федеральному округу процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, отмечается снижение охвата вторым этапом скрининга за счет нормализации показателей субъектов, превышавших 100% порог. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 46%.

Таблица 15 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Сибирском ФО за 2014 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Алтай	4447	77,0	100,0	2	-
Республика Бурятия	16605	99,0	79,4	5	4
Республика Тыва	6946	91,3	62,1	13	1
Республика Хакасия	8140	98,9	76,8	8	1
Алтайский край	31350	98,4	100,0	12	1
Забайкальский край	17489	96,8	93,4	12	1
Красноярский край	40977	95,3	76,3	21	5
Иркутская область	37245	96,2	98,7	8	1
Кемеровская область	35447	98,6	50,8	20	5
Новосибирская область	38116	95,8	96,5	13	1
Омская область	29335	95,6	57,0	12	12
Томская область	14773	96,0	88,7	12	-

Значение по округу	280870	96,4	81,2	138	32
--------------------	--------	------	------	-----	----

В целом по Сибирскому Федеральному округу процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, отмечается нормализация показателей субъектов, превышавших 100% порог на втором этапе скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 23%.

Таблица 16 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Дальне-Восточном ФО за 2014 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Саха	16926	98,7	88,0	17	-
Камчатский край	4205	95,9	104,4	1	1
Приморский край	24748	98,4	100,0	16	7
Хабаровский край	18804	97,5	18,5	20	-
Амурская область	10690	97,6	100,0	11	-
Магаданская область	1812	100,0	100,0	1	1
Сахалинская область	6649	98,7	88,0	6	1
Еврейская АО	2300	74,4	1,0	4	1
Чукотский АО	497	66,4	22,2	3	-
Значение по округу	69705	96,9	55,8	79	11

В целом по Дальне-Восточному Федеральному округу процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, отмечается снижение охвата вторым этапом

скрининга за счет нормализации показателей субъектов, превышавших 100% порог. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 14%.

Таблица 17 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Северо-Кавказском ФО за 2014 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Дагестан	57115	98,0	51,8	28	4
Республика Ингушетия	8827	97,0	118,0	13	1
Кабардино-Балкарская Республика	13477	82,3	66,7	10	1
Карачаево-Черкесская Республика	6372	99,6	100,0	-	-
Республика Северная Осетия-Алания	10885	95,4	21,5	8	1
Чеченская Республика	31487	93,9	35,3	11	-
Ставропольский край	36540	100,2	82,4	15	11
Значение по округу	164703	96,3	63,1	85	18

В целом по Северо-Кавказскому Федеральному округу процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 21%.

Из таблиц 10-17 видно, что в целом по всей территории РФ охват универсальным аудиологическим скринингом за 2014 год составил на первом этапе 96.0%, на втором – 79.2%. Отмечена положительная динамика проведения второго этапа универсального аудиологического скрининга, рост показателя охвата населения составил 4%. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию после кохлеарной имплантации в Центр реабилитации, составил 32%.

Таблица 18 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Центральном ФО за 2015 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Белгородская область	17528	101,0	98,4	9	9
Брянская область	13830	95,1	95,2	6	6
Владимирская область	15840	97,2	93,4	6	6
Воронежская область	25991	97,3	89,5	17	14
Ивановская область	11326	100,0	100,0	6	6
Калужская область	12777	97,3	80,2	6	6
Костромская область	7562	98,5	97,6	7	7
Курская область	12786	97,1	80,3	1	1
Липецкая область	13688	99,6	88,6	12	11
Московская область	88875	95,4	77,3	49	49
Орловская область	8690	99,5	99,1	5	5
Рязанская область	12633	97,2	100,0	7	7
Смоленская		98,9			

область	9801		95,8	8	1
Тамбовская область	10021	99,6	95,2	2	2
Тверская область	14880	95,7	97,0	10	10
Тульская область	15549	99,9	98,2	6	6
Ярославская область	15541	95,8	96,7	13	13
Москва	135327	99,5	99,5	64	2
Значение по округу	442645	97,8	90,7	234	161

В целом по Центральному Федеральному округу за 2015 год процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, по сравнению с 2014 годом отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 69%. Данный показатель превышает соответствующий от 2014 года на 19%.

Таблица 19 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Северо-Западном ФО за 2015 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Карелия	7643	96,2	93,8	4	4
Республика Коми	11716	96,5	72,5	8	8
Архангельская область	13863	96,8	95,1	7	4
Вологодская область	16122	95,6	86,6	9	9
Калининградская область	12328	99,5	100,0	10	4
Ленинградс			97,1		

кая область	12872	99,0		28	5
Мурманская область	9154	99,8	97,1	7	2
Новгородская область	7344	99,5	54,8	4	4
Псковская область	5315	95,8	52,7	4	-
Ненецкий АО	723	99,4	0,0	-	-
г. Санкт-Петербург	72497	96,2	98,7	68	11
Значение по округу	169577	97,0	87,6	149	51

В целом по Северо-Западному Федеральному округу за 2015 год процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, по сравнению с 2014 годом отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 34%. Данный показатель превышает соответствующий от 2014 года на 17%.

Таблица 20 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Южном ФО за 2015 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Адыгея	5585	98,7	47,7	4	4
Республика Калмыкия	3536	98,8	21,1	3	3
Краснодарский край	74650	96,2	95,5	15	15
Астраханская область	14827	97,0	98,8	10	4
Волгоградская область	16122	95,6	86,6	5	5
Ростовская					

область	51151	97,8	78,0	15	14
Значение по округу	165871	96,9	89,3	52	45

В целом по Южному Федеральному округу за 2015 год процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, по сравнению с 2014 годом отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 87%. Данный показатель превышает соответствующий от 2014 года на 41%.

Таблица 21 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Приволжском ФО за 2015 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Башкортостан	58497	96,0	79,6	8	8
Республика Марий Эл	9821	99,4	90,5	5	5
Республика Мордовия	7905	99,5	100,0	4	4
Республика Татарстан	57183	98,3	79,9	15	15
Удмуртская Республика	22372	98,8	87,4	12	12
Чувашская Республика	17196	100,0	99,0	9	9
Пермский край	38119	97,7	95,8	1	1
Кировская область	16548	99,0	98,2	5	5
Нижегородская область	39800	97,8	100,0	15	15
Оренбургская область	28297	98,4	89,8	5	5

Пензенская область	13984	99,6	96,5	6	6
Самарская область	40259	96,0	100,0	15	12
Саратовская область	28235	96,7	72,6	21	21
Ульяновская область	14736	94,7	95,9	3	3
Значение по округу	392952	97,6	88,7	124	121

В целом по Приволжскому Федеральному округу за 2015 год процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, по сравнению с 2014 годом отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 98%. Данный показатель превышает соответствующий от 2014 года на 56%.

Таблица 22 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Уральском ФО за 2015 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Курганская область	11335	99,8	100,0	4	4
Свердловская область	61395	99,8	86,1	48	24
Тюменская область	24388	99,5	97,9	3	3
Челябинская область	47139	98,3	65,0	8	8
Ханты-Мансийский автономный округ	26369	99,4	105,1	20	-
Ямало-					

ненецкий АО	8766	98,7	93,5	5	1
Значение по округу	179392	99,2	81,8	88	40

В целом по Уральскому Федеральному округу за 2015 год процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, по сравнению с 2014 годом отмечается незначительное снижение степени охвата вторым этапом скрининга (в пределах 1%). Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 46%. Данный показатель неизменен начиная с 2014 года.

Таблица 23 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Сибирского ФО за 2015 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Алтай	3885	97,0	81,7	2	2
Республика Бурятия	16646	99,9	83,0	14	14
Республика Тыва	7421	95,1	100,0	3	3
Республика Хакасия	7850	98,6	94,9	4	4
Алтайский край	30031	96,7	100,0	8	8
Забайкальский край	16752	91,7	82,1	10	10
Красноярский край	41228	96,1	75,9	20	5
Иркутская область	36783	96,3	109,5	9	9
Кемеровская область	33779	95,0	90,7	14	14
Новосибирская область	38859	95,5	91,1	10	3

Омская область	27695	99,0	95,2	8	8
Томская область	14803	97,5	99,4	13	2
Значение по округу	275732	96,4	89,0	115	82

В целом по Сибирскому Федеральному округу за 2015 год процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, по сравнению с 2014 годом отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 71%. Данный показатель превышает соответствующий от 2014 года на 48%.

Таблица 24 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Дальне-Восточном ФО за 2015 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Саха	16469	97,1	92,0	16	12
Камчатский край	4137	95,9	100,0	-	-
Приморский край	24267	98,2	100,0	10	10
Хабаровский край	18972	98,2	100,0	18	1
Амурская область	10919	99,6	99,1	7	1
Магаданская область	1758	100,0	88,9	-	-
Сахалинская область	6664	97,1	92,0	3	2
Еврейская АО	2233	95,3	0,0	10	-
Чукотский АО	680	100,0	164,3	3	-

Значение по округу	69630	98,0	67,4	67	26
--------------------	-------	------	------	----	----

В целом по Дальне-Восточному Федеральному округу за 2015 год процент охвата первым этапом универсального аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер, по сравнению с 2014 годом отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 39%. Данный показатель превышает соответствующий от 2014 года на 25%.

Таблица 25 - Отдельные показатели системы слухоречевой реабилитации в Северо-Кавказском ФО за 2015 г.

Наименование субъекта РФ	Количество новорожденных (в целом по субъекту)	процент охвата на I этапе	процент охвата на II этапе	Количество детских кохлеарных имплантаций	Количество пациентов, направленных в Центр реабилитации
Республика Дагестан	54580	98,7	56,9	18	6
Республика Ингушетия	8251	97,6	88,6	9	4
Кабардино-Балкарская Республика	12649	98,0	96,1	18	1
Карачаево-Черкесская Республика	5083	99,9	700,0	-	-
Республика Северная Осетия-Алания	10055	98,1	81,6	6	-
Чеченская Республика	30295	90,0	235,8	10	1
Ставропольский край	38241	99,9	93,4	7	7
Значение по округу	159154	97,2	98,1	68	19

В целом по Северо-Кавказскому Федеральному округу за 2015 год процент охвата первым этапом универсального аудиологического

скрининга носит стабильно высокий характер, по сравнению с 2014 годом отмечается положительная тенденция к увеличению степени охвата вторым этапом скрининга. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию в специализированный Центр после кохлеарной имплантации, составил 28%. Данный показатель соответствует показателю от 2014 года (незначительное снижение на 4%).

Из таблиц 18-25 видно, что в целом по всей территории РФ охват универсальным аудиологическим скринингом за 2015 год составил на первом этапе 97.5%, на втором – 88.3%. Отмечена положительная динамика проведения второго этапа неонатального аудиологического скрининга, рост показателя охвата населения по сравнению с 2014 годом составил 9%. Процент пациентов, направленных на слухоречевую реабилитацию после кохлеарной имплантации в Центр реабилитации, составил 59%, рост показателя по сравнению с 2014 годом составил 27%. Создание реестра пациентов с тугоухостью, в систему мониторинга которого будут входить пациенты после кохлеарной имплантации, позволит увеличить поток пациентов на комплексную слухоречевую реабилитацию в специализированные Центры.

При этом по данным анкетирования субъектов РФ Министерством здравоохранения РФ показаны количественные данные по выявлению тугоухости у новорожденных, а также данные по потребности в кохлеарной имплантации детей до 3х за период с 2013 по 2015 гг. по всей территории Российской Федерации.

В 2013 году количество новорожденных, выявленных с нарушением слуха составило 7590 человек (0,4% от всех новорожденных), количество детей до 3х лет, нуждающихся в кохлеарной имплантации составило 1114 человек.

В 2014 году количество новорожденных, выявленных с нарушением слуха составило 5510 человек (0,3% от всех новорожденных), количество

детей до 3х лет, нуждающихся в кохлеарной имплантации составило 986 человек.

В 2015 году количество новорожденных, выявленных с нарушением слуха составило 5087 человек (0,3% от всех новорожденных), количество детей до 3х лет, нуждающихся в кохлеарной имплантации составило 775 человек

В 2015 году силами ФГБУ НКЦО ФМБА России проведено анкетирование амбулаторных сурдологических подразделений на всей территории Российской Федерации. Укомплектованность врачами-сурдологами-оториноларингологами по Федеральным округам составила (из расчета 1 должность врача-сурдолога на 100 000 населения):

- Уральский 27,1%
- Дальневосточный 41,1%
- Приволжский 22,4%
- Северо-Западный 31,9%
- Сибирский 32,9%
- Южный 46,3%
- Северо-Кавказский 34,7%
- Центральный 23,0%.
- В целом по Российской Федерации 32,4%

По сравнению с 2013 годом укомплектованность врачами-сурдологами-оториноларингологами в 2015 году изменилась незначительно, показатель увеличился на 11,6%. В условиях дефицита сурдологических кадров, целесообразно внедрение новой технической специальности сурдоакустика, которая позволит увеличить эффективность и доступность сурдологической службы на всей территории Российской Федерации.

В ходе исследования проводился анализ количества реабилитационных мероприятий, проводимых на базе Федерального

государственного бюджетного учреждения «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Были обработаны данные 120 пациентов (30 систем Advanced Bionics, 30 систем Cochlear, 30 систем Med-El, 30 систем Neurelec), которым была проведена односторонняя кохлеарная имплантация на базе ФГБУ НКЦО ФМБА России в возрасте до трех лет. Пациенты с системами Advanced Bionics (имплант HiRes 90 K 1J) использовали речевой процессор Harmony со стратегией кодирования HiRes-S Fidelity 120; пациенты с системами Med-El (имплант Concerto) использовали речевой процессор Opus2 со стратегией кодирования FS4-p; пациенты с системами Cochlear (имплант Nucleus Freedom ST) использовали речевой процессор CP-810 со стратегией кодирования Ace MP 1+2; пациенты с системами Neurelec (имплант Digisonic SP) использовали речевой процессор Saphyr со стратегией кодирования Crystalis 600 Hz. Программирование параметров стимуляции осуществляли через интерфейсы систем КИ (CPS для Advanced Bionics, POD для Cochlear и Dib2 для Med El) посредством соответствующего ПО (Soundwave 2.3 для Advanced Bionics, Custom Sound 4.3 для Cochlear и Maestro 4.2 для Med El). Параметры стимуляции (ширина импульса, частота стимуляции) использовали из предустановленных настроек, рекомендованных производителем систем КИ. Подключение речевого процессора, последующие настроечные сессии через 3, 6, 9, 12, 18, 24 месяца после подключения проводились на базе ФГБУ НКЦО ФМБА России, в эти же сроки проводились занятия с педагогом-дефектологом (сурдопедагогом) в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Данные сроки были выбраны для контроля возможных дополнительных реабилитационных мероприятий. Внеплановые занятия с педагогом-дефектологом могли возникнуть в связи с резким нарастанием межэлектродного сопротивления, изменением уровня порога дискомфорта

в период между измерениями, смены индивидуальной карты стимуляции имплантированного пациента.

При работе с системой кохлеарной имплантации Cochlear дополнительных сессий занятий в реабилитационном Центре не понадобилось, несмотря на смену карты стимуляции у пациентов в связи с нарастанием межэлектродного сопротивления, а также при смене карты стимуляции при превышении уровня максимального комфорта порога «compliance». Данный результат может быть связан с тем, что смена карты стимуляции проводилась на поздних сроках слухоречевой реабилитации, когда у пациентов была выработана условно-двигательная реакция на стимуляцию (спонтанная произвольная реакция на звуковой раздражитель), некоторые пациенты более старшего возраста к этому времени уже могли описать свое субъективное восприятие громкости.

При работе с системами Med-El и Advanced Bionics, у которых отмечена стабильная картина межэлектродного сопротивления, а также повышение уровня максимального комфорта, свойственное всем системам, дополнительных реабилитационных сессий также не потребовалось.

У двух пациентов с системами Neurelec (пациентам проведена кохлеарная имплантация в возрасте 1 год и 2 месяца и 1 год и 3 месяца соответственно) понадобилась дополнительная реабилитационная сессия на раннем этапе слухоречевой реабилитации. У данных пациентов не были зарегистрированы пороги стапедиального рефлекса интраоперационно, субъективную реакцию на стимуляцию оценить не представлялось возможным в связи с особенностями поведения пациентов, проведение телеметрии потенциала действия в системе Neurelec не предусмотрено. В одном случае, в связи с выходом из строя речевого процессора, в срок 14 месяцев после его подключения понадобились дополнительные сурдопедагогические тестирования с новым речевым процессором. Пациент показывал субъективно дискомфортную реакцию на стимуляцию с прежними уровнями стимуляции. В связи с увеличением количества

педагогических тестирований таких пациентов могут увеличиваться и сроки слухоречевой реабилитации в целом.

Резюме

Анализ системы слухоречевой реабилитации детей 2013 – 2015 гг. показал:

1. Показатель охвата первым этапом аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер и составляет более 95%.
2. Показатель охвата вторым этапом аудиологического скрининга характеризуется стабильным ростом.
3. Процент новорожденных с врожденной тугоухостью составил 0.3-0.4% за три года исследования.
4. В условиях дефицита сурдологических кадров на всей территории РФ целесообразно направлять на второй этап аудиологического скрининга только пациентов с положительным (тест не пройден, отоакустическая эмиссия не регистрируется) результатом после первого этапа скрининга, а также внедрение новой технической специальности сурдоакустика позволит увеличить эффективность и доступность сурдологической службы на всей территории Российской Федерации.
5. Решение проблемы взаимосвязи первого и второго этапов аудиологического скрининга заключается в создании электронной системы мониторинга – базы данных, т.е. реестра пациентов с тугоухостью.
6. Создание реестра пациентов с тугоухостью, в систему мониторинга которого будут входить пациенты после кохлеарной имплантации, позволит увеличить поток пациентов на комплексную слухоречевую реабилитацию в специализированные Центры.
7. Анализ количества обследований сурдопедагогами в ФГБУ ЦР Минздрава России показал стабильную картину сроков

слухоречевой реабилитации у пациентов с системами Advanced Bionics, Cochlear, Med-El. Однако, в связи с отсутствием возможности проведения телеметрии потенциала действия слухового нерва у системы Neurelec, возможно увеличение сроков слухоречевой реабилитации.

ГЛАВА 4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖЭЛЕКТРОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

На сегодняшний день, кохлеарная имплантация - наиболее эффективный способ реабилитации пациентов с глубокими потерями слуха улиткового гонеза. В настоящее время в Российской Федерации сертифицированы 4 вида системы кохлеарной имплантации:

- Advanced Bionics
- Cochlear
- Med-El
- Neurelec

ФГБУ НКЦО ФМБА России является единственным учреждением, имеющим шестилетний опыт работы с имплантами четырех различных производителей.

Одним из объективных показателей функционирования кохлеарного импланта является межэлектродное сопротивление (импеданс). Регистрацию данного параметра проводят при помощи интерфейса импланта, с помощью которого происходит оценка электрического сопротивления тока, подаваемого на окружающие электрод ткани. На рисунках 18-21 представлены примеры регистрации межэлектродного сопротивления различных систем кохлеарной имплантации.

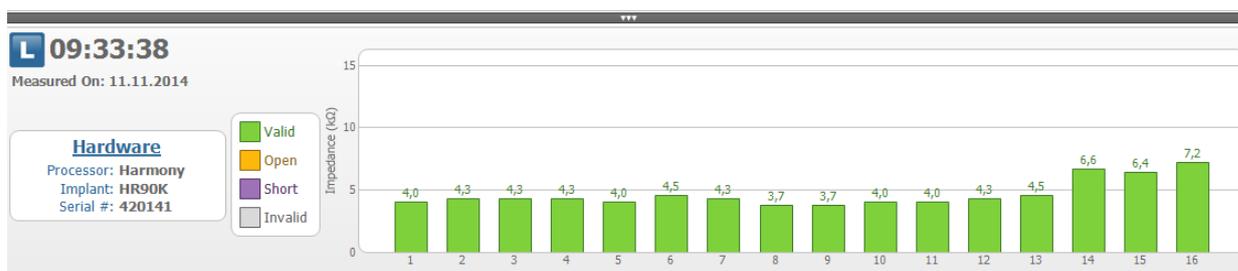


Рисунок 18 - Пример регистрации межэлектродного сопротивления системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

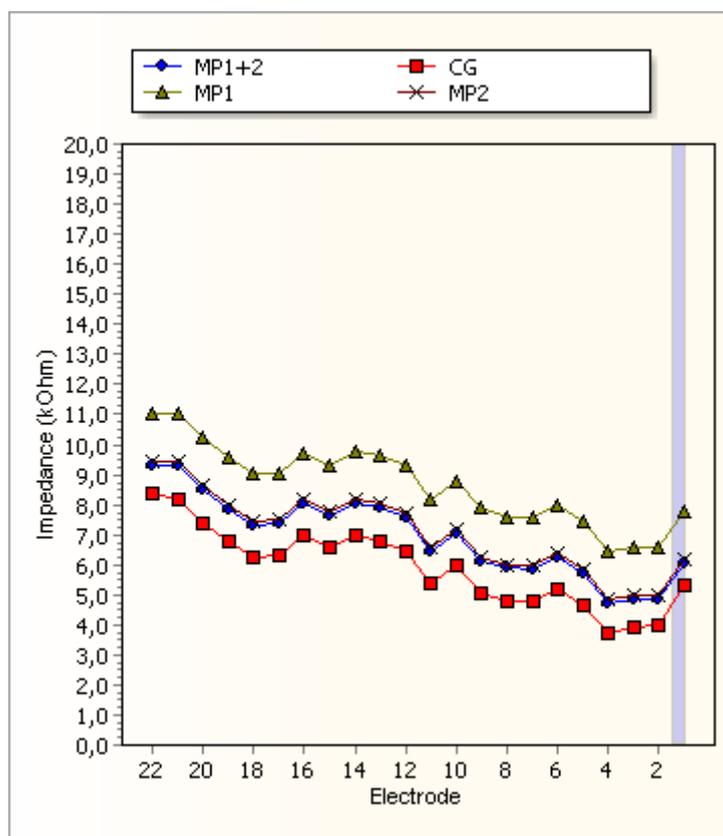


Рисунок 19 - Пример регистрации межэлектродного сопротивления системы кохlearной имплантации Cochlear.

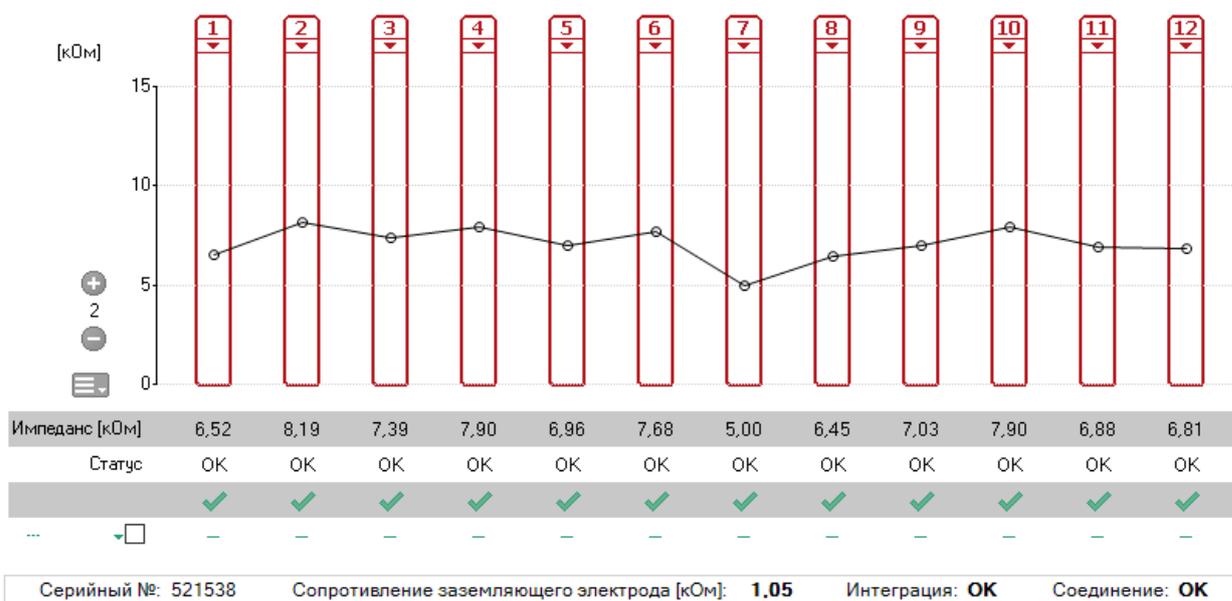


Рисунок 20 - Пример регистрации межэлектродного сопротивления системы кохlearной имплантации Med-El.

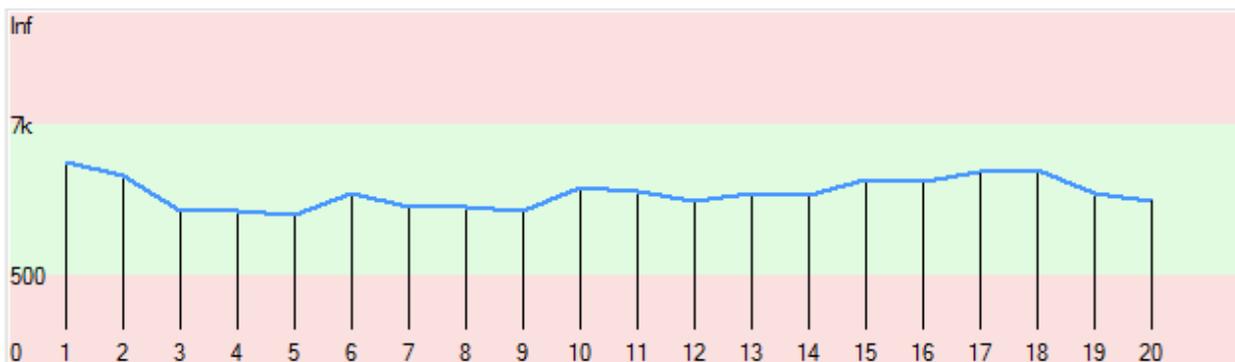


Рисунок 21 - Пример регистрации межэлектродного сопротивления системы кохлеарной имплантации Neurelec.

Уровень межэлектродного сопротивления напрямую влияет на энергопотребление заряда элементов питания процессора. Чем ниже импеданс, тем ниже энергозатраты звукового процессора и соответственно ниже стоимость обслуживания питанием речевого процессора. Измерение межэлектродного сопротивления также дает возможность оценить адекватность работы импланта и возможно, прогнозировать выход из строя изделия. В процессе тестирования возможно выявление короткого (рисунок 22) или открытого замыкания (рисунок 23), как в ходе интраоперационного мониторинга, так и в послеоперационном периоде.

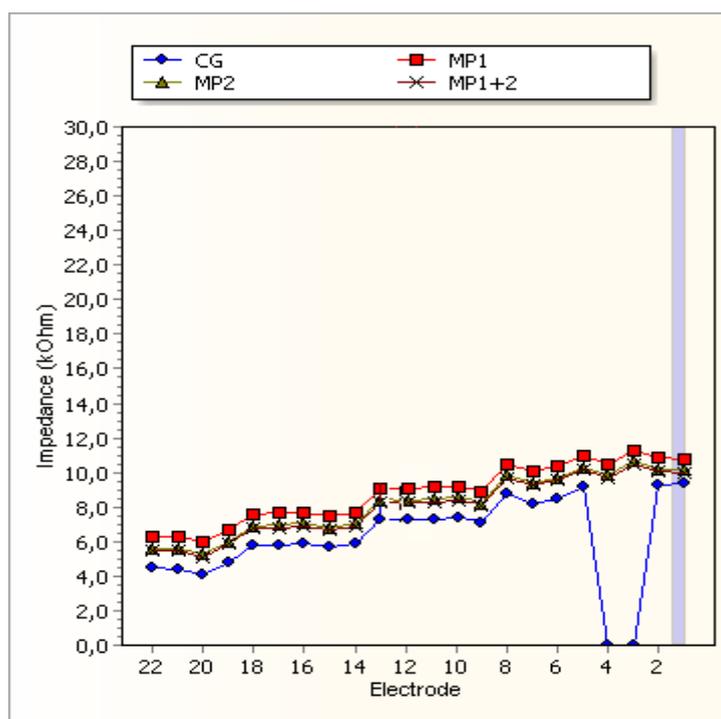


Рисунок 22 - Пример регистрации короткого замыкания электродов системы кохлеарной имплантации

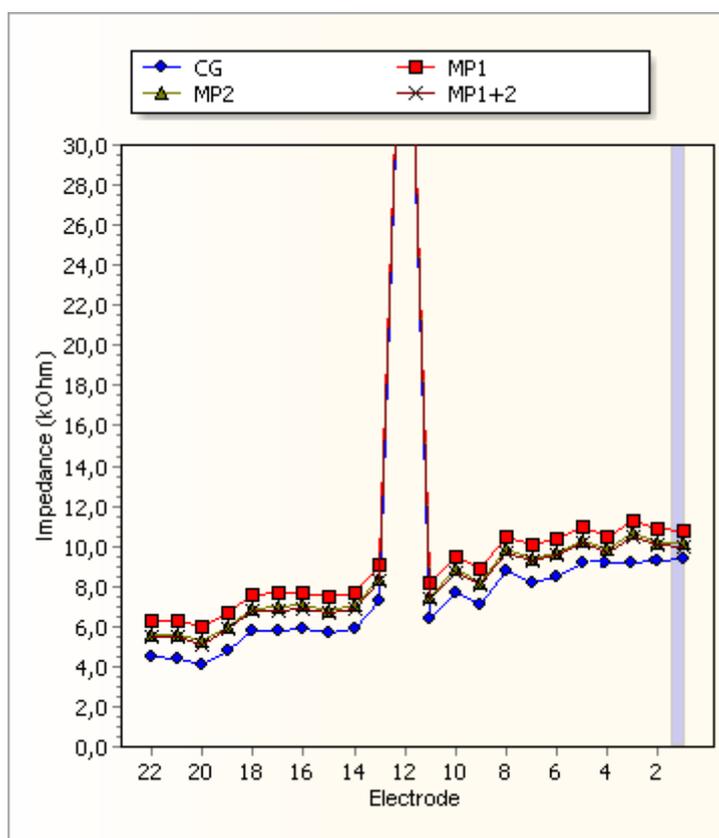


Рисунок 23 - Пример регистрации открытого замыкания электродов системы кохлеарной имплантации.

Подобные нарушения оказывают негативное влияние на звуковые ощущения пациента и должны быть исправлены в ходе регулярного тестирования процессора. Алгоритмы оценки состояния электроники импланта у каждого производителя отличаются, тем не менее, техническим критерием короткого замыкания считают величину сопротивления равную или менее 1 кОм, а открытым замыканием является значение, превышающее 20 – 30 кОм.

В рамках данной работы проводилось сравнение уровней межэлектродного сопротивления четырех систем кохлеарной имплантации. В исследование включили тестирование 80 пациентов (детей до 5 лет) с различными видами систем кохлеарной имплантации (по 20 каждого типа) в течение 24 месяцев. Все дети прооперированы и

настроены согласно обычной клинической практике. Пациенты с системами Advanced Bionics (имплант HiRes 90 K 1J) использовали речевой процессор Harmony со стратегией кодирования HiRes-S Fidelity 120; пациенты с системами Med-El (имплант Concerto) использовали речевой процессор Opus2 со стратегией кодирования FS4-p; пациенты с системами Cochlear (имплант Nucleus Freedom ST) использовали речевой процессор CP-810 со стратегией кодирования MP 1+2; пациенты с системами Neurelec (имплант Digisonic SP) использовали речевой процессор Saphyr со стратегией кодирования Crystalis 600 Hz. При измерении межэлектродного сопротивления было использовано стандартное оборудование, предоставляемое производителем для работы с системой кохлеарной имплантации.

Во время подключения речевого процессора и последующие 3, 6, 9, 12, 18 и 24 месяца проводили измерение импеданса на каждом отдельном электроде.

Подключение речевого процессора

Для построения графиков, отображенных на Рис. №24, применяли средние арифметические значения межэлектродного сопротивления (импеданс) 80 пациентов, из них 20 пациентов – Advanced Bionics, 20 пациентов – Cochlear, 20 пациентов - Med-El, 20 пациентов – Neurelec. Импеданс кохлеарного импланта Cochlear был принят как импеданс MP1+2, так как данная стратегия стимуляции использовалась, как основная у всех пациентов группы. Импеданс кохлеарного импланта Advanced Bionics принимали после сброса свободного статического электричества («conditioning»).

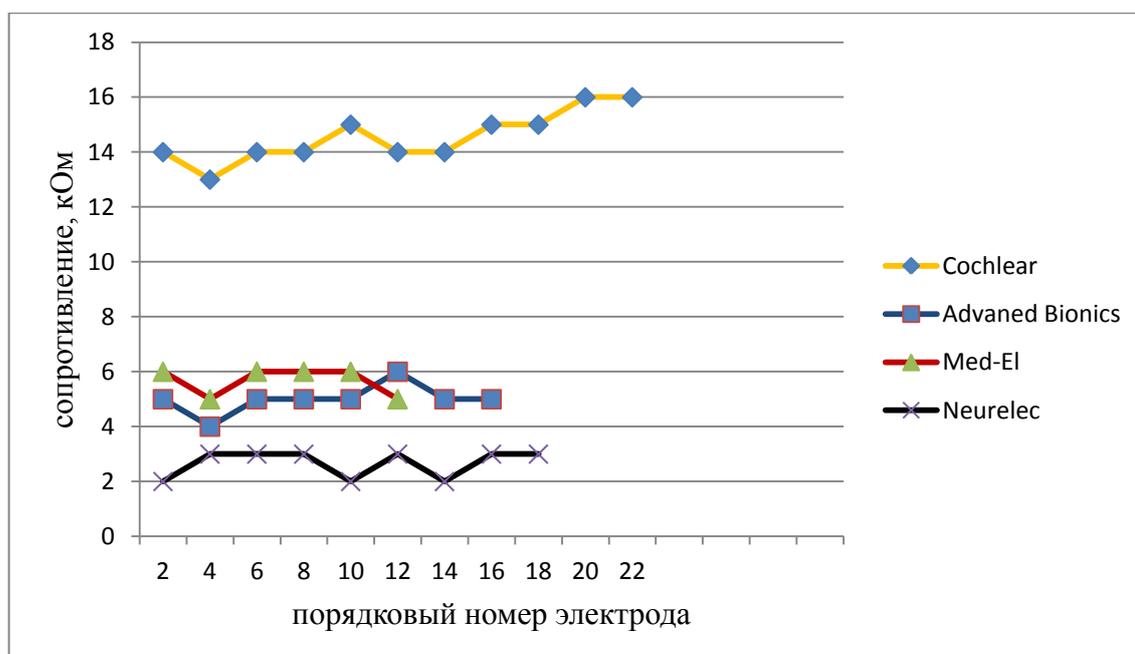


Рисунок 24 - Средние арифметические значения межэлектродного сопротивления в момент подключения речевого процессора.

Из рисунка 24 следует, что максимальные значения межэлектродного сопротивления соответствует импедансу системы Cochlear.

В ходе работы кохлеарного импланта после подключения речевого процессора, происходит его постоянная стимуляция электрическим импульсом, вследствие чего происходит изменение межэлектродного сопротивления. Следующее измерение проводилось через 3 месяца после первого подключения.

Через 3 месяца после подключения речевого процессора

Для построения графиков, отображенных на Рис. №25, применяли средние арифметические значения межэлектродного сопротивления (импеданс) 80 пациентов, из них 20 пациентов – Advanced Bionics, 20 пациентов – Cochlear, 20 пациентов - Med-El, 20 пациентов – Neurelec. Импеданс кохлеарного импланта Cochlear был принят как импеданс MP1+2, так как данная стратегия стимуляции использовалась в качестве основной у всех пациентов группы. Импеданс кохлеарного импланта

Advanced Bionics принимали после сброса свободного статического электричества («conditioning»).

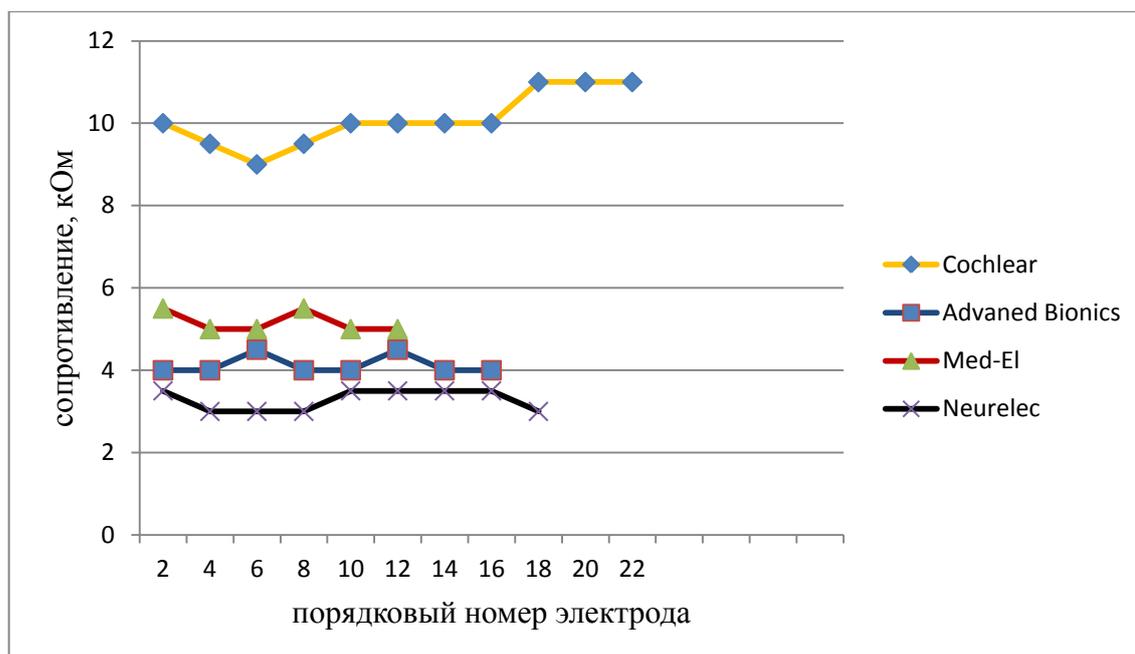


Рисунок 25 - Средние арифметические значения межэлектродного сопротивления через 3 месяца после подключения речевого процессора.

Через 3 месяца, как показано на рисунке № 25, наблюдается снижение межэлектродного сопротивления системы Cochlear в среднем на 4 кОм, незначительное снижение импеданса кохлеарного импланта Advanced Bionics, Med-EL в среднем на 1 кОм, незначительное повышение импеданса системы Neurelec в среднем на 1 кОм.

Через 6 месяцев после подключения речевого процессора

В ходе проведения дальнейших измерений, были получены данные межэлектродного сопротивления через 6 месяцев после первого подключения речевого процессора кохлеарного импланта.

Для построения графиков, отображенных на Рис. №26, применяли средние арифметические значения межэлектродного сопротивления (импеданс) 80 пациентов, из них 20 пациентов – Advanced Bionics, 20 пациентов – Cochlear, 20 пациентов - Med-EL, 20 пациентов – Neurelec. Импеданс кохлеарного импланта Cochlear был принят как импеданс

MP1+2, так как данная стратегия стимуляции использовалась, как основная у всех пациентов группы. Импеданс кохлеарного импланта Advanced Bionics принимали после сброса свободного статического электричества («conditioning»).

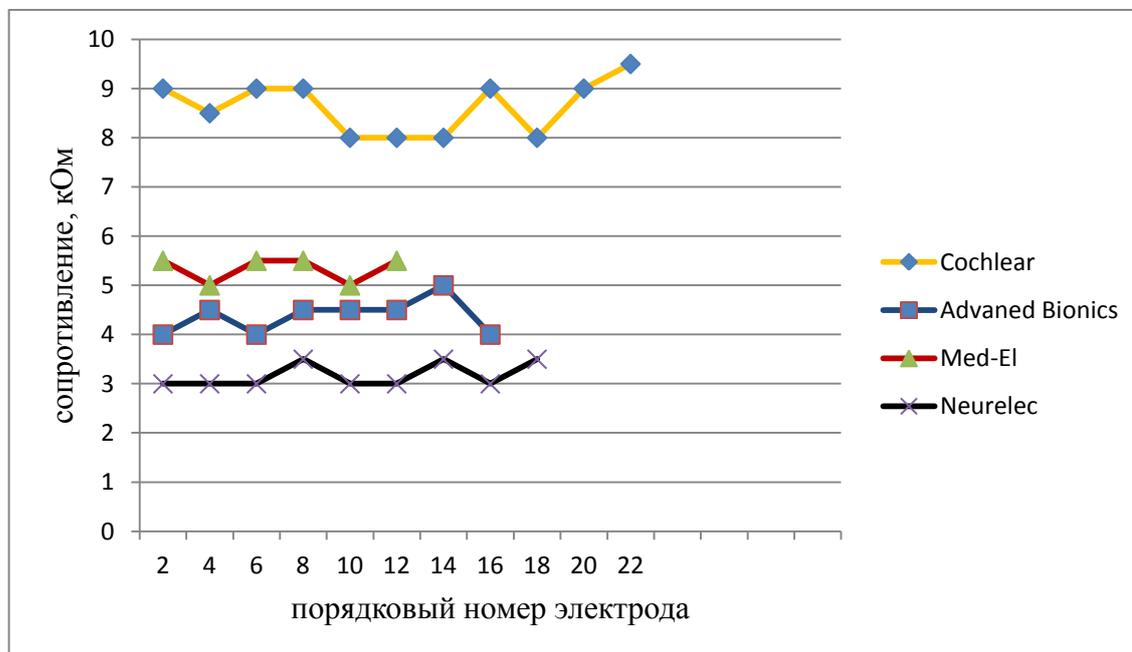


Рисунок 26 - Средние арифметические значения межэлектродного сопротивления через 6 месяцев после подключения речевого процессора.

На рисунке 26 видно, что через 6 месяцев наблюдается снижение межэлектродного сопротивления системы Cochlear, относительно стабильная картина состояния импеданса остальных кохлеарных имплантов.

Через 9-12 месяцев после подключения речевого процессора

Для построения графиков, отображенных на рисунках 27, 28, применяли средние арифметические значения межэлектродного сопротивления (импеданс) через 9, 12 месяцев после подключения речевого процессора 80 пациентов, из них 20 пациентов – Advanced Bionics, 20 пациентов – Cochlear, 20 пациентов - Med-El, 20 пациентов – Neurelec. Импеданс кохлеарного импланта Cochlear был принят как импеданс MP1+2, так как данная стратегия стимуляции использовалась, как основная у всех пациентов группы. Импеданс кохлеарного импланта

Advanced Bionics принимали после сброса свободного статического электричества («conditioning»).

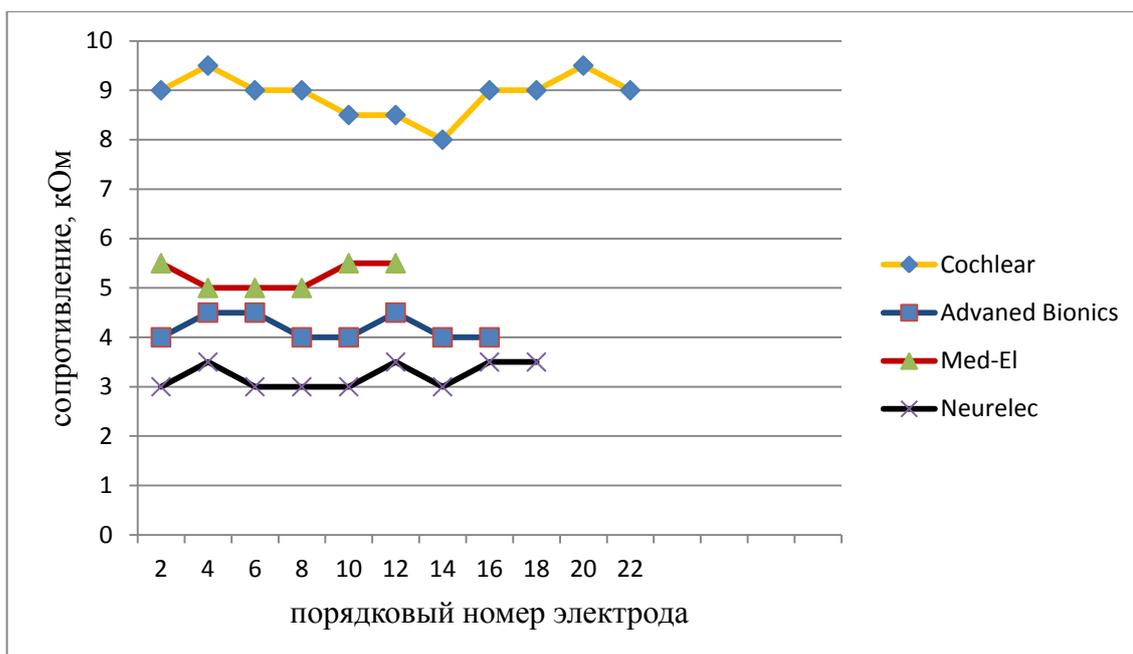


Рисунок 27 - Средние арифметические значения межэлектродного сопротивления через 9 месяцев после подключения речевого процессора.

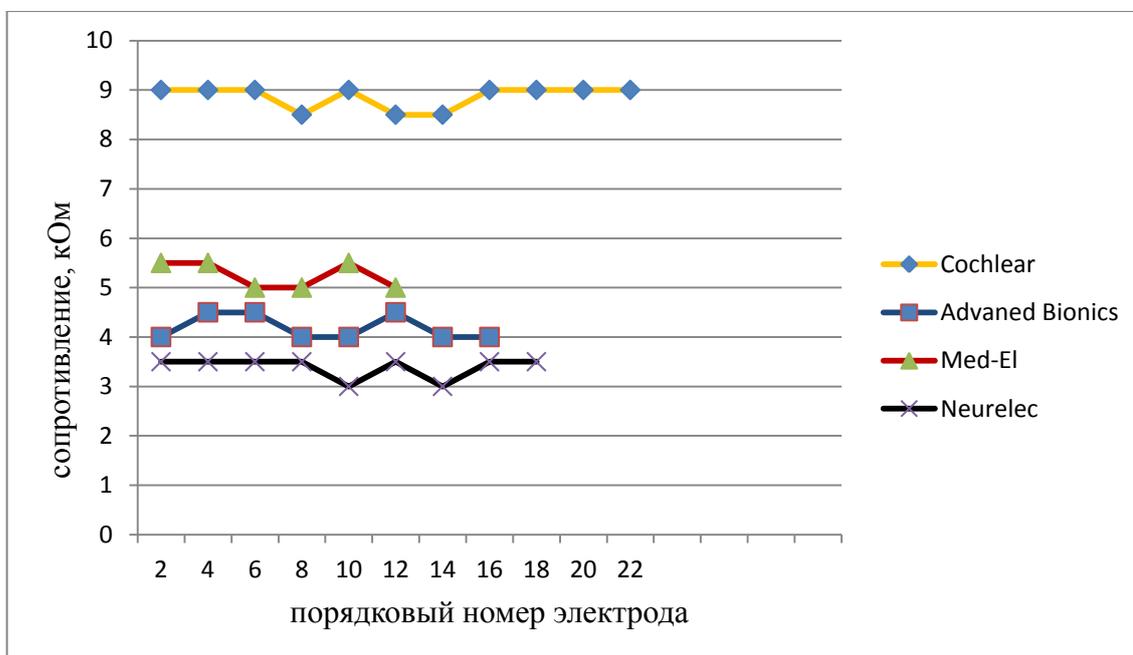


Рисунок 28 - Средние арифметические значения межэлектродного сопротивления через 12 месяцев после подключения речевого процессора.

За данный период отмечается относительная стабильность всех систем кохлеарной имплантации, изменения межэлектродного сопротивления не превышали 1 кОм.

Через 18-24 месяца после подключения речевого процессора

В последующий год в связи с нарастанием импеданса МР1 кохлеарного импланта Cochlear у двух пациентов была проведена смена стратегии стимуляции с МР 1+2 на МР 2 и они были исключены из завершающего этапа исследования. Однако, у данных пациентов была выработана условно-двигательная реакция на стимуляцию, в связи с тем, что смена карты стимуляции проводилась на поздних сроках слухоречевой реабилитации.

Для построения графиков, отображенных на рисунках 29, 30, применяли средние арифметические значения межэлектродного сопротивления (импеданс) 78 пациентов, из них 20 пациентов – Advanced Bionics, 18 пациентов – Cochlear, 20 пациентов - Med-El, 20 пациентов – Neurelec. Импеданс кохлеарного импланта Advanced Bionics принимали после сброса свободного статического электричества («conditioning»). Импеданс кохлеарного импланта Cochlear был принят как импеданс МР1+2, так как данная стратегия стимуляции использовалась, как основная, для большинства пациентов группы.

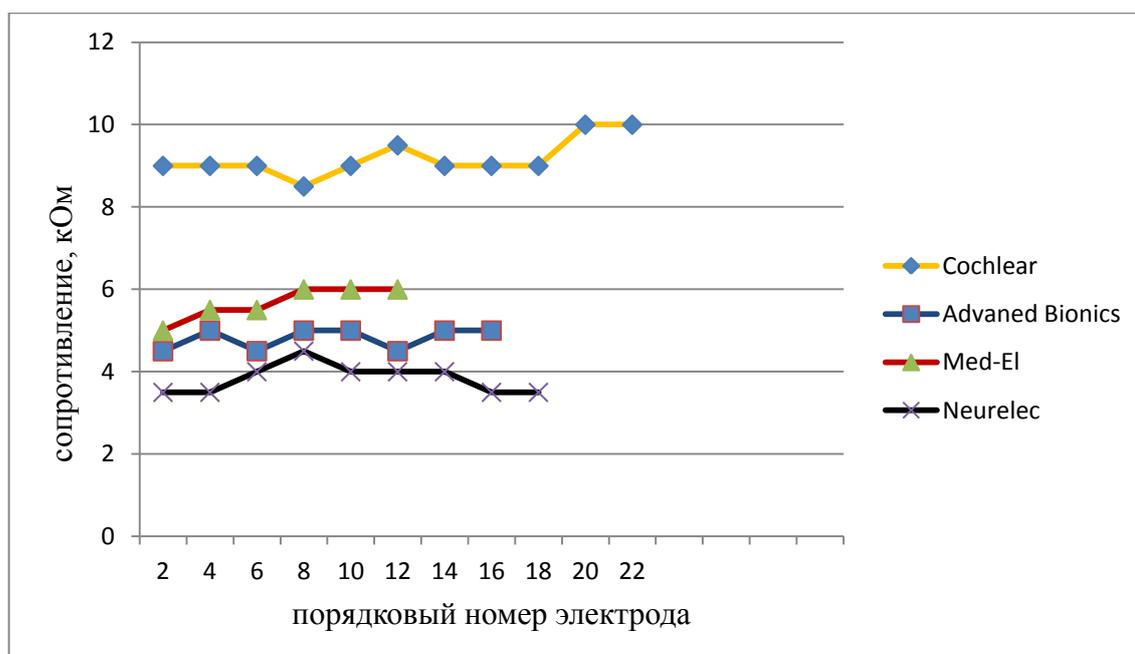


Рисунок 29 - Средние арифметические значения межэлектродного сопротивления через 18 месяцев после подключения речевого процессора.

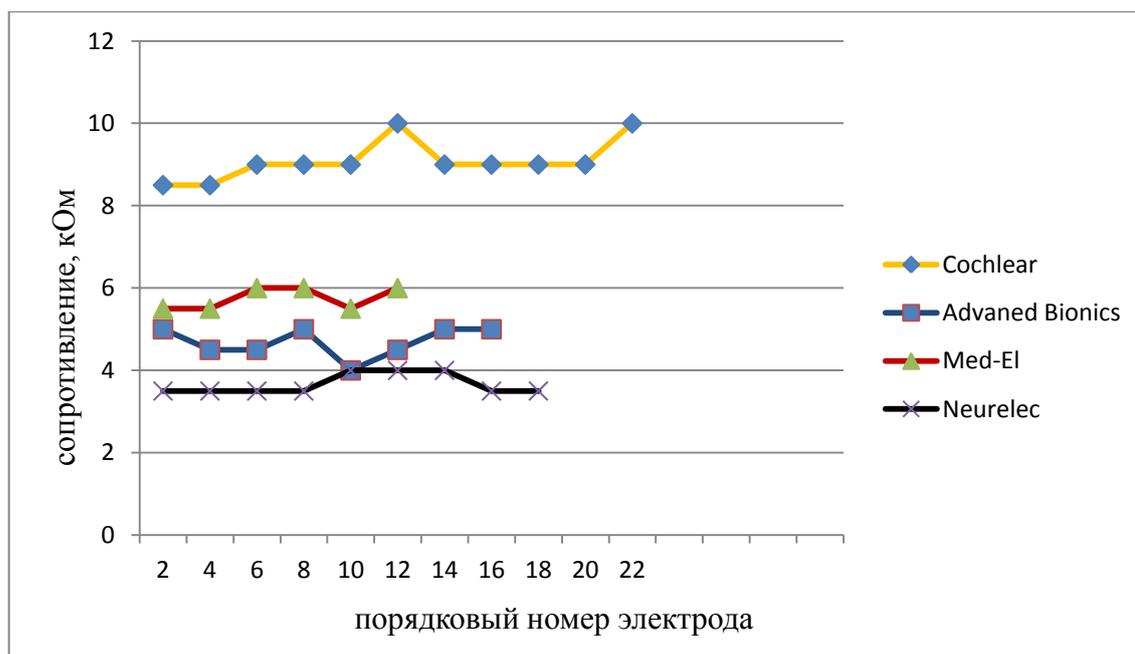


Рисунок 30 - Средние арифметические значения межэлектродного сопротивления через 24 месяца после подключения речевого процессора.

Смена стратегии привела к исключению двух пациентов из дальнейшего исследования. Характеристики межэлектродного

сопротивления остальных кохлеарных имплантов находились в относительной стабильности.

Резюме

Во время подключения речевого процессора к кохлеарному импланту - максимальные значения межэлектродного сопротивления соответствует импедансу системы Cochlear.

В процессе работы кохлеарного импланта происходит изменение его межэлектродного сопротивления, при этом выявлено, что через 3 месяца после подключения речевого процессора характерно:

- для системы Cochlear снижение показателя в среднем на 4 кОм
- незначительное снижение импеданса кохлеарного импланта Advanced Bionics в среднем на 1 кОм,
- незначительное снижение импеданса кохлеарного импланта Med-EL в среднем на 1 кОм,
- незначительное повышение импеданса системы Neurelec в среднем на 1 кОм.

Через 6 месяцев после подключения речевого процессора наблюдается

- незначительное снижение межэлектродного сопротивления системы Cochlear,
- относительно стабильная картина состояния импеданса Advanced Bionics,
- относительно стабильная картина состояния импеданса Cochlear,
- относительно стабильная картина состояния импеданса Med-EL.

Через 9-12 месяцев после подключения речевого процессора отмечается относительная стабильность всех систем кохлеарной имплантации, изменения межэлектродного сопротивления не превышали 1 кОм.

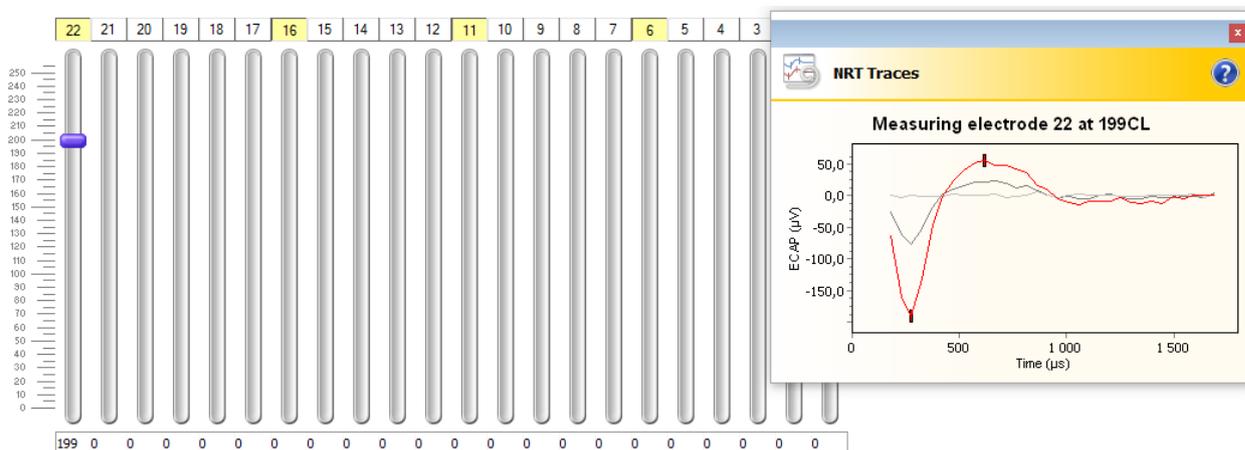
Через 18-24 месяцев после подключения речевого процессора характеристики межэлектродного сопротивления кохлеарных имплантов находились в относительной стабильности.

Мониторинг межэлектродного сопротивления, проведенный за 2 года исследования, показывает, что кохлеарный имплант Cochlear имеет самый высокий импеданс. Импеданс систем кохлеарной имплантации Med-El, Neurelec, Advanced Bionics имел относительную стабильность в течение всего периода исследования.

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ТЕЛЕМЕТРИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ СЛУХОВОГО НЕРВА.

Телеметрия потенциала действия слухового нерва (телеметрия нервного ответа) - это проведение регистрации электрически вызванного потенциала действия слухового нерва. Телеметрия нервного ответа даёт информацию о правильности установки электродной системы кохлеарного импланта и сохранности невральных элементов слухового нерва на всем протяжении улитки. Также телеметрия даёт информацию для настройки речевого процессора у детей первых лет жизни.

На рисунках 31-33 представлены примеры проведения телеметрии потенциала действия слухового нерва различных систем



**Рисунок 31 - Пример телеметрии потенциала действия слухового
нерва системы Cochlear**



Рисунок 32 - Пример телеметрии потенциала действия слухового нерва системы Med-El

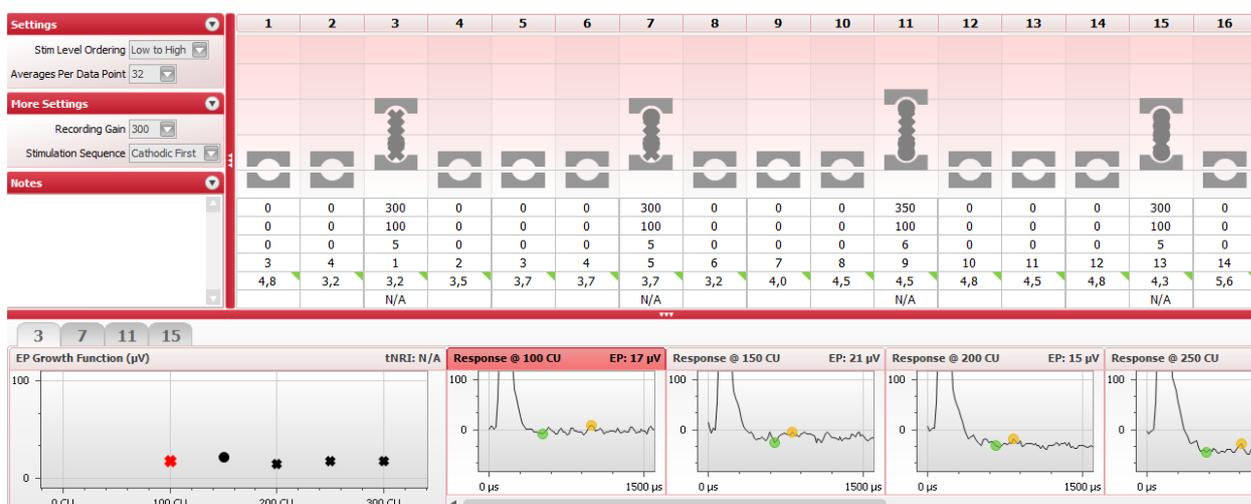


Рисунок 33 - Пример телеметрии потенциала действия слухового нерва системы Advanced Bionics

При стимуляции волокон слухового нерва посредством кохлеарного импланта субъективное восприятие громкости не всегда соответствует объективной картине регистрации вызванного потенциала слухового нерва. В связи с чем возможна «перестимуляция» пациента, т.е. подача звука интенсивностью большей, чем субъективный порог дискомфорта. Тестирование на дискомфортной для пациента интенсивности приводит к смене поведения пациента, потере контакта с врачом, что в свою очередь может привести к невозможности дальнейшей работы с пациентом и отказа от пользования системой.

Алгоритм регистрации ответа слухового нерва встроен в базовую программу работы с речевым процессором только у трех систем:

- Advanced Bionics (алгоритм регистрации: «NRI»)
- Cochlear (алгоритм регистрации: «autoNRT»)
- Med-El (алгоритм регистрации: «ART»)
- Neurelec (отсутствует данный тип теста)

В ходе исследования проводилась регистрация вызванного потенциала действия слухового нерва в момент подключения речевого процессора к кохлеарному импланту через 6-8 недель после операции. В указанные сроки тест проводился исключительно для получения информации, позволяющей сравнить данные алгоритмы. Были обработаны данные 30 пациентов в возрасте от 22 до 45 лет, с нормальной морфологией и проходимость улитки, наглядно подтвержденной предоперационными снимками (10 пациентов с имплантом Advanced Bionics, 10 пациентов с имплантом Cochlear, 10 пациентов с имплантом Med-El). Использовали стандартные протоколы проведения телеметрии, стимулируемый электрод выбирали из середины электродной решетки, для статистической достоверности, регистрацию проводили 2 раза на одном электроде.

Таблица 26 - Регистрация потенциала действия слухового нерва в момент первого подключения речевого процессора к кохлеарному импланту

Протокол регистрации	Перестимуляция	Зарегистрирован ответ	Ответ не зарегистрирован	Время проведения теста на 1 электрод
autoNRT1	-	+	-	55''
autoNRT2	-	+	-	40''
autoNRT3	-	+	-	45''
autoNRT4	-	+	-	45''
autoNRT5	-	+	-	40''
autoNRT6	-	+	-	40''
autoNRT7	-	+	-	45''
autoNRT8	-	+	-	55''
autoNRT9	-	+	-	45''
autoNRT10	-	+	-	40''

NRI1	-	+	-	2`05``
NRI2	-	+	-	2`05``
NRI3	+	+	-	2`05``
NRI4	-	+	-	2`05``
NRI5	-	-	+	2`05``
NRI6	+	+	-	2`05``
NRI7	-	+	-	2`05``
NRI8	-	+	-	2`05``
NRI9	-	+	-	2`05``
NRI10	-	+	-	2`05``
ART1	-	+	-	2`50``
ART2	+	-	+	-
ART3	+	-	+	-
ART4	-	+	-	2`30``
ART5	-	+	-	2`40``
ART6	+	-	+	-
ART7	-	+	-	2`50``
ART8	-	+	-	2`30``
ART9	-	+	-	2`40``
ART10	-	+	-	2`40``

Как показано в таблице 26, при регистрации телеметрии нервного ответа с протоколом «autoNRT» субъективной реакции дискомфорта отмечено не было. Ответ слухового нерва был зарегистрирован у всех десяти пациентов. Протокол «autoNRT» относительно прост в использовании, проводится с автоматической регулировкой интенсивности стимуляции, которая является барьером, не допускающим перестимуляцию, имеет самый низкочастотный (по временным характеристикам) протокол проведения телеметрии нервного ответа слухового нерва. При проведении данного типа теста имплантов Advanced Bionics было зарегистрировано два случая превышения субъективного

порога дискомфорта – это может быть связано с тем, что максимальный порог интенсивности стимуляции устанавливается врачом-сурдологом, у которого на момент первого подключения недостаточно информации для установки четкого диапазона стимуляции. Ответ слухового нерва был зарегистрирован у девяти пациентов. У трех человек из десяти, имплантированных системой Med-El, при проведении ART ответа слухового нерва зарегистрировано не было, даже при субъективно дискомфортной реакции на стимуляцию.

Время проведения теста, используя различные алгоритмы, также оказалось различным. При этом временной фактор является одной из важнейших характеристик данного теста, т.к. исследование проводится в основном у детей младшей возрастной группы. Длительное тестирование приводит к смене поведения пациента, потере контакта с врачом, что в свою очередь может привести к невозможности дальнейшей работы с пациентом. В среднем на измерение одного электрода кохлеарного импланта Advanced Bionics необходимо 2 минуты 05 секунд, Cochlear - 45 секунд, Med-El - 2 минуты 40 секунд. Для получения минимально-необходимой для настройки речевого процессора информации следует проводить телеметрию нервного ответа на трех электродах. Соответственно, при проведении данного теста по трем электродам необходимо чистого времени теста: Advanced Bionics 6 минут 15 секунд, Cochlear – 2 минуты 15 секунд, Med-El – 7 минут.

Следующие измерения проводились через 3 месяца после подключения речевого процессора.

Таблица 27 - регистрация потенциала действия слухового нерва через 3 месяца после подключения речевого процессора к кохлеарному импланту.

Протокол регистрации	Перестимуляция	Зарегистрирован ответ	Ответ не зарегистрирован
autoNRT1	-	+	-
autoNRT2	-	+	-

autoNRT3	-	+	-
autoNRT4	-	+	-
autoNRT5	-	+	-
autoNRT6	-	+	-
autoNRT7	-	+	-
autoNRT8	-	+	-
autoNRT9	-	+	-
autoNRT10	-	+	-
NRI1	-	+	-
NRI2	-	+	-
NRI3	-	+	-
NRI4	-	+	-
NRI5	-	-	+
NRI6	-	+	-
NRI7	-	+	-
NRI8	-	+	-
NRI9	-	+	-
NRI10	-	+	-
ART1	-	+	-
ART2	+	-	+
ART3	-	+	-
ART4	-	+	-
ART5	-	+	-
ART6	-	+	-
ART7	-	+	-
ART8	-	+	-
ART9	-	+	-
ART10	-	+	-

Через 3 месяца после подключения речевого процессора дискомфортная субъективная реакция отмечалась в одном случае, при проведении протокола ART. В двух случаях ответ слухового нерва зарегистрирован не был (при проведении протоколов NRI, ART).

Таблица № 28 - регистрация потенциала действия слухового нерва через 6 месяцев после подключения речевого процессора к кохлеарному импланту.

Протокол регистрации	Перестимуляция	Зарегистрирован ответ	Ответ не зарегистрирован
autoNRT1	-	+	-
autoNRT2	-	+	-
autoNRT3	-	+	-
autoNRT4	-	+	-
autoNRT5	-	+	-
autoNRT6	-	+	-
autoNRT7	-	+	-
autoNRT8	-	+	-
autoNRT9	-	+	-
autoNRT10	-	+	-
NRI1	-	+	-
NRI2	-	+	-
NRI3	-	+	-
NRI4	-	+	-
NRI5	-	-	+
NRI6	-	+	-
NRI7	-	+	-
NRI8	-	+	-
NRI9	-	+	-
NRI10	-	+	-
ART1	-	+	-

ART2	+	+	-
ART3	-	+	-
ART4	-	+	-
ART5	-	+	-
ART6	-	+	-
ART7	-	+	-
ART8	-	+	-
ART9	-	+	-
ART10	-	+	-

Через 6 месяцев после подключения речевого процессора дискомфортная субъективная реакция отмечалась в одном случае, при проведении протокола ART. В одном случаях ответ слухового нерва зарегистрирован не был (при проведении протокола NRI).

Таблица 29 - регистрация потенциала действия слухового нерва через 9 месяцев после подключения речевого процессора к кохлеарному импланту.

Протокол регистрации	Перестимуляция	Зарегистрирован ответ	Ответ не зарегистрирован
autoNRT1	-	+	-
autoNRT2	-	+	-
autoNRT3	-	+	-
autoNRT4	-	+	-
autoNRT5	-	+	-
autoNRT6	-	+	-
autoNRT7	-	+	-
autoNRT8	-	+	-
autoNRT9	-	+	-
autoNRT10	-	+	-
NRI1	-	+	-
NRI2	-	+	-

NRI3	-	+	-
NRI4	-	+	-
NRI5	-	+	-
NRI6	-	+	-
NRI7	-	+	-
NRI8	-	+	-
NRI9	-	+	-
NRI10	-	+	-
ART1	-	+	-
ART2	-	+	-
ART3	-	+	-
ART4	-	+	-
ART5	-	+	-
ART6	-	+	-
ART7	-	+	-
ART8	-	+	-
ART9	-	+	-
ART10	-	+	-

Через 9 месяцев после подключения речевого процессора (таблица 29) дискомфортной субъективной реакция отмечено не было. Потенциал действия слухового нерва был зарегистрирован во всех случаях телеметрии.

Таблица 30 - регистрация потенциала действия слухового нерва через 12 месяцев после подключения речевого процессора к кохлеарному импланту.

Протокол регистрации	Перестимуляция	Зарегистрирован ответ	Ответ не зарегистрирован
autoNRT1	-	+	-
autoNRT2	-	+	-
autoNRT3	-	+	-

autoNRT4	-	+	-
autoNRT5	-	+	-
autoNRT6	-	+	-
autoNRT7	-	+	-
autoNRT8	-	+	-
autoNRT9	-	+	-
autoNRT10	-	+	-
NRI1	-	+	-
NRI2	-	+	-
NRI3	-	+	-
NRI4	-	+	-
NRI5	-	+	-
NRI6	-	+	-
NRI7	-	+	-
NRI8	-	+	-
NRI9	-	+	-
NRI10	-	+	-
ART1	-	+	-
ART2	-	+	-
ART3	-	+	-
ART4	-	+	-
ART5	-	+	-
ART6	-	+	-
ART7	-	+	-
ART8	-	+	-
ART9	-	+	-
ART10	-	+	-

Через 12 месяцев после подключения речевого процессора дискомфортной субъективной реакция отмечено не было. Потенциал

действия слухового нерва был зарегистрирован во всех случаях телеметрии.

В последующие 18 и 24 месяца наблюдается стабильная картина регистрации потенциала действия слухового нерва.

Резюме

На момент подключения речевого процессора к кохлеарному импланту наибольшую эффективность показывает алгоритм проведения телеметрии нервного ответа autoNRT. Наличие субъективного компонента (установка диапазона стимуляции вручную), временной фактор могут приводить к субъективной реакции дискомфорта пациента при проведении теста. Начиная с девятого месяца после подключения речевого процессора, наблюдается стабильная картина телеметрии потенциала действия слухового нерва.

ГЛАВА 6. МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА КАРТЫ СЛУХОВОЙ СТИМУЛЯЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ.

Динамический диапазон - важнейшая характеристика карты слуховой стимуляции, которая определяет звуковосприятие имплантированного пациента. На рисунках 34 - 37 представлены примеры карт слуховой стимуляции различных систем.

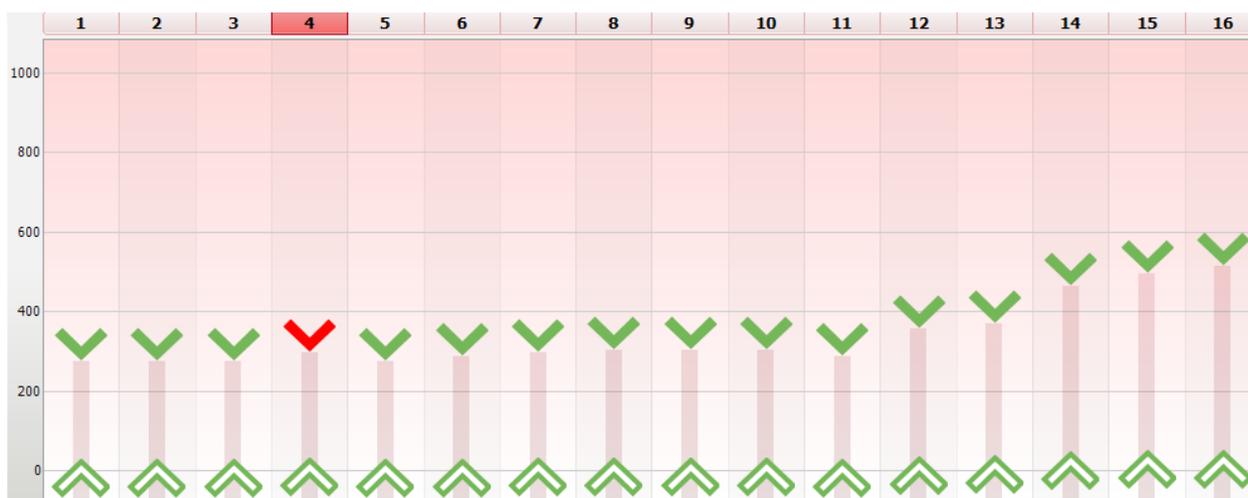


Рисунок 34 - Карта слуховой стимуляции системы Advanced Bionics

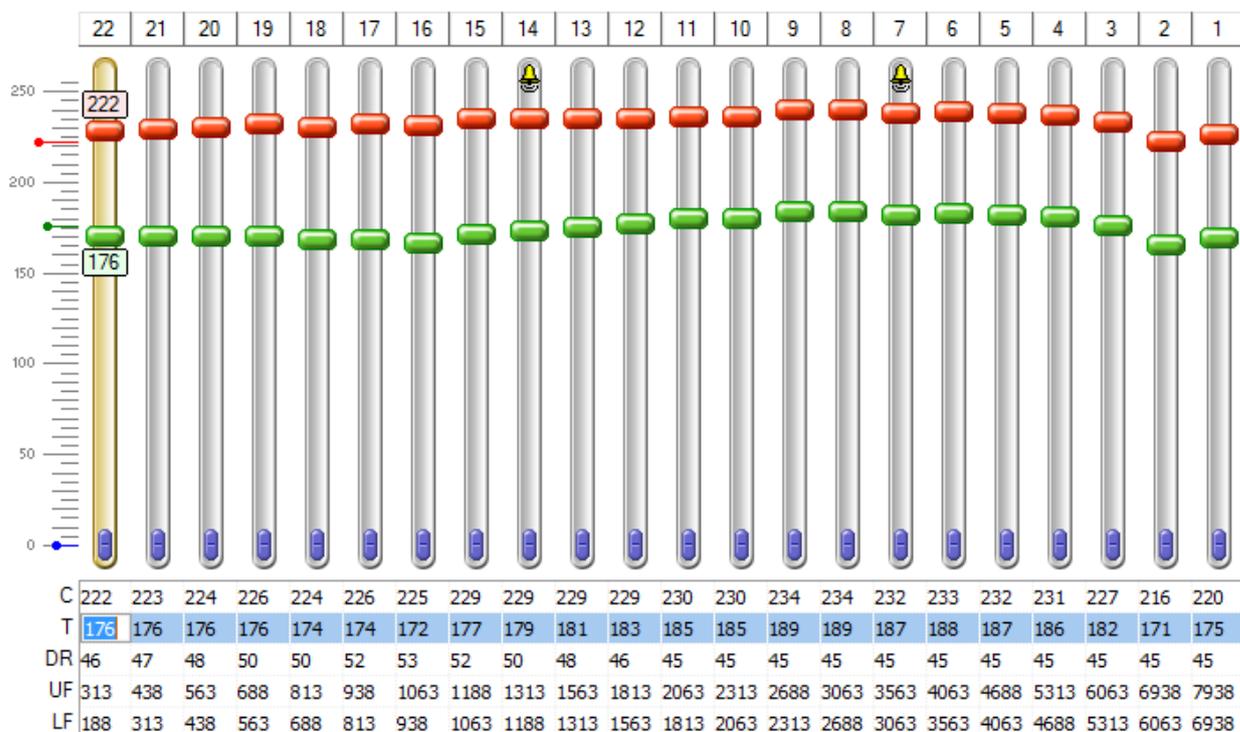


Рисунок 35 - Карта слуховой стимуляции системы Cochlear

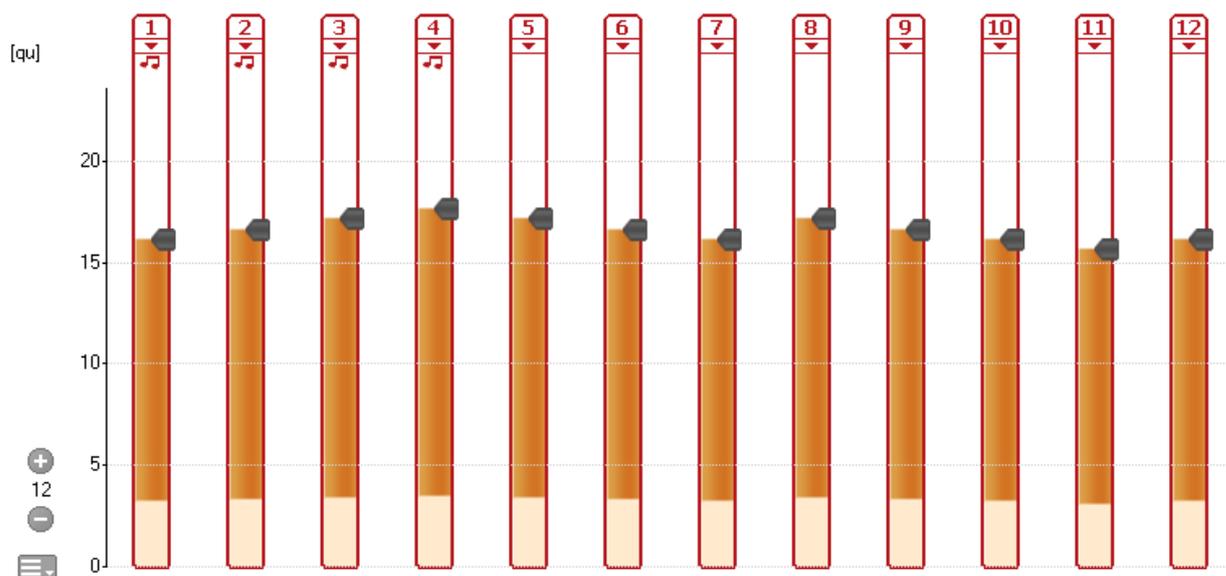


Рисунок 36 - Карта слуховой стимуляции системы Med-El

Electrode				Min.	Max.	Delta	
20	- +		195 Hz - 326 Hz	- +	12	41	29
19	- +		326 Hz - 456 Hz	- +	12	41	29
18	- +		456 Hz - 586 Hz	- +	12	41	29
17	- +		586 Hz - 716 Hz	- +	12	40	28
16	- +		716 Hz - 846 Hz	- +	12	41	29
15	- +		846 Hz - 977 Hz	- +	12	41	29
14	- +		977 Hz - 1107 Hz	- +	12.50	42	30
13	- +		1107 Hz - 1237 Hz	- +	12.50	43	31
12	- +		1237 Hz - 1367 Hz	- +	13.50	45	32
11	- +		1367 Hz - 1497 Hz	- +	13.50	46	33
10	- +		1497 Hz - 1758 Hz	- +	14	48	34
9	- +		1758 Hz - 2018 Hz	- +	14.50	49	35
8	- +		2018 Hz - 2409 Hz	- +	15	51	36
7	- +		2409 Hz - 2799 Hz	- +	15.50	52	37
6	- +		2799 Hz - 3451 Hz	- +	15.50	52	37
5	- +		3451 Hz - 4102 Hz	- +	15.50	53	38
4	- +		4102 Hz - 4883 Hz	- +	15.50	52	37
3	- +		4883 Hz - 5794 Hz	- +	15.50	52	37
2	- +		5794 Hz - 6836 Hz	- +	15	50	35
1	- +		6836 Hz - 8008 Hz	- +	14	48	34

Рисунок 37 - Карта слуховой стимуляции системы Neurelec

Динамический диапазон складывается из двух компонентов: порога слухового дискомфорта и порога звуковосприятия.

Порог звуковосприятия имплантированного пациента – минимальная энергия электрической стимуляции, вызывающая ощущение восприятия

звука. В большинстве систем порог звуковосприятия устанавливается автоматически в зависимости от порога максимального комфорта.

Порог слухового дискомфорта - минимальная энергия звукового колебания, вызывающая ощущение давления или боли в ухе. Порог максимального комфорта имплантированного пациента (порог дискомфорта) – показатель стимуляции кохлеарного импланта, превышение которого приводит к возникновению болевых ощущений. Порог максимального комфорта имеет важнейшее значение для настройки стимуляции речевого процессора кохлеарного импланта. Установив порог дискомфорта на различных частотах стимуляции, у врача сурдолога-оториноларинголога появляется возможность составить динамический диапазон карты слуховой стимуляции.

В данной главе будет проведена сравнительная оценка изменения порогов слухового комфорта при использовании различных систем кохлеарной имплантации. Пороги звуковосприятия устанавливаются автоматически в зависимости от порога дискомфорта у всех систем кохлеарной имплантации за исключением Cochlear.

Обследовано 80 детей в возрасте от 1 года до 5 лет, с долигвальной потерей слуха, после стандартной операции кохлеарной имплантации, с нормальной анатомией улитки и полным введением электродной решетки (20 пациентов с имплантом Advanced Bionics, 20 пациентов с имплантом Cochlear, 20 пациентов с имплантом Med-El, 20 пациентов с имплантом Neurelec). Интраоперационные аудиологические результаты подтвердили функционирование импланта и проведение стимуляции по слуховому нерву, были выявлены пороги воздействия, при которых происходило сокращение стапедиальной мышцы. Первое подключение речевого процессора проводили в сроки 6-8 недель после оперативного вмешательства. Начальный порог стимуляции рассчитывали путем понижения интраоперационного порога возникновения стапедиального рефлекса на 30%. Были оценены параметры настроек у пациентов-

пользователей четырех систем кохlearной имплантации через 3, 6, 9, 12, 18 и 24 месяца после подключения речевого процессора. Сессии настроек речевого процессора кохlearного импланта проводились по стандартным методикам. В расчет принимались данные максимально комфортных уровней с четных участков электродной решетки по всему частотному диапазону.

В ходе исследования были получены следующие характеристики порога максимального комфорта:

1. Система кохlearной имплантации Cochlear:

В таблице 31 представлены значения порога дискомфорта в момент подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

Таблица 31 - пороги дискомфорта в момент подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
C21	130	135	130	135	130	130	130	130	130	135	130
C22	120	125	125	130	130	120	120	120	120	120	120
C23	140	135	135	140	140	130	125	140	140	135	140
C24	120	130	120	130	120	120	130	120	120	120	120
C25	130	140	135	135	130	120	120	130	130	130	125
C26	120	130	120	130	120	115	115	120	120	130	120
C27	110	115	110	115	115	110	110	110	110	120	110
C28	115	120	110	115	120	110	115	115	115	115	115
C29	120	115	110	120	120	125	125	120	120	125	125
C30	115	120	115	125	115	110	110	115	115	130	120
C31	140	135	140	140	135	135	130	140	140	140	140
C32	125	130	130	130	125	125	125	125	125	125	125
C33	120	135	115	125	120	115	115	120	120	120	120
C34	110	120	115	120	110	105	110	110	110	110	110

C35	120	115	110	115	100	100	100	120	120	125	125
C36	115	130	115	130	120	100	100	115	115	115	110
C37	120	125	120	125	120	120	120	120	120	120	120
C38	90	100	100	100	90	90	100	90	90	100	95
C39	135	145	140	145	135	125	130	135	135	135	130
C40	140	150	150	155	150	140	140	140	140	140	140

В таблице 32 представлены значения порога дискомфорта через 3 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

Таблица 32 - Пороги дискомфорта через 3 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
C21	150	160	160	160	150	150	150	150	160	150	150
C22	140	150	155	160	150	140	140	150	150	150	150
C23	150	150	150	150	150	145	140	150	160	165	165
C24	130	130	130	130	125	125	130	125	130	140	140
C25	140	140	140	140	140	140	140	140	150	150	150
C26	130	150	150	150	150	150	150	150	160	160	160
C27	130	140	145	140	150	150	160	150	150	150	150
C28	130	130	130	130	130	130	130	130	130	140	140
C29	130	140	140	145	140	140	140	140	140	135	140
C30	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
C31	150	150	160	150	150	150	150	150	140	140	150
C32	150	160	160	160	150	150	150	150	150	150	150
C33	150	150	150	160	150	150	150	150	150	150	150
C34	130	140	140	140	140	150	140	140	140	140	150
C35	130	130	130	140	140	140	140	140	140	140	140
C36	125	125	125	130	120	110	120	120	130	130	130
C37	130	130	130	130	130	140	140	130	140	140	140

C38	130	135	135	140	140	135	135	140	140	140	140
C39	140	145	145	145	150	155	150	150	155	150	150
C40	150	155	155	155	155	155	150	155	155	160	160

На 3^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции на 15 % от первоначального значения.

В таблице 33 представлены значения порога дискомфорта через 6 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

Таблица 33 - Пороги дискомфорта через 6 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
C21	170	170	180	180	175	180	175	175	175	185	190
C22	165	170	165	170	165	170	165	170	175	180	185
C23	170	170	170	170	170	165	160	170	170	180	180
C24	160	160	170	165	170	165	160	165	165	170	180
C25	160	165	165	165	165	170	170	170	170	175	175
C26	150	160	160	160	165	165	165	165	180	185	185
C27	155	160	160	165	165	160	160	165	165	165	165
C28	160	160	170	165	165	170	160	170	170	180	185
C29	150	160	165	165	160	165	165	170	180	185	185
C30	160	160	170	160	160	165	165	165	165	175	175
C31	170	175	180	180	175	175	170	175	175	175	175
C32	175	175	175	180	170	175	170	175	175	185	185
C33	170	170	180	175	175	175	140	165	175	175	180
C34	150	155	160	165	165	165	160	170	180	180	180
C35	150	160	160	160	160	165	165	165	175	175	180
C36	140	140	135	140	135	140	140	145	150	160	160
C37	150	150	150	160	155	155	150	155	155	155	160

C38	150	160	170	175	170	170	160	175	175	180	180
C39	165	170	170	170	175	175	170	175	185	190	195
C40	170	170	180	180	175	180	175	180	185	195	195

На 6^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по каналам стимуляции 2 - 18 в среднем на 15% от предыдущего значения, каналы 20 – 22 на 20%

В таблице 34 представлены значения порога дискомфорта через 9 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

Таблица 34 - Пороги дискомфорта через 9 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
C21	200	205	205	205	205	210	210	210	210	230	230
C22	185	185	190	190	195	195	195	205	210	225	230
C23	185	190	190	190	195	195	195	195	195	205	210
C24	175	170	175	180	185	185	185	190	195	190	195
C25	175	175	180	180	180	185	190	190	190	200	210
C26	185	185	190	190	190	195	195	200	210	220	225
C27	185	185	190	190	190	195	195	205	210	210	220
C28	180	175	180	180	190	190	190	190	200	210	210
C29	175	180	180	190	190	190	190	200	200	220	225
C30	170	175	175	180	185	185	185	190	190	200	210
C31	175	175	180	180	190	190	195	195	195	200	200
C32	195	195	200	200	200	205	205	210	210	225	230
C33	195	195	195	195	195	200	200	205	205	200	190
C34	180	185	185	190	190	190	190	190	200	190	200
C35	180	180	185	185	185	195	195	195	195	215	225
C36	165	160	170	170	170	170	175	180	190	220	235
C37	180	175	175	180	180	185	190	190	190	210	230

C38	185	185	185	185	180	180	180	200	200	220	210
C39	180	175	180	185	185	185	185	185	185	185	185
C40	190	195	195	195	200	200	200	210	210	215	215

На 9^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по каналам стимуляции 2 - 12 в среднем на 10% от предыдущего значения, каналы 14 – 22 на 15%

В таблице 35 представлены значения порога дискомфорта через 12 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

Таблица 35 - Пороги дискомфорта через 12 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
C21	210	210	210	210	215	215	215	210	215	230	230
C22	190	190	195	200	200	200	200	195	200	225	230
C23	180	185	190	190	190	195	200	200	200	205	210
C24	165	170	170	170	170	180	180	185	190	190	195
C25	170	175	175	180	180	180	180	185	185	200	210
C26	190	190	195	200	200	200	200	195	200	220	225
C27	180	185	190	190	195	195	200	195	195	210	220
C28	170	175	175	175	180	180	180	190	190	210	215
C29	170	175	180	180	180	180	180	190	195	220	225
C30	155	160	165	170	170	170	170	185	190	200	210
C31	170	175	175	175	175	180	180	190	190	200	200
C32	190	195	195	195	195	195	200	200	200	225	230
C33	180	180	185	185	190	190	195	190	190	205	210
C34	180	185	185	190	190	190	190	195	200	190	200
C35	160	165	170	170	170	170	175	170	170	205	205
C36	175	175	175	175	180	180	180	185	185	195	210
C37	190	190	195	195	195	190	190	190	195	200	205

C38	185	185	190	190	190	190	195	190	190	200	200
C39	200	200	200	200	205	205	205	205	210	215	215

Через год после подключения речевого процессора наблюдается относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта у всех пациентов. Однако в одном случае наблюдалось превышение уровня «compliance» порогом дискомфорта, в связи с чем пациенту изменили ширину импульса стимулирующего тока, что обусловило необходимость создания новой карты индивидуального прослушивания. Данный пациент был исключен из дальнейшего исследования.

В таблице 36 представлены значения порога дискомфорта через 18 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

Таблица 6 - Пороги дискомфорта через 18 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
C21	190	190	195	200	200	210	210	210	215	225	230
C22	190	190	190	195	195	195	200	195	200	205	210
C23	170	170	170	175	180	190	190	190	190	190	195
C24	170	175	175	180	180	180	185	180	185	200	210
C25	190	190	195	200	200	200	200	200	200	220	225
C26	180	185	190	190	195	195	195	195	200	210	220
C27	175	175	175	180	180	180	185	185	185	210	210
C28	170	175	180	180	180	180	180	180	180	220	225
C29	160	165	170	170	175	170	170	170	180	200	210
C30	170	175	175	175	185	190	190	190	190	200	200
C31	185	190	195	195	195	200	200	195	195	200	190
C32	180	180	185	190	190	190	195	190	195	190	200
C33	185	185	190	190	195	195	195	195	195	215	225
C34	170	170	170	170	175	175	175	175	180	220	235

C35	175	175	175	175	180	180	180	180	180	210	230
C36	190	190	195	195	195	195	195	200	205	220	210
C37	195	200	200	200	200	210	200	210	220	185	185
C38	200	200	200	205	205	205	205	210	215	215	215

На 18^й месяц после подключения речевого процессора еще у одного пациента порог дискомфорта на каналах 20 – 22 превысил уровень «compliance», пациент был исключен из дальнейшего исследования в связи с построением новой карты прослушивания с измененной формулой стимуляции. В остальных случаях наблюдается относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта у всех пациентов.

В таблице 37 представлены значения порога дискомфорта через 24 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

Таблица 37 - Пороги дискомфорта через 24 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Cochlear.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
C21	190	190	195	200	200	210	210	210	215	225	230
C22	190	190	190	195	195	195	200	195	200	205	210
C23	170	170	170	175	180	190	190	190	190	190	195
C24	170	175	175	180	180	180	185	180	185	200	210
C25	190	190	195	200	200	200	200	200	200	220	225
C26	180	185	190	190	195	195	195	195	200	210	220
C27	175	175	175	180	180	180	185	185	185	210	210
C28	170	175	180	180	180	180	180	180	180	220	225
C29	160	165	170	170	175	170	170	170	180	200	210
C30	170	175	175	175	185	190	190	190	190	200	200
C31	185	190	195	195	195	200	200	195	195	200	190
C32	180	180	185	190	190	190	195	190	195	190	200
C33	185	185	190	190	195	195	195	195	195	215	225

C34	170	170	170	170	175	175	175	175	180	220	235
C35	175	175	175	175	180	180	180	180	180	210	230
C36	190	190	195	195	195	195	195	200	205	220	210
C37	195	200	200	200	200	210	200	210	220	185	185
C38	200	200	200	205	205	205	205	210	215	215	215

Через два года после подключения речевого процессора наблюдается относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта у всех пациентов.

На рисунке 38 представлены средние арифметические значения порогов максимального комфорта системы кохлеарной имплантации Cochlear за 2 года исследования.

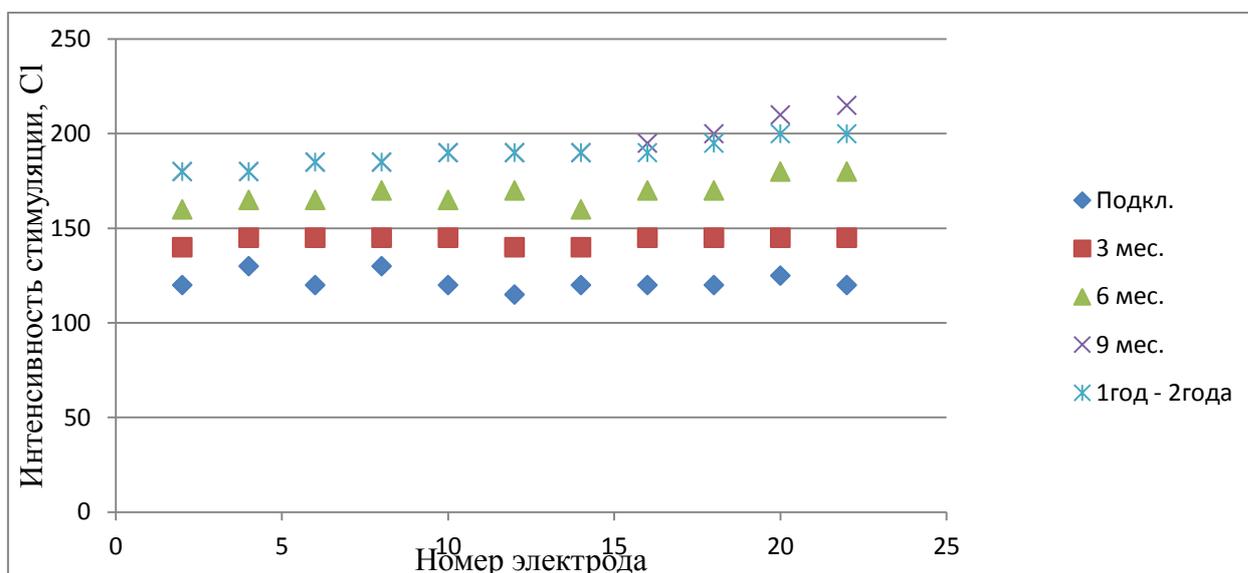


Рисунок 38 - Средние арифметические значения порогов максимального комфорта (n=20 за 9 месяцев исследования, n=19 в 12 месяцев, n=18 в период с 18 по 24 месяцы).

- 3^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции на 15% от первоначального значения
- 6^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по каналам стимуляции 2 - 18 в среднем на 15% от предыдущего значения, каналы 20 – 22 на 20%

- 9^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по каналам стимуляции 2 - 12 в среднем на 10% от предыдущего значения, каналы 14 – 22 на 15%
- 12^й месяц после подключения речевого процессора: смена карты стимуляции одного пациента, относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта у остальных 19 пациентов.
- 18^й месяц после подключения речевого процессора еще у одного пациента смена карты стимуляции, относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта у остальных 18 пациентов.
- 24^й месяц после подключения речевого процессора - относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта у всех 18 пациентов.

2. Система кохлеарной имплантации Med-El:

В таблице 38 представлены значения порога дискомфорта в момент подключения речевого процессора системы кохлеарной имплантации Med-El.

Таблица 38 - Пороги дискомфорта в момент подключения речевого процессора системы кохлеарной имплантации Med-El.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12
M21	8,0	8,0	8,5	8,5	9,0	9,0
M22	13,0	13,5	13,0	13,5	14,5	15,5
M23	15,5	15,0	15,5	16,0	17,0	18,0
M24	12,0	12,5	12,5	12,5	12,5	13,0
M25	10,0	10,0	10,5	11,0	10,5	10,0
M26	15,5	15,0	15,5	15,5	16,0	16,0
M27	14,0	14,0	14,5	14,5	14,5	14,5
M28	8,5	8,5	9,0	9,0	9,5	10,0
M29	16,0	16,0	16,5	16,0	16,0	15,5
M30	13,5	14,0	14,0	14,0	15,0	15,0
M31	16,0	16,0	16,0	15,5	15,5	15,5

M32	15,0	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
M33	13,5	14,0	14,0	14,0	14,5	15,0
M34	14,5	14,5	15,0	15,5	15,5	16,0
M35	13,5	13,0	13,0	13,0	12,5	12,5
M36	12,5	12,5	13,0	13,5	14,0	14,0
M37	16,5	16,5	16,0	16,0	16,0	16,0
M38	14,0	14,0	14,0	13,0	12,0	11,0
M39	11,5	11,0	12,0	11,0	10,0	9,5
M40	14,0	13,0	13,5	13,5	14,0	14,0

В таблице 39 представлены значения порога дискомфорта через 3 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

Таблица 39 - Пороги дискомфорта через 3 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12
M21	9,0	9,0	9,5	9,5	10,0	10,0
M22	13,5	13,5	13,5	13,5	15,0	16,0
M23	15,5	15,0	15,5	16,0	17,0	18,0
M24	13,0	12,5	13,0	13,0	13,0	13,5
M25	9,5	9,5	10,0	10,5	11,0	10,5
M26	15,5	15,0	15,0	15,5	15,5	16,0
M27	15,0	15,0	15,0	15,5	15,5	16,0
M28	8,5	8,5	9,0	9,5	9,5	10,0
M29	16,0	16,0	16,5	16,0	16,0	15,5
M30	13,5	14,0	14,0	14,0	15,0	15,0
M31	16,0	16,0	16,0	15,5	15,5	15,5
M32	15,0	15,5	15,5	16,0	16,0	16,5
M33	13,5	14,0	14,0	14,0	15,0	15,0
M34	14,5	14,5	15,0	15,5	15,5	16,0

M35	13,5	13,0	13,0	13,5	13,0	13,5
M36	12,5	12,5	13,0	13,5	14,0	14,0
M37	16,5	16,0	16,5	16,5	16,5	16,0
M38	15,0	15,0	15,0	14,0	13,5	12,0
M39	12,0	12,0	12,0	12,0	11,0	10,0
M40	14,0	13,0	13,5	13,5	13,5	14,0

На 3^й месяц после подключения речевого процессора происходит незначительное увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции.

В таблице 40 представлены значения порога дискомфорта через 6 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

Таблица 40 - Пороги дискомфорта через 6 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12
M21	11,0	11,0	11,5	11,5	14,0	18,0
M22	14,0	14,0	13,5	14,0	14,0	15,0
M23	16,0	16,5	16,5	16,5	17,5	18,0
M24	14,0	14,0	14,5	14,5	15,0	16,5
M25	11,0	11,5	12,0	12,0	12,5	13,0
M26	16,0	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
M27	15,5	16,5	16,5	16,5	16,5	18,0
M28	10,0	10,5	11,0	12,0	12,5	12,5
M29	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	18,0
M30	14,0	14,5	15,0	15,0	15,5	15,5
M31	16,5	16,5	17,0	17,0	17,0	18,0
M32	16,0	16,0	16,5	16,5	16,5	16,5
M33	15,0	16,0	16,0	16,5	16,5	17,0
M34	15,0	15,5	15,5	15,5	16,0	15,5

M35	14,5	14,5	15,0	15,5	15,5	15,5
M36	14,0	14,0	14,0	14,0	16,0	19,0
M37	17,0	17,0	17,5	17,5	17,5	18,5
M38	16,0	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
M39	13,0	13,5	13,5	14,0	14,5	15,0
M40	15,5	15,5	15,5	15,5	16,0	18,0

На 6^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по каналам стимуляции 2 - 10 в среднем на 10% от предыдущего значения, в зоне высоких частот (12 канал) на 15%

В таблице 41 представлены значения порога дискомфорта через 9 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

Таблица 41 - Пороги дискомфорта через 9 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12
M21	12,0	12,5	13,0	13,0	16,0	20,0
M22	15,0	15,0	15,5	16,0	16,0	16,5
M23	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0
M24	15,0	16,0	16,5	17,0	17,0	17,5
M25	12,0	12,5	12,5	12,5	12,0	11,5
M26	16,5	17,0	17,0	17,0	17,5	18,0
M27	15,5	16,0	16,5	17,0	17,0	18,0
M28	11,0	11,0	12,0	12,5	12,5	12,5
M29	16,5	16,5	17,0	17,5	17,5	18,5
M30	15,0	15,0	16,0	16,5	16,0	16,0
M31	17,0	16,5	17,0	17,5	17,5	18,5
M32	17,0	17,0	17,5	18,0	17,5	17,0
M33	16,0	17,0	17,0	17,0	18,0	18,5

M34	16,0	16,5	17,0	17,5	17,5	18,0
M35	15,0	15,0	16,0	16,0	17,0	17,5
M36	15,0	15,5	16,0	16,5	18,0	20,0
M37	17,0	17,0	17,5	18,0	18,0	19,0
M38	16,5	17,0	17,0	18,0	18,0	18,5
M39	14,5	13,5	14,0	15,0	15,0	16,0
M40	16,0	15,5	16,0	16,5	18,0	19,5

На 9^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 6% от предыдущего значения.

В таблице 42 представлены значения порога дискомфорта через 12 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El

Таблица 42 - Пороги дискомфорта через 12 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12
M21	12,5	12,5	12,5	13,0	16,0	20,0
M22	15,0	15,0	16,0	16,5	16,5	17,0
M23	17,0	17,0	18,0	18,0	18,5	19,0
M24	16,0	16,0	17,0	17,0	17,5	18,0
M25	12,5	12,5	12,5	12,5	12,0	11,5
M26	17,0	17,0	17,5	17,5	18,0	18,5
M27	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0
M28	11,5	11,5	12,0	12,5	12,5	13,0
M29	17,0	17,0	17,0	18,0	18,0	19,0
M30	15,5	15,5	16,5	17,0	16,5	16,5
M31	17,0	16,5	17,0	17,5	17,5	18,5
M32	17,5	17,5	17,5	18,0	18,0	17,5
M33	16,5	17,0	17,0	17,5	18,0	18,5

M34	16,5	17,5	18,0	18,0	18,0	18,5
M35	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5
M36	16,0	16,0	16,0	17,0	18,5	20,0
M37	17,0	17,5	17,5	18,0	18,5	20,0
M38	17,0	17,0	17,0	18,0	18,5	19,0
M39	15,0	14,0	15,0	16,0	16,0	17,0
M40	16,0	16,0	16,5	16,5	18,0	20,0

Через год после подключения речевого процессора происходит незначительное увеличение порогов максимального комфорта каналов, относящихся к зоне высоких частот.

В таблице № 43 представлены значения порога дискомфорта через 18 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El

Таблица 43 - Пороги дискомфорта через 18 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12
M21	13,0	13,0	13,0	13,0	16,0	20,0
M22	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,0
M23	17,0	17,0	18,0	18,0	18,5	19,0
M24	16,0	16,5	17,0	17,5	17,5	18,0
M25	12,5	12,5	12,5	12,5	12,0	11,5
M26	17,0	17,0	17,5	17,5	18,0	18,5
M27	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0
M28	11,5	12,0	12,0	12,5	12,5	13,0
M29	17,0	17,0	17,0	18,0	18,0	19,0
M30	15,5	15,5	16,5	17,0	17,0	16,5
M31	17,0	16,5	17,0	17,5	17,5	18,5
M32	17,5	17,5	17,5	18,0	18,0	17,5
M33	16,5	17,5	17,5	17,5	18,0	18,5

M34	16,5	17,5	18,0	18,0	18,0	18,5
M35	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5
M36	16,0	17,0	17,0	17,0	18,5	20,0
M37	17,0	17,5	17,5	18,0	18,5	20,0
M38	17,0	17,0	17,0	18,0	18,5	19,0
M39	15,0	15,0	15,0	16,0	16,0	17,0
M40	16,0	16,0	16,5	16,5	19,0	20,0

В таблице 44 представлены значения порога дискомфорта через 24 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

Таблица 44 - Пороги дискомфорта через 24 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Med-El.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12
M21	13,5	13,5	13,0	13,0	16,0	20,0
M22	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,0
M23	17,0	17,0	18,0	18,5	18,5	19,0
M24	16,0	16,5	17,0	17,5	17,5	18,0
M25	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	11,5
M26	17,0	17,0	17,5	17,5	18,0	18,5
M27	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0
M28	11,5	12,0	12,0	12,5	13,0	13,5
M29	17,0	17,0	17,0	18,0	18,0	19,0
M30	15,5	15,5	16,5	17,0	17,0	16,5
M31	17,0	17,0	17,0	17,5	17,5	18,5
M32	17,5	17,5	17,5	18,0	18,0	17,5
M33	16,5	17,5	17,5	17,5	18,0	18,5
M34	17,5	18,0	18,0	18,0	18,0	18,5
M35	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5
M36	16,0	17,0	17,0	17,0	18,5	20,0

M37	17,0	17,5	17,5	18,0	18,5	20,0
M38	17,0	17,0	18,0	18,0	18,5	19,0
M39	15,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0
M40	16,0	16,5	16,5	17,5	19,5	20,0

В период с 18 по 24 месяца наблюдается относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта по всем каналам стимуляции слухового нерва.

На рисунке 39 представлены средние арифметические значения порогов максимального комфорта за 2 года исследования (n=20)

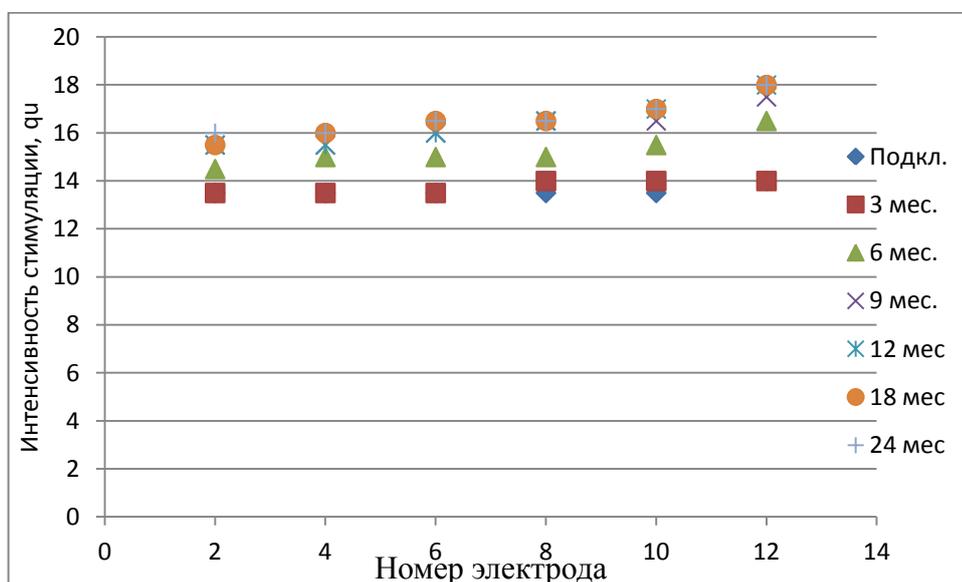


Рисунок 39 - Средние арифметические значения порога максимального комфорта (n=20)

- 3^й месяц после подключения речевого процессора происходит незначительное увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции.
- 6^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по каналам стимуляции 2 - 10 в среднем на 10% от предыдущего значения, в зоне высоких частот (12 канал) на 15%
- 9^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 6% от предыдущего значения.

- 12 месяцев после подключения речевого процессора - незначительное увеличение порогов максимального комфорта каналов, стимулирующих зону высоких частот.
- 18 - 24 месяца - относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта по всем каналам стимуляции слухового нерва.

3. Система кохлеарной имплантации Advanced Bionics:

В таблице 45 представлены значения порога дискомфорта в момент подключения речевого процессора системы кохлеарной имплантации Advanced Bionics.

Таблица 45 - Пороги дискомфорта в момент подключения речевого процессора системы кохлеарной имплантации Advanced Bionics.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16
AB21	50	55	60	60	60	65	80	90
AB22	65	65	65	70	80	90	90	100
AB23	120	125	130	130	135	135	150	160
AB24	110	120	120	125	130	145	155	160
AB25	70	70	85	95	100	100	110	120
AB26	55	60	60	60	55	70	75	85
AB27	50	55	55	50	45	40	50	60
AB28	65	60	50	50	60	70	75	75
AB29	75	75	80	80	80	85	90	95
AB30	70	75	75	75	80	80	80	85
AB31	90	90	90	95	95	95	100	100
AB32	70	75	75	75	85	85	85	90
AB33	45	45	45	45	50	50	50	55
AB34	30	30	30	35	40	40	45	50
AB35	70	70	70	70	70	80	85	90
AB36	85	90	90	100	100	110	100	100
AB37	70	75	80	85	90	95	100	110

AB38	100	110	120	130	135	135	145	150
AB39	65	70	75	80	90	100	105	110
AB40	60	65	70	80	85	90	110	120

В таблице 46 представлены значения порога дискомфорта через 3 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

Таблица 46 - Пороги дискомфорта через 3 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16
AB21	65	60	65	65	65	70	90	100
AB22	80	85	85	85	90	100	100	110
AB23	140	150	150	150	150	160	165	175
AB24	130	140	150	155	155	160	170	180
AB25	80	90	100	100	100	110	120	130
AB26	60	65	65	65	60	75	80	90
AB27	60	65	65	60	55	50	60	70
AB28	75	70	55	55	60	70	80	80
AB29	90	95	100	100	100	100	105	115
AB30	75	80	80	80	90	90	95	100
AB31	110	115	120	120	125	125	130	135
AB32	85	90	90	90	100	115	130	130
AB33	50	50	50	50	60	60	60	65
AB34	45	45	45	45	50	50	50	55
AB35	80	80	80	80	80	90	95	100
AB36	95	100	100	100	110	115	115	130
AB37	80	85	90	90	95	100	110	120
AB38	120	130	140	145	150	150	160	165
AB39	70	80	80	80	95	100	110	120
AB40	70	75	75	85	85	95	120	135

На 3^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта низких и высоких частот в среднем на 15%, средний средневысокий диапазон частот (8 – 14 каналы стимуляции) на 10%.

В таблице 47 представлены значения порога дискомфорта через 6 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

Таблица 47 - Пороги дискомфорта через 6 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16
AB21	80	80	85	85	85	90	100	110
AB22	90	95	100	100	100	115	120	130
AB23	160	170	170	170	170	175	180	190
AB24	140	150	160	170	170	175	175	190
AB25	90	100	110	115	120	125	130	140
AB26	70	70	75	75	75	80	85	100
AB27	70	70	70	65	60	55	65	75
AB28	80	75	60	55	60	70	85	90
AB29	110	110	110	115	115	115	120	125
AB30	85	90	90	90	95	95	100	110
AB31	120	125	125	130	135	140	145	150
AB32	100	100	105	105	105	130	140	150
AB33	60	55	50	50	60	60	65	70
AB34	55	50	55	55	55	60	60	70
AB35	90	95	95	95	100	105	115	120
AB36	100	110	110	120	120	130	140	145
AB37	90	95	100	110	110	115	115	130
AB38	140	150	150	155	160	160	170	180
AB39	90	100	105	105	115	120	130	140

AB40	90	90	90	100	100	115	135	150
------	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

На 6^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 10%.

В таблице 48 представлены значения порога дискомфорта через 9 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

Таблица 48 - Пороги дискомфорта через 9 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16
AB21	90	90	95	95	100	100	110	120
AB22	100	105	110	110	110	125	130	140
AB23	175	180	180	185	185	190	200	210
AB24	150	160	170	180	180	190	190	200
AB25	100	110	120	130	130	140	145	160
AB26	85	90	90	90	95	100	105	115
AB27	80	80	80	75	70	60	70	80
AB28	95	90	70	65	65	80	95	100
AB29	130	130	130	140	140	140	145	150
AB30	100	105	105	105	110	110	120	130
AB31	140	150	150	150	145	150	160	175
AB32	110	110	120	120	120	125	145	160
AB33	70	60	60	60	70	70	80	90
AB34	60	65	70	70	70	80	80	90
AB35	100	105	105	105	110	115	120	130
AB36	115	120	120	130	140	140	150	160
AB37	100	105	110	115	115	120	120	135
AB38	155	170	170	170	175	175	180	190
AB39	100	110	110	120	130	130	140	150

AB40	100	100	100	110	110	130	150	175
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

На 9^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 10%, в зоне низких частот (канал стимуляции №2) на 15%.

В таблице 49 представлены значения порога дискомфорта через 12 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

Таблица 49 - Пороги дискомфорта через 12 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Advanced Bionics.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16
AB21	100	100	105	105	115	115	120	130
AB22	110	115	120	130	135	140	145	150
AB23	175	180	180	185	185	195	205	215
AB24	160	170	180	190	190	200	200	205
AB25	115	120	125	140	140	145	150	165
AB26	95	100	100	100	105	110	120	130
AB27	90	90	90	85	80	70	80	90
AB28	105	100	80	70	70	90	100	110
AB29	130	130	130	140	140	140	145	150
AB30	100	110	110	110	115	115	120	135
AB31	140	150	150	150	145	150	160	175
AB32	110	120	120	125	125	130	150	165
AB33	70	70	70	70	75	75	85	95
AB34	75	75	75	75	80	90	90	100
AB35	100	105	110	110	120	120	125	140
AB36	120	130	130	140	150	160	160	170
AB37	110	110	120	120	125	125	130	140
AB38	160	180	180	180	190	190	190	200
AB39	115	120	120	125	135	140	145	160

AB40	110	110	110	120	130	140	160	180
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

На 12^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 5%.

В таблице 50 представлены значения порога дискомфорта через 18 месяцев после подключения речевого процессора системы кохлеарной имплантации Advanced Bionics.

Таблица 50 - Пороги дискомфорта через 18 месяцев после подключения речевого процессора системы кохлеарной имплантации Advanced Bionics.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16
AB21	105	100	105	110	110	115	125	130
AB22	110	115	125	130	135	140	150	155
AB23	175	180	185	185	185	190	205	220
AB24	165	170	185	190	195	195	200	210
AB25	115	120	130	145	145	145	155	165
AB26	95	100	105	105	105	110	120	130
AB27	90	90	90	85	80	70	85	95
AB28	105	100	80	70	75	90	105	115
AB29	130	135	135	140	145	140	145	150
AB30	100	110	115	115	120	120	125	140
AB31	140	150	150	150	145	150	160	175
AB32	115	120	130	125	130	130	155	165
AB33	70	70	70	75	75	80	85	100
AB34	75	80	80	80	85	85	95	95
AB35	100	105	110	115	120	120	130	140
AB36	130	135	135	145	155	160	165	170
AB37	110	115	115	125	130	135	135	140
AB38	160	180	180	185	190	190	195	190
AB39	120	125	120	125	140	140	150	170

AB40	110	110	115	120	135	140	160	180
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

В таблице 51 представлены значения порога дискомфорта через 24 месяца после подключения речевого процессора системы кохлеарной имплантации Advanced Bionics.

Таблица 51 - Пороги дискомфорта через 24 месяца после подключения речевого процессора системы кохлеарной имплантации Advanced Bionics.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16
AB21	110	100	105	110	110	115	125	130
AB22	110	120	125	130	135	140	150	155
AB23	175	180	185	190	185	190	205	220
AB24	170	170	185	190	200	200	200	210
AB25	115	120	130	145	145	145	155	165
AB26	95	100	105	105	105	115	120	130
AB27	90	95	90	90	85	70	85	95
AB28	105	100	80	70	75	85	105	115
AB29	135	140	135	140	145	135	145	150
AB30	110	115	115	110	120	120	125	140
AB31	140	150	150	150	145	145	160	175
AB32	115	125	125	125	130	130	155	165
AB33	70	70	70	75	75	80	85	95
AB34	75	75	80	80	85	85	95	100
AB35	100	105	110	115	120	120	130	140
AB36	120	130	135	140	155	165	165	170
AB37	110	115	120	125	135	130	130	145
AB38	160	180	175	190	190	190	195	195
AB39	115	125	125	130	140	140	150	165
AB40	110	110	110	120	135	140	160	185

В период с 18 по 24 месяца наблюдается относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта по всем каналам стимуляции слухового нерва.

На рисунке 40 представлены средние арифметические значения порога максимального комфорта за 2 года исследования (n=20)

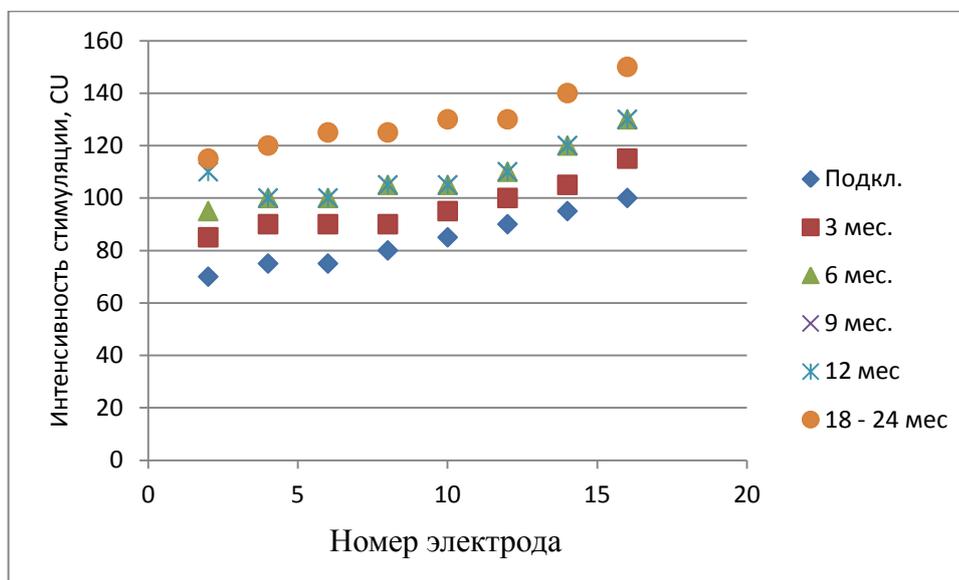


Рисунок 40 - Средние арифметические значения порога максимального комфорта (n=20).

- 3^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта низких и высоких частот в среднем на 15%, средневысокий диапазон частот (8 – 14 каналы стимуляции) на 10%.
- 6^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 10%.
- 9^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 10%, в зоне низких частот (канал стимуляции №2) на 15%.
- 12^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 5%.
- С 18 по 24 месяца - относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта по всем каналам стимуляции слухового нерва.

4. Система кохлеарной имплантации Neurelec:

В таблице № 52 представлены значения порога дискомфорта в момент подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

Таблица 52 - Пороги дискомфорта в момент подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N21	10,0	10,0	11,0	11,0	12,0	12,0	12,5	12,5	13,0	13,5
N22	13,0	13,0	13,5	13,5	13,5	13,0	13,0	12,5	12,5	12,0
N23	12,5	12,5	12,0	12,0	11,5	11,5	11,0	11,0	11,0	10,0
N24	20,0	20,5	20,0	20,5	20,5	21,0	21,0	21,0	22,0	23,0
N25	21,0	21,0	21,0	21,5	21,5	22,0	22,0	22,5	22,5	23,0
N26	17,0	17,5	17,5	18,0	18,5	18,5	19,0	19,5	20,0	21,0
N27	16,5	16,5	17,0	17,5	17,5	19,0	19,5	20,0	19,0	18,0
N28	11,0	11,0	11,0	12,0	12,0	12,0	13,0	13,0	13,0	14,0
N29	14,5	15,0	15,5	16,0	15,5	15,5	15,5	15,0	15,0	15,0
N30	16,5	16,5	17,0	18,0	17,5	17,5	17,0	17,0	17,0	17,5
N31	15,0	15,0	16,0	17,0	17,0	17,0	17,5	17,5	18,0	18,0
N32	15,5	15,5	16,0	16,0	16,0	16,5	17,0	17,0	18,0	19,0
N33	14,0	14,5	15,0	15,0	15,5	16,0	16,0	17,0	19,0	20,0
N34	9,0	9,0	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	8,0	7,5
N35	8,5	9,0	9,0	8,5	8,5	8,0	8,0	7,5	7,5	7,5
N36	19,0	19,5	20,0	20,0	21,0	21,0	21,0	21,5	22,0	23,0
N37	17,5	18,0	18,5	19,0	19,0	19,5	19,5	20,0	20,0	21,0
N38	18,0	18,0	18,0	18,0	18,5	18,5	18,5	18,0	18,0	18,0
N39	15,0	15,0	16,0	16,5	16,5	16,5	17,0	17,0	17,5	18,0
N40	16,0	16,0	16,5	16,0	15,5	15,0	15,0	15,5	16,0	16,0

В таблице 53 представлены значения порога дискомфорта через 3 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

Таблица 53 - Пороги дискомфорта через 3 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N21	11,0	11,0	12,0	12,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,5	15,0
N22	14,0	14,0	15,0	15,0	15,0	14,5	14,0	14,0	14,0	13,5
N23	13,5	13,5	13,0	13,0	12,5	12,5	12,0	12,0	12,0	11,0
N24	21,0	21,5	21,0	21,5	21,5	22,0	22,0	22,0	23,0	24,0
N25	23,0	23,0	23,0	23,5	23,0	24,0	24,0	24,5	24,5	25,0
N26	18,0	18,5	18,5	19,0	19,5	19,5	20,0	20,5	21,0	22,0
N27	18,5	18,5	19,0	19,5	19,5	21,0	21,5	22,0	21,0	20,0
N28	12,0	12,0	12,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0	15,0
N29	15,0	15,0	16,0	16,5	16,0	16,0	16,0	15,5	15,0	15,5
N30	17,0	17,0	17,5	18,0	18,0	18,0	17,5	17,5	17,5	18,0
N31	18,0	18,0	19,0	20,0	20,0	20,0	20,5	20,5	21,0	21,0
N32	16,0	16,0	16,5	16,5	16,5	17,0	17,5	17,5	18,5	19,5
N33	16,0	16,5	17,0	17,0	17,5	18,0	18,0	19,0	21,0	22,0
N34	10,0	10,0	10,5	10,0	10,0	10,0	10,0	9,5	9,0	8,5
N35	10,0	11,0	11,0	10,0	9,5	9,0	9,0	8,5	8,5	8,5
N36	20,0	20,0	21,0	21,0	22,0	22,0	22,0	22,0	24,0	26,0
N37	17,5	18,0	18,5	19,0	19,0	20,0	20,0	21,0	22,0	23,5
N38	19,0	19,5	19,5	19,5	20,0	20,0	20,0	21,0	22,0	22,0
N39	15,5	15,5	16,5	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	19,0	20,0
N40	17,0	17,0	17,5	17,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,5	16,5

На 3^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по каналам стимуляции с 2 по 12 в среднем на 6%, с 14 по 20 каналы в среднем на 9%.

В таблице 54 представлены значения порога дискомфорта через 6 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

Таблица 54 - Пороги дискомфорта через 6 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N21	13,0	13,0	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	17,5	18,0
N22	15,0	15,0	16,0	16,0	16,5	15,5	15,0	15,0	15,0	14,0
N23	13,5	14,0	13,5	13,0	12,5	12,5	12,5	12,5	12,0	11,0
N24	21,0	21,5	21,0	21,5	21,5	23,0	23,0	23,0	24,0	25,5
N25	24,0	24,0	24,0	23,5	23,0	24,0	24,0	25,0	25,0	26,0
N26	18,0	18,5	18,5	20,0	20,0	20,0	21,0	22,0	22,5	23,0
N27	19,0	19,0	19,0	19,5	20,0	21,0	21,5	22,0	21,0	20,0
N28	15,0	15,0	15,0	16,0	16,0	16,5	17,0	17,0	17,5	18,0
N29	15,0	15,5	16,5	16,5	16,0	16,5	16,5	15,5	15,5	15,5
N30	21,0	21,0	22,0	22,0	22,5	22,5	22,0	21,0	21,0	22,0
N31	18,0	19,0	20,0	21,5	21,5	21,5	21,0	21,0	22,0	22,0
N32	22,0	22,0	22,0	22,5	22,5	23,0	23,5	23,5	25,0	26,0
N33	16,0	16,5	17,0	17,0	17,5	19,0	19,5	19,5	21,5	22,0
N34	14,0	14,5	14,5	14,5	14,0	14,0	13,0	12,0	11,0	10,0
N35	11,0	12,0	12,0	11,0	10,5	10,0	10,0	9,5	9,5	9,5
N36	23,5	24,0	24,0	24,0	25,5	25,5	25,5	26,0	28,0	29,0
N37	20,0	20,0	21,0	22,5	22,5	23,0	23,0	24,0	25,0	26,5
N38	20,0	20,5	20,5	20,5	21,0	21,0	21,0	22,0	23,0	23,5
N39	16,0	16,0	16,0	17,0	17,0	17,0	18,0	18,0	19,0	20,0
N40	19,0	19,0	19,0	19,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,5	18,5

На 6^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 9%.

В таблице 55 представлены значения порога дискомфорта через 9 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

Таблица 55 - Пороги дискомфорта через 9 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N21	14,0	14,0	14,5	16,0	16,0	16,5	17,0	18,0	18,0	19,0
N22	17,0	17,5	18,0	18,0	18,5	18,5	17,0	17,0	17,0	16,5
N23	15,0	16,0	16,0	16,0	14,0	14,0	13,5	12,5	12,0	11,0
N24	22,0	21,5	22,0	22,5	22,5	24,0	23,0	23,0	25,0	26,0
N25	28,0	28,0	28,5	28,5	28,5	28,5	29,0	29,0	29,0	30,5
N26	18,0	19,0	19,0	20,5	20,5	20,5	21,0	22,5	22,5	23,5
N27	21,0	21,0	21,0	21,5	22,0	23,0	21,5	24,0	23,0	22,0
N28	17,0	17,0	17,0	18,0	18,0	18,5	19,0	19,0	19,5	20,0
N29	19,0	20,0	20,5	20,5	20,0	20,5	20,0	20,0	20,0	20,0
N30	22,0	22,5	23,0	23,0	23,5	23,5	23,0	22,0	22,0	23,0
N31	19,0	20,0	21,0	22,0	22,0	22,0	22,5	22,5	24,0	24,0
N32	27,0	27,0	27,0	28,0	28,5	29,0	30,0	30,0	30,5	31,0
N33	16,0	16,5	17,5	17,5	18,0	19,5	20,0	20,0	22,0	23,5
N34	16,0	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	17,0	15,0	13,0	12,0
N35	14,0	15,0	15,0	14,0	13,0	13,0	13,0	11,5	11,5	11,5
N36	25,0	25,5	25,5	25,5	27,0	27,0	27,0	28,0	30,0	31,0
N37	23,0	23,0	24,0	25,0	25,0	26,0	26,5	27,5	28,5	29,0
N38	21,0	22,0	22,0	22,0	22,5	22,5	22,5	24,0	25,0	26,5
N39	20,0	20,0	20,0	21,0	21,5	21,5	22,0	22,0	23,0	24,0
N40	22,0	21,5	21,5	21,5	21,0	21,0	21,0	21,0	21,5	21,5

На 9^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 11%.

В таблице 56 представлены значения порога дискомфорта через 12 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

Таблица 56 - Пороги дискомфорта через 12 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N21	18,0	18,0	19,0	20,0	20,0	20,5	21,5	22,0	22,0	23,5
N22	20,0	20,5	21,0	21,0	21,5	21,5	20,5	20,5	20,5	18,0
N23	16,5	17,5	17,5	17,5	15,5	15,5	15,0	14,0	13,5	12,5
N24	27,0	26,5	27,0	27,5	27,5	29,0	28,0	29,5	30,0	31,0
N25	30,0	30,0	31,0	31,0	31,5	31,5	32,0	32,0	32,5	33,5
N26	24,0	24,5	25,0	25,5	25,5	26,0	26,5	27,0	28,5	29,0
N27	23,5	23,5	23,5	24,0	25,5	26,0	26,0	27,0	28,0	29,5
N28	20,0	20,0	20,5	21,5	21,5	22,0	22,5	22,5	23,0	23,5
N29	19,0	20,0	21,0	21,0	20,0	21,0	20,0	20,0	20,5	21,0
N30	25,0	27,5	28,0	28,0	28,5	28,5	28,0	27,0	27,0	28,0
N31	21,0	22,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	26,5	27,0
N32	30,0	30,0	30,0	31,0	31,5	32,0	33,0	33,0	33,5	34,0
N33	16,0	16,5	18,0	18,0	18,5	20,0	20,0	21,5	23,0	24,0
N34	19,0	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	20,0	18,5	18,0	15,5
N35	16,0	17,0	17,0	16,5	15,5	15,5	15,5	13,0	13,0	13,0
N36	30,0	30,5	30,5	30,5	31,5	31,5	31,5	32,0	34,0	35,5
N37	26,5	26,5	27,0	28,5	28,5	28,5	29,0	29,5	30,0	31,0
N38	23,0	24,0	24,0	24,0	24,5	25,0	25,0	26,0	26,0	28,0
N39	25,0	25,0	25,0	26,0	26,5	26,5	27,0	28,0	28,0	30,0
N40	28,0	28,0	28,0	27,5	27,0	27,0	27,0	27,0	27,5	27,5

На 12^й месяц после подключения речевого процессора происходит увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 13%.

В таблице 57 представлены значения порога дискомфорта через 18 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

Таблица 57 - Пороги дискомфорта через 18 месяцев после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N21	18,5	18,0	19,5	20,0	20,5	20,5	22,0	22,0	22,5	24,0
N22	21,0	20,5	21,0	21,5	21,5	21,5	20,5	21,0	20,5	18,0
N23	16,5	18,0	17,5	17,5	15,5	16,0	15,5	14,0	14,0	12,5
N24	28,0	26,5	27,0	27,5	28,0	29,0	28,0	30,0	30,0	31,0
N25	30,0	30,5	31,0	31,0	31,5	32,0	32,0	32,0	33,0	33,5
N26	24,0	24,5	25,5	25,5	25,5	26,0	26,5	27,5	28,5	29,0
N27	24,0	23,5	23,5	24,0	26,0	26,0	26,0	27,0	28,5	30,0
N28	20,0	20,0	21,0	21,5	21,5	22,0	22,5	22,5	23,5	24,0
N29	19,0	20,0	21,0	21,0	20,0	21,5	20,5	20,5	20,5	21,5
N30	25,0	27,5	28,0	28,5	29,0	29,0	28,5	27,0	27,5	28,0
N31	22,0	23,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	27,0	27,5
N32	31,0	31,0	31,5	31,5	31,5	32,0	34,0	33,5	34,0	34,5
N33	16,0	17,0	18,0	18,5	19,0	20,0	20,5	21,5	23,0	24,0
N34	19,0	19,5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	18,0	16,5
N35	17,0	17,0	17,0	16,5	16,0	16,0	16,0	13,5	13,0	13,0
N36	30,0	31,0	31,0	31,0	31,5	31,5	31,5	32,5	34,0	36,0
N37	26,5	26,5	27,5	28,5	28,5	28,5	29,5	29,5	30,0	31,5
N38	23,0	24,0	24,5	24,5	24,5	25,0	25,5	26,0	27,0	29,0
N39	27,0	27,5	27,5	28,0	28,0	28,0	29,0	29,0	29,5	30,5
N40	30,0	29,0	28,5	27,5	27,0	27,0	28,0	28,0	28,5	28,5

В таблице 58 представлены значения порога дискомфорта через 24 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

Таблица 58 - Пороги дискомфорта через 24 месяца после подключения речевого процессора системы кохlearной имплантации Neurelec.

№эл-да пациент	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N21	19,0	19,0	20,0	20,0	20,5	21,0	22,0	22,5	22,5	24,0
N22	21,0	21,0	21,0	22,0	22,0	22,0	21,0	21,5	21,5	18,5
N23	16,5	18,5	18,0	17,5	15,5	16,5	15,5	14,0	14,0	12,5
N24	28,0	26,5	27,5	27,5	28,0	29,5	28,0	30,0	31,0	32,0
N25	30,0	30,5	31,5	31,5	31,5	32,5	32,5	32,0	33,0	33,5
N26	24,0	24,5	25,5	26,0	26,0	26,0	27,0	27,5	28,5	29,5
N27	24,0	23,5	23,5	24,5	26,0	26,0	26,0	27,0	28,5	30,5
N28	20,0	21,0	22,0	22,0	21,5	22,0	22,5	22,5	23,5	24,0
N29	20,0	20,0	21,0	21,0	20,0	21,5	20,5	20,5	21,0	21,5
N30	26,5	27,5	28,0	28,5	29,0	29,0	28,5	27,5	27,5	28,0
N31	22,5	23,5	23,5	24,0	24,0	24,0	24,5	25,0	27,0	27,5
N32	31,0	31,5	31,5	32,0	32,0	32,0	34,5	34,0	34,0	34,5
N33	16,5	17,0	18,5	18,5	19,0	20,5	20,5	21,5	23,5	24,5
N34	19,5	19,5	20,0	20,5	20,5	20,5	20,0	19,0	18,0	16,5
N35	17,5	17,5	17,0	16,5	16,0	16,0	16,0	14,0	13,5	13,0
N36	30,5	31,0	31,0	31,5	31,5	31,5	31,5	32,5	34,5	36,0
N37	26,5	27,0	28,0	28,5	28,5	28,5	29,5	29,5	30,5	31,5
N38	23,0	24,0	24,5	24,5	24,5	25,0	25,5	26,0	27,0	29,0
N39	27,5	27,5	27,5	28,0	28,0	28,5	29,0	29,0	29,5	30,5
N40	30,0	29,5	28,5	27,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0	29,0

В период с 18 по 24 месяцы наблюдается относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта по всем каналам стимуляции слухового нерва.

На рисунке 41 представлены средние арифметические значения порога максимального комфорта за 2 года исследования.

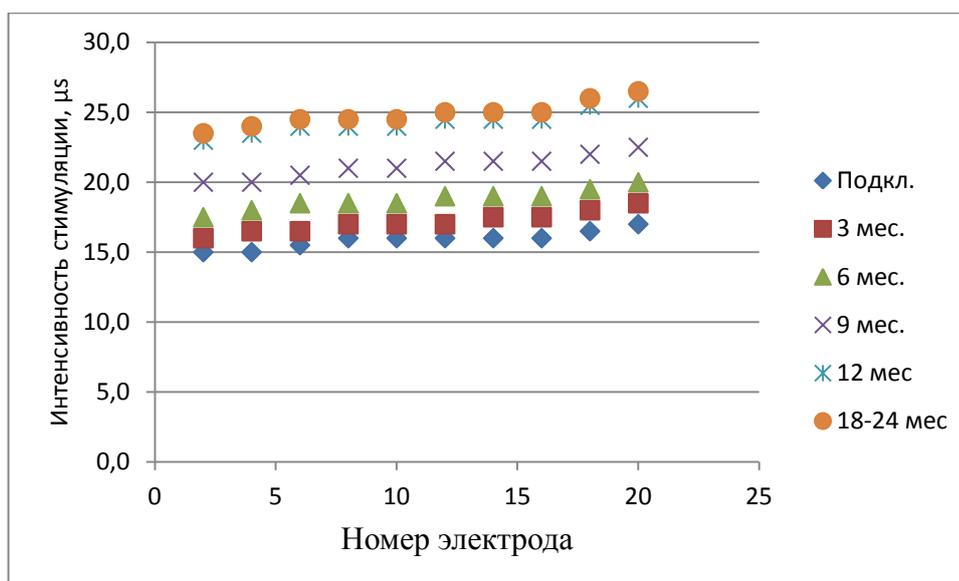


Рисунок 41 - Средние арифметические значения порога максимального комфорта (n=20)

- 3^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по каналам стимуляции с 2 по 12 в среднем на 6%, с 14 по 20 каналы в среднем на 9%.
- 6^й месяц после подключения речевого процессора – увеличение порогов максимального комфорта по каналам: с 2 – 16 электроды на 5%, с 18 - 20 электроды на 20% от предыдущего значения
- 9^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции на 5% от предыдущего значения.
- 12^й месяц после подключения речевого процессора - увеличение порогов максимального комфорта по всем каналам стимуляции в среднем на 13%.
- В период с 18 по 24 месяцы - относительно стабильная картина состояния порога дискомфорта по всем каналам стимуляции слухового нерва.

Резюме

Выявлена устойчивая тенденция к повышению порогов максимального комфорта систем кохлеарной имплантации всех производителей. Наибольшее повышение порогов наблюдалось в участках стимуляции зоны высоких частот. В период с 18 по 24 месяцы

наблюдалась относительная стабильность состояния порогов максимального комфорта всех систем. Уровни максимального комфорта кохлеарных имплантов систем Med-El, Advanced Bionics характеризовались наибольшей стабильностью в течение всего периода исследования.

ГЛАВА 7. СЛУХОВЫЕ ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ У ПАЦИЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ КОХЛЕАРНЫХ ИМПЛАНТОВ.

Кохлеарная имплантация считается наиболее эффективным решением для коррекции двусторонней тугоухости с высокими порогами слуха и глухоты. Критерии отбора пациентов на данный вид вмешательства постоянно расширяются: сегодня допустимо проводить имплантацию пациентам с т.н. «остаточным слухом» на низких частотах или грудным детям в возрасте до 1 года (до 6 месяцев). Врожденная глухота нередко сочетается с другими патологическими состояниями, как правило, со стороны центральной нервной системы (когнитивные нарушения, задержку развития, дефицит внимания), которые затрудняют субъективную оценку адекватности настройки процессора системы кохлеарной имплантации (КИ) и снижают эффективность всего процесса слухоречевой реабилитации. Информативность таких субъективных ответов зависит от возраста пациента, продолжительности «слухового опыта» и когнитивных особенностей развития. В подобных условиях объективные аудиологические тесты являются решением для оценки эффективности установленных параметров электростимуляции. В настоящее время накоплен значительный опыт по использованию для настройки процессора результатов регистрации потенциала действия слухового нерва (телеметрия слухового нерва), электрически вызванного стапедиального рефлекса. Для каждого метода определена корреляционная зависимость с порогом максимального комфорта – одного из наиболее критичных параметров настройки процессора. Определение данной характеристики для каждого из каналов стимуляции импланта (канала из каждой частотной группы) в подобных случаях является основой для создания базовой настроечной карты, на основе которой в дальнейшем будут производиться модификации с учетом поведенческих ответов пациентов. Известны случаи, когда субъективные ощущения пациента,

например ощущение максимального комфорта стимуляции, использовали для создания настроечной карты, которая, в последствии, оказывалась недостаточно эффективной по результатам сурдопедагогического тестирования. Современное программное обеспечение передовых систем КИ содержит модули всех известных электрофизиологических методик регистрации объективного ответа различных участков слухового анализатора на электростимуляцию: телеметрия ответа слухового нерва, регистрация электрически вызванного стапедиального рефлекса и электрически вызванных потенциалов мозга. Данные тесты проводят как в ходе установки импланта, так и в послеоперационном периоде для создания максимально эффективной настроечной карты. Однако одни только электрофизиологические тесты не гарантируют создание оптимальной карты прослушивания. Порог возникновения потенциала действия слухового нерва позволяет определить текущий уровень электростимуляции, при котором слуховой нерв воспринимает поступающую информацию. Стимуляция на таком уровне не будет вызывать оптимальной поведенческой реакции. Тест регистрации электрически вызванного стапедиального рефлекса дает данные о порогах стимуляции, которые превышают ощущения комфорта в начальном периоде использования системы КИ.

Для регистрации ЭКСВП в исследование были включены 16 пациентов: 4 с системами Med-El, Австрия, 4 пациента с системами Advanced Bionics, США; 4 пациента с системами Cochlear, Австралия и 4 пациента с системами Neurelec. Критерии включения пациентов в исследование:

1. диагноз – двусторонняя сенсоневральная глухота
2. отсутствие сочетанной патологии
3. нормальное анатомическое строение улитки
4. возраст пациентов – от 5 до 14 лет

Пациенты с системами Advanced Bionics (имплант HiRes 90 K 1J)

использовали речевой процессор Harmony со стратегией кодирования HiRes-S Fidelity 120; пациенты с системами Med-El (имплант Concerto) использовали речевой процессор Opus2 со стратегией кодирования FS4-p; пациенты с системами Cochlear (имплант Nucleus Freedom ST) использовали речевой процессор CP-810 со стратегией кодирования MP 1+2; пациенты с системами Neurelec (имплант Digisonic SP) использовали речевой процессор Saphyr со стратегией кодирования Crystalis 600 Hz.

Всем пациентам регистрировались ЭКСВП интраоперационно и через 6 месяцев после подключения системы КИ. Алгоритм обследования был следующим: регистрация ЭКСВП на электроде высокочастотной группы, электроде среднечастотной группы и электроде низкочастотной группы.

Единицей измерения уровней стимуляции являются токовые единицы. Программирование параметров стимуляции осуществляли через интерфейсы систем КИ (CPS для Advanced Bionics, POD для Cochlear и Dib2 для Med El) посредством соответствующего ПО (Soundwave 2.3 для Advanced Bionics, Custom Sound 4.3 для Cochlear и Maestro 4.2 для Med El). Параметры стимуляции (ширина импульса, частота стимуляции) использовали из предустановленных настроек, рекомендованных производителем систем КИ.

Для записи ЭКСВП на голове пациента фиксируют электроды: положительный на лбу пациента (граница волосистой части по средней линии), референтные на область сосцевидных отростков, заземляющий на лбу, под положительным электродом. Регистрацию ЭКСВП проводили с ипсилатерального электрода. Параметры фильтра 10 – 3000 Гц. Стимуляция осуществляли через речевой процессор на имплант. Запись ответов проводили с помощью системы Auriga, Pilot Blankenfelde (Германия), синхронизированной с программатором. Параметры регистрации: окно анализа 10 мс. Регистрацию ответов проводили с трех электродов, располагающихся в зоне стимуляции: высокочастотной

группы, среднечастотной группы, низкочастотной группы. Шаг изменения интенсивности стимуляции составлял 10 СУ.

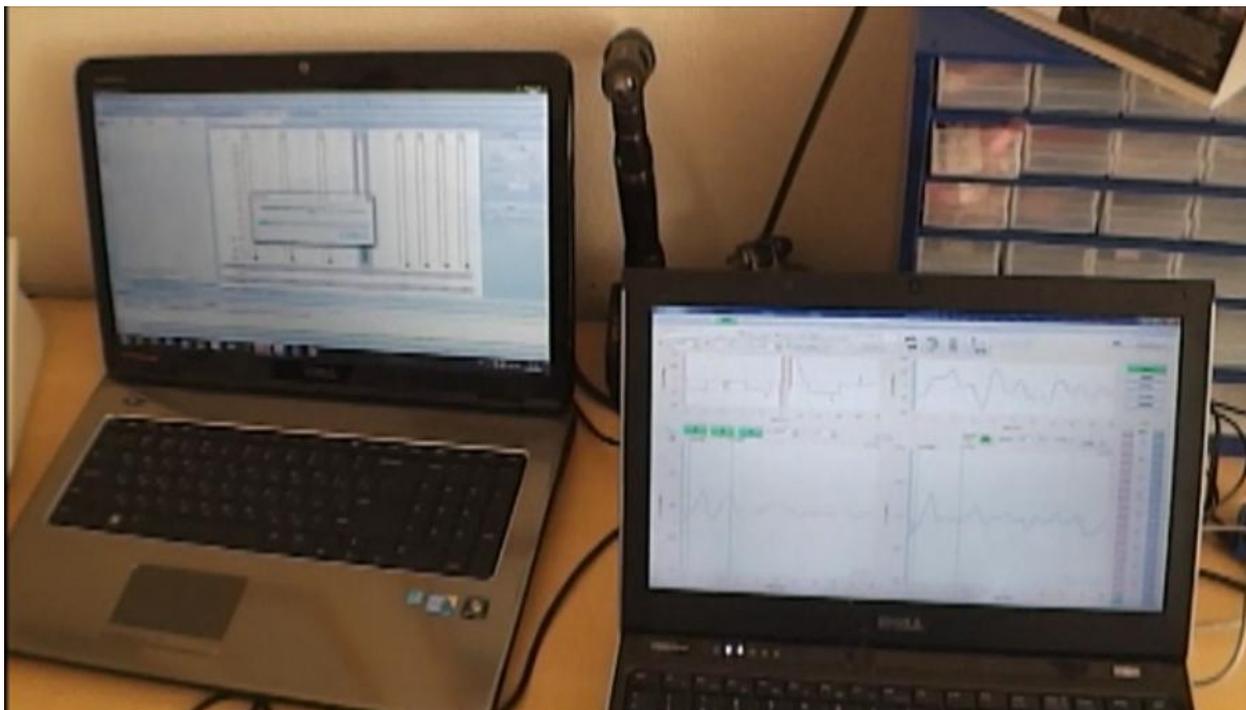


Рисунок 42 - Регистрация эКСВП у пациента с кохлеарным имплантом системы Med-El.

Как показано на рисунке 42, стимуляция кохлеарного импланта и регистрация вызванных потенциалов действия проводятся с использованием двух персональных компьютеров. В процессе регистрации оценивали V пик эКСВП в промежутке со 2-й по 5 мс. Порогом эКСВП считали минимальную величину стимула, при которой визуализируется V пик.

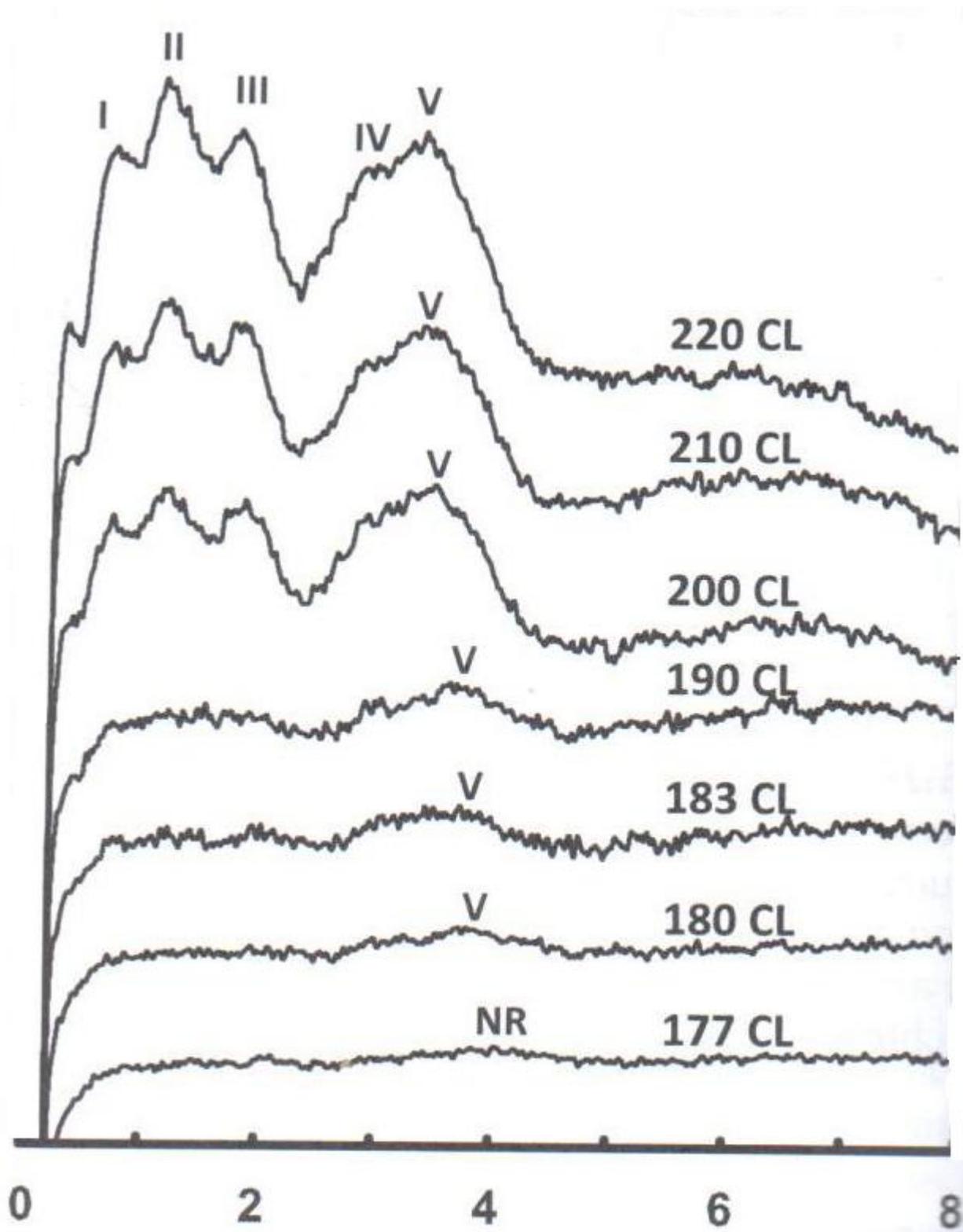


Рисунок 43 - Регистрация ЭКСВП у пациента с кохлеарным имплантом системы Cochlear через 6 месяцев после имплантации.

Как видно из рисунка 43, V пик регистрируется на 3.8 мс, при увеличении силы стимулирующего тока происходит снижение латентности и увеличение амплитудных характеристик пика. Порогом восприятия

считали минимальную силу тока, при которой визуализируется V пик, т.е. 180 единиц силы тока.

В таблице 59 приведены результаты регистрации эКСВП (время возникновения V пика) различных систем кохlearной имплантации при интраоперационном мониторинге системы кохlearной имплантации.

Таблица 59 - Время возникновения V пика интраоперационно

Пациент	Зона низких частот (мс)	Зона средних частот (мс)	Зона высоких частот (мс)
AB41	3,58	3,67	3,62
AB42	4,01	3,98	4,03
AB43	3,51	3,56	3,58
AB44	3,89	3,84	3,8
C41	3,62	3,71	3,68
C42	3,74	3,72	3,7
C43	3,98	4,01	4,03
C44	4,03	4,1	4,13
M41	4,02	4,13	4,07
M42	3,82	3,85	3,8
M43	3,56	3,7	3,63
M44	4,05	4,13	4,18
N41	4,12	4,09	4,15
N42	4,03	4,05	4,12
N43	3,8	3,9	3,85
N44	4,01	4,1	4,19

Как видно из таблицы 59, была проведена регистрация эКСВП 16ти пациентам, запись проводилась на 3х электродах, т.е. количество измерений составило 48. V пик зарегистрирован во всех случаях, латентность порогового пика находилась в диапазоне от 3.5 мс до 4.2 мс.

В таблице 60 приведены результаты регистрации эКСВП (время возникновения V пика) различных систем кохlearной имплантации через 6 месяцев после кохlearной имплантации.

Таблица 60 - Время возникновения V пика через 6 месяцев после кохлеарной имплантации.

	Зона низких частот (мс)	Зона средних частот (мс)	Зона высоких частот (мс)
AB41	3,5	3,63	3,58
AB42	4,05	4,02	3,98
AB43	3,65	3,61	3,57
AB44	3,95	3,9	3,85
C41	3,7	3,68	3,71
C42	3,5	3,55	3,62
C43	3,78	3,81	3,9
C44	4,19	4,08	4,16
M41	3,91	3,98	3,97
M42	4,12	4,15	4,1
M43	3,78	3,85	3,75
M44	3,98	3,9	4,05
N41	4,1	4,15	4,17
N42	4,01	4,02	3,98
N43	4,01	3,91	3,87
N44	4,12	4,19	4,12

Как видно из таблицы 60, через 6 месяцев после подключения речевого процессора была проведена регистрация ЭКСВП 16ти пациентам, запись проводилась на 3х электродах, т.е. количество измерений составило 48. V пик зарегистрирован во всех случаях, латентность порогового пика находилась в диапазоне от 3.5 мс до 4.2 мс, как и в случае итраоперационного тестирования.

Минимальную интенсивность стимула, при которой визуализируется V пик, принимали как порог максимального комфорта при настройке речевого процессора кохлеарного импланта. Оценка результатов настройки проводилась под контролем сурдопедагогов. В 14 случаях проводилась тональная пороговая аудиометрия в свободном звуковом

поле, в 2х случаях у детей младшей возрастной группы звуковые ощущения оценивали по непроизвольным реакциям (поворот головы, движения глаз, моргание и т.д.). Во всех случаях реакции дискомфорта выявлено не было, отмечалась положительная реакция на звуковой раздражитель, выявлены субъективные пороги звуковосприятия по данным тональной пороговой аудиометрии (рис. 44-47).

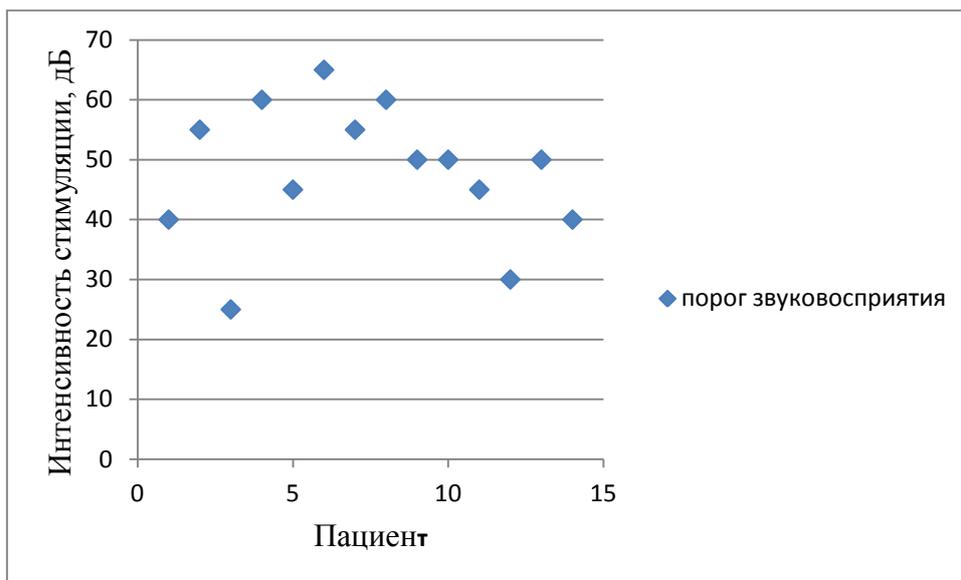


Рисунок 44 - Результаты проведения тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле на частоте 500 Гц (n=14).

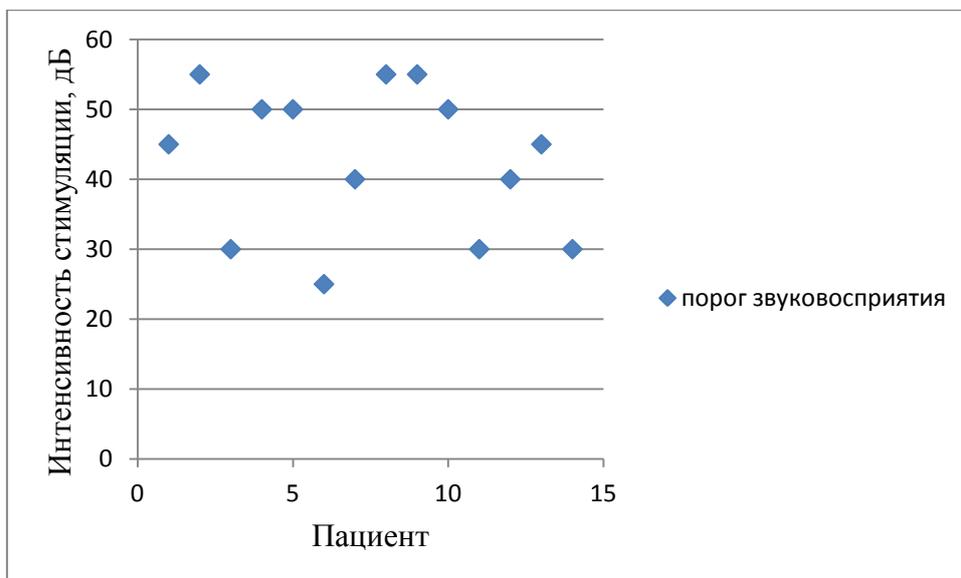


Рисунок 45 - Результаты проведения тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле на частоте 1000 Гц (n=14).

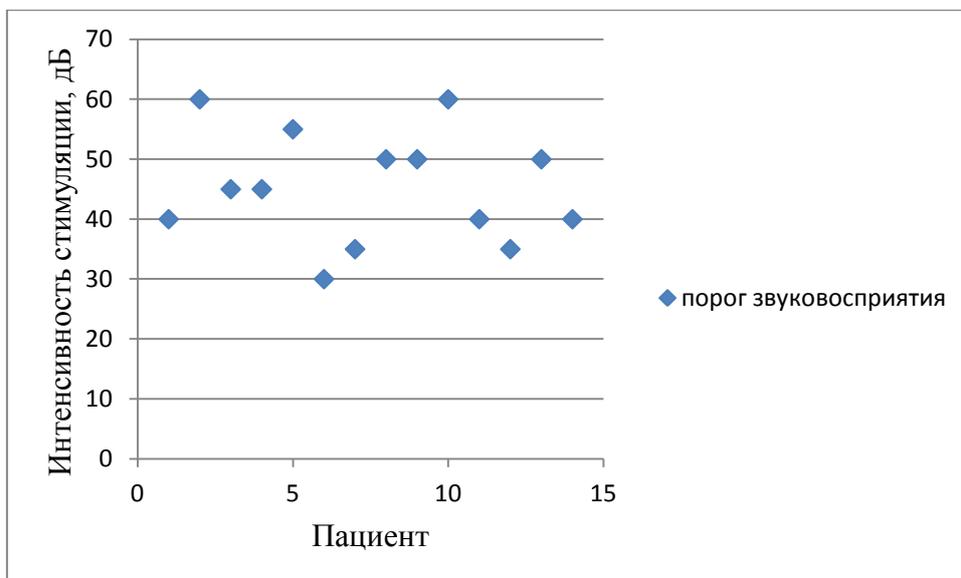


Рисунок 46 - Результаты проведения тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле на частоте 2000 Гц (n=14).

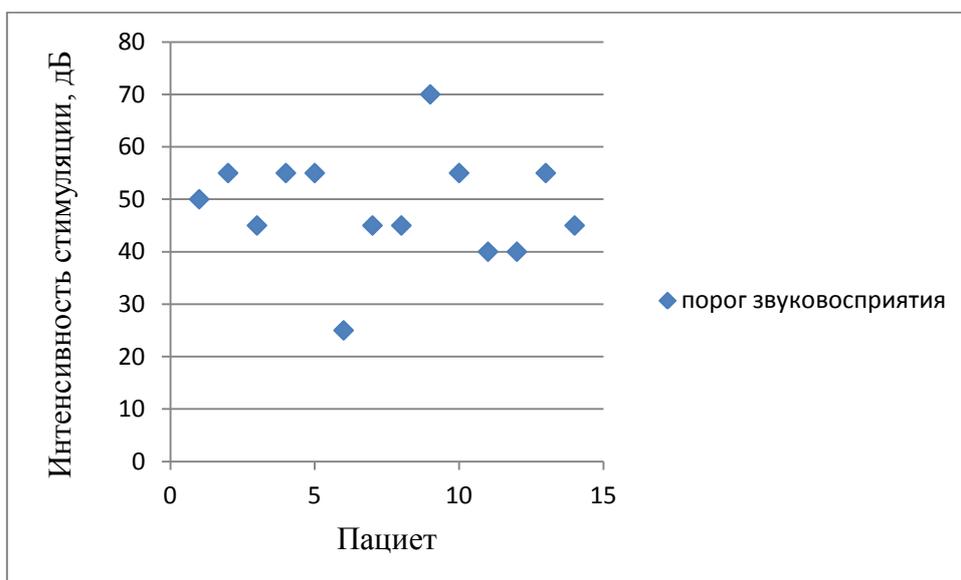


Рисунок 47 - Результаты проведения тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле на частоте 4000 Гц (n=14).

Как видно из рисунков 44 - 47, пороги звуковосприятия по данным тональной пороговой аудиометрии находились в пределах 25 - 70 дБ (частотный диапазон с 500 Гц до 4 к Гц), 80% полученных порогов находятся в диапазоне 40-70 дБ. Учитывая отсутствие дискомфортной реакции, можно сделать промежуточный вывод, что порог возникновения V пика на ЭКСПВ может быть использован в качестве максимально комфортного уровня стимуляции кохлеарного импланта, что создает

предпосылки для создания индивидуальной карты прослушивания, с которой пациент воспринимает окружающие звуки и он не перестимулирован.

Схожие результаты показывает телеметрия потенциала действия слухового нерва, данный тип объективного тестирования входит в программное обеспечение кохлеарных имплантов Advanced Bionics, Cochlear, Med-El. При этом отсутствует необходимость использования дополнительных устройств (тест проводится посредством стандартного оборудования для настройки речевого процессора кохлеарного импланта). Время проведения телеметрии потенциала действия составляет на 1 электрод:

минимальное значение – 40 секунд;

максимальное значение - 2 минуты 40 секунд.

Для сравнения временных характеристик, во время проведения ЭКСВП проводилась автоматическая фиксация времени проведения теста на отдельном электроде. Для исключения дискомфортной реакции, стимуляцию проводили с минимальных величин силы тока, постепенно повышая громкость до визуализации V пика. Временные характеристики, затраченные на регистрацию ответа приведены в таблице 61.

Таблица 61 - Временные характеристики, затраченные на регистрацию V пика.

Система кохлеарной имплантации	Зона низких частот	Зона средних частот	Зона высоких частот
AB41	5'40''	7'10''	12'40''
AB42	6'20''	5'10''	8'30''
AB43	4'50''	6'30''	7'20''
AB44	8'10''	5'10''	5'40''
C41	4'40''	5'20''	5'20''
C42	9'40''	8'10''	6'30''

C43	5`20``	7`40``	5`50``
C44	6`00``	5`30``	5`10``
M41	8`40``	6`30``	5`20``
M42	4`40``	5`10``	6`20``
M43	7`20``	6`10``	7`40``
M44	5`20``	4`40``	7`50``
N41	7`30``	6`20``	4`10``
N42	6`10``	5`30``	4`50``
N43	8`40``	7`40``	6`20``
N44	5`30``	6`20``	4`40``

Из таблицы 61 видно, что минимальное время, затрачиваемое на поиск порога возникновения V пика, составляет 15 минут, максимальное 25 минут. Следует иметь ввиду, что время исследования может увеличивать субъективный поведенческий компонент.

Пример 1.

Выписка из амбулаторной карты больного В.Н., 2-х лет. Состояние после кохлеарной имплантации справа. Система кохлеарной имплантации Med-EI (имплант Concerto), речевой процессор Opus2 со стратегией кодирования FS4-p. Оценить субъективную реакцию дискомфорта не представляется возможным. При регистрации эКСВП был зарегистрирован V пик, после чего уменьшали стимуляцию до его исчезновения (рис. 48).

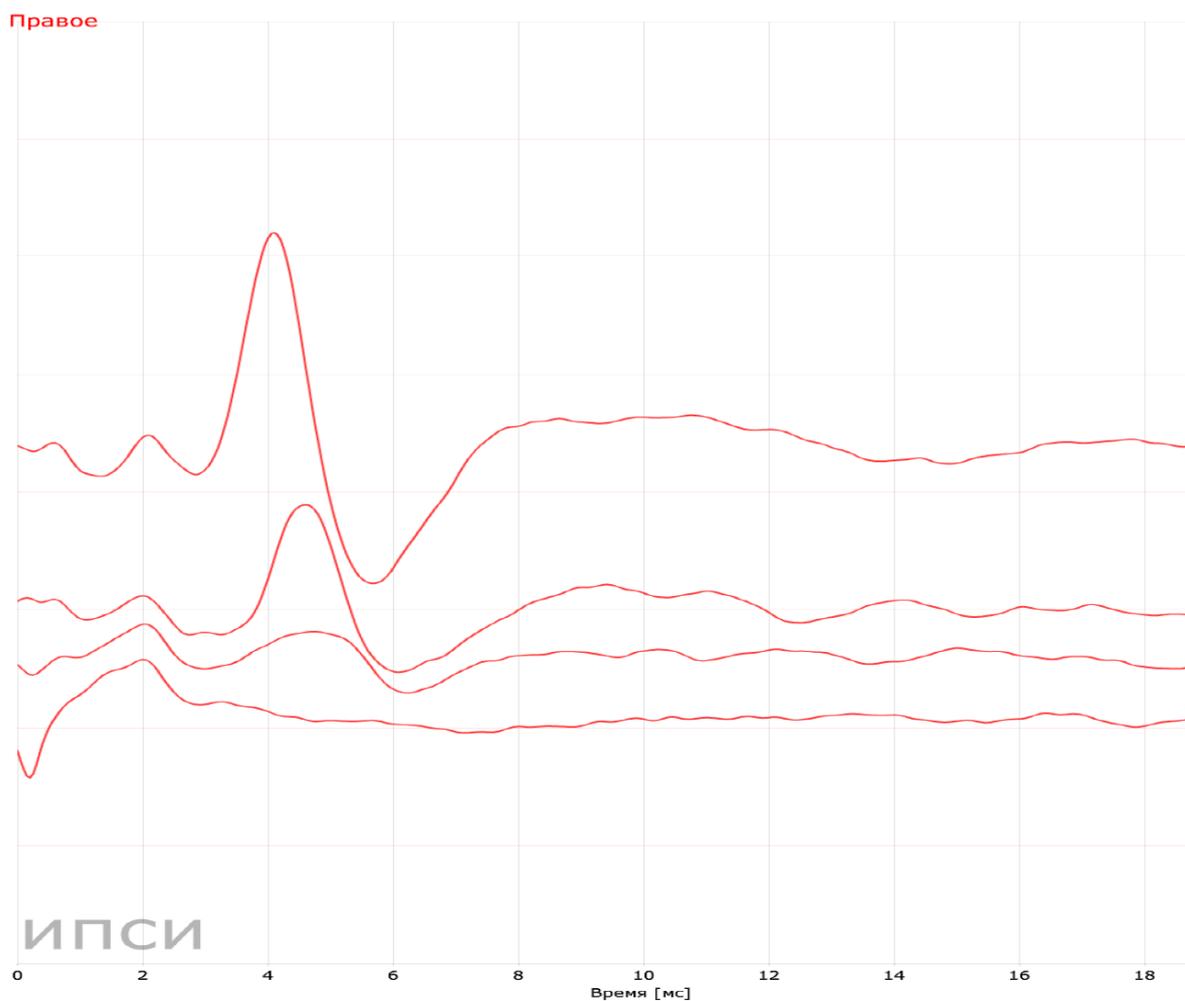


Рис. 48. Зарегистрированный V пик по данным ЭКСВП

Порог исчезновения принимали за уровень дискомфортной стимуляции. Полученная программа прослушивания характеризовалась отсутствием реакции дискомфорта на громкие звуки. Субъективная реакция на звуковой раздражитель была положительна (спонтанная произвольная реакция на звуковой раздражитель).

Резюме

Порог возникновения V пика на ЭКСВП может быть использован в качестве максимально комфортного уровня стимуляции кохлеарного импланта, что создает предпосылки для создания индивидуальной карты прослушивания, с которой пациент воспринимает окружающие звуки и он не перестимулирован. Однако временные характеристики, необходимость

использования дополнительного оборудования, возможный негативный поведенческий компонент не дают возможность широкого применения данного типа теста. ЭКСВП возможно использовать при отсутствии функции телеметрии потенциала действия, либо как источник объективных данных о звуковосприятии в рамках доказательной медицины.

ГЛАВА 8. МЕТОДИКА ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ ЗВУКОВОСПРИЯТИЯ ПАЦИЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СИСТЕМЫ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Как известно, у детей младшей возрастной группы (до 6 лет) после операции кохлеарной имплантации настройка звукового процессора с применением традиционных субъективных (основанных на ответах пациента) методиках зачастую бывает затруднена. Определение уровня дискомфорта при настройке процессора проводят при помощи так называемых объективных методик, когда ответ от пациента не требуется. Одной из таких методик является регистрация электрически вызванного стапедиального рефлекса — непроизвольного сокращения стременной мышцы среднего уха в ответ на стимуляцию чрезмерными (дискомфортными) параметрами тока слухового импланта. Методику выполняют при помощи акустического импедансометра (тимпанометра). Полученные значения дискомфорта используют для создания индивидуальной карты прослушивания звукового процессора.

Вышеуказанный способ имеет свои недостатки, а именно:

1. Необходимость задействовать контралатеральное ухо, что затрудняет подвижность головы и способствует развитию состояния дискомфорта во время тестирования.
2. Пороги рефлекса в ряде случаев не соответствуют собственным ощущениям дискомфорта (психофизическим порогам комфорта).

Чтобы устранить вышеперечисленные недостатки, нами предложен способ оценки комфорта настройки параметров звукового процессора системы кохлеарной имплантации, включающий определение порогов дискомфорта электростимуляции слухового нерва путем регистрации устойчивой глазодвигательной реакции (сужения зрачков) в ответ на подачу чрезмерного электрического стимула.

Способ заключается в следующем: пациента усаживают в кресло и надевают очки с модулем видеоокулографии. Мы использовали систему

(очки) VisualEyes™ компании Micromedical. В техническом перечне тестов прибора имеется проведение пупиллометрии — метода исследования, основанного на регистрации величины зрачка и динамике ее изменения. Используемые очки не только фиксируют движения и динамику изменения величины зрачка, но и одновременно сужают поле зрения пациента, что ликвидирует возможность фокусировки взгляда на другие зрительные раздражители. Посторонние окружающие звуки во время исследования также не могли приводить к недостоверным результатам, т.к. кохлеарный имплант был подключен к персональному компьютеру врача-сурдолога-оториноларинголога, в связи с чем пациент слышал только стимуляцию с компьютера (рис. 49). Данные о величине зрачка были представлены на экране монитора в виде графика зависимости площади зрачка от времени.

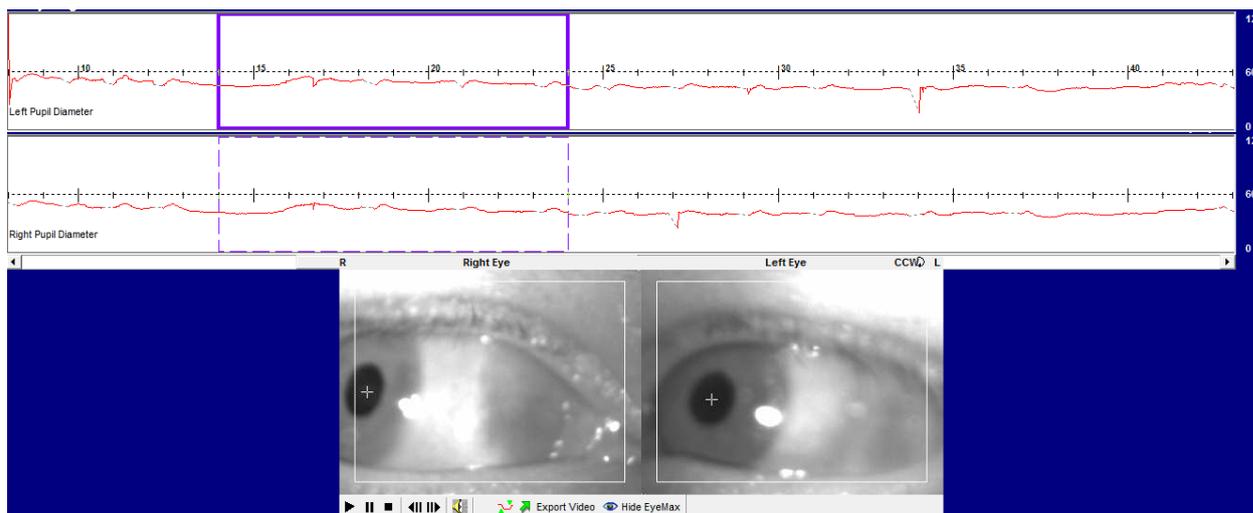


Рисунок 49 - Проведение видеоокулографии.

Были сформированы две группы пациентов, перенесших кохлеарную имплантацию на стадии 9 месяцев после подключения речевого процессора. Первая группа состояла из постлингвальных пациентов в возрасте от 20 до 45 лет (20 пациентов). Во вторую группу вошли долингвальные пациенты в возрасте от 3 до 5 лет с врожденной глухотой в анамнезе (20 пациентов).

В первой группе (контрольная группа), состоящей из постлингвальных пациентов, были выявлены пороги дискомфорта по

субъективной реакции на стимуляцию. При воздействии электрическими стимулами подпороговых значений диаметр зрачка был подвержен незначительным изменениям, которые регистрировались системой. При подаче на кохлеарный имплант стимула пороговой величины происходило сужение зрачка, что графически выражалось в резком изменении значений площади зрачка, значительно превышающих колебания величины зрачка при подпороговой стимуляции (рис. 50).

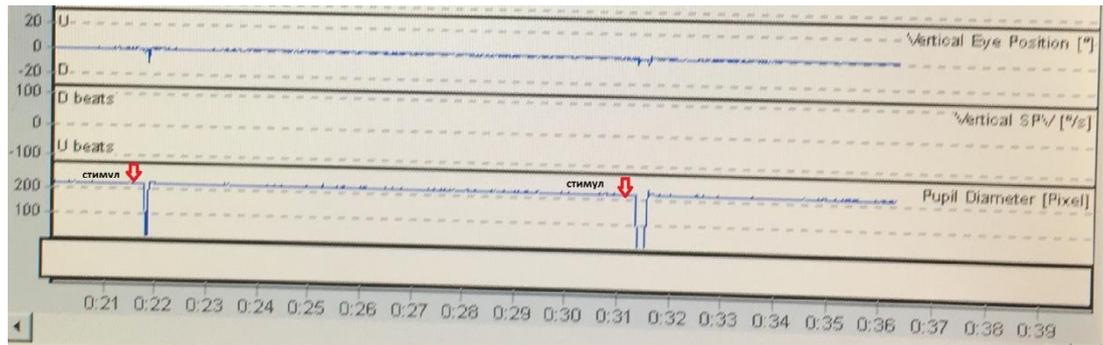


Рисунок 50 - Регистрация видеоокулографии.

Достоверное сужение зрачка определяли по его стойким изменениям диаметра (не менее 3х раз) в ответ на электрический сигнал, посылаемый через кохлеарный имплант. У всех 20ти пациентов при подаче сигнала на уровне дискомфорта наблюдалось сужение зрачка, процент сужения которого представлен на рисунке 51.

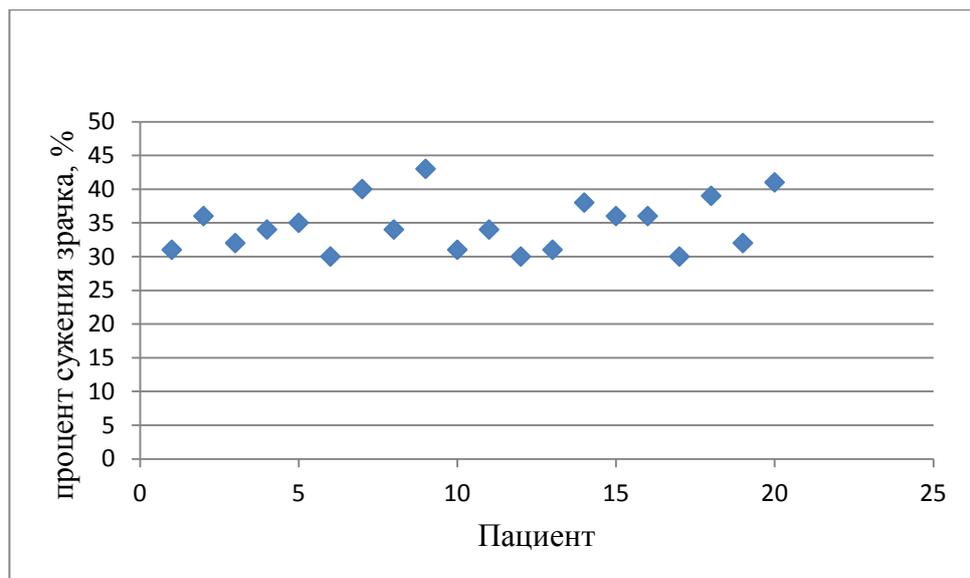


Рисунок 51 - Распределение сужений зрачка по его процентному отклонению.

Как видно из рисунка 51, при подаче стимула на величину, характеризующую порог дискомфорта, происходит сужение зрачка в диапазоне 30 – 40% от его исходного размера.

В дальнейшем проводилось исследование в группе с долингвальными пациентами. Порог дискомфорта устанавливали на уровне стимуляции, с 30% сужением зрачка от первоначального значения. После создания индивидуальной карты прослушивания проводились занятия с сурдопедагогом для обнаружения реакции дискомфорта. Реакции дискомфорта во всех случаях обнаружено не было. Следующим этапом проводилась тональная пороговая аудиометрия, по данным которой, пороги звуковосприятия находились в диапазоне от 25 до 45 дБ, как показано на рисунках 52-55.

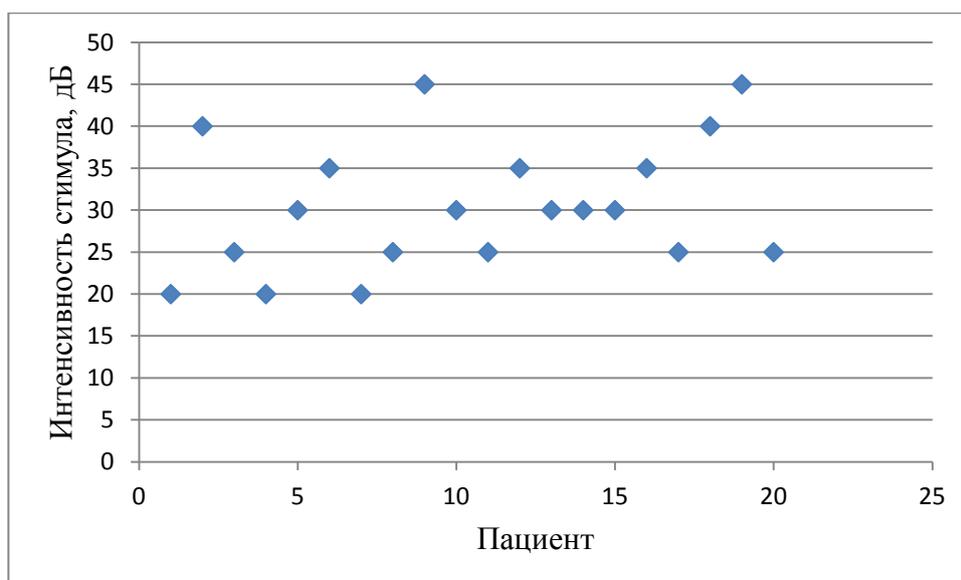


Рисунок 52 - Распределение порогов звуковосприятия по данным тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле на частоте 500 Гц.

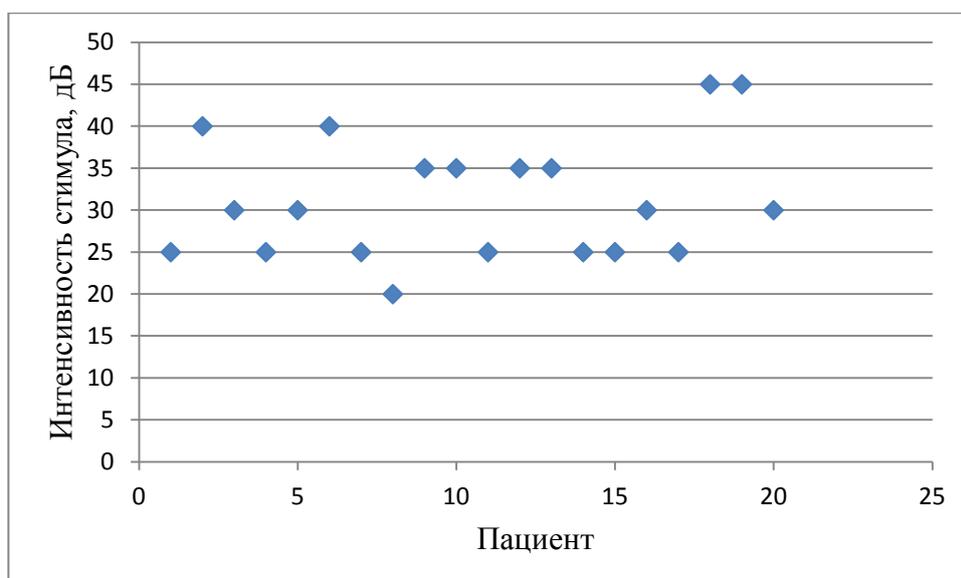


Рисунок 53 - Распределение порогов звуковосприятия по данным тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле на частоте 1000 Гц.

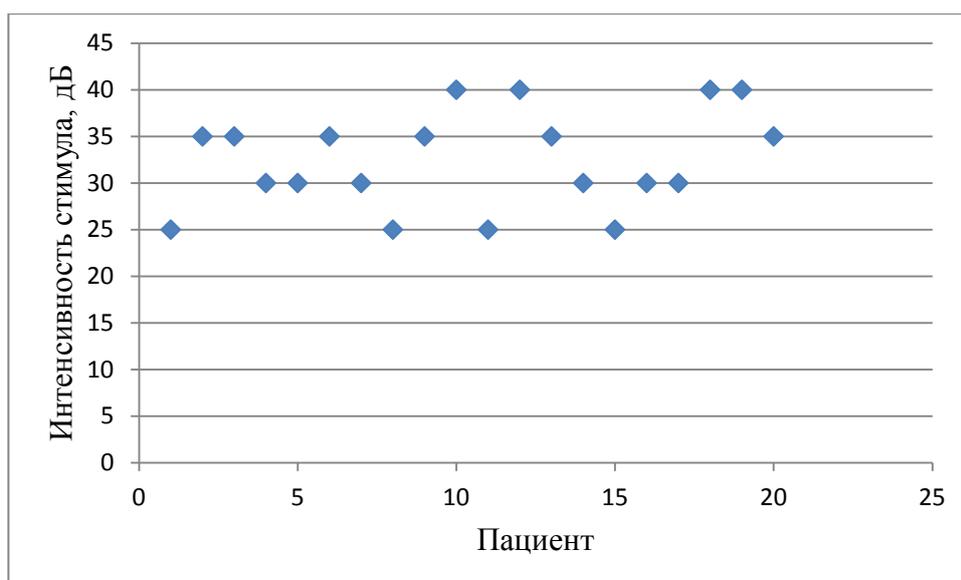


Рисунок 54 - Распределение порогов звуковосприятия по данным тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле на частоте 2000 Гц.

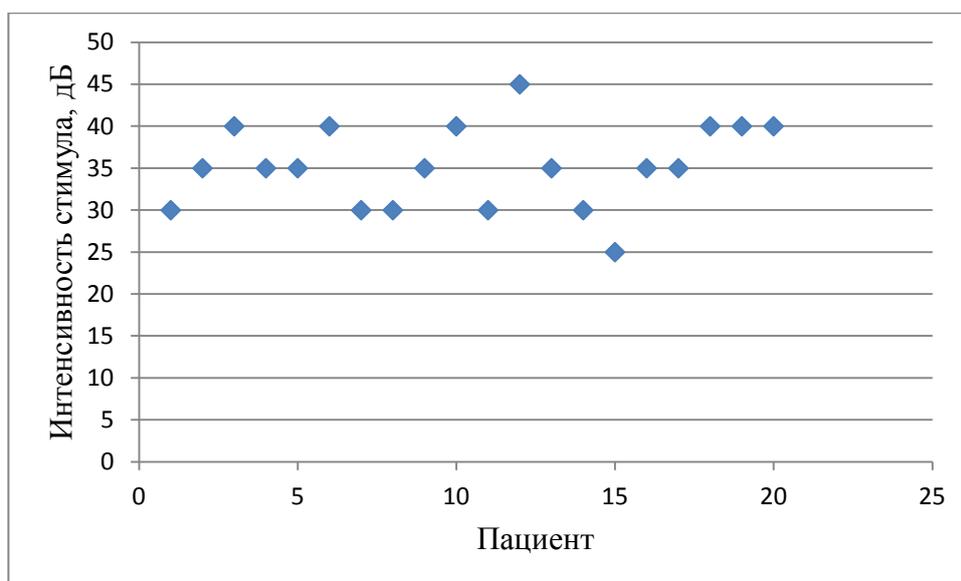


Рисунок 55 - Распределение порогов звуковосприятия по данным тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле на частоте 4000 Гц.

Учитывая отсутствие реакции дискомфорта на громкие звуки, пороги звуковосприятия, соответствующие первой степени тугоухости, можно сделать вывод, что уровень комфорта индивидуальной карты прослушивания установлен оптимально.

По данной методике получен патент Российской Федерации RU 2 589 668 С1 «Способ оценки комфорта настройки параметров звукового процессора системы кохлеарной имплантации» от 10.07.2016г.

Клинический пример 1.

Выписка из амбулаторной карты больного А.С., 4-х лет. Пациент с системой кохлеарной имплантации Med-EI (имплант Concerto), использовал речевой процессор Opus2 со стратегией кодирования FS4-p, не в состоянии передать собственные ощущения от комфорта/дискомфорта настройки процессора. Проведение методики регистрации электрически вызванного стапедиального рефлекса не представлялось возможным, в связи с атрезией наружного слухового прохода. При проведении видеоокулографии с использованием системы VisualEyes™ компании Micromedical при последовательном увеличении интенсивности стимуляции (от 5 единиц силы тока) наблюдалось недостоверное сужение

зрачка, при достижении определенной величины стимула (16 единиц силы тока) наблюдалось сужение зрачка на 35% по сравнению с исходными его размерами, что позволило определить наступление ощущения дискомфорта, а также пороговую величину подаваемого стимула. Полученные данные позволили создать оптимальную программу прослушивания.

Клинический пример 2.

Выписка из амбулаторной карты больного Е.И., 4-х лет. Пациент с системой кохлеарной имплантации Advanced Bionics (имплант HiRes 90 K 1J) использовал речевой процессор Harmony со стратегией кодирования HiRes-S Fidelity 120. В связи с возрастом пациента оценить субъективную реакцию дискомфорта не представлялось возможным. При проведении видеоокулографии с использованием системы VisualEyes™ компании Micromedical при последовательном увеличении интенсивности стимуляции до 200 единиц силы тока наблюдалось сужение зрачка (30% по сравнению с исходными его размерами), что позволило определить наступление ощущения дискомфорта, а также пороговую величину подаваемого стимула. Полученные данные позволили создать оптимальную программу прослушивания.

Клинический пример 3.

Выписка из амбулаторной карты больного А.П., 10-ти лет (рис. 56). Пациент с системой кохлеарной имплантации Neurelec (имплант Digisonic SP) использовал речевой процессор Saphyr со стратегией кодирования Crystalis 600 Hz. В связи с особенностями поведения ребенка, реакцию дискомфорта определить не представлялось возможным. При проведении видеоокулографии с использованием системы VisualEyes™ компании Micromedical при последовательном увеличении интенсивности стимуляции до 20 единиц силы тока наблюдалось сужение зрачка (40% по сравнению с исходными его размерами), что позволило определить наступление ощущения дискомфорта, а также пороговую величину

подаваемого стимула. Полученные данные позволили создать оптимальную программу прослушивания.

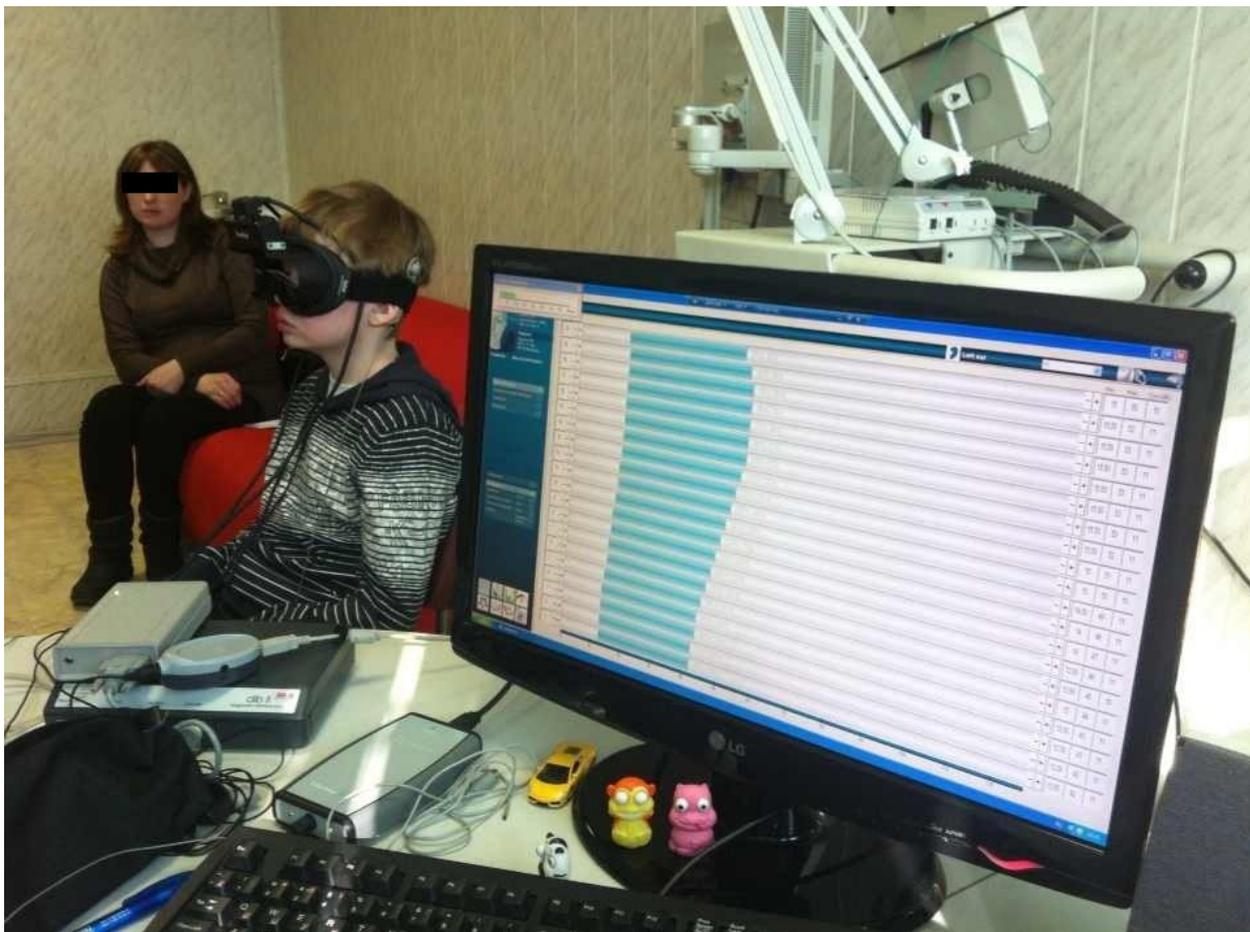


Рис. 56. Пример проведения видеоокулографии имплантированному пациенту

Клинический пример 4.

Выписка из амбулаторной карты больного Н.А., 30-ти лет (рис. 57). В анамнезе травма головы, явившаяся причиной глухоты. Пациент с системой кохлеарной имплантации Cochlear (имплант Nucleus Freedom ST) использовали речевой процессор CP-810 со стратегией кодирования Ace MP 1+2. Реакцию дискомфорта пациент оценить не мог, стапедиальный рефлекс на контралатеральном ухе отсутствовал. При проведении видеоокулографии с использованием системы VisualEyes™ компании Micromedical при последовательном увеличении интенсивности стимуляции до 150 единиц силы тока наблюдалось сужение зрачка (30% по сравнению с исходными его размерами), что позволило определить

наступление ощущения дискомфорта, а также пороговую величину подаваемого стимула. Полученные данные позволили создать оптимальную программу прослушивания.



Рис. 57. Пример проведения видеоокулографии имплантированному пациенту

Резюме

- Проведение видеоокулографии у пациентов в возрасте до 6ти лет и пациентов из неконтактной группы после кохлеарной имплантации позволяет получить объективные данные о порогах комфорта электрической стимуляции.
- Регистрация реакции зрачка путем определения его площади и ее изменения в ответ на пороговый электрический стимул позволяет объективизировать процесс исследования.

- При подаче стимула на величину, характеризующую порог дискомфорта, происходит сужение зрачка в диапазоне 30 – 40% от его исходного размера.
- Используя данные видеоокулографии возможно создать индивидуальную карту прослушивания имплантированного пациента. Используя данную карту, пациент будет не перестимулирован, пороги звуковосприятия по данным тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле будут соответствовать первой степени тугоухости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расширение арсенала технологий коррекции нарушений слуха создает дополнительные возможности для оказания высокотехнологичной медицинской помощи и ее доступности для населения, в том числе, и в сфере кохлеарной имплантации. Вопрос выбора системы кохлеарной имплантации носит не только медицинский характер, но и технический характер, определяющий особенности использования и технического обслуживания продукта.

В настоящее время в Российской Федерации сертифицированы 4 вида системы кохлеарной имплантации:

- Advanced Bionics
- Cochlear
- Med-El
- Neurelec

Несмотря на общие принципы работы между кохлеарными имплантами, существуют индивидуальные различия в режимах их работы, в качестве звука, предоставляемого пользователю, объективной информации о функционировании систем и различных параметров программирования, в связи с чем появилась необходимость определить критерии выбора критических параметров настройки систем кохлеарной имплантации для прогнозирования максимальной эффективности реабилитации.

Обработаны данные 246 больных, которым в разные годы была проведена операция КИ: 100, 70, 36, 25, 15 человек в 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 гг. соответственно. У всех пациентов на момент исследования операция была проведена с одной стороны, пациенты с бинауральной кохлеарной имплантацией в исследование включены не были.

Кохлеарная имплантация – наиболее эффективный способ реабилитации детей с глубокими потерями слуха. Для выявления

патологии слухового анализатора на всей территории Российской Федерации введена программа неонатального аудиологического скрининга. Для прогнозирования необходимого количества систем кохлеарной имплантации в рамках данной работы проводился анализ программы универсального аудиологического скрининга новорожденных и детей первого года жизни в период с 2013 по 2015 гг. Учитывались следующие показатели: число новорожденных, процент охвата населения первым этапом аудиологического скрининга, процент охвата населения вторым этапом аудиологического скрининга. Анализ программы неонатального аудиологического скрининга за 2013 – 2015 гг. показал:

1. Показатель охвата первым этапом аудиологического скрининга носит стабильно высокий характер и составляет более 95%
2. Показатель охвата вторым этапом аудиологического скрининга характеризуется стабильным ростом
3. Процент новорожденных с врожденной тугоухостью составил 0.3% за три года исследования

Проводился анализ количества реабилитационных мероприятий, проводимых на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Были отобраны 120 пациентов (30 систем Advanced Bionics, 30 систем Cochlear, 30 систем Med-El, 30 систем Neurelec), которым была проведена односторонняя кохлеарная имплантация на базе ФГБУ НКЦО ФМБА России в возрасте до трех лет. Подключение речевого процессора, последующие настроечные сессии через 3, 6, 9, 12, 18, 24 месяца после подключения проводились на базе ФГБУ НКЦО ФМБА России, в эти же сроки проводились занятия с педагогом-дефектологом (сурдопедагогом) в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Центр реабилитации (для детей с нарушением слуха)» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Данные сроки были выбраны для контроля возможных

дополнительных реабилитационных мероприятий. Внеплановые занятия с педагогом-дефектологом могли возникнуть в связи с резким нарастанием межэлектродного сопротивления, изменением уровня порога дискомфорта в период между измерениями, смены индивидуальной карты стимуляции имплантированного пациента.

При работе с системой кохлеарной имплантации Cochlear дополнительных сессий занятий в реабилитационном Центре не понадобилось, несмотря на смену карты стимуляции у пациентов в связи с нарастанием межэлектродного сопротивления, а также при смене карты стимуляции при превышении уровня максимального комфорта порога «compliance». Данный результат может быть связан с тем, что смена карты стимуляции проводилась на поздних сроках слухоречевой реабилитации, когда у пациентов была выработана условно-двигательная реакция на стимуляцию, некоторые пациенты более старшего возраста к этому времени уже могли описать свое субъективное восприятие громкости.

При работе с системами Med-El и Advanced Bionics, у которых отмечены стабильные картины межэлектродного сопротивления, а также повышение уровня максимального комфорта, свойственное всем системам, дополнительных реабилитационных сессий также не потребовалось.

У двух пациентов с системами Neurelec (пациентам проведена кохлеарная имплантация в возрасте 1 год и 2 месяца и 1 год и 3 месяца соответственно) понадобилась дополнительная реабилитационная сессия на раннем этапе слухоречевой реабилитации. У данных пациентов не были зарегистрированы пороги стапедиального рефлекса интраоперационно, субъективную реакцию на стимуляцию оценить не представлялось возможным в связи с особенностями поведения пациентов, проведение телеметрии потенциала действия в системе Neurelec не предусмотрено. В одном случае, в связи с выходом из строя речевого процессора, в срок 14 месяцев после его подключения понадобились дополнительные сурдопедагогические тестирования с новым речевым процессором.

Пациент показывал субъективно дискомфортную реакцию на стимуляцию с прежними уровнями стимуляции.

Одним из объективных показателей функционирования кохлеарного импланта является межэлектродное сопротивление (импеданс). Регистрацию данного параметра проводят при помощи интерфейса импланта, с помощью которого происходит оценка электрического сопротивления тока, подаваемого на окружающие электрод ткани. Уровень межэлектродного сопротивления напрямую влияет на энергопотребление заряда элементов питания процессора. Чем ниже импеданс, тем ниже энергозатраты звукового процессора и соответственно ниже стоимость обслуживания питанием речевого процессора. Измерение межэлектродного сопротивления также дает возможность оценить адекватность работы импланта и возможно, прогнозировать выход из строя изделия. В процессе тестирования возможно выявление короткого или открытого замыкания, как в ходе интраоперационного мониторинга, так и в послеоперационном периоде. Подобные нарушения оказывают негативное влияние на звуковые ощущения пациента и должны быть исправлены в ходе регулярного тестирования. В рамках данной работы было проведено сравнение различных алгоритмов измерения межэлектродного сопротивления. Показано, что кохлеарный имплант Cochlear имеет самый нестабильный и самый высокий импеданс, в некоторых случаях его нестабильность приводит к смене стратегии стимуляции. Импеданс систем кохлеарной имплантации Med-El, Neurelec, Advanced Bionics имел относительную стабильность в течение всего периода исследования.

Телеметрия потенциала действия слухового нерва (телеметрия нервного ответа) - это проведение регистрации электрически вызванного потенциала действия слухового нерва. Телеметрия нервного ответа даёт информацию о правильности установки электродной системы кохлеарного импланта и сохранности невральные элементов слухового нерва на всем

протяжении улитки. Также телеметрия даёт информацию для настройки речевого процессора у детей первых лет жизни.

При стимуляции волокон слухового нерва посредством кохлеарного импланта субъективное восприятие громкости не всегда соответствует объективной картине регистрации вызванного потенциала слухового нерва. В связи с чем возможна «перестимуляция» пациента, т.е. подача звука интенсивностью большей, чем субъективный порог дискомфорта. Тестирование на дискомфортной для пациента интенсивности приводит к смене поведения пациента, потере контакта с врачом, что в свою очередь может привести к невозможности дальнейшей работы с пациентом и отказа от пользования системой.

Алгоритм регистрации ответа слухового нерва встроен в базовую программу работы с речевым процессором только у трех систем:

- Advanced Bionics (алгоритм регистрации: «NRI»)
- Cochlear (алгоритм регистрации: «autoNRT»)
- Med-El (алгоритм регистрации: «ART»)
- Neurelec (отсутствует данный тип теста)

В ходе исследования проводилась регистрация вызванного потенциала действия слухового нерва в момент подключения речевого процессора к кохлеарному импланту через 6-8 недель после операции. Оказалось, что на момент подключения речевого процессора к кохлеарному импланту наибольшую эффективность показал алгоритм проведения телеметрии нервного ответа autoNRT. Наличие субъективного компонента (установка диапазона стимуляции вручную), временной фактор могут приводить к субъективной реакции дискомфорта пациента при проведении теста. Начиная с шестого месяца после подключения речевого процессора, наблюдается стабильная картина телеметрии потенциала действия слухового нерва.

Динамический диапазон карты слуховой стимуляции складывается из двух компонентов: порог слухового дискомфорта, порог звуковосприятия

Порог звуковосприятия – минимальная энергия звукового колебания, вызывающая ощущение восприятия звука

Порог слухового дискомфорта - минимальная энергия звукового колебания, вызывающая ощущение давления или боли в ухе. Порог максимального комфорта имплантированного пациента (порог дискомфорта) – показатель стимуляции кохлеарного импланта, превышение которого приводит к возникновению болевых ощущений. Порог максимального комфорта имеет важнейшее значение для настройки стимуляции речевого процессора кохлеарного импланта. Установив порог дискомфорта на различных частотах стимуляции, у врача сурдолога-оториноларинголога появляется возможность составить динамический диапазон карты слуховой стимуляции. Была проведена сравнительная оценка изменения порогов слухового комфорта при использовании различных систем кохлеарной имплантации. Выявлена устойчивая тенденция к увеличению порогов максимального комфорта систем кохлеарной имплантации всех производителей. Наибольшее увеличение порогов наблюдалось в участках стимуляции зоны высоких частот. В период с 18 по 24 месяца наблюдалась относительная стабильность состояния порогов максимального комфорта всех систем. Уровни максимального комфорта кохлеарных имплантов систем Cochlear характеризовались наименьшей стабильностью, изменения данного показателя в отдельных случаях приводили к смене карты стимуляции. Также у данной системы отсутствует возможность автоматического построения порога звуковосприятия, что может удлинять время настройки речевого процессора. Уровни максимального комфорта кохлеарных имплантов систем Med-El характеризовались наибольшей стабильностью в течение всего периода исследования.

Для определения порогов максимального комфорта у неконтактной группы пациентов, а также для объективизации оценки адекватности настройки речевого процессора системы КИ проводили регистрацию ЭКСВП. Оказалось, что порог возникновения V пика на ЭКСВП может быть использован в качестве максимально комфортного уровня стимуляции кохлеарного импланта, однако временные характеристики, необходимость использования дополнительного оборудования, возможный негативный поведенческий компонент не дают возможность широкого применения данного типа теста.

Как альтернатива ЭКСВП нами предложен дополнительный способ оценки комфорта настройки параметров звукового процессора системы кохлеарной имплантации, включающий определение порогов дискомфорта электростимуляции слухового нерва путем регистрации устойчивой глазодвигательной реакции (сужения зрачков) в ответ на подачу чрезмерного электрического стимула. Способ заключается в следующем: пациента усаживают в кресло и надевают очки с модулем видеоокулографии. В техническом перечне тестов прибора имеется проведение пупиллометрии — метода исследования, основанного на регистрации величины зрачка и динамике ее изменения. Используемые очки не только фиксируют движения и динамику изменения величины зрачка, но и одновременно сужают поле зрения пациента, что ликвидирует возможность фокусировки взгляда на другие зрительные раздражители. Посторонние окружающие звуки во время исследования также не могли приводить к недостоверным результатам, т.к. кохлеарный имплант был подключен к персональному компьютеру врача-сурдолога-оториноларинголога, в связи с чем пациент слышал только стимуляцию с компьютера.

Техническим результатом заявленного изобретения является получение объективных данных о порогах комфорта электрической стимуляции у пациентов младшей возрастной группы (до 6 лет) и

пациентов с дефицитом внимания после операции кохlearной имплантации путем регистрации реакции зрачка в условиях изолированного воздействия подаваемого стимула. Регистрация реакции зрачка путем определения его площади и ее изменения в ответ на пороговый электрический стимул позволяет объективизировать процесс исследования. По данной методике получен патент Российской Федерации RU 2 589 668 C1 «Способ оценки комфорта настройки параметров звукового процессора системы кохlearной имплантации» от 05.06.2015г.

ВЫВОДЫ

1. Анализ сроков слухоречевой реабилитации показал стабильную картину количества реабилитационных сессий у пациентов с системами Advanced Bionics, Cochlear, Med-El. Отсутствие возможности проведения телеметрии потенциала действия слухового нерва у системы Neurelec может приводить к увеличению сроков слухоречевой реабилитации.
2. Кохлеарный имплант Cochlear имеет самый высокий импеданс. Импеданс систем кохлеарной имплантации Med-El, Neurelec, Advanced Bionics характеризуется относительной стабильностью.
3. В связи с минимальными временными затратами на тест, наибольшую эффективность регистрации потенциала действия слухового нерва показывает алгоритм «autoNRT» системы кохлеарной имплантации Cochlear.
4. Мониторинг уровня максимального комфорта показал устойчивую тенденцию к увеличению порогов всех систем кохлеарной имплантации.
5. Порог возникновения V пика на ЭКСПВ может быть использован в качестве максимально комфортного уровня стимуляции кохлеарного импланта в начальном периоде реабилитации. Однако временные характеристики, необходимость использования дополнительного оборудования, возможный негативный поведенческий компонент не дают возможность широкого применения данного типа теста.
6. Разработанная методика видеоокулографии у пациентов с установленными системами кохлеарной имплантации позволяет проводить объективную верификацию порогов максимального комфорта, установленных в индивидуальной карте прослушивания речевого процессора. При подаче стимула на величину,

характеризующую порог дискомфорта, происходит сужение зрачка в диапазоне 30 – 40% от его исходного размера.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Проведение телеметрии потенциала действия алгоритмом AutoNRT дает наименьшее количество перестимуляций, а также наименее затратное по временным характеристикам и, следовательно, наиболее оптимально для настройки речевого процессора.
2. Применение порогов визуализации V пика по данным ЭКСВП в качестве уровня максимального комфорта речевого процессора системы кохлеарной имплантации позволяет создать карту прослушивания не дискомфортную для пациента.
3. При невозможности регистрации стапедиального рефлекса на контралатеральной стороне у пациента после кохлеарной имплантации, для получения данных о порогах максимального комфорта целесообразно регистрировать ширину зрачка методом видеоокулографии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтман Я. А., Таварткиладзе Г. А. Клиническая аудиология. - М.: ДМК Пресс, 2003. – С. 199 – 212.
2. Благовещенская Н.С. Отоневрологические симптомы и синдромы - М.: Медицина. - 1990. – С.132.
3. Бобкова О.Л., Лотова И.Л., Вавилова Ю.А. Использование звукоусиливающего оборудования в процессе профессионального обучения детей с недостатками слухового развития в специальных и других профессиональных учебных заведениях: методическое пособие - М., 2006. – 55с.
4. Богомильский М. Р. Детская оториноларингология в России – реалии, проблемы и перспективы // Вестн. оториноларингологии. – 2006. №1. -С. 4 - 7.
5. Богомильский М. Р. Рахманова И.В., Сапожников Я.М., Лазаревич А.А. Динамика созревания слуховой функции у недоношенных новорожденных по данным вызванной отоакустической эмиссии на частоте продукта искажения // Вестник оториноларингологии. 2008. №3. - С. 4 - 7
6. Вялков А.И., Дайхес Н.А., Ильченко И.Н., Яблонский С.В., Пашков А.В. Эпидемиологический анализ эффективности аудиологического скринингового обследования новорожденных и детей первого года жизни // Проблемы управления здравоохранением. – 2009. - № 2 (45). – С. 62 – 72.
7. Глухова Е. Ю. Слуховые вызванные потенциалы у новорождённых детей // Новости оториноларингологии и логопатологии. 2000. №3. - С. 107 - 112.
8. Гнездитский В. В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике // М.: МЕДпресс-информ. 2003. - 264 с.

9. Гнездитский В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография // М.: МЕДпресс-информ. 2004. – С. 132 - 134.
10. Грачев К.В., Лопотко А.И. К вопросу о тактике детской пороговой аудиометрии. Нарушение слуховой и вестибулярной функции (диагностика, прогноз, лечение): Сб. трудов. Под ред. А.А. Ланцова и Е.М. Цирульникова. - СПб: НИИ уха, горла, носа и речи.- 1993.- С. 232-240.
11. Григорьева И. Ф. Исследование коротколатентных слуховых вызванных потенциалов у детей в норме и при нарушениях слуха // Нарушение слуховой и вестибулярной функции (диагностика, прогноз, лечение): сб. тр. - СПб. 1993. - С. 106 - 113
12. Гуненков А. В. Регистрация различных классов отоакустической эмиссии в аудиологическом скрининге : дис. ... канд. мед. наук. - М., 1998. - 186 с.
13. Дайняк А. А. Перспективы использования регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов в практике слухопротезирования // Нарушение слуховой и вестибулярной функции (диагностика, прогноз, лечение). - СПб. 1993. - С. 92-96
14. Дайхес Н.А. Яблонский С.В., Пашков А.В., Гузь Е.В. Методические основы и организация проведения универсального аудиологического скрининга новорожденных и детей первого года жизни: метод. рекомендации. - М. 2007. – 14 с.
15. Дайхес Н.А. Регистр диагностики и лечения нарушений слуха у жителей Российской Федерации / Н.А. Дайхес, Е.В. Гузь, В.С. Дергачев и др.// Российская оториноларингология. – 2007. – 3 . – С.16 -19.
16. Дайхес Н.А., Пашков А.В., Петров С.М., Щукина А.А., Янов Ю.К. Модифицированный способ регистрации стапедиального

стапедиального рефлекса у имплантированных пациентов при настройке речевого процессора // Российская оториноларингология. - 2007. - 3. - С. 19-21.

17. Дайхес Н.А., Пашков А.В., Яблонский С.В. Методы исследования слуха: Учебно-методическое пособие. – М., 2009. – 119 с.
18. Дайхес Н.А., Яблонский С.В., Давудов Х.Ш. Состояние и перспективы развития оториноларингологии в Российской Федерации: Учебно-методическое пособие. – М., 2007 – 18 с.
19. Дмитриев Н.С., Таварткиладзе Г.А. Медико-социальная экспертиза пациентов с нарушениями слуха /Н.С. Дмитриев, Г.А. Таварткиладзе// Материалы 17-го съезда оториноларингологов России.- 2006 г.- С. 20-21.
20. Единая система аудиологического скрининга: метод. рекомендации / Г. А. Таварткиладзе [и др.] // М., 1996. - 150 с.
21. Ермолаев В. Г., Левин А. Л. Практическая аудиология. // М.: Медицина. 1969. - С. 172 - 173
22. Журавский С.Г., Лопотко А.И., Тараскина А.Е. Молекулярно-генетические аспекты сенсоневральных слуховых расстройств / Материалы 17-го съезда оториноларингологов России. - 2006. С. 25.
23. Загорянская М.Е., Румянцева М.Г. Эпидемиология нарушений слуха у детей и потребность детского населения в слуховых аппаратах: В сб. Нарушение слуховой и вестибулярной функции (диагностика, прогноз, лечение) // СПб.- 1993.
24. Климов В.В. Диагностическое значение определения феномена ускоренного нарастания громкости по данным объективной (компьютерной) аудиометрии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук./ В.В. Климов. – М.,1987. – 26 с.
25. Кохлеарная имплантация в ФГУ НКЦ оториноларингологии / Н.А. Дайхес [и др.] // Всероссийская научно-практическая

- конференция с международным участием «Современные аспекты и перспективы развития оториноларингологии»: Мат-лы конф. – М., 2005 – С. 32.
26. Левин С. В. Использование слуховых вызванных потенциалов в современных аудиологических исследованиях: автореф. дис. ... канд. мед. наук. - М. 2009. - 21с.
27. Малофеев Н.Н., Шматко Н.Д. Базовые модели интегрированного обучения / Дефектология. – 2008. – №1. – С. 71–78.
28. Малофеев Н.Н., Шматко Н.Д. Интеграция и специальные образовательные учреждения: необходимость перемен // Дефектология, 2008, №2. – С. 86-94.
29. Метод объективной оценки слуховой функции по данным коротколатентных слуховых вызванных потенциалов/ И. Н. Дьяконова [и др.] // Вестник оториноларингологии. 1994. N4. – С. 27 - 31.
30. Ничков С.А, Кривицкая Г.Н. Акустический стресс и церебровисцеральные нарушения. – М.: «Медицина». 1969. – 231 с.
31. Патент 2325142, Российская Федерация, МПК51 А 61 F 11/00, А 61 N 1/05 Способ настройки параметров речевого процессора системы кохlearной имплантации [Текст] / Дайхес Н.А., Пашков А.В., Петров С.М., Янов Ю.К.; патентообладатель – ФГУ «Научно-клинический центр оториноларингологии Росздрава». - №. 2006140725/14; заявл. 20.11.2006; опубл. 27.05.2008, Бюл. № 15. – 2 с.
32. Патент 2413485, Российская Федерация, МПК51 А 61 F 11 / 04, С 2. Способ интраоперационного программирования параметров речевого процессора системы кохlearной имплантации [Текст] / Пашков А. В., Дайхес Н. А., Пронин А. Е., Куян С. М., Юнусов А.С.,

- Яблонский С. В., Рязанов В. Б., Белоконь А. Н.; патентообладатель ФГУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России». - № 2008148337 / 14; заявл. 09.12.08; опубл. 10.03.11, Бюл. № 7. 4 с.
33. Патент 2414168, Российская Федерация, МПК51 А 61 В 5 / 0484, А 61 В 5 / 12. Способ определения оптимальных параметров слухопротезирования [Текст] / Дайхес Н. А., Пашков А. В., Староха А. В., Литвак М. М., Хандажапова Ю. А., Давыдов А. В., Кузнецов А. О.; патентообладатели - Дайхес Н. А., Пашков А. В., Староха А. В., Литвак М. М., Хандажапова Ю. А., Давыдов А. В., Кузнецов А. О. - № 2010112164 / 14; заявл. 29.03.10; опубл. 20.03.11, Бюл. № 8. – 4 с.
34. Пашков А. В., Лячковская В. И., Мухамедов И. Т., Зайцева О. В., Корвяков В. С., Белоконь А. Н. Необходимость электротестирования кандидатов на кохлеарную имплантацию // Российская оториноларингология. – 2009. №4. С. 108 – 113.
35. Пашков А.В. Система мониторинга и реабилитации пациентов с нарушениями слуха: Автореф.дис. ... докт. мед. наук. – М. – 2011. – 39 с.
36. Пашков А.В. Акустические вызванные потенциалы мозга на переходные и стационарные состояния слухового анализатора в зависимости от порогов слуха у больных с сенсоневральной тугоухостью: Автореф.дис. ... канд. мед. наук. – М. – 2004. – 22 с.
37. Пашков А.В. Применение результатов регистрации электрически вызванного стапедиального рефлекса и телеметрии нервного ответа для настройки речевого процессора системы кохлеарной имплантации // Российская оториноларингология. – 2008. – Приложение №1 – С. 347 – 351.

38. Пашков А.В. Пятилетний опыт применения технологии кохлеарной имплантации в ФГУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА» // III Всероссийская научно-практическая конференция «Высокие медицинские технологии»: Тез. Докл. – М., 2009. – С. 126 – 127.
39. Пашков А.В., Белоконов А.Н., Кузнецов А.О., Писаревская К.Д., Старых Е.Г. Влияние дооперационной аппаратной электроакустической коррекции слуха на результаты реабилитации после кохлеарной имплантации // Российская оториноларингология. – 2010. – №3(46) – С. 119 – 124.
40. Пашков А.В., Дайхес Н.А. Использование ASSR теста в реабилитации больных сенсоневральной тугоухостью / XVII съезд оториноларингологов России: Тез. докл. – СПб., 2006. С. 53-55.
41. Пашков А.В., Яблонский С.В. Методика регистрации вызванных слуховых потенциалов мозга (На примере системы Audera™ GSI): пособие для врачей. – М., 2009. – 30с.
42. Рыбалко Н. В. Раннее выявление и дифференциальная диагностика нарушений слуха у детей с помощью регистрации длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов // Журн. ушных, носовых и горловых болезней. 1988. № 5. - С. 14 – 20.
43. Сапожников Я. М. Богомильский М.Р. Современные методы диагностики, лечения и коррекции тугоухости и глухоты у детей // М.: Икар. 2001. - 250 с.
44. Солдаткина Ф.И., Фридман В.Л., Скибина О.Г. О диагностике нарушений слуха методом регистрации стационарных слуховых вызванных потенциалов // Рос. оториноларингология. 2009. № 6 (43). -С. 104 – 106.
45. Староха А.В., Пашков А.В., Давыдов А.В., Хандажапова Ю.А., Хабас М.В. Первый опыт предварительного отбора кандидатов на

- проведение операции кохлеарной имплантации в Западно-Сибирском регионе // Российская оториноларингология. – 2007. №2 (27). С. 130 – 133.
46. Таваркиладзе Г.А. Клиническая аудиология: Учебное пособие для врачей системы повышения квалификации. - М.-1999.- С.64.
47. Таварткиладзе Г. А. Слуховые вызванные потенциалы в диагностике различных форм тугоухости: пособие для врачей // М. 1999. - 33 с.
48. Таварткиладзе Г.А., Загорянская М.Е., Румянцева М.Г, Гвелесиани Т.Г., Ясинская А.А. Методики эпидемиологического исследования нарушений слуха: метод. рекомендации. – М. 2006. - 21 с.
49. Токарев О.П., Белоконь А.Н. Соотношение различных способов звукопроводения и динамика опыта Вебера в норме и при патологии // Вестник оториноларингологии. 2000. №5. С. 32-33.
50. Токарев О.П., Пашков А.В. Корреляция нарушений частотной чувствительности уха в эксперименте и в клинике при разных формах тугоухости// Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Современные аспекты и перспективы развития оториноларингологии»: Мат-лы конф. – М., 2005. 42 с.
51. Торопчина Л.В., Полунина Т.А., Полунин М.М. Слуховая реабилитация детей со стойкими нарушениями слуха кондуктивного характера // Вопросы современной педиатрии. 2012. №5 (11). С. 130 -136.
52. Универсальный аудиологический скрининг новорожденных и детей первого года: пособие для врачей / Н. А. Дайхес [и др.]; ФГУ

"Научно-клинический центр оториноларингологии" Росздрава; ФГУ
"Рос. научно-практический центр аудиологии

53. Универсальный аудиологический скрининг новорожденных и детей первого года жизни : Метод. Рекомендации / Н.А. Дайхес, Г.А. Таварткиладзе, С.В. Яблонский и др. – М., 2008. – 28 с.
54. Универсальный аудиологический скрининг новорожденных и детей первого года жизни: Метод. рекомендации / Н.А. Дайхес, Г.А. Таварткиладзе, С.В. Яблонский и др. – М.2007. – 21с.
55. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. – М.: Медиа Сфера, 1998. – 353 с.
56. Янов Ю.К., Ситников В.П., Королева И.В., Пудов В.И. Диагностическое обследование пациентов – кандидатов на кохлеарную имплантацию // Российская оториноларингология. - 2005. № 6 (19). - С. 61 – 68.
57. Ясинская А. А. Аудиологический скрининг, основанный на регистрации стационарных слуховых вызванных потенциалов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. - М. 2006. - 28 с.
58. A clinical study of electrophysiological correlates of behavioural comfort levels in cochlear implantees / S. Raghunandhan [et al.] // Cochlear implants int. 2014. № 3 (15). P. 145-160
59. A comparison between wireless CROS and bone-anchored hearing devices for single-sided deafness: a pilot study / J. Finbow [et al.] // Otol. Neurotol. - 2015. № 36. V.5. P. 819-825
60. A comparison of vowel productions in prelingually deaf children using cochlear implants, severe hearing-impaired children using conventional hearing aids and normal-hearing children / N. Baudonck [et al.] / Folia Phoniatr. Logop. - 2010. V. 63, № 3. - P. 154 - 160.

61. A comparison of postcochlear implantation speech scores in an adult population / D. Bodmer [et al.] // *Laryngoscope*. – 2007. Vol. 117(8). – P. 1408-1411.
62. A critical review of the role of neonatal hearing screening in the detection of congenital hearing impairment/ A. Davis [et al.] // *Health Technol Assess.*- 1997. №1. V. 10. 30p.
63. A pilot study on cortical auditory evoked potentials in children: aided caeps reflect improved high-frequency audibility with frequency compression hearing aid technology / D. Glista [et al.] // *Int. J. Otolaryngol.* 2012. 57 p.
64. A role for otoacoustic emissions in screening for hearing impairment and middle ear disorders in schoolage children/ R.J. Nozza, [et al.] // *Ear Hear.*- 1997. №18. – P .227 – 239.
65. A social tariff for EuroQuol: results from a UK general population survey. Centre for Health Economics Discussion Paper/ P. Dolan, C. Gudex, P. Kind, A. William // York: University of York..-№ 138.- 1995.
66. Abdala C., Dhar S. Distortion product otoacoustic emission phase and component analysis in human newborns // *J. Acoust. Soc. Am.* - 2010. № 1. V. 127. - P. 316 - 325.
67. Abnormal timing delays in auditory brainstem responses evoked by bilateral cochlear implant use in children / K.A. Gordon [et al.] // *Otol. Neurotol.* - 2008. № 29. V. 2. – P. 193 – 208.
68. Acoustic analysis of the voice in pediatric cochlear implant recipients: a longitudinal study // P. Campisi, A. Low, B. Papsin, R. Mount, R. Cohen-Kerem, R. Harrison. – *Laryngoscope*. – 2005. № 115. V. 6. – P. 1046 – 1050.
69. Adelman C. S. The constitutionality of mandatory genetic screening statutes // *Case Western Reserve Law Rev.* 1981. V. 31. - P. 897 - 948.

70. Algorithmic representation of common ground programming in children with the nucleus device/ R.D. Battmer [et al.] //Adv. Otorhinolaryngol. – 1995. № 50. P. 83 – 90.
71. Allen M., Nikolopoulos T., O'Donoghue G. Speech Intelligibility in children after cochlear implantation // Am. J. Otolog. - 1998. №. 9. - P. 742 - 746.
72. American Academy of Pediatrics, Committee on Practice and Ambulatory Medicine. Recommendations for preventive pediatric health care // Pediatrics. - 2000. V. 105, № 2. - P. 645 – 646.
73. American Academy of Pediatrics, Task Force on Improving the Effectiveness of Newborn Hearing Screening, Diagnosis, and Intervention. Universal Newborn Hearing Screening, Diagnosis, and Intervention: Guidelines for Pediatric Medical Home Providers // American Academy of Pediatrics. - 2003. - P. 25 - 30.
74. An evaluation of the 'voice test' as a method for assessing hearing in children with particular reference to the situation in developing countries/ C.A. Prescott [et al.] // Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.- 1999. № 51. P.165–170.
75. An overview of different systems: the bone-anchored hearing aid / C.A. Dun [et al.] // Adv. Otorhinolaryngol. - 2011. №71. P: 22-31.
76. Analysis of electrical thresholds and maximum comfortable levels in cochlear implant patients / J.L. Vargas [et al.] // Auris. Nasus. Larynx. - 2013. № 40. V. 3. – P. 260 – 265.
77. Anatomic verification of a novel method for precise intrascalar localization of cochlear implant electrodes in adult temporal bones using clinically available computed tomography / T.A. Schuman [et al.] // Laryngoscope – 2010. № 120(11). P. 2277 - 2283.
78. Apuzzo M. Early identification of infants with significant hearing loss and the Minnesota child development inventory / M. Apuzzo, C. Yoshinaga-Itano // Semin. Hear. – 1995. Vol. 16(2). P.124 – 139.

79. Archbold S., Lutman M., Marshall D. Categories of Auditory Performance // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* - 1995. № 2 (166). P. 312 - 314.
80. Auditory screening of preschool-children with impedance audiometry – comparison with pure-tone audiometry – detecting otologic disease prior to onset of hearing-loss/J.A. McCurdy, J.L.Goldstein, D. Gorski// *Clin Pediatr.* - 1976. № 15. P.436–441.
81. Auditory steady-state responses in cochlear implant users: Effect of modulation frequency and stimulation artifacts / R. Gransier [et al.] // *Hear Res.* – 2016. № 33. V. 5. – P. 149 – 160.
82. Bachmann K., Arvedson J. Early identification and intervention for children who are hearing impaired // *Pediatr. Rev.* 1998. V. 19, № 5. P. 155 – 165.
83. Bacterial meningitis among children with cochlear implants beyond 24 months after implantation / K.R. Biernath [et al.] // *Pediatrics.* – 2006. V.117 (2). P. 284 – 289.
84. Bedeutung der intraoperativ registrierten elektrischen Stapediusreflexschwelle für die Cochlear-Implant-Anpassung bei Kindern/ A. Zehnder [et al.] // *HNO* – 1999. Vol. 47. P. 970 – 977.
85. Benefit of the vibrant soundbridge device in patients implanted for 5 to 8 years / I. Mosnier [et al.] // *Ear & Hearing.* 2008. № 29. P. 281–284.
86. Bento R.F., Lopes P.T., Cabral Junior. Bonebridge Bone Conduction Implant // *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* - 2015. № 19. V. 4. P. 277-278.
87. Bess F.H., Dodd-Murphy J., Parker RA. Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, education performance and functional status // *Ear Hear.* - 1998. №19. P. 339–354.

88. Bierer J.A., Nye A.D. Comparisons between detection threshold and loudness perception for individual cochlear implant channels. // *Ear Hear.* - 2014. № 6 (35). P. 641 – 651.
89. Bone-anchored hearing aids (BAHAs) for people who are bilaterally deaf: a systematic review and economic evaluation / J.L. Colquitt [et al.] // *Health Technol. Assess.* - 2011. № 15(26). P. 190-200.
90. Bone-anchored hearing aids are effective and associated with a high degree of satisfaction / I.S. Gardell [et al.] // *Dan. Med. J.* - 2015. № 7 (62). P. 102 -105.
91. Brant J.A., Gudis D., Ruckenstein M.J. Results of Baha implantation using a small horizontal incision // *Am. J. Otolaryngol.* – 2013. № 34 (6). P.641 - 645
92. Brinton J. Measuring language development in deaf children with cochlear implants.// J. Brinton /*Int. J. Lang. Commun. Disord.* – 2001. № 36. P. 121 – 125.
93. Brooks D. N. Acoustic impedance measurement as screening procedure in children: discussion paper // *J. Soc. Med.* - 1985. № 2 (78). - P. 119 - 121.
94. Brooks D. N. Acoustic impedance measurements in diagnosis // *Proc. Soc. Med.* - 1974. № 8(67). P. 698 - 702.
95. Brownson R. C., Chiqui J. F, Stamatakis K. A. Understanding evidence-based public health policy // *Am. J. Public Health.* - 2009. №3 (99). P.1576 - 1583.
96. Characteristics of malfunctioning channels in pediatric cochlear implants / J. Lin [et al.] // *Laryngoscope.* - 2010. V. 120, № 2. - P. 399 - 404.
97. Clarke P., Iqbal M., Mitchell S. A comparison of transient-evoked otoacoustic emissions and automated auditory brainstem responses for pre-discharge neonatal hearing screening // *International Journal of Audiology.* - 2003. V. 42, № 8. - P. 443 - 447.

98. Clinical performance of a new magnetic bone conduction hearing implant system: results from a prospective, multicenter, clinical investigation / R. Briggs [et al.] // *Otol. Neurotol.* - 2015. № 5 (36). P. 834-841.
99. Cochlear Implant Outcomes in Cochlea Nerve Aplasia and Hypoplasia / C.S. Birman [et al.] // *Otol. Neurotol.* - 2016. № 37. V. 5. – P. 438 – 445.
100. Cochlear implantation between 5 and 20 months of age: the onset of babbling and the audiologic outcome / K. Schauwers [et al.] // *Otol. Neurotol.* – 2004. Vol. 25(3). – P. 263 – 270.
101. Cochlear implantation in children under the age of two: the MHH experience with the CLARION cochlear implant. Medizinische Hochschule Hannover / T. Lenarz [et al.] // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* – 1999. № 177. P.44 - 49.
102. Cochlear implantation in deaf infants / R.T. Miyamoto, D.M. Houston, T. Bergeson // *Laryngoscope.* – 2005. №115 (8). P. 1376 – 1380.
103. Cochlear Implantation in Elderly Patients: Surgical and Audiological Outcome / L. Migirov [et al.] // *Gerontology* - 2009 № 27. – P. 270 – 279.
104. Combined posterior tympanotomy/endomeatal access in cochlear implantation / Della Volpe A. [et al.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* - 2013. № 270(10). P. 2641 - 2648
105. Comparative study between unilateral and bilateral cochlear implantation in children of 1 and 2 years of age / V. Escorihuela García [et al.] // *Acta. Otorrinolaringol Esp.* – 2016. № 67. V. 3. – P. 148 – 155.
106. Compare NRT threshold and behavior T-level in cochlear implant patients / Y. Tao [et al.] // *Lin. Chung. Er. Bi. Yan. Hou. Tou. Jing.* – 2011. № 25. V. 4. – P. 162 – 165.

107. Comparing utility scores before and after hearing aid provision / G.R. Barton [et al.] // *Appl. Health Econ. Health Policy* - 2004. №3. P.103–105.
108. Comparison of pure tone and transient otoacoustic emissions screening in a grade school population/ M.P.Sabo, R..Winston, J.D. Macias//*Am J Otolaryngol* .- 2000.- № 21.-P.88–91.
109. Congenital cytomegalovirus infection: a cause of sensorineural hearing loss/ C.S. Peckham [et al.] // *Arch. Dis. Child*. 1987. № 62. P.1233–1237.
110. Contralateral routing of signal hearing aid versus transcutaneous bone conduction in single-sided deafness / G. Leterme [et al.] // *Audiol. Neurotol*. 2015. № 20. V. 4. P. 251-260.
111. Controlled trial of universal neonatal screening for early identification of permanent childhood hearing impairment / Wessex Universal Neonatal Screening Trial Group // *Lancet*. – 1998. – Vol. 352(9145). – P. 1957 – 1964.
112. Correlation between NRT measurement and behavioural levels in patients with the Nucleus 24 cochlear implant / W. Di Nardo [et al.] // *Acta Otorhinolaryngol. Ital.* – 2003. № 23 V. 5. - P. 352-355.
113. Correlation between NRT measurement level and behavioral levels in pediatrics cochlear implant patients / H.A. Muhaimed [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* - 2010. № 74. V. 4. – P. 356 – 360.
114. Cortical electrophysiological markers of language abilities in children with hearing AIDS: a pilot study / D. Bakhos [et al.] // *Biomed. Res. Int*. 2014. 100 p.
115. Cosendai G., Pelizzone M. Effects of the acoustical dynamic range on speech recognition with cochlear implants // *Audiology* – 2001. № 40 (5). P.272 – 281.

116. Cost effectiveness in health and medicine / M.R.Gold [et al.] // New York: Oxford University Press. - 1996.
117. Cost-utility analysis of cochlear implants in Korea using different measures of utility / H.Y. Lee [et al.] // Acta Otolaryngol. – 2006. № 126. V. 8. - P. 817 – 823.
118. Cost-utility analysis of the cochlear implant in children. // A.K. Cheng, H.R. Rubin, N.R. Powe et al. - JAMA. – 2000. № 284. V. 7. – P. 850 – 856.
119. DeCalderon R., Naidu S. Further support of the benefits of early identification and intervention with children with hearing loss // Volta Rev. – 2000. № 100(5). P. 53 – 84.
120. Dempster J.H., Mackenzie K. Clinical role of freefield voice tests in children / Clin. Otolaryngol.-1992.- Vol. 17.- P.54–56.
121. Dempster J.H., MacKenzie K. Tympanometry in the detection of hearing impairments associated with otitis media with effusion // Clin Otolaryngol. Allied Sci. – 1991. – Vol. 16(2) – P. 157-159.
122. Department for Education and Skills. Statistics of education. 2005. URL: <http://www.dfes.gov.uk>. Accessed April 2006.
123. Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at cochlear implantation// M.A. Svirsky, S.W. Teoh, H. Neuburger. – Audiol. Neurootol. – 2004. № 9 (4). P. 224 -233.
124. Distortion product otoacoustic emission input/output functions in normal and impaired ears / P. A. Dorn [et al.] // J. Acoust. Soc. Am. 2001. V. 110, № 3. - P. 3119 – 3131
125. Distortion-product otoacoustic emission input/output characteristics in normal-hearing and hearing-impaired human ears / S. Neely [et al.] // J. Acoust. Soc. Am. 2009. V. 126, № 2. - P. 728 - 738.

126. Dorman M.F., Gifford R.H. Combining acoustic and electric stimulation in the service of speech recognition / *Int. J. Audiol.* – 2010. Vol. 49(12). P. 912 - 919.
127. Doshi J., Sneeihan P., McDermott A. Bone anchored hearing aids in children: An update // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* - 2012. № 76 (5). P. 618–622
128. Early complications following cochlear implantation in children and their management / Li S. [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2014. № 78 (7). P. 1040 – 1044.
129. Edmiston R.C., Aggarwal R., Green K.M. Bone conduction implants - a rapidly developing field // *J. Laryngol. Otol.* 2015. №129. V. 10. P: 936-940.
130. Effect of age at cochlear implantation on auditory skill development in infants and toddlers / A. McConkey [et al.] // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2004. № 130 (5). P. 570 – 574.
131. Effects of cochlear implant surgical technique on post-operative electrode impedance / P. Gu [et al.] // *Acta. Otolaryngol.* – 2016. № 136. V. 7. – P. 677 – 681.
132. Effects of pulse width, pulse rate and paired electrode stimulation on psychophysical measures of dynamic range and speech recognition in cochlear implants / R.M. Bonnet [et al.] // *Ear Hear.* – 2012. № 33. V. 4. – P. 489 – 496.
133. Electrical middle ear muscle reflex: use in cochlear implant programming / A.V. Hodges [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1997. № 117. P. 255 – 261.
134. Electrically elicited stapedius reflex in cochlear implant patients / R.D. Battmer, R. Laszig, E. Lehnhardt // *Ear Hear.* – 1990. – Vol.11. – P. 370 – 374.

135. Electrode failure and device failure in adult cochlear implantation / B. Schow [et al.] // *Cochlear Implants Int.* – 2012. № 1 (13). P. 35 – 40.
136. Electrophysiological Correlates of Behavioral Comfort Levels in Cochlear Implantees: A Prospective Study / S. Raghunandhan [et al.] // *S. Indian. J. Otolaryngol. Head. Neck. Surg.* - 2015. № 67. V. 3. – P. 210 – 222.
137. Evaluating loss to follow-up in newborn hearing screening in Massachusetts / C. Liu [et al.] // *Pediatrics.* - 2008. V. 121, № 3. P. 335 - 343.
138. Evaluation of auditory perception skills development in profoundly deaf children following cochlear implantation / Zakirullah N. [et al.] // *J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad.* – 2008. № 20 (1). P. 94 – 97.
139. Evoked stapedius reflex and compound action potential thresholds versus most comfortable loudness level: assessment of their relation for charge-based fitting strategies in implant users / A. Walkowiak [et al.] // *O.R.L. J. Otorhinolaryngol. Relat.* – 2011. № 4 (73). P. 189 – 195.
140. Expressive vocabulary development of infants and toddlers who are deaf or hard of hearing / A.M. Mayne, C. Yoshinaga-Itano, A. Sedey et al. // *Volta Rev.* – 2000. № 100 (5). P. 1 – 28.
141. Factors associated with success with hearing aids in older adults / L. Hickson [et al.] // *Int. J. Audiol.* – 2014. № 53 (1). P. 18 - 27
142. Fine Structure Processing improves speech perception as well as objective and subjective benefits in pediatric MED-EL COMBI 40+ users / A. Lorens , M. Zgoda , A. Obrycka // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2010. № 74(12). P. 1372 - 1378.
143. Fria T.J. Hearing acuity of children with otitis media with effusion // *Arch. Otolaryngol.* – 1985. № 111. P. 10–16.

144. Fu Q.J., Shannon R.V. Effects of dynamic range and amplitude mapping on phoneme recognition in Nucleus-22 cochlear implant users // *Ear Hear.* – 2000. № 21. V. 3. – P. 227 – 235.
145. Gale E. Exploring perspectives on cochlear implants and language acquisition within the deaf community // *J. Deaf. Stud. Deaf. Educ.* – 2011. № 16 (1). P. 121 - 139.
146. Geers A., Brenner C., Davidson L. Factors associated with development of speech perception skills in children implanted by age five // *Ear Hear.* – 2003. № 24(1). P. 24 – 35.
147. Genetic testing as part of the early hearing detection and intervention (EHDI) process / L.A.Schimmenti [et al.] // *Genet. Med.* 2004. №6 (6). P. 521-525
148. Godar S.P., Litovsky R.Y. Experience with bilateral cochlear implants improves sound localization acuity in children / *Otol. Neurotol.* – 2010. № 31(8). P. 1287 - 1292.
149. Gordon K.A., Papsin B.C., Harrison R.V. An evoked potential study of the developmental time course of the auditory nerve and brainstem in children using cochlear implants // *Audiol. Neurotol.* – 2006. № 11. V.1. - P. 7 - 23.
150. Gordon K.A., Papsin B.C., Harrison R.V. Toward a Battery of Behavioral and Objective Measures to Achieve Optimal Cochlear Implant Stimulation Levels in Children // *Ear and Hearing.* – 2004. – Vol 25. – P. 447 – 463.
151. Grommets in otitis media with effusion: an individual patient data meta-analysis/ M.M. Rovers [et al.] // *Arch Dis Child.*- 2005.- № 90.- P.480–485
152. Hans J.M., Prasad R. Cochlear Implant Surgery by the Veria Technique: How and Why? Experience from 1400 Cases // *Indian. J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2015. № 67 (2). P. 107 – 109.

153. Harlor A. D. Jr., Bower C. Hearing assessment in infants and children: recommendations beyond neonatal screening // *Pediatrics*. 2009. V. 124, № 4. P. 1252 - 1263.
154. Hearing aids versus ventilation tubes in persistent otitis media with effusion: a survey of clinical practice / A.U. Ahmed [et al.] // *J. Laryngol. Otol.* - 2001. № 115. P.274–279.
155. Hearing impairment: a population study of age at diagnosis, severity, and language outcomes at 7-8 years / M. Wake [et al.] // *Arch. Dis. Child*. 2005. V. 90, № 3. - P. 238 - 244.
156. Hearing-impaired children in the United Kingdom, I: Auditory performance, communication skills, educational achievements, quality of life, and cochlear implantation / P.C. Stacey, H.M. Fortnum, G.R. Barton // *Ear Hear.* – 2006. - Vol. 27(2). – P. 161 – 186.
157. Highly variable population-based prevalence rates of unilateral hearing loss following the application of common case definitions / D. Ross [et al.] // *Ear Hear*. 2010. № 4 (31). - P. 126 - 133.
158. Hofmann M., Wouters J. Electrically evoked auditory steady state responses in cochlear implant users // *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* – 2010. № 11. V. 2. – P. 267 – 282.
159. Holden-Pitt L. Diaz J. Thirty years of the annual survey of deaf and hard of hearing children and youth: a glance over the decades // *Am. Ann. Deaf*. 1998. V. 143, № 4. - P. 72 – 76
160. Holt R.F. Svirsky M.A. An exploratory look at pediatric cochlear implantation: is earliest always best // *Ear Hear.* – 2008. № 29(4). P. 492 – 511.
161. Hodgkin A.L., Huxley A.F. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve // *Bull. Math. Bio.* – 1952. № 52. V.2. - P. 5 – 23.

162. Holtby I. Forster D.P. Evaluation of pure tone audiometry and impedance screening in infant schoolchildren // *J. Epidemiol. Community Health.* - 1992. № 46. P.21–25.
163. How well do cochlear implant intraoperative impedance measures predict postoperative electrode function? / J. L. Goehring [et al.] // *Otol. Neurotol.* – 2013. № 2 (34). P. 239 - 244
164. Huber M. Health-related quality of life of Austrian children and adolescents with cochlear implants // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2005. № 69 (8). P. 1089 – 1101.
165. Identification assessment and management of children with unilateral sensorineural hearing loss / F.H. Bess, T. Klee, J.L. Cuthbertson // *Ear Hear.* - 1986. №7. P.43–45.
166. Identification of middle ear dysfunction in young children: a comparison of tympanometric screening procedures/J. Roush , A. Drake, J.E. Sexton // *Ear Hear.*- 1992. № 13. P.63–69.
167. Initial UK experience with a novel magnetic transcutaneous bone conduction device / S.D. Carr [et al.] // *Otol Neurotol.* 2015. № 36 (8). P.1399 – 1402.
168. Intracochlear Position of Cochlear Implants Determined Using CT Scanning versus Fitting Levels: Higher Threshold Levels at Basal Turn / F.B. Van der Beek [et al.] // *Audiol. Neurotol.* – 2016. № 21. V. 1. – P. 54 – 67.
169. Intraoperative neural response telemetry as a predictor of performance / M.K. Cosetti [et al.] // *Otol. Neurotol.* – 2010. №7 (31). P. 1095 – 1099.
170. Jeger J. Clinical experience with impedance audiometry // *Arch. Otolaryng.* 1970. V. 92, №1. - P. 311 - 324.
171. Joint Committee on Infant Hearing; American Academy of Audiology, American Academy of Pediatrics, American Speech-Language-Hearing Association, Directors of Speech and Hearing

- Programs in State Health and Welfare Agencies. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs // *Pediatrics*. - 2000. № 106. P. 798 – 817
172. Joint Committee on Infant Hearing; American Academy of Audiology, American Academy of Pediatrics, American Speech-Language-Hearing Association, Directors of Speech and Hearing Programs in State Health and Welfare Agencies. Year 2007 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs // *Pediatrics*. - 2007. № 106. 817 p.
173. Kennedy C.R. Controlled trial of universal neonatal screening for early identification of permanent childhood hearing impairment: coverage, positive predictive value, effect on mothers and incremental yield. Wessex Universal Neonatal Screening Trial Group // *Acta Paediatr. Suppl.* – 1999. Vol. 88 (432). P. 73 – 75.
174. Kittrell A., Arjmand M. The age of diagnosis of sensorineural hearing impairment in children // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 1997. V. 40. № 3. - P. 97 – 106.
175. Klockhoff I., Anderson H. Reflex activity in the tensor tympani muscle recorded in man; preliminary report // *Acta Otolaryngol.* 1960. V. 51. - P. 184 – 188.
176. Kral A., O'Donoghue G.M. Profound deafness in childhood // *N. Engl. J. Med.* – 2010. № 363(15). P.1438 - 1450.
177. Language ability after early detection of permanent childhood hearing impairment / C.R. Kennedy, D.C. McCann, M.J. Campbell et al. // *N. Engl. J. Med.* – 2006. № 354 (20). P. 2131 – 2141.
178. Language ability in children with permanent hearing impairment: the influence of early management and family participation / P.M. Watkin, D. McCann, C. Law // *Pediatrics* - 2007. № 120 (3). P. 694 - 701.

179. Language acquisition for deaf children: Reducing the harms of zero tolerance to the use of alternative approaches / T. Humphries [et al.] // Harm. Reduct. J. – 2012. № 9. V. 16 – P. 9 - 16.
180. Language of early- and later-identified children with hearing loss/ C. Yoshinga-Itano, A. Sedley, DK. Coulter, AL. Mehl // Pediatrics.- 1998.-№ 102.-P.1161–1171.
181. McNeill C1, Eykamp K. Cochlear Implant Impedance Fluctuation in Ménière's Disease: A Case Study // Otol. Neurotol. – 2016. № 37. V. 7. - P.873-877.
182. Measurement of electrical evoked middle latency response in cochlear implantation operation / B. Wang [et al.] // B. Zhonghua. Er. Bi. Yan. Hou. Tou. Jing. Wai. Ke. Za. Zhi. – 2012. № 47. V. 3. – P. 196 – 201.
183. Measures of follow-up in early hearing detection and intervention programs: a need for standardization / C. Mason [et al.] // Am. J. Audiol. 2008. V. 17, № 2. - P. 60 - 67.
184. Middle ear disorders and hearing loss in native Hawaiian preschoolers/ G.Pang-Ching, M. Robb, R.Heath // Language. –1995. № 26. P.33–38.
185. Middle ear measures as predictors of hearing loss in Australian aboriginal schoolchildren/ T.G. Nienhuys, J.B. Boswell, F.B. McConnel// Int J Pediatr Otorhinolaryngol.- 1994.- №30.- P.15–27.
186. Mills RP, McKerrow WS. Management of childhood otitis media with effusion by Scottish otolaryngologists // J. R. Coll. Surg. Edinb.- 2000. № 45. P.321–325.
187. Moeller M.P. Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing // Pediatrics. – 2000. № 106 (3). P. 43 – 55.
188. Moller A.R. Network model of the middle ear // J. Acoust. Soc. Am. -1961. № 33. P. 168-176.

189. MRC Multi-centre. Otitis Media Study Group. Risk factors for persistence of bilateral otitis media with effusion / Clin. Otolaryngol.- 2001. № 26. P. 147 – 156
190. Neonatal at risk screening and the identification of deafness / P.M. Watkin, M. Baldwin, G. McEnery // Arch. Dis. Child. - 1991. № 66. P. 1130 – 1135.
191. Neonatal hearing screening: have we taken the right road? Results from a 10-year targeted screen longitudinally followed up in a single district / P.Watkin [et al.] // Audiol. Med. - 2005. № 3. P.175–184.
192. Neumann E., Nachmansohn D. Nerve excitability – toward an integrating concept // Biomembranes. – 1975. № 7. P.99–166.
193. New closed skin bone-anchored implant: preliminary results in 6 children with ear atresia / F. Denoyelle [et al.] // Otol. Neurotol. 2013. № 34. V.2. P. 275-281
194. Newborn and infant hearing loss: detection and intervention / A. Erenberg [et al.] // American Academy of Pediatrics. Task Force on Newborn and Infant Hearing, 1998- 1999. Pediatrics. 1999. V. 103, №2. - P. 527 - 530.
195. Optimization of programming parameters in children with the advanced bionics cochlear implant / J.Baudhuin [et al.] // J. J. Am Acad. Audiol. - 2012. № 23. V. 5. – P. 302 – 312.
196. Otitis media and tympanostomy tube insertion during the first three years of life: developmental outcomes at the age of four years/ J.L. Paradise [et al.] // Pediatric. 2003. № 112. - P. 265–277.
197. Otoacoustic emissions from normal hearing and hearing-impaired subjects: distortion product responses / M. P. Gorga [et al.] // J. Acoust. Soc. Am. - 1993. № 4 (93). P. 2050 – 2060.
198. P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment / A. Sharma [et al.] // J. Am. Acad. Audiol. - 2005. № 16 (8). P. 564 - 573.

199. Parental suspicion and identification of hearing impairment/
P.M,Watkin , M.Baldwin, S. Laoide // Arch. Di.s Child.- 1990. № 65.
P.846 – 850.
200. Pashkov A., Daikhes N. Auditory steady-state response (ASSR): A
tool for hearing aid fitting in infants and cochlear implant candidates
evaluation // International Congress of Audiology Innsbruck, Austria; 3-7
september - 2006. P. 108
201. Payment under public and private insurance and access to cochlear
implants / S. Garber, M.S. Ridgely, M. Bradley // Arch. Otolaryngol.
Head Neck Surg. – 2002. №. 128 (10). P. 1145 – 1152.
202. Pediatric cochlear implant patient performance as a function of age
at implantation / T.A. Zwolan, C.M. Ashbaugh, A. Alarfaj // Otol.
Neurotol. – 2004. № 25(2). P.112 – 120.
203. Perception of pure tones and iterated rippled noise for normal
hearing and cochlear implant users / R.T. Penninger [et al.] // Trends
Amplif. – 2013. № 17. V. 1. – P. 45 – 53.
204. Phase III clinical trial results with the Vibrant Soundbridge
implantable middle ear hearing device: A prospective controlled multi-
center study / C.M. Luetje [et al.] // Otolaryngology. Head and Neck
Surgery. - 2002. № 126. P. 97-107
205. Phonological awareness, vocabulary, and word reading in children
who use cochlear implants: does age of implantation explain individual
variability in performance outcomes and growth? / D. James [et al.] // J.
Deaf Stud. Deaf Educ. – 2008. № 13(1). P.117 – 137.
206. Powell H.R., Rolfe A.M., Birman C.S. A Comparative study of
audiologic outcomes for two transcutaneous bone-anchored hearing
devices // Otol. Neurotol. 2015. № 36. V. 9. P: 1525-1531

207. Prediction of dynamic range from stapedius reflex in cochlear implant patients / J. Jerger, T.A. Oliver, R.A. Chmiel // *Ear Hear.* – 1988. – Vol. 9. P. – 4 – 8.
208. Pre-lexical vocalizations in normal hearing and hearing-impaired infants before and after cochlear implantation and its relationship to early auditory skills / L. Kishon-Rabin [et al.] // *Ear Hear.* - 2005. № 3 (26). P. 17 - 29.
209. Prevalence of hearing loss among children 6 to 19 years of age: the third national health and nutrition examination survey/ A.S. Niskar [et al.] // *JAMA.* 1998. № 279. P. 1071–1075.
210. Progress in identifying infants with hearing loss—United States, 2006-2012 / T.R. Williams [et al.] // *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2015. № 64. V. 13. - P. 351-356
211. Psychological general well-being (quality of life) in patients with cochlear implants: importance of social environment and age / L.R. Hallberg, A. Ringdahl, A. Holmes // *Int. J. Audiol.* - 2005. № 44 (12). P. 706 – 711.
212. Pure tone audiometry and impedance screening of school entrant children by nurses: evaluation in a practical setting/ I. Holtby, D.P. Forster, U. Kumar// *J Epidemiol Community Health.*- 1997.-№ 51.- P.711–715.
213. Radiological and NRT-Ratio-Based Estimation of Slim Straight Cochlear Implant Electrode Positions: A Multicenter Study / P. Mittmann [et al.] // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* - 2016. № 126. V. 1. – P. 73 – 78.
214. Reading abilities after cochlear implantation: the effect of age at implantation on outcomes at 5 and 7 years after implantation / S. Archbold [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2008. № 72 (10). P.1471 – 1478.

215. Risk of bacterial meningitis in children with cochlear implants / J. Reefhuis, M.A. Honein, C.G. Whitney et al. // *N. Engl. J. Med.*- 2003. № 349 (5). P. 435 – 445.
216. Robbins A., Osberger M. *Meaningful Use of Speech Scale* // Indianapolis: Indiana University School of Medicine. 1990.
217. Robbins A., Renshaw J., Berry S. Evaluating meaningful auditory integration in profoundly hearing-impaired children // *Am. J. Otol.* - 1990. № 12. P. 144 - 150.
218. Screening children in the first four years of life to undergo early treatment for otitis media with effusion / C.C.Butler, M.K. van-der-Linden, H. MacMillan // *Cochrane Database of Systematic Reviews* (Issue 2). Chichester: John Wiley & Sons. - 2003.
219. Should children be screened to undergo early treatment for otitis media with effusion? A systematic review of randomized trials/ C.C. Butler, M.K. van der Linden, H.L. MacMillan // *Child Care Health Dev.* - 2003. №29. P.425 – 432.
220. Soares J., Carvalho R. Tone burst evoked otoacoustic emissions in neonates // *Braz. J. Otorhinolaryngol.* - 2009. № 3 V.75. P. 441 - 448.
221. Speech perception and speech intelligibility in children after cochlear implantation / M.N. Calmels [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2004. № 68 V.3. P. 347 – 351.
222. Speech perception performance in prelingually deaf children with cochlear implants / W.K. Gstoettner [et al.] // *Acta Otolaryngol.* – 2000. № 120 V.2. P. 209 – 213.
223. Speech understanding with a new implant technology: a comparative study with a new nonskin penetrating Baha system / A. Kurz [et al.] // *Biomed. Res. Int.* – 2014. 10 p.
224. State and territory EHDI databases: what we do and don't know about the hearing or audiological data from identified children / K. Uhler [et al.] // *Am. J. Audiol.* - 2014. № 23 (1). P. 34-43.

225. Stephan K Post-operative stapedius reflex tests with simultaneous loudness scaling in patients supplied with cochlear implants / K. Stephan, K. Welzl-Müller // *Audiology*. – 2000. № 39. P. 13 – 18.
226. Stimulation parameters differ between current anti-modiolar and peri-modiolar electrode arrays implanted within the same child / M.J. Polonenko [et al.] // *J. Laryngol. Otol.* - 2016. № 130. V. 11. – P. 1007-1021.
227. Surgery and functional outcomes in deaf children receiving cochlear implants before age 2 years / S.S. Hehar [et al.] // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2002. № 128 (1). P. 11 – 14.
228. Surgical and medical management for complications in 475 consecutive pediatric cochlear implantations / O. Tarkan [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2013. № 77 (4). P. 473 – 479.
229. Surgical complications and their management in a series of 300 consecutive pediatric cochlear implantations / K. Bhatia, K.P. Gibbin, T.P. Nikolopoulos // *Otol. Neurotol.* – 2004. № 25 (5). P. 730 – 739.
230. Swannie E. M. Impedance audiometry in clinical practice // *Proc. R. Soc. Med.* - 1966. № 59(10). P. 971 – 974.
231. Telmesani L.M., Said N.M. Electrically evoked compound action potential (ECAP) in cochlear implant children: Changes in auditory nerve response in first year of cochlear implant use // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* - 2016. № 82. - P. 28 - 33.
232. Tharpe A.M., Bess F.H. Minimal, progressive and fluctuating hearing loss in children: characteristics, identification and management // *Pediatr. Clin. N. Am.* - 1999. № 46. P.65–78.
233. The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: is there an added value for early implantation? / C.M. Connor [et al.] // *Ear Hear.* – 2006. № 27(6). P. 628 – 644.

234. The bonebridge as a transcutaneous bone conduction hearing system: preliminary surgical and audiological results in children and adolescents / F. Hassepass [et al.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2015. № 272(9). P. 2235 - 2241
235. The effect of instantaneous input dynamic range setting on the speech perception of children with the nucleus 24 implant / L.S. Davidson [et al.] // *Ear Hear.* – 2009. № 30. V. 3. – P. 340 – 349.
236. The effect of ventilation tubes on language development in infants with otitis media with effusion: a randomised trial / M.M. Rovers [et al.] // *Pediatrics* - 2000. № 106. 42p.
237. The effects of age of cochlear implantation on speech perception outcomes in prelingually deaf children / R.V. Harrison [et al.] // *Scand. Audiol.* – 2001. № 53. P. 73 - 78.
238. The frequency of otitis media with effusion in British pre-school children: a guide for treatment/ E.J. Midgley, C Dewey, K. Pryce // *Clin Otolaryngol.* - 2000. № 25. P. 485 – 491.
239. The influence of increasing the instantaneous input dynamic range in paediatric cochlear implant recipients / K. Veekmans [et al.] // *Cochlear Implants Int.* – 2010. № 11. – P. 473 – 478.
240. The use of thresholds of electrically evoked short-latent auditory potentials for the adjustment of the speech processors in the patients undergoing cochlear implantation / V.E. Kuzovkov [et al.] // *Vestn. Otorinolaringol.* – 2016. № 81. V. 3. – P. 35 – 38.
241. The vibrant soundbridge in children and adolescents: preliminary european multicenter results / H. Frenzel [et al.] // *Otol. Neurotol.* - 2015. № 36 (7). P. 1216-1222
242. Transcutaneous bone-anchored hearing aids versus percutaneous ones: multicenter comparative clinical study / M. Iseri [et al.] // *Otol. Neurotol.* -2015. № 36 (5). P. 849-853.

243. Transient evoked otoacoustic emissions in 6-year-old school children: a normative study / C. Driscoll, J. Kei, B. McPherson // *Scand. Audiol.* - 2000. № 29. P.103–110.
244. US Public Health Service Newborn screening // *Am. Fam. Physician.* 1994. № 50. P. 354 - 358.
245. Van der Beek F.B., Briaire J.J., Frijns J.H. Population-based prediction of fitting levels for individual cochlear implant recipients // *Audiol. Neurootol.* – 2015. № 20. V. 1. – P. 1 – 16.
246. Van-Hoesel R.J. Audio-visual speech intelligibility benefits with bilateral cochlear implants when talker location varies // *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* – 2015. № 16(2). P. 309-315
247. Vohr B. Overview: infants and children with hearing loss // *Ment. Retard. Dev. Disabil. Res.* - 2003. № 1 (9). P. 62 - 64.
248. Waltzman S.B., Roland J.T. Jr. Cochlear implantation in children younger than 12 months // *Pediatrics.* – 2005. № 116 (4). P. 487 – 493.
249. Waltzman S.B., Roland J.T. Jr., Cohen N.L. Delayed implantation in congenitally deaf children and adults // *Otol. Neurotol.* – 2002. № 23(3). P. 333-340.
250. Wang L., Zhang D. Surgical methods and postoperative results of cochlear implantation in 79 cases of ossified cochlea. *Acta Otolaryngol.* – 2014. № 134 (12). P. 1219 - 1224
251. Watkin PM. Confirmation of deafness in infancy // *Arch. Dis. Child.*-1999. № 81. P. 380–389.
252. Watkin PM. Controlling the quality of universal neonatal hearing screens // *Public Health.* - 1999. № 113. P.171–176.
253. Watkin PM. Neonatal otoacoustic emission screening and the identification of deafness // *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* - 1996. № 74. P.16–25.

254. Watkin PM. Outcomes of neonatal screening for hearing loss by otoacoustic emission // Arch. Dis. Child. Fetal. Neonatal Ed. - 1996. №75. P. 158–168.
255. Watkin PM. The age of identification of childhood deafness – improvements since the 1970's // Public Health - 1991. № 105. P. 303 – 312.
256. What can be expected from a late cochlear implantation? / M.I. Kos, M. Deriaz, J.P. Guyot // J. Pediatr. Otorhinolaryngol. – 2009. № 73(2). P. 189-193.
257. Whispered voice test for screening for hearing impairment in adults and children: systematic review / S. Pirozzo, T.Papinczak, P.Glasziou // BMJ. - 2003. № 327. 967 p.
258. White K.R. The current status of EHDI programs in the United States // Ment. Retard. Dev. Disabil. Res. Rev. - 2003. № 9 (2). P. 79-88.
259. Wilson B. The future of cochlear implants // Br. J. Audiol. - 1997. № 31 (4). P. 205 - 225.
260. Wolfe J., Baker R.S., Wood M. Clinical case study review: steroid-responsive change in electrode impedance // Otol. Neurotol. – 2013. № 34. V. 2. - P. 227 - 232.
261. Wright M., Purcell A., Reed V.A. Cochlear implants and infants: expectations and outcomes / Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. – 2002. № 189. P. 131 – 137.
262. Wrightson A.S. Universal newborn hearing screening // Am. Fam. Physician. - 2007. № 75 (9). P. 1349 - 1352.
263. Yoshinaga-Itano C, Coulter D, Thomson V. The Colorado Newborn Hearing Screening Project: effects on speech and language development for children with hearing loss // J. Perinatol. - 2000. № 2 (20). P. 132 – 137.
264. Yoshinaga-Itano C. Developmental outcomes of children with hearing loss born in Colorado hospitals with and without universal

- newborn hearing screening programs / C. Yoshinaga-Itano, D. Coulter, V. Thomson // *Semin. Neonatol.* – 2001. № 6 (6). P. 521 – 529.
265. Yoshinaga-Itano C. Efficacy of early identification and early intervention // *Semin. Hear.* - 1995. № 16. P. 115 – 123.
266. Yoshinaga-Itano C. Identification of hearing loss after age 18 months is not early enough / Yoshinaga-Itano C., Apuzzo M. // *Am. Ann. Deaf.* – 1998. № 143(5). P. 380 – 387.
267. Yoshinaga-Itano C. Levels of evidence: universal newborn hearing screening (UNHS) and early hearing detection and intervention systems (EHDI) // *J. Commun. Disord.* - 2004. №3 (37). P. 451 – 465.
268. Yoshinaga-Itano C. The development of deaf and hard of hearing children identified early through the high-risk registry / Yoshinaga-Itano C., Apuzzo M. // *Am. Ann. Deaf.* – 1998. № 143 (5). P. 416 – 424.
269. Zenker Castro F., Fernández Belda R., Barajas de Prat J. Fitting hearing aids in early childhood based on auditory evoked potentials in steady states // *Acta Otorrinolaringol. Esp.* - 2006. № 57 (9). P. 388 - 393.
270. Zernotti M.E., Sarasty A.B. Active Bone Conduction Prosthesis: Bonebridge // *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* - 2015. № 19. (4). P. 343 - 348.
271. Zimmerman-Philips S., Osberger M.J., Robbinsn A.M. Assessment of auditory skills in children two years of age or yonger // Presented at the Vth International Cochlear Implant Conference. New York. - 1997. P. 1 - 3.
272. Zimmerman-Philips S., Robbinsn A.M., Osberger M.J. Assessing cochlear implant benefit in very young children // *Annals Otology, Rhinology, Laryngology.* - 2000. № 109 (12). P. 42-43.
273. Zwislocki J.J. Analysis of the middle ear function / *J. Acoust. Soc. Am.* - 1962. № 34. P. 1514-1523.