

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова" Министерства здравоохранения Российской Федерации

УДК:

На правах рукописи

РАДИОНОВА

Юлия Олеговна

**Особенности настройки речевых процессоров у пациентов после
кохлеарной имплантации с учетом этиологического фактора
сенсоневральной тугоухости**

14.01.03 – Болезни уха, горла и носа

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
член-корреспондент РАН,
доктор медицинских наук,
профессор Ю.К. Янов

Санкт - Петербург – 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Показания к проведению кохлеарной имплантации.....	10
1.2. Этиология сенсоневральной тугоухости.....	15
1.3. Сенсоневральная тугоухость после перенесенного бактериального гнойного менингита	21
1.4. Программирование речевого процессора. Методы настройки речевого процессора	27
1.5. Факторы, влияющие на эффективность кохлеарной имплантации.....	33
Глава 2. ОБЩАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛЬНЫХ И МЕТОДИКА ИХ ОБСЛЕДОВАНИЯ.....	39
2.1. Общая характеристика обследованных пациентов и распределение пациентов по группам исследования	39
2.2. Методы обследования пациентов.....	43
2.3. Подключение речевого процессора и определение максимально комфортных уровней громкости	45
2.4. Статистическая обработка результатов исследования.....	46
Глава 3. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	48
3.1. Особенности значений сопротивления и максимально комфортных уровней громкости в зависимости от этиологии сенсоневральной тугоухости.....	48
3.2. Анализ параметров настройки речевого процессора у пациентов с различной этиологией сенсоневральной тугоухости в зависимости от наличия оссификации улитки	65
3.3. Особенности стабилизации максимально комфортных уровней громкости и значений сопротивления у пациентов с учетом этиологического фактора сенсоневральной тугоухости	76
3.4. Пороговые уровни электрически вызванных рефлексов стременной мышцы и значения сопротивления электродов у детей в возрасте до 5 лет с различной этиологией сенсоневральной тугоухости	83

Глава 4. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНО КОМФОРТНЫХ УРОВНЕЙ ГРОМКОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ ПОСЛЕ МЕНИНГИТА	89
Глава 5. МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССОРА У БОЛЬНЫХ С СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ ПОСЛЕ МЕНИНГИТА.....	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
ВЫВОДЫ	113
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	115
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	116
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	117

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Кохлеарная имплантация (КИ) является эффективным методом реабилитации больных с глубокими нарушениями слуха [18,24,34]. В последние десятилетия были достигнуты весьма ощутимые результаты в развитии хирургических методов проведения оперативного вмешательства [86], в усовершенствовании технических характеристик кохлеарных имплантов, а также в слухоречевой реабилитации больных с нарушениями слуха [4,14,18,33]. Тем не менее, не теряет своей актуальности проблема совершенствования методик настройки параметров речевого процессора (РП) у пациентов после КИ. Установка оптимальных параметров РП, для обеспечения максимальной разборчивости речи у пациента, является одной из важных задач на этапе слухоречевой реабилитации. Известно, что глухие дети достигают хорошего уровня речевого развития, а также развития коммуникативных навыков, благодаря КИ [17, 18, 69]. В литературе указано, что наиболее быстрое развитие речи наблюдается у детей, прооперированных в раннем возрасте [60, 65, 69, 142, 178, 179, 214]. Согласно проведенным исследованиям, развитие речи у детей после КИ, находящихся в речевой среде и получающих слухоречевую реабилитацию, достигает уровня речевого развития нормально слышащего ребенка соответствующей возрастной категории [36, 195]. Эффективность КИ доказана и у взрослых пациентов. Тем не менее, остается ряд вопросов. Как показывает практика, у части пользователей кохлеарных имплантов специалистам не удается добиться оптимальной разборчивости речи. Остается сложной настройка РП у детей раннего возраста [29], а также у пациентов с глухотой после перенесенной нейроинфекции [49]. В связи с чем, для определения оптимальных параметров настройки РП, является важной задачей разработка методик программирования РП у пациентов с кохлеарными имплантами с учетом этиологического фактора СНТ. Данные литературы указывают, что

использование сочетания объективных методов исследования слуховой функции, может помочь в определении комфортных уровней электрической стимуляции, особенно у детей раннего возраста [25,113]. В настоящее время с целью повышения эффективности результатов реабилитации у пациентов после КИ проводятся исследования по оптимизации методик настройки РП [21,29,34,37]. Однако анализ литературы показывает, что данные клинических исследований, проведенных с целью определения корреляции между данными объективных методик и такими параметрами настройки РП, как пороговый уровень (ПУ) и максимально комфортный уровень (МКУ) при электрической стимуляции, носят противоречивый характер [73, 158, 213]. Результаты исследований по срокам стабилизации параметров РП после первой реабилитации также не однозначны [86,119,223]. Это, в свою очередь, ведет к необходимости анализа причин такой вариабельности. Отечественные и зарубежные ученые указывают, что разборчивость речи у пациентов с кохлеарными имплантами зависит от возраста больных на момент КИ, продолжительности глухоты до КИ, наличия остаточного слуха, от особенности проведения хирургического этапа КИ, от правильности методики коррекционной работы, а также от этиологии сенсоневральной тугоухости (СНТ) [14, 95, 96, 199].

Тем не менее, в настоящее время остается ряд нерешенных проблем у пациентов, использующих кохлеарные импланты. Длительный период настройки РП у больных с СНТ после перенесенного менингита, а также у детей раннего возраста, применение зачастую эмпирических способов настройки, делают задачу по разработке новых эффективных подходов к программированию РП с учетом этиологии СНТ крайне важной. Анализ литературы показал, что необходимы дальнейшие исследования для определения таких подходов на основе выявления более строгих корреляций между данными объективных методов настройки РП в зависимости от этиологии СНТ. Повышение точности определения МКУ громкости и сокращение сроков настройки РП у пациентов с кохлеарными имплантами, будут способствовать повышению эффективности

реабилитации больных с глубокими нарушениями слуха. Для организации эффективной реабилитации необходимо разработать алгоритм настройки РП у пациентов с СНТ после перенесенного менингита. Все вышесказанное позволило сформулировать цель и задачи настоящего исследования.

Цель исследования:

Повышение эффективности реабилитации больных после кохлеарной имплантации в зависимости от этиологического фактора сенсоневральной тугоухости

Задачи исследования

1. Определить значения сопротивления электродов и МКУ громкости у пациентов после КИ в зависимости от этиологического фактора СНТ.
2. Провести анализ параметров настройки РП у пациентов с оссификацией улитки после перенесенного менингита.
3. Выявить особенности стабилизации значений сопротивления электродов и МКУ громкости у имплантированных больных в зависимости от этиологического фактора СНТ.
4. Разработать алгоритм настройки РП у пациентов, страдающих СНТ высокой степени и глухотой после перенесенного менингита.

Научная новизна исследования

1. При исследовании слуховой функции у пациентов с глубокими нарушениями слуха определены особенности значений сопротивления электродов и МКУ громкости в зависимости от этиологического фактора СНТ. Выявлена корреляция между параметрами РП у лиц, перенесших менингит.

2. Выявлены особенности стабилизации МКУ громкости и сопротивления электродов у лиц, перенесших менингит, и обоснована необходимость проведения слухоречевой реабилитации с учетом этиологии СНТ.
3. Впервые разработан алгоритм настройки РП у детей с СНТ после перенесенного менингита.

Практическая значимость исследования:

Разработана регрессионная модель для прогнозирования МКУ громкости у больных с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита и предложена методика настройки РП кохлеарного импланта, в том числе у детей раннего возраста.

На основании проведенного исследования установлено, что детям, перенесшим менингит, необходимо проводить дополнительные настройки через три месяца, а также через 12 месяцев после первого подключения РП. У детей с ототоксической и наследственной СНТ МКУ громкости стабилизируются через три месяца после первого подключения РП.

Настройка РП по алгоритму у лиц, перенесших менингит, позволяет с большей точностью определить оптимальные уровни электрических стимулов. Эффективность реабилитации снижается при наличии у ребенка неврологических нарушений и развитии оссификации улитки после перенесенного менингита (менингоэнцефалита).

Положения, выносимые на защиту:

1. При настройке РП должна учитываться этиология СНТ. Использование математической модели позволяет прогнозировать МКУ громкости у детей, страдающих СНТ высокой степени и глухотой после перенесенного менингита.

2. У больных, перенесших менингит, уровни электрической стимуляции достоверно выше, чем у пациентов с другой этиологией СНТ, что обусловлено как патологией внутреннего уха, так и тяжестью перенесенного заболевания. Выявлены особенности стабилизации МКУ громкости и сопротивления электродов в течение 12 месяцев после первого подключения РП у лиц с глубокими нарушениями слуха в зависимости от этиологического фактора СНТ.
3. Применение алгоритма настройки РП у больных с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита, повышает точность настройки процессоров кохлеарных имплантов, что способствует повышению эффективности реабилитации, в том числе у детей раннего возраста.

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс кафедры оториноларингологии СЗГМУ им. И.И. Мечникова. Рекомендации по настройке речевых процессоров у пациентов с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита внедрены в лечебную практику ФГБУ «СПб НИИ уха, горла, носа и речи».

Апробация работы

Основные результаты исследования доложены на 62-ой научно-практической конференции «Молодые ученые - российской оториноларингологии» (Санкт-Петербург, Россия, 2015 г.), на IV Петербургском международном форуме оториноларингологов России (Санкт-Петербург, Россия, 2015г.), на международном симпозиуме «52nd Inner Ear Biology Workshop and Symposium» (Рим, Италия, 2015 г.).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАКом.

Структура и объем диссертации:

Диссертация изложена на 140 страницах машинописного текста, имеет традиционную структуру, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов и практических рекомендаций. Список использованной литературы включает в себя 235 источников, из них 37 отечественных и 198 иностранных. В работе содержится 25 таблиц и 38 рисунков.

Глава 1. ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Показания к проведению кохлеарной имплантации

Число больных с нарушениями слуха в Российской Федерации превышает 13 млн. человек, из которых более 1,5 млн. являются дети [20]. По данным иностранных авторов, нарушение слуха чаще встречается у лиц мужского пола, а также в регионах со средним и низким уровнем доходов, в связи с высокими показателями заболеваемости такими инфекциями, как корь, краснуха, инфекционными заболеваниями нервной системы, а также в связи с применением ототоксических препаратов [105, 109]. Данные статистики свидетельствуют о том, что число людей с нарушениями слуха растет [17]. Проведенные исследования показали, что тугоухость у детей даже легкой степени ведет к нарушению развития речи. У таких детей хуже успеваемость, чем у сверстников с нормальным слухом, а также возникают нарушения в психо-социальном и психо-эмоциональном развитии [52, 55, 75]. У взрослых нарушение слуха имеет также негативное влияние. Потеря слуха ведет к развитию низкой самооценки, депрессии, социальной изоляции, снижению работоспособности [165].

Широкое применение универсального аудиологического скрининга у новорожденных привело к увеличению выявления детей с нарушением слуха во всем мире [20, 74, 136, 160], что в свою очередь способствовало расширению возможностей для раннего вмешательства. Тем не менее, своевременная диагностика нарушения слуха у детей раннего возраста остается одной из наиболее сложных задач современной аудиологии. Раннее выявление больных детей, страдающих СНТ высокой степени и глухотой, необходимо для проведения эффективной слухоречевой реабилитации [23, 26]. В настоящее время КИ является общепризнанным методом лечения лиц с глубокими нарушениями слуха [24, 191, 209]. Согласно проведенным исследованиям, повреждение или инактивация волосковых клеток, ведет к снижению активации слухового нерва, при этом структурные и функциональные последствия в центральной нервной системе зависят от возраста, в котором наступила деафферентация [40]. После

деафферентации количество нейронов в спиральном ганглии уменьшается в течение разного периода времени. Согласно экспериментальным исследованиям у млекопитающих 50 – 90% афферентных нейронов погибает через несколько дней после инактивации волосковых клеток [168,172], кроме того, значительная потеря нейронов наблюдается и в ядрах верхнего оливарного комплекса [218]. Отсутствие слуховой стимуляции ведет к атрофическим изменениям в центральной нервной системе [146]. Исследования показали, что чем длительнее период глухоты, тем ниже уровень активности центральных отделов слухового анализатора при воздействии звука [130]. В литературе указывается, что у большинства пациентов слуховой нерв остается сохранным в течение 10 - 15 и более лет после полной потери слуха. Данное обстоятельство лежит в основе восстановления слуха с помощью КИ [15]. КИ по существу является разновидностью слухопротезирования, однако, в отличие от слухового аппарата, который усиливает акустические сигналы, кохлеарный имплант преобразует их в электрические импульсы, стимулирующие слуховой нерв [18,197]. Низкочастотная информация направляется на электроды, размещенные апикально, высокочастотная информация на базальные электроды, таким образом, сохраняется естественная тонотопика улитки. Доказано, что электрическая стимуляция предотвращает дегенеративные эффекты в центральной нервной системе [125], связанные с нарушением афферентной активности слухового нерва, вследствие инактивации волосковых клеток [98].

КИ успешно проводится во многих странах и согласно данным литературы, к 2011 году число пользователей КИ в мире превысило 300 тысяч [14]. КИ - это многоуровневый процесс, который включает в себя диагностическое обследование и отбор пациентов на операцию, непосредственно саму операцию, во время которой в улитку пациента вводятся электроды, и последующую послеоперационную слухоречевую реабилитацию. От правильности проведения каждого этапа зависит успех КИ. Во время первого этапа решаются главные вопросы: является ли пациент кандидатом для проведения КИ и целесообразность

проведения КИ в целом [16]. В соответствии с письмом Минздрава РФ от 15 июня 2000 г. N 2510/6642 – 32 «О внедрении критериев отбора больных для кохлеарной имплантации, методик предоперационного обследования и прогнозирования эффективности реабилитации имплантированных больных» определены критерии отбора кандидатов для проведения КИ. Основными показаниями для выполнения КИ являются:

- двусторонняя глубокая сенсоневральная 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;
- отсутствие когнитивных проблем;
- отсутствие психологических проблем;
- отсутствие серьезных сопутствующих соматических заболеваний;
- наличие серьезной поддержки со стороны родителей и их готовность к длительному послеоперационному реабилитационному периоду.

Одним из важных критериев отбора на КИ является возрастной критерий. Минимально рекомендуемый возраст для проведения КИ соответствует 12 – 18 месяцам. Для взрослых пациентов вопрос о возможности проведения КИ решается с учетом общего состояния больного и наличием возможности проходить длительный курс слухоречевой реабилитации. С учетом изложенных рекомендаций по отбору кандидатов для КИ, каждый пациент отбирается для проведения КИ с учетом индивидуальных особенностей.

Письмом Минздрава РФ от 15 июня 2000 г. N 2510/6642 – 32 определены и противопоказания к проведению КИ:

- ретрокохлеарная патология

- значительная облитерация улитки
- тяжелая соматическая патология

Одним из противопоказаний к проведению КИ является отсутствие желания у пациента или родителей пациента проходить длительный период реабилитации. Как показывает клинический опыт, психологическая готовность самого пациента, а также его родственников к длительным занятиям с сурдопедагогами, логопедами, систематическое посещение аудиологов с целью корректировки параметров настройки РП, является одним из факторов, определяющих успех проведения КИ.

Показания к проведению КИ во всем мире постоянно расширяются. В настоящее время имеется много исследований, доказывающих, что КИ должна проводиться у детей в ранние сроки, после выявления глухоты [46, 59, 74, 136]. Усовершенствование хирургических методик проведения КИ позволяет проводить оперативное лечение детям до 1 года.

Речевое развитие представляет собой высоко интегрированный процесс, который возможен в результате гармоничного функционирования анатомо-физиологических, слуховых, ментальных, эмоциональных и социальных аспектов [145]. Процесс речевого развития происходит постепенно. В раннем возрасте речь у нормально слышащих детей развивается и поддерживается, главным образом, в результате того, что ребенок слышит и подражает звукам. Отсутствие слуховой стимуляции влияет на фундаментальные процессы развития речи. В литературе указано, что раннее воздействие слуховой стимуляции, посредством КИ, дает детям больше возможностей для развития языковых навыков [207, 210]. Исследования показали, что дети, у которых выявлены нарушения слуха и проведена своевременная абилитация в течение первых шести месяцев жизни, имеют значительно лучшие результаты в развитии перцептивной и экспрессивной речи, чем дети, у которых нарушения слуха были диагностированы после 6 месяцев [81, 160, 235]. Данные многих исследователей подтверждают, что

хорошее развитие речи наблюдается у детей, имплантированных до 12 - месячного возраста [66, 79, 122, 132, 142].

В литературе имеются сведения о развитии у детей младше 12 месяцев осложнений, связанных с анестезией в ходе проведения КИ, по сравнению с детьми старше 1 года [72, 132, 162]. В тоже время, по данным A.L. James и B.C. Papsin (2004), A. Lesinski – Schiedat и соавт. (2004) осложнений, связанных с проведением анестезии, а также послеоперационных осложнений у детей, прооперированных до 12 – месячного возраста, обнаружено не было [132, 149]. В более поздних исследованиях, выполненных D. Valencia и соавт. (2008), S. Dettman и соавт. (2007), R. Miyamoto и соавт. (2008), также сообщается об отсутствии послеоперационных осложнений у детей до 12 месяцев [62, 79, 142]. Было продемонстрировано, что частота послеоперационных осложнений у детей до 1 года сопоставима с частотой развития таких же осложнений у детей старшего возраста и у взрослых.

Обоснованность проведения ранней КИ доказана и у детей раннего возраста, перенесших бактериальный гнойный менингит, поскольку такие больные заслуживают особого внимания, в связи с развитием оксификации внутренних структур уха в течение нескольких месяцев после перенесенного заболевания [198].

Таким образом, КИ во всем мире считается безопасным и высокоэффективным методом лечения пациентов с тяжелой степенью тугоухости и глухотой. Развитие технологий и совершенствование хирургических методик привело к тому, что показания к проведению КИ расширяются и все больше пациентов становятся пользователями кохлеарных имплантов, при этом преимущества от КИ связаны не только с улучшением слуха и речи, но и с улучшением качества жизни таких пациентов, повышением уровня их образования.

1.2. Этиология сенсоневральной тугоухости.

В структуре заболеваний органа слуха сенсоневральная форма тугоухости занимает одно из ведущих мест [9] и рассматривается как мультифакторное заболевание. В настоящее время известно более 100 этиологических факторов, приводящих к возникновению острой и внезапной сенсоневральной тугоухости [24]. Выделяют следующие формы тугоухости по этиологическому фактору:

- Наследственная
- Врожденная (при патологии беременности матери и родов)
- Сосудистая
- Возрастная
- Обменная
- Токсическая (воздействие лекарственных, бытовых, промышленных веществ)
- Инфекционная
- Травматическая (механические травмы уха, акутравмы, баротравмы)
- Профессиональная
- Воспалительная [10,14].

По мнению Тарасова Д.И. и Тарасовой Г.Д. (1998) все причины и факторы, вызывающие тугоухость и глухоту у детей, необходимо разделить на три группы. В первую группу входят причины и факторы наследственного генеза, которые приводят к развитию наследственной тугоухости. Во вторую группу входят факторы, которые патологически воздействуют на развитие органа слуха плода и приводят к развитию врожденной тугоухости. Третью группу составляют факторы, воздействующие на здорового ребенка в различные периоды его развития и приводящие к развитию приобретенной СНТ и глухоты [35].

При СНТ в основном повреждены рецепторы улитки (наружные (НВК) и внутренние волосковые клетки (ВВК)), которые преобразуют звуковые колебания в электрические импульсы [14]. Выраженность патологии определяет степень

подавления функции волосковых клеток и волокон слухового нерва, а также эффективность передачи информации через улитку [24]. В Кортиевом органе все клетки дифференцированы. Отсутствие базального слоя, состоящего из недифференцированных клеток, объясняет отсутствие в нем регенеративных способностей [187]. Питание Кортиева органа осуществляется сосудистой полоской улиткового хода диффузно, через эндолимфу, поэтому нарушение ионного состава эндо- и перилимфы ведет к утрате слуховой функции [30].

Среди пренатальных инфекций, приводящих к развитию СНТ, ведущую роль занимают цитомегаловирусная инфекция (ЦМВ) [41], краснуха и токсоплазмоз. J. Sever и соавт. (1988) выяснили, что у 38,7% женщин, имеющих антитела к токсоплазмозу в течение беременности, риск рождения детей с развитием сенсоневральной тугоухости до достижения ими возраста 7 лет, повышается в 2 раза [200]. Согласно исследованию Н. Katano и соавт. (2007) после инфицирования беременных морских свинок ЦМВ, у плодов развивается лабиринтит [181]. К. Rarey и L. Davis (1993) проводили гистопатологическое исследование височной кости ребенка с врожденной ЦМВ инфекцией и описывали гибель волосковых клеток, а также атрофию сосудистой полоски по всей длине базилярной мембраны [188].

Такие факторы, как неонатальная асфиксия, гипоксия, глубокая степень недоношенности, низкий вес при рождении, интенсивная вентиляция легких в течение 48 часов и более, гипербилирубинемия, требующая заменного переливания крови, могут предрасполагать к развитию сенсоневральной тугоухости [190]. Исследования на животных показали, что неконъюгированный билирубин пассивно диффундирует через клеточные мембраны и гематоэнцефалический барьер и накапливается в цитоплазме. Согласно данным литературы, при гипербилирубинемии нарушается внутриклеточный гомеостаз кальция. Нарушение кальциевого гомеостаза является важным механизмом нейрональной токсичности, в результате снижается экспрессия кальций – связывающих белков в пораженных клетках, приводя к повреждению кохлеарных

ядер ствола головного мозга и нейронов спирального ганглия [177, 203]. В литературе также указывается, что у детей с весом при рождении менее 1500 гр. и высокой концентрацией билирубина риск поражения органа Корти выше, чем у детей, родившихся с весом более 1500 гр. [8,193]. S. Koyama и соавт. (2005) докладывали, что у новорожденных детей с гипоксией или асфиксией также повреждаются нейроны спирального ганглия. Более тяжелая степень гипоксии вызывает необратимые повреждения волосковых клеток, преимущественно НВК [172]. У новорожденных с дыхательной недостаточностью, в дополнение к воздействию гипоксии, проводимая гипервентиляция легких, также способствует снижению оксигенации и перфузии улитки и слуховых проводящих путей. Согласно данным литературы у 50% детей с неонатальной дыхательной недостаточностью, СНТ может развиваться до 4-х летнего возраста и в дальнейшем иметь прогрессивное ухудшение, что требует тщательного исследования слуха у таких пациентов на протяжении всего детства [131].

Согласно данным литературы, ведущая роль в патогенезе СНТ отводится сосудистым факторам. Кровоснабжение внутреннего уха имеет свои особенности: отсутствуют анастомозы в системе лабиринтной артерии. В связи с этим нарушение кровотока в вертебробазилярном бассейне может привести к ишемическому повреждению слухового аппарата [22].

Среди лекарственных препаратов, вызывающих токсическое поражение рецепторов улитки и преддверия, доминируют аминогликозидные антибиотики (АА). Еще в 1944 S. Waksman и соавт. докладывали о весьма эффективном лечении туберкулеза стрептомицином [230]. Однако в течение короткого времени было обнаружено, что на фоне лечения АА у пациентов развиваются вестибулярные нарушения и глухота. Тем не менее, несмотря на потенциальную ототоксичность, данные препараты широко применяются и в настоящее время. Современные исследования свидетельствуют о преимущественном поражении Кортиева органа и сосудистой полоски с развитием дегенеративного дистрофического процесса разной степени выраженности. Наиболее тяжелая

форма токсической глухоты развивается у новорожденных детей и детей раннего возраста в связи с функциональной неполноценностью гематолабиринтного барьера [9]. Согласно проведенным исследованиям, преимущественное повреждение волосковых клеток происходит в базальных отделах улитки. W. Marcotti и соавт. (2005) показали, что аминогликозиды аккумулируются в митохондриях волосковых клеток. Повышенная чувствительность к ототоксическому действию АА связана с мутацией A1555G в гене митохондриальной ДНК. В результате мутации гена, отвечающего за кодирование генетической информации о малой субъединице рибосомальной РНК, нарушается синтез митохондриальных белков [153], при этом гентамицин напрямую ингибирует синтез белков в митохондриальных рибосомах. Нарушение синтеза митохондриальных белков приводит к гибели волосковых клеток, начиная с базальных отделов улитки. Длительное применение аминогликозидных антибиотиков приводит к атрофии клеток сосудистой полоски, поддерживающих эпителиальных клеток. Согласно данным литературы после применения аминогликозидов у больных наблюдается также дегенерация клеток спирального ганглия, которая продолжается еще длительное время после отмены препаратов [107].

Согласно исследованию R. Jackler и соавт. (1987), у пациентов с врожденной СНТ в 20% случаев были обнаружены аномалии развития внутреннего уха [131]. Данные литературы указывают, что врожденные аномалии улитки могут быть либо генетически детерминированы и связаны с мутацией генов, либо формируются в результате воздействия неблагоприятных факторов на определенном этапе эмбриогенеза [220].

Среди постнатальных причин, приводящих к развитию сенсоневральной тугоухости, выделяют бактериальный гнойный менингит (БГМ), вирусный лабиринтит, травмы височной кости. Согласно проведенным исследованиям, по всему миру ежегодно регистрируется около 1,2 миллионов случаев бактериального менингита [45,170], при этом у 15 – 30% больных остаются

неврологические последствия [31]. БГМ является одной из причин приобретенной глухоты у детей и взрослых [101, 108]. В большинстве случаев бактериальных гнойных менингитов в этиологии имеют значение *Str. Pneumonia*, *H. Influenza type B*, *N. Meningitides* [32, 42, 222, 232]. При этом наиболее высокая заболеваемость регистрируется у детей раннего возраста [31]. Применение конъюгированной вакцины против Hib-инфекции способствовало снижению заболеваемости гемофильными менингитами, тем не менее, частота осложнений и летальность при бактериальных гнойных менингитах, остаются высокими [6].

С учетом генетического фактора выделяют генетическую и негенетическую СНТ. Эпидемиологические данные показывают, что из 1000 новорожденных от 1 до 3 детей рождаются с тяжелой степенью нарушения слуха, и генетическая тугоухость составляет около половины из этих случаев [174, 207]. В норме в результате звуковой стимуляции происходит смещение базилярной и покровной мембран, сопровождающееся отклонением стереоцилий волосковых клеток. Волосковые клетки реагируют на отклонение стереоцилий, открытием или закрытием ионных каналов. Открытие ионных каналов сопровождается перемещением, в основном, ионов K^+ и Ca^{2+} из эндолимфы в клетку, деполяризацией клетки, активацией потенциал – зависимых кальциевых каналов вдоль базолатеральной стенки волосковых клеток и высвобождением нейротрансмиттера [148]. Согласно данным литературы, афферентная активность опосредована выделением нейромедиатора глутамата [110]. Биофизический процесс, в результате которого происходит преобразование поступающих звуковых раздражителей в электрический сигнал, называется механо – электрической трансдукцией [229]. Согласно проведенным исследованиям, белки кадгерин 23, протокадгерин 15 и миозин 1с являются основными в процессе трансдукции [72]. Мутация генов, кодирующих данные белки, ведет к развитию различных типов синдрома Ушера [227]. Доказано, что белок престин, изменяя свою конформацию, играет важную роль в мотильности НВК. Важность престина

продемонстрирована в исследованиях, указывающих, что дефект данного белка ведет к развитию СНТ [76].

Среди всех наследственных нарушений слуха несиндромальная тугоухость, при которой наблюдается только снижение слуха, составляет около 85%, из них аутосомно – рецессивные формы тугоухости составляют 80% случаев. На аутосомно – доминантные формы приходится около 20% случаев несиндромальной глухоты, при этом из них 1 – 2% составляют митохондриальные и X – сцепленные формы наследования. В последние годы отмечается рост идентификации генов, отвечающих за развитие наследственных нарушений слуха. Эти гены кодируют белки, формирующие цитоскелет, компоненты внеклеточного матрикса, ионные каналы, транскрипционные факторы. Известно более 100 различных мутаций в гене Sx26. Наиболее частой причиной развития генетически обусловленной несиндромальной СНТ является мутация 35delG в гене GJB2, который кодирует белок коннексин-26. В норме коннексин-26, являясь белком межклеточных контактов, обеспечивает рециркуляцию ионов калия из эндолимфы в волосковую клетку. В результате дефекта нарушается ионный транспорт, что является причиной развития СНТ [135]. Во многих популяциях мутация в гене GJB2 составляет до 50-80% случаев прелингвальной несиндромальной тугоухости [19,174]. Согласно данным Т.Г. Марковой (2008) мутация 35delG в гене Sx26 встречается не только при врожденной СНТ IV степени и глухоте, однако и при легких формах двусторонней СНТ. Врожденная СНТ неясной этиологии, а также приобретенная СНТ на фоне частых ОРВИ, гриппа, пневмонии, вакцинации в половине случаев также связаны с мутацией 35delG в гене Sx26. У многих тугоухих детей может быть в генотипе две мутации Sx26. Две точечные мутации или одна точечная в сочетании с делецией приводят к меньшей потере слуха. Однако установлено, что в группе детей с измененным генотипом полностью отсутствуют больные с потерей слуха после перенесенного менингита [19]. В литературе указано, что у больных с врожденной СНТ наблюдается дегенерация спиральных ганглиозных

клеток. При этом наиболее тяжелые повреждения встречаются в базальных отделах улитки [169]. Однако при коннексин-26 ассоциированных формах СНТ повреждения могут быть различными [60]. А. Jun и соавт. (2000) провели гистологическое исследование височной кости больного с мутацией гена GJB2 и обнаружили нормальное количество спиральных нейронов, как в базальных отделах улитки, так и в апикальных, а также отсутствие дегенерации слухового нерва [215]. Эти данные позволили сделать вывод, что успех КИ зависит от количества оставшихся ганглиозных клеток и от электрической возбудимости слухового нерва [152]. Для рецессивной глухоты характерна сохранность восприятия тонов низкой частоты, что связано с развитием дегенерации Кортиева органа от основания к вершине. Возможно, это является следствием того факта, что большая часть случаев рецессивной глухоты сочетается с изменениями по типу Шайбе: преимущественно поражается орган Корти, сосудистая полоска и покровная мембрана основного завитка улитки [13].

1.3. Сенсоневральная тугоухость после перенесенного бактериального гнойного менингита

БГМ – это острое полиэтиологическое воспаление оболочек головного мозга, которое характеризуется наличием синдрома интоксикации, менингеального синдрома, синдрома энцефалита. При осложненном течении заболевания развиваются отек и набухание головного мозга, а также полиорганная недостаточность [31]. Данные литературы свидетельствуют, что СНТ возникает у 5 – 35% больных, перенесших бактериальный гнойный менингит [42,83,97,118,151, 232]. При этом нарушение слуха развивается у 25 – 35% больных, перенесших менингит пневмококковой этиологии, и у 5 – 10% больных, перенесших менингит, вызванный *H. influenza* и *N. meningitidis* [47,102]. Несмотря на высокий процент развития нарушения слуха у больных, перенесших менингит, проблема ранней диагностики нарушения слуха у пациентов, после перенесенного БГМ, и своевременная реабилитация таких пациентов, актуальна и

в настоящее время. Позднее выявление тугоухости и глухоты связано, во-первых, с отсутствием проведения обязательного аудиологического скрининга в инфекционных стационарах пациентам, переносящим нейроинфекцию. Анализ приказов и руководящих документов Министерства здравоохранения РФ показал, что аудиологическое обследование детей, переносящих серозный менингит, вирусный энцефалит, менингококковую инфекцию, не входит в стандарты специализированной медицинской помощи. Во - вторых, поздняя диагностика нарушений слуха у детей, связана с недостатками диспансеризации реконвалесцентов, перенесших инфекционное заболевание нервной системы. После выписки из стационара обязательным является диспансерное наблюдение за реконвалесцентами только у невропатолога, дополнительные исследования и осмотр отоларинголога проводятся по показаниям [28].

Результаты исследований показывают, что СНТ после перенесенного менингита обусловлена, прежде всего, повреждением улитки, нежели развивается вследствие неврита слухового нерва или поражения головного мозга. На этот факт указывают следующие данные:

- СНТ после перенесенного БГМ возникает в ранней стадии заболевания [77,102,154,228]
- Кохлеарная имплантация успешно проводится в большинстве случаев у лиц с глухотой после перенесенного менингита [99]
- Гистоморфологические исследования височных костей больных, перенесших менингит, демонстрируют развитие гнойного лабиринтита [184].

Повреждение структур внутреннего уха при БГМ происходит вследствие развития лабиринтита [111,162]. Гнойный лабиринтит возникает при распространении возбудителей из субарахноидального пространства во внутреннее ухо через внутренний слуховой проход или водопровод улитки

[47,56,77,167], а также при распространении инфекции гематогенным путем [212].

М. Igarishi и Н. Schucknecht (1962) в своем исследовании указали, что основными путями передачи инфекции при БГМ являются водопровод улитки и восьмая пара черепных нервов [126]. В 1974 году М. Igarishi сообщал о гематогенном распространении бактерий в эндолимфатическое пространство, и описал наличие бактериальных тромбов в *stria vascularis* при пневмококковом менингите [127]. Е. Trolle (1950) перечислял возможные причины развития менингогенной глухоты:

- Инфильтрация восьмой пары черепных нервов и вторичная дегенерация нервных структур улитки;
- Гнойные лабиринтит;
- Септическая тромбоэмболия внутренней слуховой артерии;
- Повреждение ствола мозга и слуховых центров [222].

К этим причинам S. Comis (1993) и М. Huang и соавт. (1990) добавили, что глухота у больных, перенесших БГМ, развивается при непосредственном токсическом действии бактериальных компонентов [67, 123]. Воспаление локализуется обычно в перилимфатическом пространстве, реже в эндолимфатическом пространстве. Эти данные подтверждают факт распространения инфекции во внутреннее ухо из спинномозговой жидкости через водопровод улитки, реже в результате гематогенной диссеминации [78]. При создании экспериментальной модели пневмококкового менингита у крыс было установлено, что в течение первых дней заболевания бактерии через водопровод улитки распространяются в перилимфатическое пространство, затем апикально по направлению к *helicotrema*, а впоследствии, через вестибулярную лестницу, распространяются в вестибулярную систему. Через 5 - 6 дней после начала менингита, бактерии интенсивно заполняют вестибулярную лестницу базального завитка улитки, далее гематогенно распространяются через капилляры спиральной связки в эндолимфатическое пространство улитки, затем в

эндолимфатическое пространство вестибулярной системы. Доказательств иных путей распространения бактерий при пневмококковом менингите обнаружено не было [159]. Эти данные согласуются и с другими исследованиями, указывающими, что при менингите гистоморфологические изменения доминируют в базальном завитке улитки, что подтверждает распространение инфекции из субарахноидального пространства в барабанную лестницу через водопровод улитки [120,173]. Спиральный ганглий инфильтрируется через спиральную пластину. Деструкция клеток спирального ганглия определяется уже в острую фазу заболевания [138,173,180,192]. Установлено, что при нарушении гематолабиринтного барьера, волосковые клетки и нейроны спирального ганглия повреждаются путем апоптоза [82,147]. Активные формы кислорода и азота, в частности пероксинитрит, вероятно, являются важнейшими посредниками, вызывающими повреждение клеток и развитие нарушений слуха при БГМ пневмококковой этиологии [173]. Назначение антиоксидантной терапии снижает развитие сенсоневральной тугоухости при менингите [156].

Большинство исследователей указывают на статистически достоверную роль *Streptococcus pneumoniae* в развитии нарушения слуха у детей [42,97,233]. У пневмококков имеется множество факторов вирулентности. Так, полисахаридная капсула формирует внешний слой клеток и является одним из основных факторов вирулентности, проявляя антифагоцитарный эффект. Еще одно важное биологическое свойство капсулы – это ее способность ограничивать аутолиз и снижать активность антибиотиков [2]. Выраженная иммунная реакция против бактерий приводит к побочному повреждению собственных структур улитки [43,232]. При введении экспериментальным животным штаммов пневмококка без пневмолизина, отмечается значительно меньше случаев повреждений улитки [179]. S. Comis с соавт. (1991) обнаружили, что эндотоксин вызывает повреждение Кортиева органа и покровной мембраны [68]. Данные другого исследования указывают, что эндотоксин нарушает функцию наружных волосковых клеток [123].

При исследовании слуха у мышей с пневмококковым менингитом повышение порогов слуха было обнаружено уже через 24 часа после заражения. Во всех улитках зараженных мышей, отмечалось гранулоцитарное воспаление в перилимфатическом пространстве. У зараженных мышей сильнее отмечалось ухудшение слуха на высоких частотах. В спиральном ганглии отмечались кровоизлияния. После антибактериальной терапии, проведенной животным в течение 2 недель после заражения, в перилимфатическом пространстве определялась фиброзная ткань с формированием кровеносных сосудов, отмечалось уменьшение количества нейронов в спиральном ганглии, повреждение спиральной связки, снижение количества волосковых клеток [111,137, 162].

Согласно данным литературы, для эффективного функционирования кохлерного импланта, необходимо наличие достаточного количества нейронов в спиральном ганглии. Это подтверждается данными исследования, в котором было установлено, что все пациенты, которым была успешно проведена КИ, имели спиральные афферентные нейроны, при этом волосковые клетки могли полностью отсутствовать у большинства пациентов [99]. Исследования указывают также на то, что даже после менингита количество нейронов в спиральном ганглии продолжает уменьшаться [120,169], что может критически сказаться на эффективности КИ [192].

Своевременная оценка состояния слуховой функции у пациентов после перенесенной нейроинфекции, позволит правильно спланировать оптимальные методы слухоречевой реабилитации и ведения таких больных, что послужит профилактикой инвалидности по слуху. Учитывая, что в структуре общей патологии нервной системы менингиты являются одной из наиболее частых клинических форм, то, прежде всего, необходимо проводить раннюю диагностику нарушения слуха у пациентов, перенесших менингит, поскольку своевременное выявление глухоты и последующая реабилитация, могут обеспечить нормальное

речевое развитие. В настоящее время доказана эффективность КИ в восстановлении утраченного слуха после перенесенного менингита [27,48].

Тем не менее, необходимо учитывать, что у 80% больных, потерявших слух после перенесенного гнойного менингита, развивается оссификация внутренних структур уха, которая затрудняет, а зачастую, делает невозможным проведение как хирургического этапа КИ, так и последующей слухоречевой реабилитации [48,143]. Согласно современным данным, оссификация улитки может развиваться в течение нескольких недель после перенесенного гнойного менингита, особенно пневмококковой этиологии [54,80,100,166], данные литературы свидетельствуют также и о том, что процесс оссификации может продолжаться также и после проведенной КИ [58]. Оссификация лабиринта – это патологический процесс, который развивается в результате деструктивных или воспалительных изменений во внутреннем ухе, вследствие вирусного или бактериального лабиринтита, хронического среднего отита, аутоиммунных заболеваний внутреннего уха, тромбоза лабиринтной артерии, травмы или опухоли височной кости [139]. Наиболее часто фиброз и оссификация локализуются в барабанной лестнице в области основного завитка улитки. Н. Brodie и соавт. (1998) в своем исследовании продемонстрировали три главные гистологические стадии оссификации: фиброз, остеодные отложения и остеогенез. В стадию фиброза определяется грануляционная ткань, состоящая из гипертрофированных фибробластов и вновь образованных сосудов. Для стадии остеогенеза характерен процесс кальцификации костного матрикса [128]. Экспериментальные данные показали, что процесс минерализации начинается уже на 3 день после начала инфекции, при этом резорбция костной ткани не наблюдается в течение трех месяцев после заражения [219]. Учитывая эти данные, временной интервал между перенесенным бактериальным гнойным менингитом и последующей КИ, является очень важным для проведения эффективной реабилитации [1,85,106].

1.4. Программирование речевого процессора. Методы настройки речевого процессора

Решающим моментом в успехе КИ является послеоперационная слухоречевая реабилитация. При отсутствии адекватной слухоречевой реабилитации ребенок не способен овладеть речью, не смотря на наличие кохлеарного импланта при том, что он даже будет слышать тихие звуки. В ходе послеоперационной слухоречевой реабилитации происходит программирование РП.

Успешная послеоперационная реабилитация требует взаимодействие многих специалистов: аудиолога, сурдолога, сурдопедагога, логопеда, психоневролога [20]. РП должны быть оптимально настроены для наилучшего восприятия речи [204]. Цель настройки заключается в задании ряда индивидуальных параметров для формирования оптимальной разборчивости речи у пациента. Первое подключение речевого процессора происходит через месяц после оперативного вмешательства и включает в себя два этапа. Первый этап - это адаптация к повышению уровней электростимуляции в течение первых нескольких дней, второй этап настройка речевого процессора. После первоначального подключения речевого процессора требуется несколько сессий. Это связано с тем, что в процессе адаптации в течение первых нескольких недель или месяцев использования устройства, пациент привыкает к новым сигналам и изначально громкие звуки становятся ощутимо тише [231]. Данные литературы указывают, что основной упор сделан на установление МКУ и в меньшей степени ПУ электрических сигналов. Обзор исследований показал, что эти уровни часто определяются на нескольких электродах, а затем экстраполируются на все [71]. Разница между пороговым уровнем и максимально комфортным уровнем воспринимаемых электрических сигналов называется динамический диапазон воспринимаемых электрических сигналов [1]. Ширина динамического диапазона у пациентов составляет от 12 до 30 дБ. Динамический диапазон обеспечивает возможность адекватного восприятия речи. При более узком динамическом

диапазоне разборчивость речи снижается [14]. Большинство последующих корректировок проводятся в течение первых нескольких месяцев, пока уровень стимуляции не будет стабильным и не оптимизируется настроечная карта [231].

Основная задача аудиолога при программировании РП – это как можно точнее определить необходимые уровни электрической стимуляции на каждом из электродов [21,29,37]. Параметры РП устанавливаются с помощью программного обеспечения. Программирование, в основном, заключается в определении ПУ и МКУ электрической стимуляции для каждого электрода [21,53, 91]. Определение минимального уровня стимуляции необходимо, поскольку если стимуляция ниже порогового уровня, то пациент не услышит тихие звуки, и наоборот, установка слишком высокой стимуляции, больше комфортного уровня, будет способствовать тому, что у пациента будет неприятный фоновый шум и дискомфортная громкость. Минимальная сила тока, необходимая для выявления слухового восприятия и та сила тока, при которой восприятие звуков становится неприятным, различаются между пациентами в силу наличия нескольких факторов. В литературе указано, что уровень тока зависит от количества оставшихся афферентных нейронов, а также от точного положения электродов в улитке [94]. При настройке речевого процессора отдельные электроды должны быть деактивированы из-за высокого сопротивления, неприятных звуковых сигналов или отсутствия слуховых ощущений у пациента. А.Н. Белоконь с соавт. (2008) прослежена взаимосвязь между эффективностью слухоречевой реабилитации и количеством настроечных сессий у больных после КИ. Исходя из полученных результатов, учеными был сделан вывод, что прелингвальные пациенты имеют большее количество настроек, чем постлингвальные. Однако отмечено, что результат оценки эффективности слухоречевой реабилитации не находится в прямой зависимости от количества настроек [3].

Как показывает практика, определение порогов звуковосприятия и дискомфорта у взрослых пациентов, проводится с использованием субъективных методик. При настройке речевого процессора, особенно у детей, наиболее часто

используются объективные методы: регистрация электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов, потенциала действия слухового нерва на электрическую стимуляцию (ЭВСПД), электрически вызванного рефлекса стремени мышцы (ЭВСПР) [112,113,129,178,201]. Для оценки адекватности настройки РП используются: тональная аудиометрия в свободном звуковом поле и сурдопедагогическая методика оценки слуховых реакций на звуки [1,74].

За последнее десятилетие наблюдается устойчивый рост числа работ, направленных на исследование эффективности регистрации ЭВСПД. Согласно этим исследованиям, с клинической точки зрения регистрация ЭВСПД проводится с целью проверки реакции слухового нерва в ответ на электрическую стимуляцию, для верификации функциональности электродов, а также для настройки параметров речевого процессора. Телеметрия нервного ответа (ТНО) является быстрым, неинвазивным методом и не зависит от состояния бодрствования пациента. Данная методика проводится как во время операции КИ, а так и в послеоперационном периоде [74, 121]. При регистрации электрических потенциалов действия слухового нерва в ответ на стимуляцию, с клинической точки зрения, представляют интерес такие параметры как, пороговый уровень, амплитуда пиков и латентный период [175]. Согласно проведенным исследованиям, пороговые уровни, полученные в ходе регистрации ЭВСПД, могут быть использованы в качестве отправной точки для определения начальных уровней программирования речевого процессора [70,87,103]. Выявлением корреляции между уровнями тока, полученными при регистрации ЭВСПД, и МКУ громкости у пользователей кохлеарных имплантов, занимались многие исследователи. С помощью методики ТНО появилась возможность эффективно измерять реакцию слухового нерва на электрические импульсы. Многие исследователи прогнозировали, что на основании данных ТНО пользователям кохлеарных имплантов будут устанавливаться более точно параметры РП. Так, К. Franck и S. Norton (2001) в своем исследовании предположили, что на основании наличия корреляции между ПУ и порогами

ЭВСПД можно более точно определить МКУ громкости на каждом электроде [104]. Однако в настоящее время многими учеными доказано, что корреляция между порогами ЭВСПД и МКУ громкости умеренная [25,70,112,175,213]. С. Willeboer и соавт. (2006) также докладывали, что корреляция между уровнями электрических стимулов, установленными в результате проведения ТНО, и, МКУ громкости, определенными с помощью субъективных методик, не достаточно сильная [234]. Согласно данным литературы, у детей имеет место также низкая корреляция между порогами ЭВСПД и МКУ громкости, полученными при субъективной реакции на электрическую стимуляцию [112,113, 208], поскольку параметры настройки речевого процессора, основанные на данных, полученных при регистрации ЭВСПД, являются неоптимальными для хорошего восприятия речи [201, 208]. С. Miller и соавт. (2000) в своей работе показали, что ТНО может проводиться для оценки функции слухового нерва, однако не может являться методом, определяющим оптимальные настройки РП [156]. К. Gordon и соавт. (2004) сделали заключение, что определение порогового уровня электрической стимуляции, должно быть основано на данных регистрации ЭВСПД или ЭКСВП [113]. В своих исследованиях J. Bierer (2007), С. Long и соавт. (2014) показали, что пороговые уровни, полученных при регистрации ЭВСПД, зависят от несколько факторов, в частности от особенности расположения стимулирующих электродов относительно модиолюса, а также от количества оставшихся нейронов [93,221].

Для настройки речевого процессора регистрация ЭВСП чаще используется специалистами, в силу высокой корреляции с порогами МКУ громкости, как у взрослых, так и у детей [21,23,25,26,37,90, 155, 202]. Согласно исследованию, проведенному М. Polak и соавт. (2006), большинство постлингвальных взрослых пациентов предпочитало программы с установленным МКУ громкости по уровням порогов ЭВСП [176]. Данный метод заключается в подаче электрических стимулов и регистрации реакции *m. stapedius* в ответ на электрическую стимуляцию каждого введенного в улитку электрода. Целью регистрации ЭВСП

является определение ПУ рефлекса [21]. Различают ипсилатеральный рефлекс, зарегистрированный в стимулированном ухе, и контралатеральный, когда электроакустический рефлекс регистрируется в противоположном от стимуляции ухе. Первые работы по исследованию корреляции между порогами, полученными при регистрации электрически вызванного рефлекса стременной мышцы, и МКУ громкости, полученными при субъективной оценке пациентами электрической стимуляции, были выполнены в 90-х годах [51]. Gordon и соавт. (2004) показали, что ЭВСП регистрируется при стимуляции большинства электродов. Учеными было также высказано, что уровень максимальной электрической стимуляции может быть предсказан с помощью электроакустической рефлексометрии, при этом существенно влияет возраст ребенка на момент операции [113]. В практическом применении основные преимущества рефлексометрии заключаются в том, что данный объективный метод неинвазивный и может применяться у пациентов разной возрастной группы. Уровни тока, при которых регистрируется ЭВСП, не зависят от состояния бодрствования пациента и имеют высокую корреляцию с уровнем комфортного восприятия громкости. Однако, согласно данным литературы, у 30% - 40% пациентов не удается зарегистрировать стапедиальный рефлекс [21,32,51, 202], в том числе у пациентов с перенесенным менингитом в анамнезе [226]. М. Bresnihan с соавт. (2001) установили, что стапедиальный рефлекс регистрируется только у 80% детей [155]. Также следует отметить, что методика определения порогов рефлекса на всех электродах занимает продолжительное время, и, соответственно, затруднительна в применении у детей раннего возраста, поэтому электроакустическая рефлексометрия не может являться универсальным объективным методом для определения МКУ.

Одним из объективных методов, используемых для настройки речевых процессоров, является регистрация ЭВКСП, с помощью которого исследуется возбуждение стволовых структур проводящих слуховых путей при электрической стимуляции. Впервые электрически вызванные слуховые ответы мозга был

зафиксированы в 1979 г. [211] и были впоследствии применены у пациентов с кохлеарными имплантами многими исследователями. В своем исследовании J. First с соавт. (2002) выявили, что у пациентов, использующих кохлеарные импланты, при электрической стимуляции апикальных электродов имеется тенденция к появлению V пика с наибольшей амплитудой и четкой морфологией, чем при стимуляции базальных электродов. Было отмечено, что амплитуда V пика уменьшается при снижении уровня стимуляции, а также выявлено, что латентный период появления V пика значительно длиннее при электрической стимуляции базальных электродов по сравнению с апикальными [171]. В литературе указывается, что пороговые значения при регистрации ЭВКСП зависят от количества оставшихся спиральных нейронов, а также от положения электродов в улитке. Так, согласно проведенному исследованию, при перемещении стимулирующего электрода в сторону боковой стенки scala tympani, пороговые уровни ЭВКСП увеличиваются [205]. Было также показано, что снижение количества нейронов в спиральном ганглии приводит также к повышению порогов ЭВКСП [116, 205]. В проведенных ранее исследованиях установлено, что пороговые уровни, полученные при субъективной реакции пациента на настройку речевого процессора, ниже пороговых значений, полученных при регистрации электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов. Согласно данным литературы, выявлена корреляционная зависимость между МКУ громкости и уровнями тока, при которых регистрируются ЭВКСП [11, 34], однако проблема точного определения МКУ по данным регистрации ЭВКСП еще не разрешена [34].

Методика настройки речевых процессоров постоянно совершенствуется [21,23,26,37]. Клинический опыт свидетельствует о том, что сочетанное применение объективных методов помогает при программировании речевого процессора и определении динамического диапазона между пороговым и максимально комфортным уровнем у пациентов с кохлеарными имплантами, особенно у детей раннего возраста [216]. Объективные методики могут быть

проведены пациенту, как во время операции, так и в послеоперационном периоде. К. Gordon и соавт. (2004) установили, что пороговые уровни ЭВКСП и ЭВСПД, существенно не меняются в течение 6 – 12 месяцев после операции, в то время как, порог ЭВСП возрастает [113]. Согласно исследованию, проведенному А. Walkowiak и соавт. (2011), у взрослых пациентов и у детей, имплантированных КИ Med-El Pulsar CI100, не было обнаружено достоверных различий в значениях электрических стимулов, при которых были получены пороги ЭВСПД и ЭВСП. Эти данные позволили авторам предположить, что у детей корреляция между уровнями электрических стимулов, при которых регистрируются ЭВСПД и стапедальные рефлекс, не ниже, чем у взрослых. На основании этого исследования был сделан вывод, что значения уровней электрической стимуляции, при которых регистрируются ЭВСП и ЭВСПД у взрослых пациентов, можно использовать при создании настроечных карт у детей [92].

В литературе описано, что пороговый уровень, определяемый при регистрации ЭВСПД слухового нерва, имеет тенденцию к повышению по направлению от апикальных к базальным электродам. Это, так называемый, базально-апикальный градиент [70,113], который отражает лучшую сохранность нейронов в апикальной части улитки [71]. Другими исследователями линейного распределения пороговых уровней обнаружено не было, что может быть объяснено разным количеством введенных электродов, большой вариабельностью расположения электродов у пациентов, анатомическими особенностями улитки [84,89].

1.5. Факторы, влияющие на эффективность кохлеарной имплантации

Анализ литературы показывает, что эффективность кохлеарной имплантации зависит от множества факторов, таких как продолжительность

глухоты у больного до имплантации [194], периода речевого развития, в котором наступила глухота долингвальный [57] или постлингвальный [115], возраста на момент имплантации, наличия у пациента сопутствующих нарушений, от систематичности проведения занятий с сурдопедагогом, логопедом, от правильности методики коррекционной работы [14]. В своем исследовании V. Colleti (2009) указывает на необходимость проведения ранней имплантации, поскольку вариабельность эффективности результатов зависит именно от возраста в котором проведена КИ. Согласно полученным в исследовании данным, результаты настройки речевых процессоров сильно варьируют даже среди относительно однородной группы пациентов с КИ, зависят от возраста на момент операции, длительности глухоты, этиологии СНТ [65]. Наибольшая эффективность результатов КИ достигается у больных с постлингвальной глухотой [1]. Оценка влияния дооперационной аппаратной электроакустической коррекции слуха на результаты реабилитации после КИ показала, что использование пациентами слуховых аппаратов в дооперационный период способствует формированию механизмов центрального слухового анализа, однако в некоторых случаях мало влияет на дальнейший успех КИ [7].

У многих больных после КИ разборчивость речи не более 80%, а наличие посторонних шумов еще больше снижает восприятие речи у таких пациентов [161]. Исследования показали, что бинауральная кохлеарная имплантация позволяет улучшить локализацию звука и восприятие речи в шумной обстановке [143]. Согласно данным литературы временной интервал между моноуральной и бинауральной имплантацией влияет развитие речи у детей [114]. Также указывается, что речевое восприятие зависит не только от эффективности электрической стимуляции, но и от функционального состояния центральных слуховых путей [96].

Согласно проведенным исследованиям, на эффективность результатов КИ влияют также технические и анатомических факторы, такие как размер улитки, положение электродов в улитке и глубина их залегания, отсутствие транслокации

электродов в вестибулярную лестницу, расстояние между электродами и стимулируемыми нейронами, количество активных электродов, а также количество и функциональная активность оставшихся нейронов в спиральном ганглии [85,140]. В норме в спиральном ганглии находится около 35000 нейронов. Различают два типа нейронов. Тип I – это нейроны больших размеров (20-30 мкм в диаметре), их около 90%. В цитоплазме таких нейронов много митохондрий и хорошо развитая эндоплазматическая сеть. Тип II – это нейроны меньшего размера (10-15 мкм в диаметре), ядро имеет менее выраженный гетерохроматин, а цитоплазма содержит меньшее количество митохондрий и нейрофиламентов [189]. Согласно проведенным исследованиям, у животных гибель сенсорных клеток в Кортиевом органе приводит к ретроградной дегенерации слуховых нейронов. Считается, что снижение плотности слуховых нейронов связано с нарушением секреции нейротрофических факторов в Кортиевом органе [99]. Во время электрической стимуляции происходит возбуждение оставшихся нейронов, поэтому электродные массивы располагают перимодиоллярно. Исследования указывают, что введение электродов перимодиоллярно через круглое окно, способствует более глубокому их расположению, сокращает расстояние между базальными электродами и модиолусом [44]. Однако согласно исследованиям Н. Rask – Andersen и соавт. (2006), а также М. Souter и соавт. (2011) выявлено, что хотя перимодиоллярное расположение электродов способствует более тесному контакту с оставшимися слуховыми нейронами, такое расположение может травмировать тонкую костную стенку модиолуса и привести к повреждению нейронов спирального ганглия, являющихся главной мишенью электрической стимуляции [183, 196]. Данными исследованиями подтверждается тот факт, что эффективность КИ зависит также и от хирургического этапа.

В своем исследовании Venail F. и соавт. (2015) обнаружили взаимосвязь между порогами, полученными при регистрации ЭВСПД, и расстоянием между электродами и нейронами спирального ганглия. Учеными была выявлена

отрицательная корреляция порогов со значениями сопротивления электродов: повышение сопротивления электродов на 1 кОм сопровождалось снижением средних значений пороговых уровней ЭВСПД. В ходе исследования Venail F. и соавт. (2015) также была выявлена тенденция ($p=0,06$) в повышении значений пороговых уровней, полученных при регистрации ЭВСПД, у больных с СНТ, связанной с применением ототоксических препаратов. При этом не было обнаружено достоверной взаимосвязи между пороговыми уровнями ЭВСПД и возрастом пациента, а также продолжительностью глухоты до кохлеарной имплантации. Это наблюдение подтверждает то, что такие факторы, как возраст пациента, длительность глухоты, являются значимыми на этапе слухоречевой реабилитации.

По данным различных исследований, стабилизация значений сопротивления электродов, наблюдается в течение 3 – 36 месяцев после перенесенной операции [86, 223]. Y. Henkin и соавт. (2003) определили, что пороговые уровни и МКУ громкости изменяются в первые месяцы после имплантации и стабилизируются через 6 месяцев после подключения РП. Значения сопротивления электродов стабилизируются спустя 1 месяц после КИ [118]. K. Tubishi (2011) в своем исследовании указывает, что значения сопротивления электродов существенно изменяются в первые три месяца после операции и стабилизируются через год в апикальных и медиальных отделах улитки, а в базальных отделах стабилизация значений происходит после года после первого подключения РП [223]. Этот факт подтверждается исследованием H. Jia и соавт. (2011), в котором установлено, что стабилизация сопротивления наблюдается в течение 3-12 месяцев после операции [86]. Наибольшие значения сопротивления электродов наблюдаются в базальных отделах улитки [223]. Однако в исследовании F. Mosca и соавт. (2014) было доказано, что у больных с различной этиологией СНТ сопротивление стабилизируется через 1 месяц после КИ, а МКУ громкости через 3 месяца. При этом из исследования были исключены только те имплантированные больные, у которых значения сопротивления

превышали 20 кОм [164]. В литературе указано, что повышение сопротивления электродов может отражать степень развития фиброза в улитке [63]. Фиброзная ткань, образуя изолирующий слой вокруг электрода, снижает проведение электрического заряда между электродом и биологическими тканями, поэтому для эффективной слухоречевой реабилитации рекомендуется повышать уровни электрической стимуляции и пересматривать параметры настройки РП у пациентов с течением времени [225].

Согласно проведенным исследованиям, обнаружена положительная корреляция между количеством активных электродов и разборчивостью речи. М. Clarson и соавт. (2010) установили, что в 9% случаев аудиологи отключают электроды в связи с высоким сопротивлением. Наличие трех и более деактивированных электродов может потребовать проведение реимплантации [186]. В своем исследовании М. Cosetti и соавт. (2010) обнаружили, что у пациентов с СНТ после перенесенного менингита было деактивировано 53% электродов, и предположили, что отключение электродов связано с оссификацией лабиринта [74]. Eshraghi A. и соавт. (2004) обследовав 14 детей с глухотой после БГМ, установили, что у таких пациентов наблюдается тенденция к увеличению уровней электрической стимуляции электродов при определении максимальной комфортной громкости, по сравнению с пациентами с СНТ другой этиологии. При этом детям, без оссификации улитки, изначально требовались более высокие пороговые уровни. Стабилизация параметров РП у них наблюдалась через год, в то время как у детей с оссификацией внутреннего уха в начале настройки РП пороговые уровни были не значительно выше, однако через 12 месяцев после первой настройки требовалось повышать уровни электрической стимуляции [58].

Обзор литературы показал, что в настоящее время количество имплантированных пациентов ежегодно увеличивается, тем не менее, не существует стандартных методик настройки речевых процессоров пациентам в зависимости от этиологии СНТ и, как следствие, результаты настроек РП получаются разные. В некоторых исследованиях отсутствует возраст пациентов,

методы обследования, что ограничивает применение в практике результатов исследований. Понимание вопросов влияния этиологии СНТ на параметры настройки речевых процессоров позволит повысить эффективность реабилитации пациентов после КИ. Анализ данных литературы показал, что в настоящее время научные исследования направлены на разработку объективных методов обследования. На практике настройка РП у пациентов с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита остается сложной. Это обусловлено развитием оссификации внутреннего уха, отсутствием субъективной реакции у детей раннего возраста на настройку, а также противоречивостью данных субъективных и объективных методов настройки речевых процессоров, что затягивает процедуру определения МКУ громкости у имплантированных больных и делает реабилитацию менее эффективной. Анализ специальной литературы также показал, что нет убедительных данных, отражающих стабилизацию порогов МКУ громкости, а также значений сопротивления электродов с течением времени у лиц, перенесших менингит, что отсутствуют рекомендации по настройке РП у детей раннего возраста с глубокими нарушениями слуха после перенесенного БГМ. В связи с вышесказанным для повышения эффективности результатов слухоречевой реабилитации представляет научный и практический интерес изучение особенностей значений сопротивления электродов и МКУ громкости у детей с учетом этиологического фактора СНТ. Полученные данные станут основой для создания алгоритма настройки РП, что в целом позволит проводить реабилитацию более эффективно.

Глава 2. ОБЩАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛЬНЫХ И МЕТОДИКА ИХ ОБСЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика обследованных пациентов и распределение пациентов по группам исследования

На базе отделения реабилитации ФГБУ «Санкт – Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи» Минздрава России за период с 2013 по 2015 г. проведена реабилитация 92 детей в возрасте от одного года до 18 лет с сенсоневральной тугоухостью IV степени или глухотой различной этиологии. В зависимости от этиологии СНТ имплантированные пациенты были распределены на три группы. В первую группу вошли 35 (38,1%) детей, перенесших менингит. Во вторую группу были включены дети с ототоксической сенсоневральной тугоухостью – 18 (19,5%) человек. В третью группу сравнения вошли 39 (42,4%) детей с наследственной СНТ с мутацией в гене коннексина-26 (Cx26). В каждой группе пациенты были распределены по полу и возрасту. Согласно данным литературы, результаты слухоречевой реабилитации зависят от возраста, в котором проведена КИ. С учетом возрастного аспекта при проведении слухоречевой реабилитации все пациенты были распределены по возрасту на следующие подгруппы: дети до 2 лет, дети от 2 до 3 лет, дети в возрасте от 3 до 7 лет, дети от 7 до 15 лет, пациенты старше 15 лет [14]. В каждой группе учитывался временной период от начала СНТ до оперативного лечения, опыт использования слуховых аппаратов, период возникновения тугоухости и глухоты: долингвальный (нарушения слуха возникли в раннем детстве до развития речи), перилингвальный (тугоухость и глухота возникли в период овладения речью 1-5 лет), постлингвальный (СНТ возникла после развития речи) [14], моноуральная или бинауральная имплантация.

Из числа больных с СНТ после перенесенного менингита, 32 ребенка были после моноуральной КИ, трое детей имплантированы бинаурально.

Распределение обследованных больных, с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита по возрасту и полу, представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение больных с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита по возрасту и полу

Пол	Возраст на момент слухоречевой реабилитации										Всего	
	до 2 лет		2-3 года		3-7 лет		7-15 лет		старше 15			
	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %
М	3	8,5%	3	8,6%	6	17,1%	3	8,6%	5	14,3%	20	57,1%
Ж	1	2,9%	2	5,7%	5	14,3%	3	8,6%	4	11,4%	15	42,9%
Всего	4	11,4%	5	14,3%	11	31,4%	6	17,2%	9	25,7%	35	100%

Как видно из таблицы 1 среди больных, с СНТ IV степени после перенесенного менингита, преобладают мальчики 20 человек (57,1%), девочек было 15 человек (42,9%). При распределении пациентов по возрасту на момент первой слухоречевой реабилитации большинство больных составили дети до 15 лет – 26 человек (74,3%) из них 19 детей (54,28%) дети от 1 года до 5 лет. Дети старше 15 лет - 9 человек (25,7%). Среди детей до 15 лет в подгруппе до 2 лет слухоречевую реабилитацию проходили 4 ребенка (11,4%), 5 детей в возрасте 2 – 3 лет (14,3%), в подгруппе от 3 до 7 лет было 11 человек (31,4%), дети в возрасте от 7 до 15 лет – 6 человек (17,2 %).

У пациентов первой группы учитывалась этиология менингита. При распределении больных, перенесших менингит по этиологии возбудителя, гнойный менингококковый менингит перенесли 9% пациентов, пневмококковый менингит был выявлен у 3% больных, 20% больных перенесли гнойный и вирусный менингоэнцефалит. В 68% случаев этиологию БГМ уточнить по данным анамнеза и медицинской документации не удалось. Данные представлены на рисунке 1.

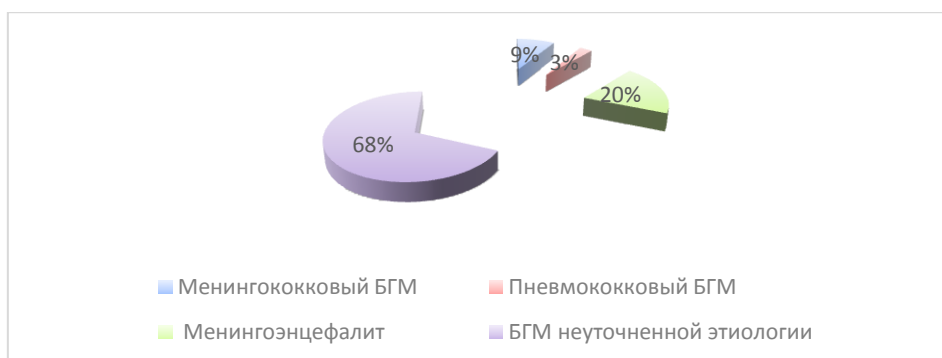


Рисунок 1. Распределение пациентов с сенсоневральной тугоухостью после менингита по этиологии возбудителя.

Средний временной интервал от момента возникновения глухоты до слухоречевой реабилитации у всех пациентов с СНТ после перенесенного менингита составил 3 года. Однако при распределении больных по возрасту, у детей в возрасте 15-18 лет средний временной интервал от заболевания до КИ составил $5,5 \pm 3,8$ лет, у детей до 3,5 лет КИ проведена, в среднем, через 9 месяцев после перенесенного БГМ.

Учитывая, что по данным литературы у лиц, перенесших менингит, развивается оссификация структур внутреннего уха, больные первой группы были дополнительно распределены на две подгруппы: пациенты с оссификацией – 23 человека и пациенты без оссификации улитки – 12 человек, а также определена взаимосвязь оссификации внутренних структур уха и этиологии нейроинфекции. У 65,7% больных развилась оссификация улитки. Без оссификации внутреннего уха 34,3 % пациентов. У пациентов с оссификацией в 86,9 % выявлена оссификация базальных отделов улитки, у 13,1 % больных наблюдалась оссификация базального и апикального завитков. Оссификация встречалась у больных после перенесенного менингоэнцефалита в 13% случаев, после перенесенного гнойного менингита в 87% случаев.

В группе больных с ототоксической СНТ 17 детей имплантированы моноурально, 1 ребенок имплантирован бинаурально. При распределении больных с ототоксической СНТ по полу, 7 человек были мужского пола (38,9 %),

11 человек – женского пола (61,1%). При распределении детей по возрасту на слухоречевой реабилитации находились дети до 2 лет – 2 человека (11,1%), дети от 2 до 3 лет – 5 человек (27,8%), 6 детям проведена слухоречевая реабилитация в возрасте от 3 до 7 лет (33,3%), 2 ребенка были в возрасте от 7 до 15 лет (11,1%), старше 15 лет – 3 человека (16,7%). Согласно представленным данным, большинство пациентов во второй группе, поступивших на реабилитацию, это дети до 15 лет – 15 человек (83,3%), дети до 5 лет – 9 человек (50%). Распределение пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 2.

Таблица 2 - Распределение больных детей с ототоксической сенсоневральной тугоухостью по возрасту и полу

Пол	Возраст и число больных на момент слухоречевой реабилитации										Всего	
	до 2 лет		2-3 года		3-7 лет		7-15 лет		старше 15			
	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %	п, абс	доля, %
М	-	-	3	16,7%	4	22,2%	-	-	-	-	7	38,9%
Ж	2	11,1%	2	11,1%	2	11,1%	2	11,1%	3	16,7%	11	61,1%
Всего	2	11,1%	5	27,8%	6	33,3%	2	11,1%	3	16,7%	18	100%

Средний временной интервал от момента возникновения слуховых нарушений до слухоречевой реабилитации у детей до 15 лет составил 5 лет $\pm$ 3,4 года, у детей до 3,5 лет – 2,3 года $\pm$ 11 месяцев, у детей старше 15 лет 3 года $\pm$ 9 месяцев.

В группе сравнения двое детей имплантированы бинаурально. Остальным больным проведена моноуральная КИ. Пациенты данной группы были также распределены по возрасту и полу (таблица 3). В группу сравнения вошли 17 мальчиков (43,6%) и 22 девочки (56,4%). По возрасту дети были распределены на пять подгрупп: дети до 2 лет – 5 человек (12,8%), от 2 до 3 лет – 13 человек (33,3%), дети в возрасте от 3 до 7 лет – 14 человек (35,9%), 7 детей от 7 до 15 лет

(18,0 %). Анализ данных показал, что в группе сравнения дети в возрасте от 1 года до 5 лет составили 25 человек (64,1%).

Таблица 3 - Распределение обследованных больных в группе сравнения по возрасту и полу

Пол	Возраст и число больных на момент слухоречевой реабилитации										Всего	
	до 2 лет		2 – 3 года		3 – 7 лет		7 – 15 лет		старше 15			
	п, абс	доля %	п, абс	доля %	п, абс	доля %	п, абс	доля %	п, абс	доля %	п, абс	доля, %
М	3	7,7%	6	15,4%	5	12,8%	3	7,7%	-	-	17	43,6 %
Ж	2	5,1%	7	17,9%	9	23,1%	4	10,3%	-	-	22	56,4%
Всего	5	12,8%	13	33,3%	14	35,9%	7	18,0%	-	-	39	100 %

Средний временной интервал от момента возникновения заболевания до слухоречевой реабилитации у детей до 3 лет составил 2,1 года $\pm$ 10 месяцев, у детей в возрасте от 5 до 15 лет, потерявших слух и имеющих разный уровень речевого развития, интервал составил 4,7 $\pm$ 1,9 лет.

2.2. Методы обследования пациентов

Анамнез и оториноларингологическое обследование

Начиналось обследование больных со сбора анамнеза. С целью уточнения этиологического фактора СНТ оценивались результаты дополнительного обследования. В зависимости от возраста пациента, сбор анамнеза, помимо традиционных разделов, включал жалобы родителей, опрос об особенностях протекания беременности и родов, уточнялся вес ребенка при рождении и срок гестации, срок выписки из родильного дома, давность слуховых нарушений. Собирались данные о заболеваемости ребенка, иммунизации, об особенностях психомоторного развития, о наличии нарушения слуха у ближайших родственников. Дополнительно выявлялись характер слуховых нарушений и особенности слуховых расстройств. У всех пациентов определялись причина нарушения слуха и временной период между выявлением СНТ и оперативным

лечением, бинауральная или моноуральная имплантация, наличие опыта в ношении слуховых аппаратов, наличие остаточного слуха, выявлялась сопутствующая патология.

Перед подключением речевого процессора всем пациентам проводилось стандартное оториноларингологическое обследование (фарингоскопия, передняя и задняя риноскопия, отоскопия, непрямая ларингоскопия). По показаниям проводился осмотр больного ребенка невропатологом и окулистом. В течение реабилитации все пациенты наблюдались сурдологом, сурдопедагогом, невропатологом, психиатром, психологом.

Компьютерная томография височных костей

С целью оценки состояния структур внутреннего уха и проходимости улитки применялась компьютерная томография височных костей. У всех пациентов перед проведением оперативного лечения проводилась КТ височных костей на многослойном спиральном компьютерном томографе «Somaton Emotion 16» фирмы Siemens по программе «высокого разрешения» костной ткани. Толщина среза составляла 0,6 мм.

Магнитно – резонансная томография

МРТ выполнялась пациентам по показаниям в трех проекциях на высокопольном магнитно – резонансном томографе Signa Hdx с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Толщина среза составляла 5 мм при обследовании структур головного мозга, при программе обследования предверно - улитковых нервов и структур перепончатого лабиринта толщина среза от 1,2 до 2,5 мм, при обследовании структур среднего уха толщина среза составляла 1,5 мм.

Тональная пороговая аудиометрия в свободном звуковом поле

Для оценки качества настройки РП выполнялась тональная пороговая аудиометрия по стандартной методике в специально оборудованном звукоизолированном кабинете с последующей оценкой порогов звуковосприятия

на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Детям от 1 года до трех лет проводилась аудиометрия со зрительным подкреплением. Игровая аудиометрия проводилась детям от 3 до 5 лет. Оценка степени тугоухости проводилась согласно международной классификации [1].

Сурдопедагогическое тестирование

Для оценки адекватности настройки КИ после первой реабилитации проводилась сурдопедагогическая методика обследования слуха: определение разборчивости речи с помощью таблиц слов (для детей со словарным запасом), оценка спонтанных реакций на неречевые и речевые звуки, условно-рефлекторная двигательная реакция на звуки, анализ особенностей речи, голоса, поведения ребенка [14].

2.3. Подключение речевого процессора и определение максимально комфортных уровней громкости

Всем больным из трех групп первое подключение РП проводилось через 1 месяц после оперативного лечения. В собственном исследовании использовался персональный компьютер с программным обеспечением «Maestro-4.2» и подключенным к нему программатором «DIB-2» (diagnostic interface box), а для регистрации стапедиального рефлекса использовали импедансометр «АТ - 220» в режиме регистрации распада акустического рефлекса (Decay).

Перед подключением РП производился анализ состояния имплантируемой части и оценивались значения сопротивления на электродах. Затем в течение нескольких дней проводилось постепенное повышение уровня электрической стимуляции до средних уровней. При достижении средних уровней около 15 цц, проводилась персонализация настроечных карт с помощью объективных или субъективных методов настройки. Позднооглохшим детям с высоким уровнем речевого развития, определение порогов звуковосприятия и дискомфорта, проводилось с использованием субъективных методик. В программе выставлялись импульсы длительностью 300 мс с промежутком 500 мс. Ребенок

сам оценивал параметры стимуляции по традиционной шкале субъективной оценки громкости.

С целью определения комфортных уровней громкости у детей раннего возраста (до 5 лет), проводилась регистрация ЭВСП по стандартной методике. Тимпанометрия выполнялась на импедансометре «АТ-220» с последующей оценкой типа тимпанограмм согласно классификации, предложенной J. Jerger (1970) [133]. При выявлении у ребенка патологии среднего уха или тимпанограмм «В» и «С», электроакустическая рефлексометрия такому больному не проводилась. При наличии тимпанограммы «А», пациенту проводилась электрическая стимуляция каждого электрода по отдельности, с разной интенсивностью стимула, и регистрация ответной реакции на экране импедансометра. Рефлекс регистрировался в не имплантированном (контрлатеральном) ухе. В исследовании электроды с 1 по 4 являлись апикальными, с 5 по 8 средними, с 9 по 12 – базальными.

2.4. Статистическая обработка результатов исследования

Полученные экспериментальные данные подвергались статистической обработке, анализу и систематизации. Подготовка данных включала в себя ввод показателей в базу данных и последующий предварительный анализ, с целью выявления зависимости между показателями, группировки и выбора методов анализа. Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с использованием пакета обработки данных Statistica 6.0 и электронных таблиц Excel. При обработке данных проводился расчет основных статистических характеристик выборок, уточнялась структура данных и распределение на группы исследования, выявлялись вероятностные законы распределения, которым подчиняются данные, определялись взаимосвязи между переменными, проводилась графическая визуализация и интерпретация данных. Оценка соответствия данных нормальному закону производилась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Оценка достоверности различий между выборками производилась с помощью t-критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони для

множественных сравнений, критерия Хи-квадрат. Результаты статистического анализа считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Глава 3. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Особенности значений сопротивления и максимально комфортных уровней громкости в зависимости от этиологии сенсоневральной тугоухости

Анализ литературы показал, что у больных с секреторным отитом сопротивление электродов находится в тесной связи с МКУ громкости, а именно при повышении значений сопротивления электродов, наблюдается прирост уровней громкости [150]. Для выявления особенностей значений сопротивления электродов и МКУ громкости у пациентов с другой этиологией СНТ, после подключения РП произведена телеметрия состояния импланта (рисунок 2).

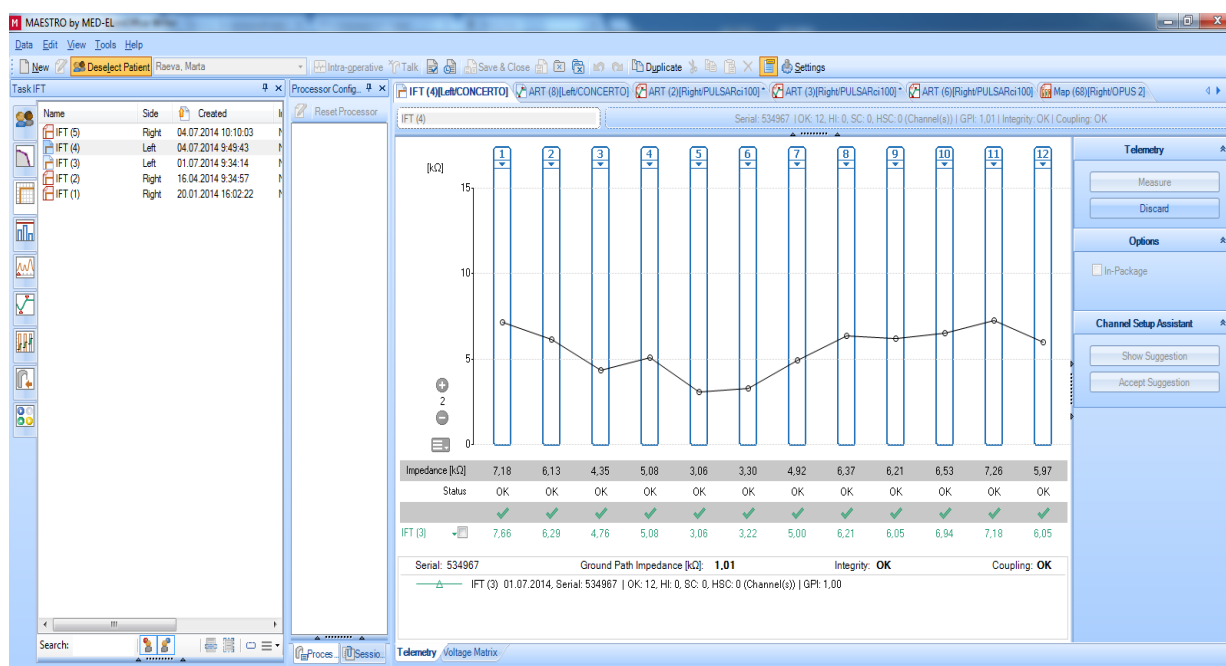


Рисунок 2. Измерение сопротивления электродов у пациента с кохлеарным имплантом.

Во всех группах при телеметрии состояния кохлеарного импланта были вычислены максимальные и минимальные значения сопротивления электродов, а также средние значения для каждого электрода и стандартное отклонение. Полученные данные представлены в таблицах 4,5 и 6.

Таблица 4 - Средние значения сопротивления электродов у больных с тугоухостью и глухотой после перенесенного менингита

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	7,3 ± 3,2	7,0 ± 2,3	7,0 ± 2,3	7,1 ± 2	6,7 ± 2	6,5 ± 2	6,7 ± 2,6	7,1 ± 3	7,8 ± 2,8	8,1 ± 2,7	7,9 ± 2,5	8,3 ± 2,4
min- max	2,8- 16,1	2,8- 11,5	2,8- 13,1	4,4- 10,6	3,1- 10,4	2,8- 11,9	3,0- 17,7	3,6- 20,0	3,7- 19,1	4,1- 19,9	4,7- 18,9	4,7- 17,8

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения сопротивления электродов в кОм, max – максимальные значения сопротивления электродов в кОм.

Таблица 5 - Средние значения сопротивления электродов у пациентов с ототоксической сенсоневральной тугоухостью

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	8,8 ± 2,0	8,6 ± 1,8	7,7 ± 2,1	7,2 ± 1,5	6,7 ± 1,7	6,4 ± 1,8	6,2 ± 1,4	6,3 ± 1,6	6,7 ± 1,6	7,0 ± 1,7	7,1 ± 1,6	6,9 ± 1,9
min- max	4,7- 12,2	5,3- 11,7	5,2- 12,3	5,9- 11,1	4,5- 10,1	3,6- 11,3	3,6- 9,5	3,6- 10,0	3,8- 10,6	4,3- 10,8	4,3- 10,5	3,9- 10,9

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения сопротивления электродов в кОм, max – максимальные значения сопротивления электродов в кОм.

Таблица 6 - Средние значения сопротивления электродов у пациентов в группе сравнения

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	8,8 ± 1,8	8,6 ± 1,9	8,0 ± 2,4	7,3 ± 1,8	6,1 ± 1,1	5,6 ± 1,4	5,8 ± 1,6	5,7 ± 1,2	6,0 ± 1,3	6,8 ± 1,7	6,4 ± 1,7	7,0 ± 2,0
min-max	4,6- 13,7	5,3- 13,0	5,0- 15,4	4,4- 13,1	3,7- 8,9	3,3- 8,1	3,7- 8,5	3,4- 8,4	3,5- 9,2	3,6- 10,6	4,1- 11,1	3,6- 13,4

где № п/п – порядковый номер электрода, M – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения сопротивления электродов в кОм, max – максимальные значения сопротивления электродов в кОм.

Во всех группах были вычислены максимальные и минимальные значения уровней комфортной стимуляции, а также средние значения МКУ громкости для каждого электрода и стандартное отклонение. У прелингвальных детей электрические стимулы, при которых регистрировался ЭВСР, записывались в настроечную карту, как МКУ громкости (рисунок 3).

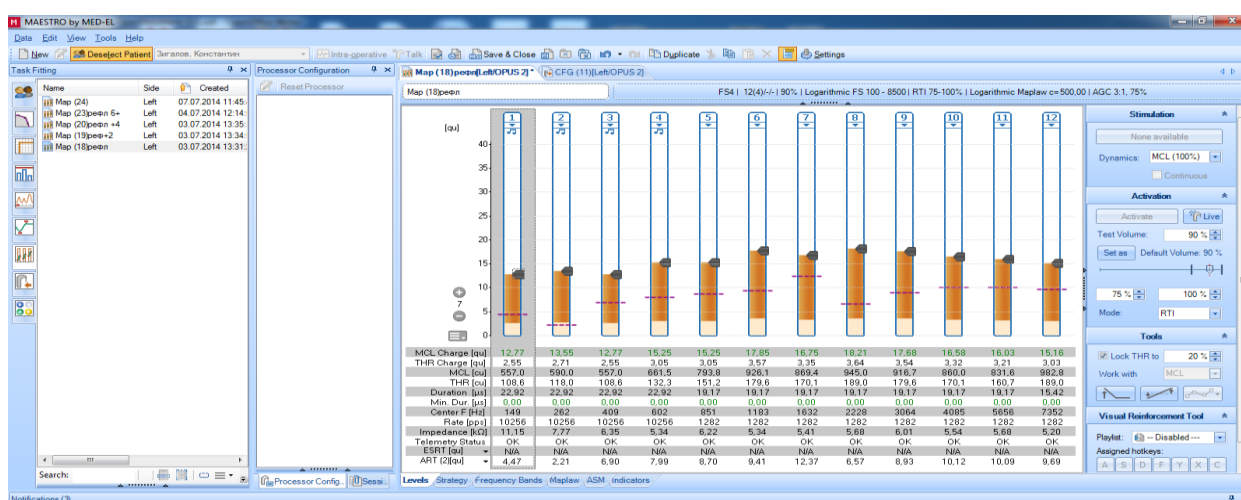


Рисунок 3. Пороговые уровни стапедиального рефлекса у пациента в возрасте 1,6 лет.

Полученные средние значения МКУ громкости у пациентов во всех группах представлены в таблицах 7,8 и 9.

Таблица 7 - Средние значения максимально комфортных уровней громкости при электрической стимуляции у пациентов после перенесенного менингита

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	19,5 $\pm$ 10,9	20,0 $\pm$ 11,2	20,0 $\pm$ 11,7	20,2 $\pm$ 12,6	20,6 $\pm$ 12,4	21,1 $\pm$ 12,6	20,8 $\pm$ 11,9	19,4 $\pm$ 11,0	19,3 $\pm$ 10,0	19,3 $\pm$ 9,6	18,4 $\pm$ 8,7	19,6 $\pm$ 12,1
min-max	4,9- 59,2	5,7- 59,8	5,6- 58,9	4,7- 58,9	4,3- 58,9	5,0- 60,7	4,5- 62,5	5,1- 62,5	4,5- 52,4	4,7- 48,5	4,4- 43,9	4,0- 61,7

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение уровней комфортной стимуляции на электроде в μA , σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения уровней тока на электроде в μA , max – максимальные значения уровней тока на электроде в μA .

Таблица 8 - Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов с ототоксической сенсоневральной тугоухостью

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	16,6 $\pm$ 5,7	16,2 $\pm$ 6,1	16,1 $\pm$ 6,2	16,1 $\pm$ 6,3	16,8 $\pm$ 6,7	16,7 $\pm$ 7,0	16,7 $\pm$ 6,6	17,9 $\pm$ 7,2	18,7 $\pm$ 7,2	18,7 $\pm$ 6,9	18,2 $\pm$ 6,0	16,9 $\pm$ 7,2
min-max	8,1- 31,2	8,4- 32,3	8,8- 34,0	9,1- 32,8	9,4- 33,6	8,9- 33,6	9,1- 34,6	9,1- 35,5	9,4- 35,5	9,9- 34,6	9,9- 33,6	5,4- 33,1

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение уровней комфортной стимуляции на электроде в μA , σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения уровней тока на электроде в μA , max – максимальные значения уровней тока на электроде в μA .

Таблица 9 - Средние значения максимально комфортных уровней громкости при электрической стимуляции у пациентов в группе сравнения

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	18,5 ± 10,7	16,2 ± 6,7	16,1 ± 7,6	16,2 ± 7,7	16,9 ± 7,8	17,4 ± 7,4	17,4 ± 6,9	17,0 ± 5,2	16,8 ± 4,6	16,4 ± 4,1	16,2 ± 4	16,4 ± 4,9
min- max	8,9- 56,9	8,8- 38,3	8,3- 48,5	8,3- 51,0	8,3- 52,9	9,1- 48,5	8,3- 41,8	10,5- 30,2	7,9- 28,2	10,6- 27,3	8,6- 29,0	7,8- 30,2

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение уровней комфортной стимуляции на электроде в μA , σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения уровней тока на электроде в μA , max – максимальные значения уровней тока на электроде в μA .

Для всех переменных проведена оценка соответствия имеющихся экспериментальных данных нормальному закону распределения с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Получены значения вероятности больше 0,2 ($p > 0,2$), что свидетельствует о том, что распределение исходных данных не противоречит нормальному закону распределения.

С помощью критерия Стьюдента (далее - t-критерий) выявлялась достоверность различий между средними значениями сопротивления у пациентов во всех трех группах.

Так, исследуя средние значения сопротивления электродов у пациентов с СНТ различной этиологии, в группе сравнения и у пациентов после перенесенного менингита, а также в группе сравнения и у больных с ототоксической СНТ достоверных различий между данными параметрами выявлено не было $p > 0,05$. Однако, как видно на рисунке 4, имеет место тенденция к увеличению средних значений сопротивления электродов у больных, с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита.

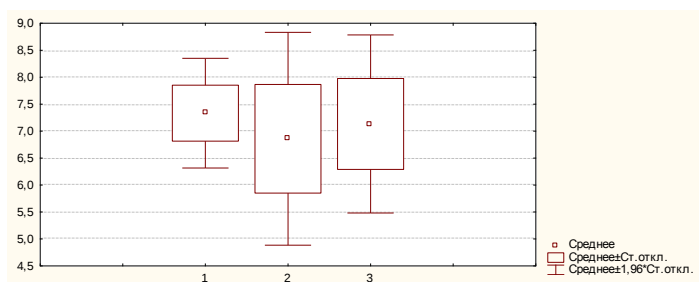


Рисунок 4. Средние значения сопротивления электродов у больных в зависимости от этиологии тугоухости и глухоты.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – размах средних значений сопротивления у пациентов, после перенесенного менингита, 2 – размах средних значений сопротивления у пациентов в группе сравнения, 3 – размах средних значений сопротивления у пациентов с ототоксической формой СНТ; по оси ординат значения сопротивления в кОм.

Обнаружив тенденцию в увеличении средних значений сопротивления у больных, перенесших менингит, были вычислены средние значения сопротивления базальных, средних и апикальных электродов у пациентов в группах, а также доверительный интервал и стандартное отклонение. Данные представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Средние значения сопротивления электродов у пациентов с различной этиологией сенсоневральной тугоухости в зависимости от положения электродов

Электроды	I группа n=35			II группа n=18			III группа n=39		
	Число электродов	М±σ	ДИ	Число электродов	М±σ	ДИ	Число электродов	М±σ	ДИ
Базальные	140	*8,0±0,2	7,7÷8,3	72	6,9±0,2	6,6÷7,2	156	6,5±0,4	5,9÷7,2
Средние	140	*6,7±0,3	6,3÷7,1	72	6,4±0,2	6,1÷6,7	156	5,9±0,2	5,5÷6,2
Апикальные	140	*7,1±0,1	6,9÷7,3	72	8,0±0,7	6,8÷9,2	156	8,2±0,7	7,1÷9,3

где М – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, ДИ – границы 95% доверительных интервалов средних значений, n – количество больных, * – $p < 0,05$ достоверность различий с группой сравнения.

В результате проведения статистического анализа выявлены значимые различия значений сопротивлений. Установлено, что у больных с тугоухостью и глухотой после БГМ средние значения базальных электродов достоверно выше ($p=0,0006$) на 23%, чем у пациентов в группе сравнения (рисунок 5). Наши данные согласуются с результатами, полученными М. Durisin и соавт. (2015).

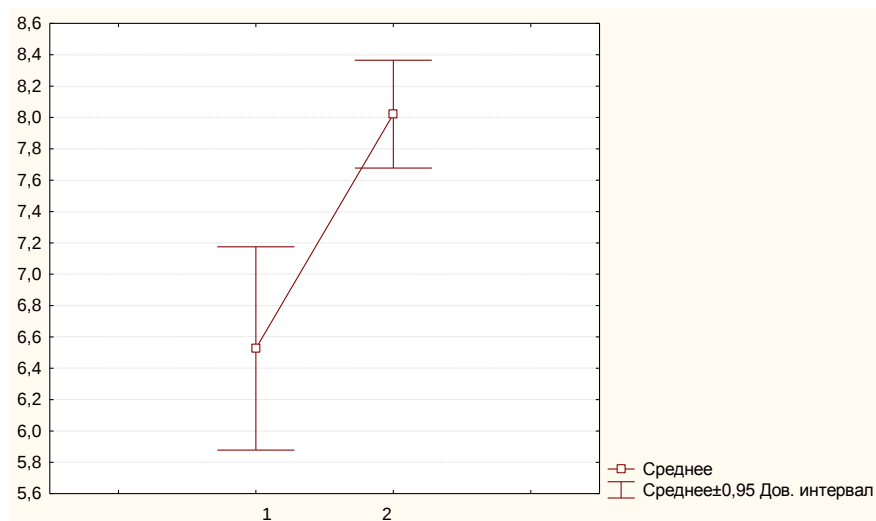


Рисунок 5. Средние значения сопротивления базальных электродов у больных, перенесших менингит, и у пациентов наследственной тугоухостью и глухотой.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – среднее значение сопротивления у пациентов в группе сравнения, 2 – среднее значение сопротивления у больных, перенесших менингит; по оси ординат средние значения сопротивления базальных электродов в кОм.

Выявлено также, что у пациентов, после перенесенного менингита, также достоверно выше ($p=0,002$) средние значения сопротивления средних электродов на 13,5%. Данные представлены на рисунке 6.

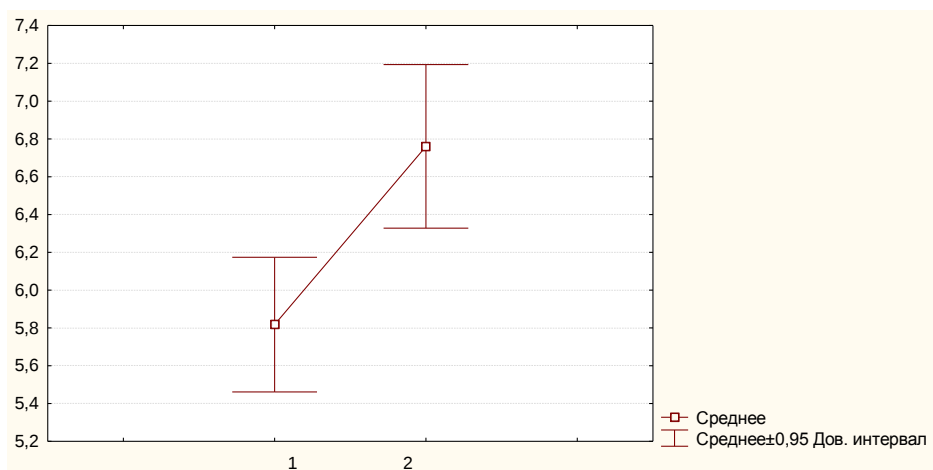


Рисунок 6. Средние значения сопротивления средних электродов у больных, перенесших менингит, и у пациентов в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения сопротивления у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения сопротивления у пациентов после менингита; по оси ординат сопротивление средних электродов в кОм.

При определении различий средних значений сопротивления апикальных электродов, было обнаружено, что достоверно ($p < 0,05$) увеличены средние значения у больных с наследственной СНТ на 15,5% (рисунок 7).

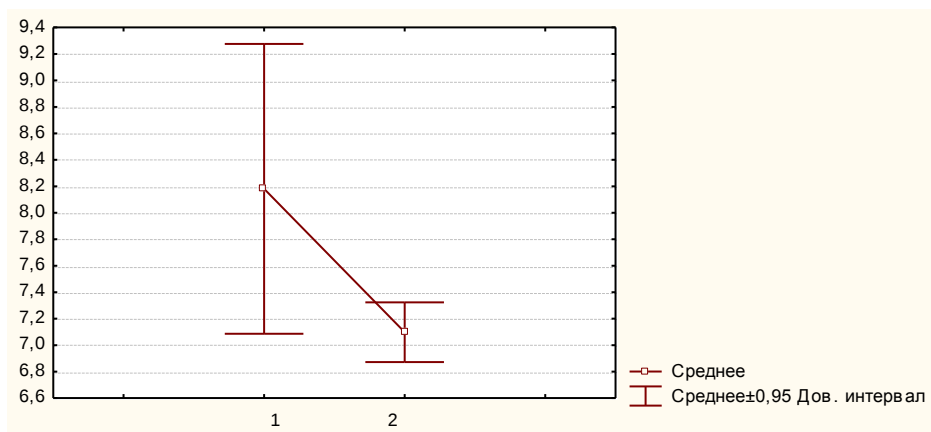


Рисунок 7. Средние значения сопротивления апикальных электродов у пациентов в зависимости от этиологии тугоухости и глухоты.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения сопротивления у пациентов в группе сравнения, 2 - средние значения сопротивления у лиц, перенесших менингит; по оси ординат значения сопротивления апикальных электродов в кОм.

При определении различий между средними значениями сопротивления электродов у пациентов в группе сравнения и у пациентов с ототоксической СНТ достоверных различий между переменными обнаружено не было ($p>0,05$).

Нами были определены средние значения МКУ громкости у больных в группах исследования. Данные представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Средние значения максимально комфортных уровней громкости у больных с различной этиологией тугоухости и глухоты

Группа больных	Число больных	Средние значения МКУ в q_u	Доверительный интервал
I группа	35	*19,8	19,3÷20,3
II группа	18	17,1	16,5÷17,7
III группа	39	16,8	16,3÷17,2
Всего	92		

* – $p<0,05$ достоверность различий с группой сравнения.

Выявлено, что МКУ громкости у лиц, перенесших менингит, выше, чем у пациентов в группе сравнения на 17,9%. Уровень значимости $p=0,000001$ свидетельствует, что полученные данные достоверно отличаются между собой. Данные представлены на рисунке 8.

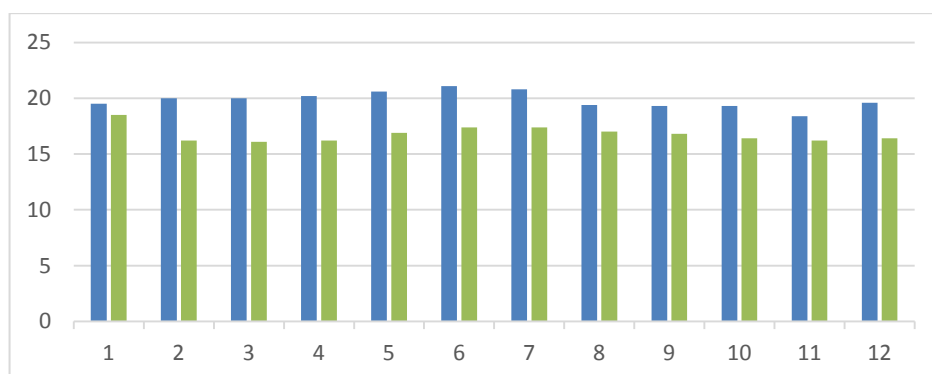


Рисунок 8. Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов с различной этиологией сенсоневральной тугоухости.

Примечание - По оси абсцисс – порядковые номера электродов; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней громкости в дБ у пациентов, после перенесенного менингита (синий цвет), и у пациентов в группе сравнения (зеленый цвет).

При сравнении средних значений максимальных уровней электрической стимуляции у пациентов с ототоксической СНТ и у пациентов в группе сравнения на всем протяжении улитки (рисунок 9), достоверных различий между переменными выявить не удалось ($p>0,05$).

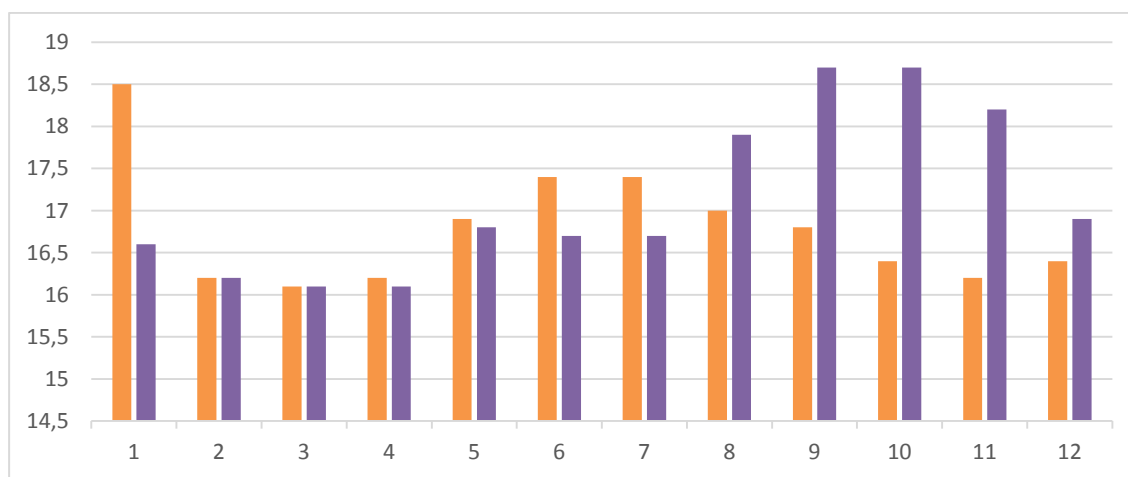


Рисунок 9. Средние значения максимально комфортных уровней электрической стимуляции у пациентов с ототоксической сенсоневральной тугоухостью и у пациентов в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс – порядковые номера электродов; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней громкости в дБ у пациентов с ототоксической СНТ (обозначены фиолетовым цветом) и у пациентов в группе сравнения (обозначены оранжевым цветом).

Для определения особенностей МКУ громкости у больных в зависимости от этиологии СНТ с учетом положения электродов в улитке, мы вычислили средние значения, стандартное отклонение и доверительный интервал среднего уровней электрической стимуляции на базальных, средних и апикальных электродах. Данные представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов с различной этиологией сенсоневральной тугоухости в зависимости от положения электродов

Электроды	I группа n=35			II группа n=18			III группа n=39		
	Число электродов	M±σ	ДИ	Число электродов	M±σ	ДИ	Число электродов	M±σ	ДИ
Базальные	140	*19,1±0,5	18,3 ÷ 19,9	72	*18,1±0,9	16,7 ÷ 19,5	156	16,4±0,3	16,0 ÷ 16,8
Средние	140	*20,4±0,7	19,2 ÷ 21,6	72	17,0±0,6	16,1 ÷ 17,9	156	17,1±0,2	16,7 ÷ 17,5
Апикальные	140	*19,9±0,3	19,4 ÷ 20,4	72	16,2±0,2	15,8 ÷ 16,6	156	16,7±1,2	14,9 ÷ 18,5

где M – среднее значение МКУ в qu, σ – стандартное отклонение, ДИ – границы 95% доверительных интервалов средних значений, n – количество больных, * – p<0,05 достоверность различий с группой сравнения

В результате проведения статистического анализа были выявлены значимые различия при сравнении средних значений МКУ громкости у больных с различной этиологией СНТ. Так, на апикальных, средних и базальных электродах уровни электрической стимуляции у больных, страдающих СНТ высокой степени и глухотой после перенесенного менингита, были достоверно выше (p<0,001), чем у больных в группе сравнения. На рисунках 10,11 и 12 видно, что доверительные интервалы не перекрываются.

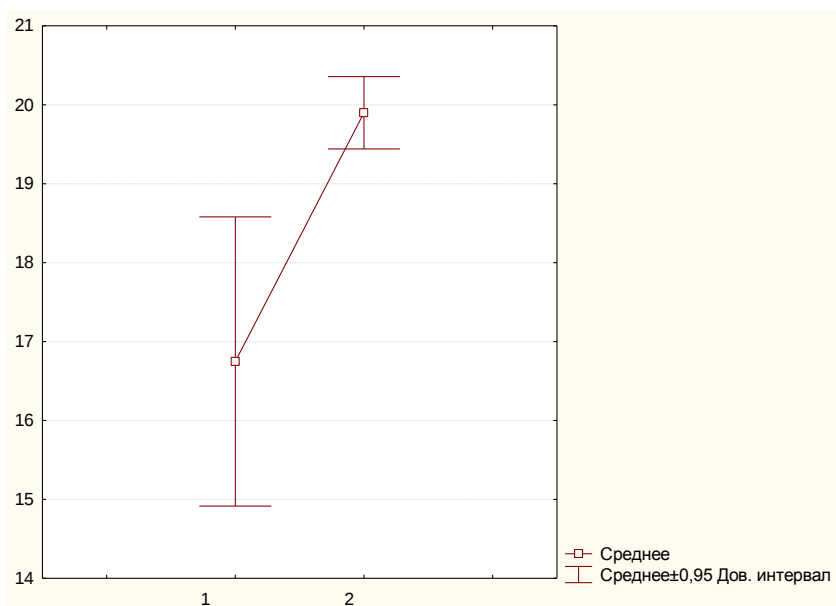


Рисунок 10. Средние значения максимальных уровней электрической стимуляции на апикальных электродах у пациентов в группе сравнения и у пациентов после перенесенного менингита.

Примечание – По оси абсцисс: 1 – средние значения МКУ громкости у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения МКУ громкости у пациентов после перенесенного менингита; по оси ординат значения МКУ на апикальных электродах в qu.

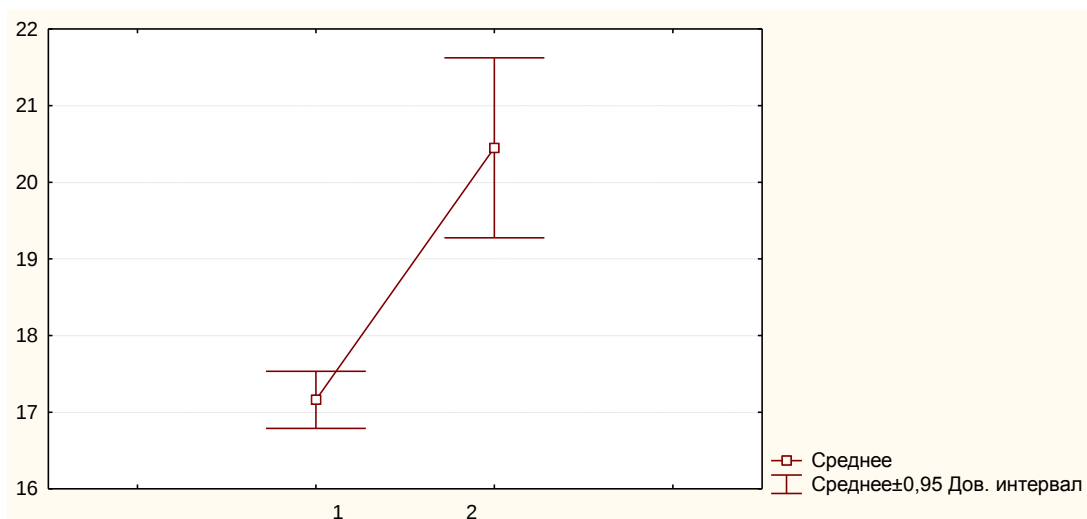


Рисунок 11. Средние значения максимальных уровней электрической стимуляции на средних электродах у пациентов в группе сравнения и у пациентов после перенесенного менингита.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения МКУ громкости у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения МКУ громкости у пациентов после перенесенного менингита; по оси ординат значения МКУ на средних электродах в μV .

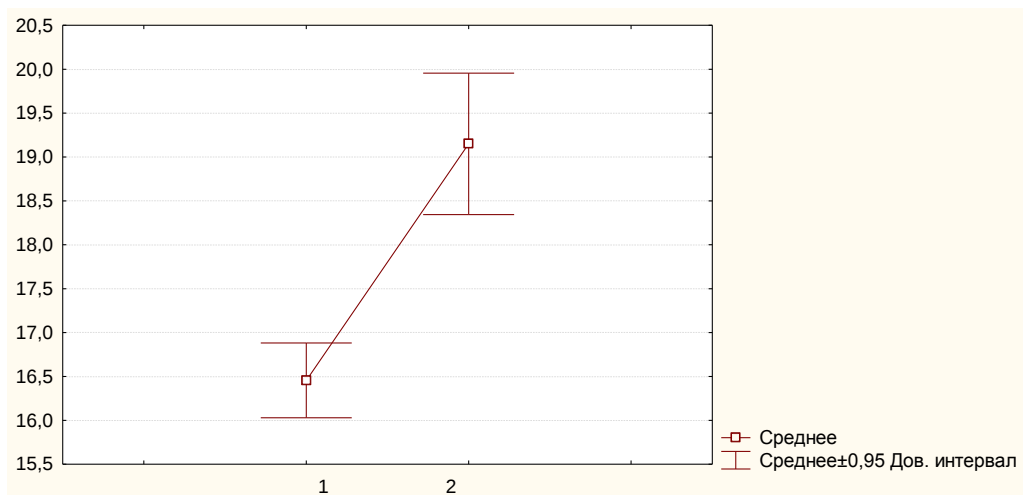


Рисунок 12. Средние значения максимальных уровней электрической стимуляции на базальных электродах у пациентов в группе сравнения и у пациентов, перенесших менингит.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения МКУ у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения МКУ у пациентов после перенесенного менингита; по оси ординат значения МКУ на базальных электродах в μV .

Также выявлены статистически значимые различия МКУ громкости у пациентов с ототоксической СНТ на базальных электродах, при этом максимальные уровни электрической стимуляции были достоверно ($p < 0,05$) выше, чем у пациентов в группе сравнения. Результаты представлены на рисунке 13.

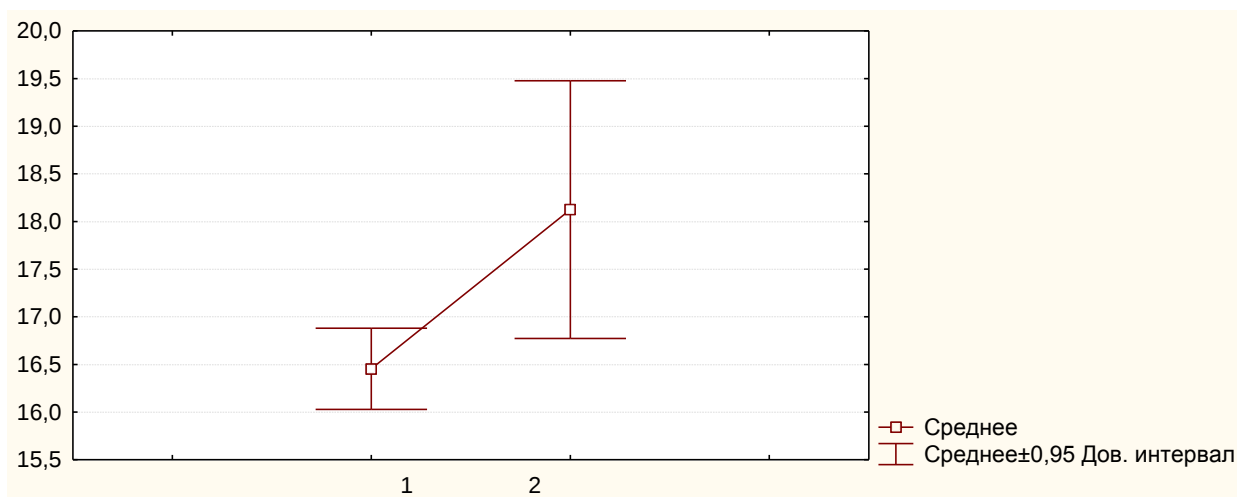


Рисунок 13. Средние значения максимальных уровней электрической стимуляции на базальных электродах у пациентов в группе сравнения и у пациентов с ототоксической сенсоневральной тугоухостью.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения МКУ громкости у пациентов в группе сравнения, 2 - средние значения МКУ громкости у пациентов с ототоксической СНТ; по оси ординат значения МКУ на базальных электродах в дБ.

В ходе дальнейшего исследования была выявлена взаимосвязь между средними значениями сопротивления электродов и средними значениями максимально комфортных уровней в каждой группе. Для определения взаимосвязи между указанными параметрами был проведен корреляционный анализ. Во всех группах значения МКУ громкости были приняты за зависимую переменную, а значения сопротивления электродов рассматривались в качестве независимого фактора. В результате статистического анализа было установлено, что у больных, перенесших менингит, между средними значениями сопротивления электродов и средними значениями МКУ громкости существует сильная обратная линейная зависимость. Коэффициент корреляции $r = -0,8$ $p=0,002$ (рисунок 14).

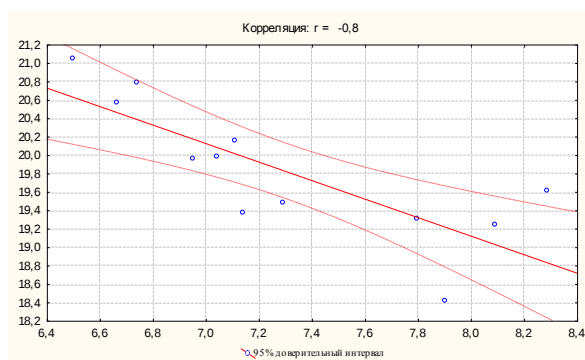


Рисунок 14. Корреляция между средними значениями сопротивления электродов и максимально комфортными уровнями громкости у больных, перенесших менингит.

Примечание - По оси абсцисс – средние значения сопротивления электродов в кОм; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней для каждого электрода в дБ.

В группе сравнения, при определении корреляции между средними значениями сопротивления электродов и средними значениями МКУ громкости, значимой линейной зависимости между параметрами выявить не удалось. Коэффициент корреляции $r = -0,012$ (рисунок 15).

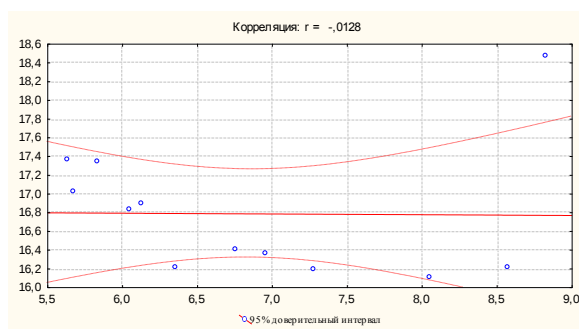


Рисунок 15. Корреляция между средними значениями сопротивления электродов и максимально комфортными уровнями громкости у пациентов с наследственной тугоухостью и глухотой.

Примечание - По оси абсцисс - средние значения сопротивления электродов в кОм; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней для каждого электрода в дБ.

Между средними значениями сопротивления электродов и средними значениями максимально комфортных уровней громкости у пациентов с ототоксической СНТ корреляция также не выявлена $p > 0,05$ (рисунок 16).

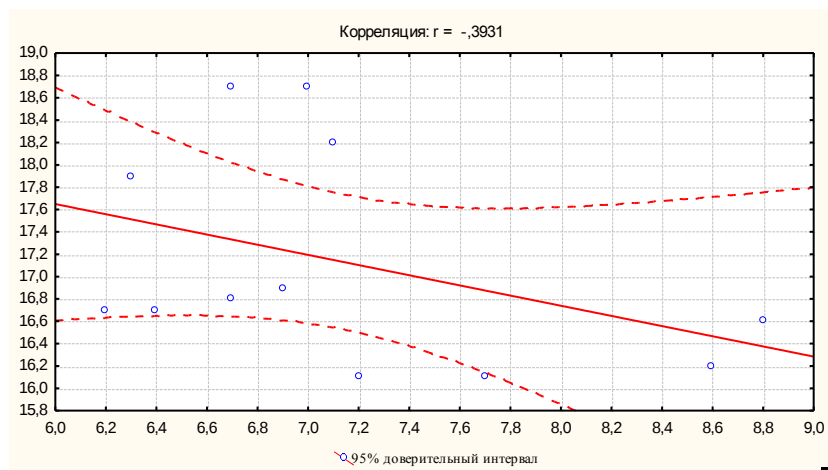


Рисунок 16. Корреляция между средними значениями сопротивления электродов и максимально комфортными уровнями громкости у пациентов с ототоксической сенсоневральной тугоухостью.

Примечание - По оси абсцисс – средние значения сопротивления для каждого электрода в кОм; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней для каждого электрода в дБ.

Согласно данным литературы у пациентов с СНТ после перенесенного БГМ больше отключенных электродов, чем у пациентов с другой этиологией СНТ. Однако по данным R. Brito и соавт. (2013) статистически достоверной разницы в количестве активных электродов у пациентов с нарушениями слуха после менингита и у пациентов с СНТ другой этиологии, обнаружено не было [64]. В нашем исследовании отключенных электродов у пациентов, перенесших менингит, было больше, чем у больных во второй и третьей группах - 3%. У пациентов с ототоксической СНТ, после подключения РП было отключено 0,9% электродов, у пациентов в группе сравнения деактивировано 1,8% электродов. Однако статистически значимых различий между группами нами не выявлено ($p=0,44$).

Во всех группах были отключены в основном базальные электроды. Обращают на себя внимание причины, по которым производилась деактивация электродов. Если у пациентов после перенесенного менингита деактивация электродов была связана с отсутствием слуховых ощущений даже на высокую электрическую стимуляцию, то у пациентов с СНТ другой этиологии, деактивация электродов была связана с дискомфортом на электрическую стимуляцию. Дискомфорт у больных проявлялся подергиванием мимической мускулатуры, неприятными слуховыми ощущениями, при этом пороговые значения электрической стимуляции для вызова комфортных слуховых ощущений у пациентов с глухотой не связанной с перенесенным менингитом, были значительно меньше.

Резюме:

При телеметрии состояния импланта средние значения сопротивления базальных и средних электродов у больных с СНТ после перенесенного менингита достоверно выше, по сравнению со значениями сопротивления у пациентов в группе сравнения. Однако определено, что у пациентов с нарушениями слуха, не связанными с перенесенным менингитом, достоверно повышены средние значения сопротивления апикальных электродов.

При определении различия сопротивления электродов у пациентов с ототоксической СНТ и у пациентов с наследственной СНТ достоверных различий обнаружено не было.

Средние значения максимально комфортных уровней громкости достоверно выше у пациентов, с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита, на всех электродах. У пациентов с ототоксической СНТ повышены средние значения МКУ только на базальных электродах.

Установлена сильная степень обратной линейной связи между средними значениями МКУ громкости и средними значениями сопротивления электродов у пациентов, перенесших менингит, коэффициент корреляции $r = -0,8$. У пациентов

с другой этиологией СНТ линейной зависимости между указанными параметрами не установлено.

Количество отключенных электродов у больных, перенесших менингит, больше, однако статистически значимых различий между группами исследования не выявлено.

3.2. Анализ параметров настройки речевого процессора у пациентов с различной этиологией сенсоневральной тугоухости в зависимости от наличия оссификации улитки

Согласно данным литературы у 80% больных, с СНТ после перенесенного гнойного менингита, развивается оссификация улитки [48]. В нашем исследовании среди пациентов, перенесших менингит, у 65,7% больных развилась оссификация улитки. Полученные в данном исследовании данные, о достоверно повышенном сопротивлении электродов у пациентов, перенесших менингит, позволили нам продолжить исследование, с целью определения особенностей параметров РП в зависимости от наличия или отсутствия оссификации внутреннего уха.

После проведения телеметрии состояния импланта, нами были вычислены средние значения сопротивления электродов у больных, после перенесенного менингита с оссификацией улитки (таблица 13), а также средние значения сопротивления электродов у больных, после перенесенного менингита, без оссификации внутренних структур уха (таблица 14).

Таблица 13 – Средние значения сопротивления электродов у пациентов, перенесших менингит с развитием оссификации улитки

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	6,5 $\pm 2,4$	6,6 $\pm 2,2$	6,5 $\pm 1,9$	6,7 $\pm 2,1$	6,7 $\pm 2,0$	6,4 $\pm 2,1$	6,7 $\pm 3,1$	7,2 $\pm 3,6$	8,0 $\pm 3,4$	8,1 $\pm 3,2$	8,2 $\pm 3,1$	8,7 $\pm 2,8$
min –max	2,8- 11,5	3,2- 11,5	2,8- 9,3	4,4- 10,6	3,4- 10,4	2,8- 11,9	3,0- 17,7	3,6- 20,0	3,7- 19,1	4,1- 19,9	4,7- 18,9	4,7- 17,8

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения сопротивления электродов в кОм, max – максимальные значения сопротивления электродов в кОм.

Таблица 14 – Средние значения сопротивления электродов у пациентов, перенесших менингит без развития оссификации улитки

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	8,4 $\pm 3,9$	7,4 $\pm 2,5$	7,8 $\pm 2,7$	7,7 $\pm 1,9$	6,6 $\pm 2,2$	7,0 $\pm 2,0$	6,9 ± 2	7,1 $\pm 1,9$	7,4 ± 2	8,1 $\pm 2,1$	7,5 $\pm 1,3$	7,7 $\pm 1,6$
min –max	2,8- 16,1	2,8- 10,7	3,4- 13,1	4,9- 10,3	3,1- 10,0	3,3- 10,2	4,3- 10,8	4,9- 10,6	5,5- 10,8	5,4- 10,8	5,2- 9,6	5,9- 11,0

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения сопротивления электродов в кОм, max – максимальные значения сопротивления электродов в кОм.

Далее мы вычислили средние значения сопротивления у больных в подгруппах в зависимости от наличия или отсутствия оссификации улитки с учетом положения электродов. Данные представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Средние значения сопротивления электродов у больных в подгруппах в зависимости от наличия или отсутствия оссификации улитки с учетом положения электродов

Электроды	Больные с оссификацией улитки после менингита n=23			Больные без развития оссификации улитки после менингита n=12		
	Число электродов	M±σ	ДИ	Число электродов	M±σ	ДИ
Базальные	92	8,2±0,3	7,7÷8,7	48	7,7±0,3	7,2÷8,2
Средние	92	6,7±0,3	6,2÷7,2	48	6,8±0,2	6,4÷7,1
Апикальные	92	6,5±0,1	6,4÷6,7	48	7,8±0,4	7,1÷8,5

где M – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, ДИ – границы 95% доверительных интервалов средних значений, n – количество больных.

В ходе дальнейшего статистического анализа были оценены различия между средними значениями сопротивления у больных, перенесших менингит, в зависимости от наличия или отсутствия оссификации улитки, и у пациентов с наследственной и врожденной СНТ. Выявление достоверности различий произведено с помощью t-критерия. Так было установлено, что у пациентов с оссификацией улитки средние значения сопротивления базальных электродов, а также средних электродов, достоверно выше ($p<0,01$) на 26,1% и 13,5% соответственно, чем средние значения сопротивления у пациентов в группе сравнения на соответствующих электродах. Сравнительный анализ средних значений представлен на рисунках 17 и 18.

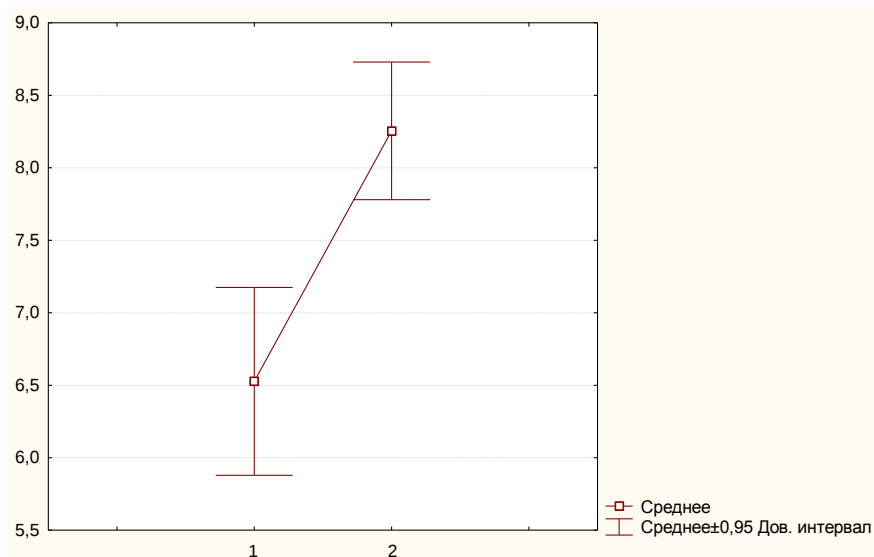


Рисунок 17. Средние значения сопротивления базальных электродов у пациентов, перенесших менингит с развитием оссификации улитки, и у пациентов в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения сопротивления электродов у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения сопротивления электродов у пациентов с оссификацией улитки после менингита; по оси ординат сопротивление базальных электродов в кОм.

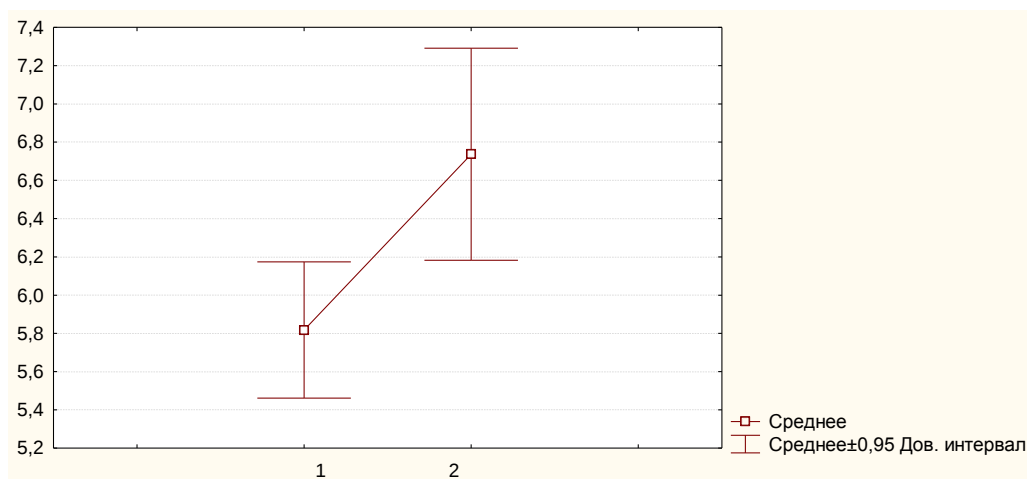


Рисунок 18. Сравнительный анализ значений сопротивления средних электродов у больных, перенесших менингит с развитием оссификации улитки, и у пациентов в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения сопротивления электродов у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения сопротивления электродов у пациентов с

оссификацией улитки после менингита; по оси ординат сопротивление средних электродов в кОм.

Однако, достоверно выше были средние значения сопротивления апикальных электродов у пациентов в группе сравнения ($p=0,003$). Данные представлены на рисунке 19.

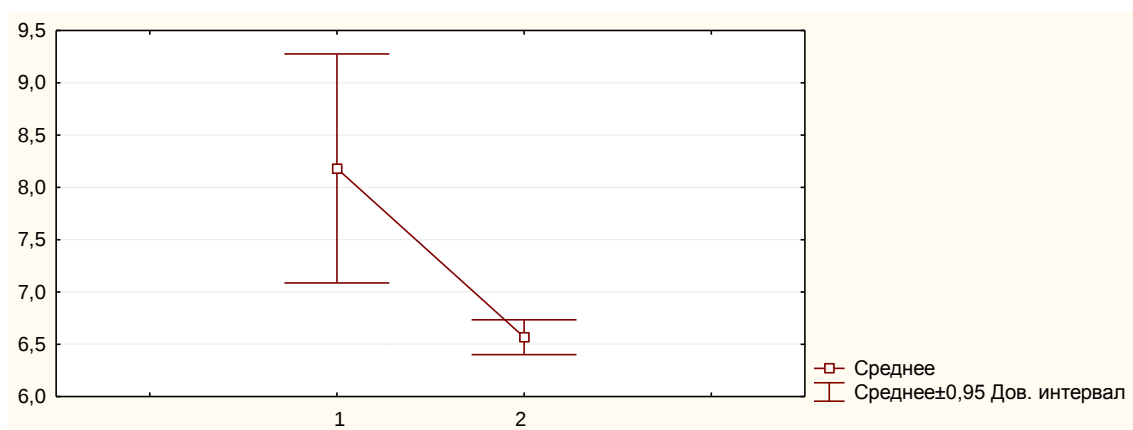


Рисунок 19. Средние значения сопротивления апикальных электродов у пациентов с оссификацией улитки после перенесенного менингита и у больных в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения сопротивления электродов у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения сопротивления электродов у пациентов с оссификацией улитки после менингита; по оси ординат сопротивление апикальных электродов в кОм.

При выявлении различий средних значений сопротивления у пациентов, после перенесенного менингита без оссификации улитки и у пациентов в группе сравнения, было также выявлено статистически значимое различие параметров. Сопротивление базальных электродов у лиц, перенесших менингит без развития оссификации улитки, также достоверно выше ($p=0,003$). Данные представлены на рисунке 20.

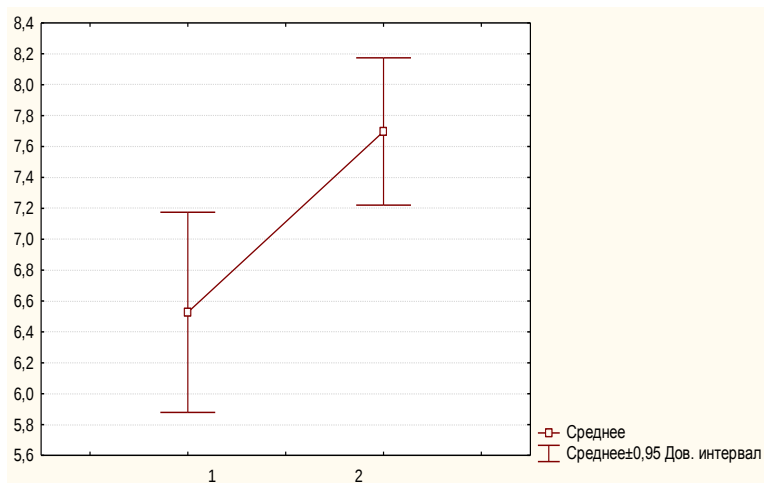


Рисунок 20. Средние значения сопротивления базальных электродов у пациентов без окостенения улитки после перенесенного менингита и у пациентов в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения сопротивления электродов у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения сопротивления электродов у больных, без окостенения улитки после менингита; по оси ординат сопротивление базальных электродов в кОм.

Значения сопротивления средних электродов также достоверно выше у больных с тугоухостью и глухотой после менингита ($p=0,0007$). Данные представлены на рисунке 21.

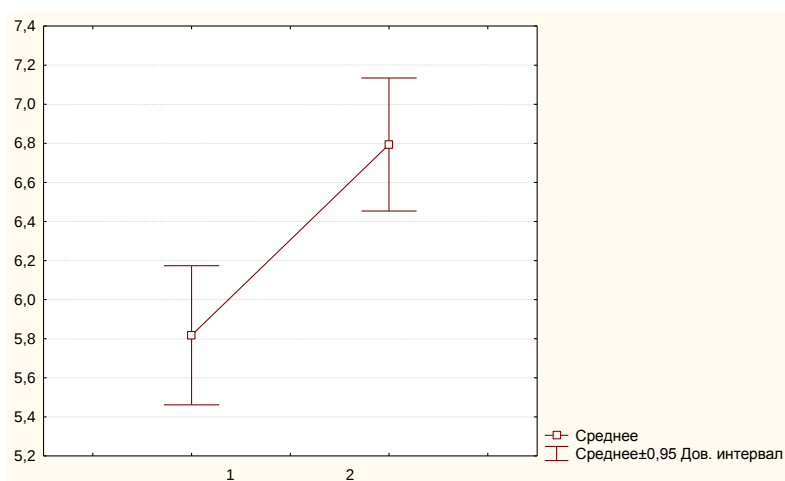


Рисунок 21. Средние значения сопротивления средних электродов у больных, перенесших менингит без развития окостенения улитки, и у пациентов в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения сопротивления электродов у пациентов в группе сравнения, 2 – средние значения сопротивления электродов у пациентов, после перенесенного менингита без оссификации улитки; по оси ординат значения сопротивления средних электродов в кОм.

Достоверных различий средних значений сопротивления апикальных электродов у пациентов, перенесших менингит без развития оссификации внутреннего уха, и у пациентов с наследственной СНТ выявлено не было.

При определении различий средних значений сопротивления электродов у пациентов, после перенесенного менингита с оссификацией внутреннего уха и без оссификации улитки, выявлено повышение средних значений сопротивлений у пациентов с оссификацией улитки только базальных электродов $p < 0,05$ (рисунок 22).

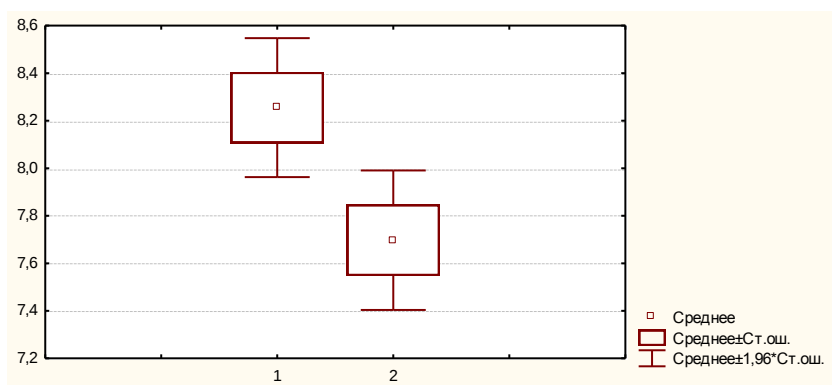


Рисунок 22. Средние значения сопротивления базальных электродов у пациентов после перенесенного менингита с оссификацией внутреннего уха и без.

Примечание - По оси абсцисс: 1 – средние значения сопротивления электродов у больных с оссификацией улитки, 2 – средние значения сопротивления электродов у пациентов без оссификации улитки; по оси ординат значения сопротивления электродов в кОм.

На следующем этапе нашего исследования мы определяли различия средних значений МКУ громкости у пациентов с СНТ после перенесенного менингита в зависимости от наличия или отсутствия оссификации улитки и у пациентов в группе сравнения. Средние значения МКУ громкости у пациентов с оссификацией улитки представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Средние значения максимально комфортных уровней громкости для каждого электрода у пациентов с оссификацией улитки после менингита

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	22 $\pm$ 12,9	22,4 $\pm$ 13,3	22,5 $\pm$ 13,4	23,1 $\pm$ 14,3	23,5 $\pm$ 14,1	23,6 $\pm$ 14,1	23,6 $\pm$ 13,8	21,4 $\pm$ 12,8	21,3 $\pm$ 11,5	20,8 $\pm$ 10,8	19,2 $\pm$ 9,5	21,7 $\pm$ 14,3
min	4,9	5,7	5,6	4,7	4,3	5,4	5,2	5,1	4,5	4,7	4,5	4,3
max	59,2	59,8	58,9	58,9	58,9	60,7	62,5	62,5	52,4	48,5	43,9	61,7

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение максимально комфортных уровней громкости в $q\mu$, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения комфортных уровней громкости на электроде в $q\mu$, max – максимальные значения комфортных уровней громкости на электроде в $q\mu$.

Средние значения МКУ громкости у пациентов с СНТ после перенесенного БГМ без развития оссификацией улитки представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Средние значения максимально комфортных уровней громкости для каждого электрода у пациентов без оссификации улитки после менингита

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	16,1 $\pm$ 6,2	16,5 $\pm$ 6,4	16,5 $\pm$ 8,1	16,1 $\pm$ 8,7	16,5 $\pm$ 8,5	17,5 $\pm$ 9,7	17 $\pm$ 7,8	16,5 $\pm$ 7,3	16,7 $\pm$ 7	17,1 $\pm$ 7,3	17,3 $\pm$ 7,6	16,7 $\pm$ 7,7
min	6,3	6,7	6,2	5,6	5,3	5,0	4,5	5,1	5,5	5,3	4,4	4,0
max	26,7	28,3	35,9	38,1	35,9	39,2	33,8	35,3	35,3	35,3	32,5	34,7

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение максимально комфортных уровней громкости в $q\mu$, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения комфортных уровней громкости на электроде в $q\mu$, max – максимальные значения комфортных уровней громкости на электроде в $q\mu$.

Мы сравнили средние значения МКУ громкости у пациентов в группе сравнения и у пациентов с оссификацией улитки после перенесенного менингита. Так было выяснено, что у пациентов с оссификацией внутреннего уха после

менингита средние значения МКУ громкости достоверно выше ($p < 0,01$) на 31,5% и равны 22,1 ($21,3 \div 22,9$) qu (рисунок 23).

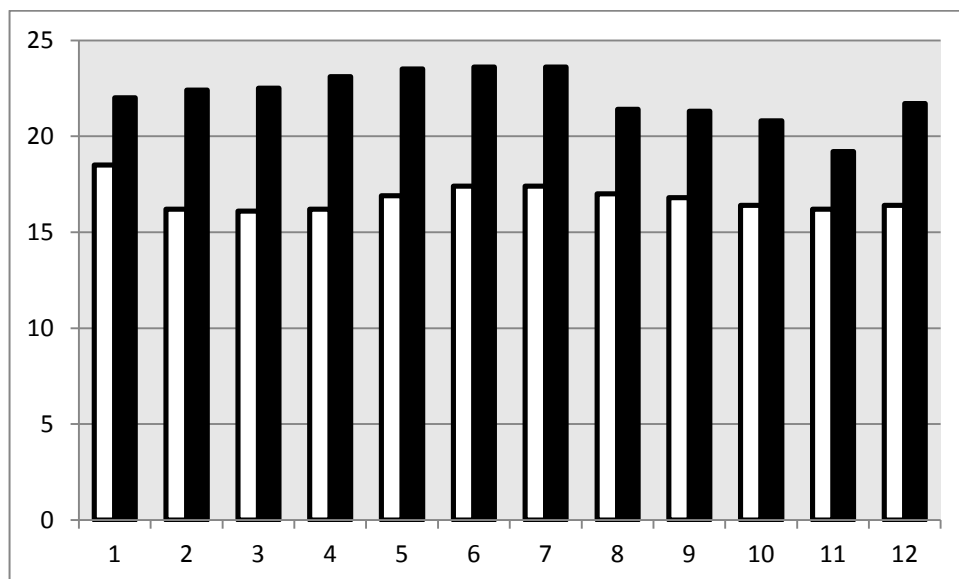


Рисунок 23. Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов с оссификацией улитки после менингита и у пациентов в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс - порядковые номера электродов; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней громкости в qu у пациентов с оссификацией улитки после менингита (обозначены черным цветом) и у пациентов в группе сравнения (обозначены белым цветом).

При сравнении МКУ громкости у пациентов после перенесенного менингита без оссификации улитки и у пациентов в группе сравнения, мы достоверных различий не обнаружили ($p > 0,05$). Средние значения МКУ громкости у пациентов контрольной группы составили 16,8 ($16,3 \div 17,2$) qu, средние значения МКУ громкости у пациентов после БГМ без оссификации улитки составили 16,7 ($16,0 \div 17,4$) qu. Однако выявлена тенденция к повышению уровней на базальных электродах в подгруппе больных, перенесших менингит, без развития оссификации улитки ($p = 0,05$). МКУ громкости на базальных электродах у больных этой подгруппы составили 16,9 ($16,5 \div 17,4$) qu (рисунок 24).

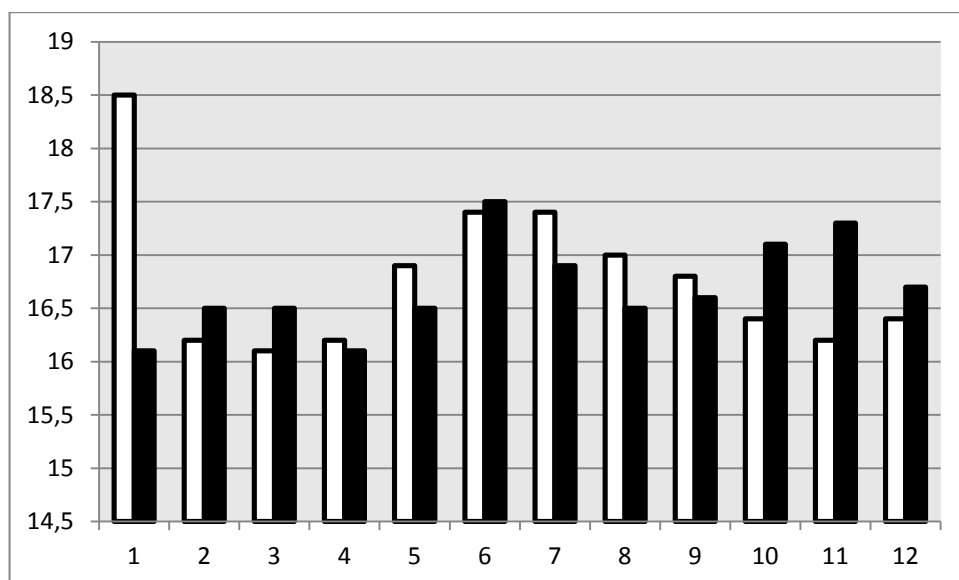


Рисунок 24. Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов без оксификации улитки после менингита и у пациентов в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс – порядковые номера электродов; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней громкости в дБ у пациентов после менингита без оксификации улитки (обозначены черным цветом) и у пациентов в группе сравнения (обозначены белым цветом).

При сборе анамнеза, было выявлено, что у пациентов с оксификацией улитки, после перенесенного БГМ, заболевание протекало наиболее тяжело. У этих больных наблюдалось осложненное течение заболевания с развитием отека и набухания головного мозга. В первые дни заболевания были выражены интоксикация, менингеальный синдром, общемозговая симптоматика, проявляющаяся нарушением сознания у 3 пациентов (13%), тонико – клоническими судорогами у 2 больных (8,7%). Очаговая неврологическая симптоматика проявлялась гемипарезом у 1 больного (4%), поражением интракраниальных нервов у 2 пациентов (8,7%). После выписки из стационара у больных отмечались вялость, астения, эписиндром, синдром внутричерепной гипертензии. В подгруппе пациентов с СНТ после перенесенного БГМ без развития оксификации улитки, судороги и парез глазодвигательного нерва наблюдались у одного пациента.

Мы сравнили средние значения МКУ громкости у пациентов, перенесших менингит с оссификацией улитки 22,1 (21,3÷22,9) μV , и у пациентов без развития оссификации внутреннего уха 16,7 (16,4÷17,0) μV . Выявлено, что достоверно ($p < 0,05$) выше уровни стимуляции у лиц с оссификацией внутреннего уха после перенесенного БГМ. Сравнительный анализ представлен на рисунке 25.

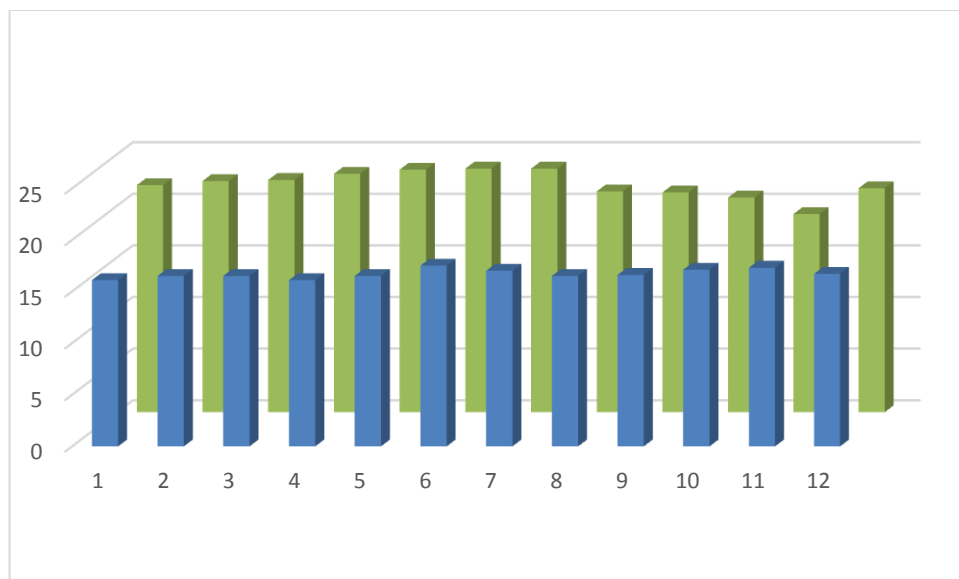


Рисунок 25. Сравнительный анализ средних значений максимально комфортных уровней громкости у пациентов без оссификации улитки после перенесенного менингита и у пациентов с оссификацией внутреннего уха.

Примечание - По оси абсцисс – порядковые номера электродов; по оси ординат – значения МКУ в μV (синим цветом обозначены у пациентов без оссификации улитки, зеленым цветом обозначены у пациентов с оссификацией внутреннего уха).

Согласно данным литературы у больных в острый период заболевания БГМ возникает ишемический инсульт в бассейне средней мозговой артерии с последующим формированием грубого органического дефекта в мозговых структурах [6]. В нашем исследовании у пациентов, перенесших менингит с развитием оссификации улитки, повышение порогов комфортного восприятия громкости электрических стимулов было связано также и с тяжестью последствий перенесенной нейроинфекции.

Резюме

У пациентов с оссификацией внутреннего уха после перенесенного менингита сопротивление базальных и средних электродов достоверно выше ($p < 0,05$), чем у в группе сравнения.

У больных после перенесенного менингита без оссификации улитки, сопротивление базальных и средних электродов также достоверно выше ($p < 0,05$), чем у больных с наследственной СНТ, однако достоверных различий значений апикальных электродов не обнаружено.

МКУ громкости достоверно выше ($p < 0,05$) у пациентов с оссификацией улитки после перенесенного менингита, что связано как патологией внутреннего уха, так и с тяжестью перенесенного заболевания.

3.3. Особенности стабилизации максимально комфортных уровней громкости и значений сопротивления у пациентов с учетом этиологического фактора сенсоневральной тугоухости

Данные литературы указывают, что параметры настройки изменяются с течением времени после подключения РП. Hughes и соавт. (2001) в своем исследовании сделали заключение, что МКУ громкости не стабилизируются в течение 12 месяцев после подключения РП [39]. Y. Henkin и соавт. (2006) обнаружили, что ПУ стабилизируется спустя три месяца после активации РП, а МКУ через шесть месяцев после подключения процессора кохлеарного импланта. Стабилизация значений сопротивления наблюдалась через 1 месяц после КИ [38]. С. Brown и соавт. (2000), а также K. Franck и S. Norton (2001) докладывали, что ПУ и МКУ стабилизируются через три месяца после подключения РП [103,216]. В своей работе F. Mosca и соавт. (2014) установили, что МКУ громкости у пациентов с различной этиологией СНТ, достоверно не различаются через 3 и 6 месяцев, а также через 6 и 12 месяцев после первого подключения [164]. J. Vargas

и соавт. (2012) при подключении РП COMBI 40+ (MED-EL) обнаружили, что стабилизация МКУ громкости у имплантированных больных наблюдается через 6 месяцев после подключения РП и возрастает, по сравнению с первоначальными значениями, на 54%. При измерении сопротивления электродов было выявлено, что средние значения имели тенденцию к повышению и стабилизировались также через шесть месяцев. Прирост величины сопротивления электродов составил около 0,2 кОм, однако статистически важных различий с первоначальными значениями выявлено не было[150]. Таким образом, анализ литературы показал, что у пациентов с различной этиологией СНТ значения МКУ стабилизируются в среднем через три - шесть месяцев после первой настройки РП.

В нашем исследовании оценивалась стабилизация показателей сопротивления электродов через один год после первого подключения РП, а стабилизация МКУ громкости через три месяца и через один год после первого подключения РП. Средние значения сопротивления электродов через 12 месяцев после первого подключения РП у пациентов в зависимости от этиологии и положения электродов представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Средние значения сопротивления у больных с различной этиологией сенсоневральной тугоухости через 12 месяцев после подключения РП

Электроды	I группа n=20			II группа n=15			III группа n=27		
	Число электродов	М±σ	ДИ	Число электродов	М±σ	ДИ	Число электродов	М±σ	ДИ
Базальные	80	8,8±0,2	8,4÷9,1	60	6,7±0,6	5,8÷7,4	108	6,3±0,8	5,1÷7,6
Средние	80	7,3±0,7	6,1÷8,5	60	5,4±0,1	5,2÷5,6	108	5,4±0,3	4,9÷5,9
Апикальные	80	7,1±0,4	6,4÷7,8	60	7,4±0,6	6,5÷8,4	108	7,3±0,7	6,1÷8,5

Для оценки различий средних значений сопротивления электродов у пациентов с глухотой после БГМ после первого подключения РП и через 12 месяцев был применен критерий Стьюдента для зависимых выборок. В результате

выявлено, что достоверно повышаются ($p=0,002$) средние значения сопротивления базальных электродов через 12 месяцев после подключения на $0,8\pm0,2$ кОм. Данные представлены на рисунке 26.

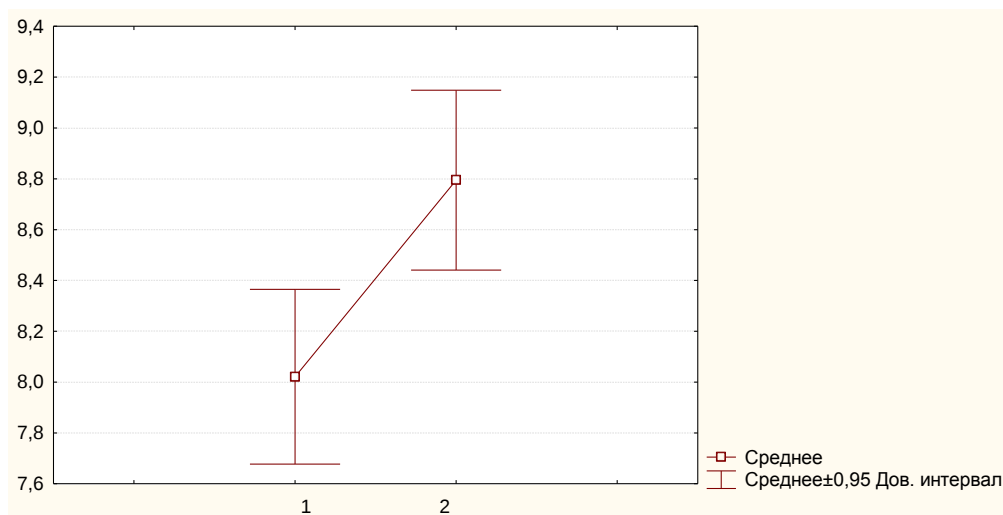


Рисунок 26. Сравнительный анализ значений сопротивления базальных электродов у больных, перенесших менингит, после подключения и через 12 месяцев после первого подключения речевого процессора.

Примечание - По оси абсцисс 1 – средние значения сопротивления электродов при первом подключении РП, 2 – средние значения сопротивления электродов через 12 месяцев после первого подключения РП; по оси ординат средние значения сопротивлений базальных электродов в кОм

Достоверных различий значений сопротивления средних и апикальных электродов, после первого подключения РП и через 12 месяцев после подключения РП, не выявлено ($p>0,05$).

С помощью критерия Стьюдента для зависимых выборок мы сравнили средние значения сопротивления базальных электродов у пациентов с наследственной СНТ после первого подключения РП и через 12 месяцев. Достоверных различий не выявлено (рисунок 27), что согласуется с данными Vargas и соавт. (2012).

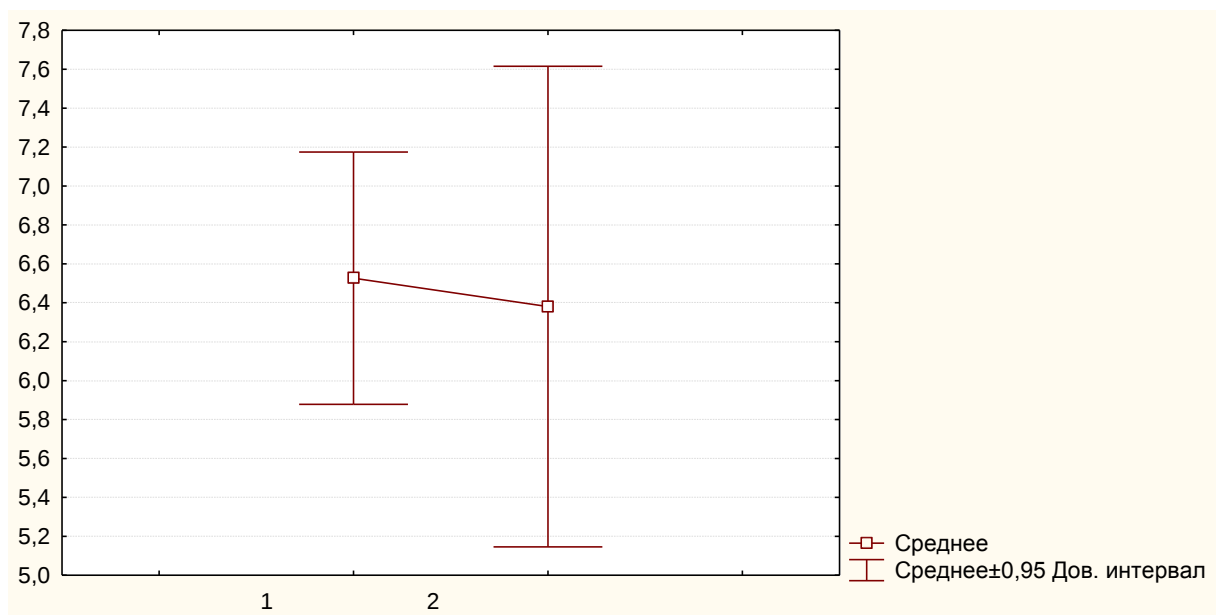


Рисунок 27. Средние значения сопротивления базальных электродов у больных с наследственной сенсоневральной тугоухостью после подключения и через 12 месяцев после первого подключения речевого процессора.

Примечание - По оси абсцисс 1 – средние значения сопротивления электродов при первом подключении РП, 2 – средние значения сопротивления электродов через 12 месяцев после первого подключения РП; по оси ординат средние значения сопротивлений базальных электродов в кОм.

Значимых различий значений сопротивления базальных электродов у пациентов с ототоксической СНТ после первого подключения РП и через 12 месяцев также не обнаружено ($p > 0,05$).

Средние значения МКУ громкости у пациентов с СНТ различной этиологии через три месяца и через 12 месяцев после первого подключения РП представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов с нарушениями слуха различной этиологии через три месяца и через 12 месяцев после подключения речевого процессора

Группы исследования	Через 3 месяца после подключения РП		Через 12 месяцев после подключения РП	
	М±σ	ДИ	М±σ	ДИ
I группа n=20	*29,4±1,6	28,4÷30,4	*32,9±1,7	31,8÷33,9
II группа n=15	18,3±1,0	17,6÷18,9	18,4±0,8	17,8÷18,9
III группа n=27	18,2±1,0	17,6÷18,8	18,4±1,0	17,7÷18,9

где М – среднее значение МКУ в дБ, σ – стандартное отклонение, ДИ – границы 95% доверительного интервала средних значений, * – $p < 0,05$ достоверность различий.

С помощью критерия Стьюдента для зависимых выборок сравнивались средние значения МКУ громкости у пациентов в группах после первого подключения РП, далее спустя три месяца и через 12 месяцев после первого подключения РП. Выяснено, у больных, перенесших менингит, МКУ через три месяца после первого подключения процессора кохлеарного импланта достоверно повышаются ($p=0,0000001$) на 50% на всех электродах. Достоверно значимо возрастают средние значения МКУ громкости через три и 12 месяцев после первого подключения РП на 10,4 % ($p=0,00004$), при этом уровни электрической стимуляции на апикальных электродах повышаются на 4,8%, на средних на 6 %, на базальных электродах прирост уровней составляет 20%. На рисунке 28 представлены МКУ громкости в зависимости от времени регистрации.

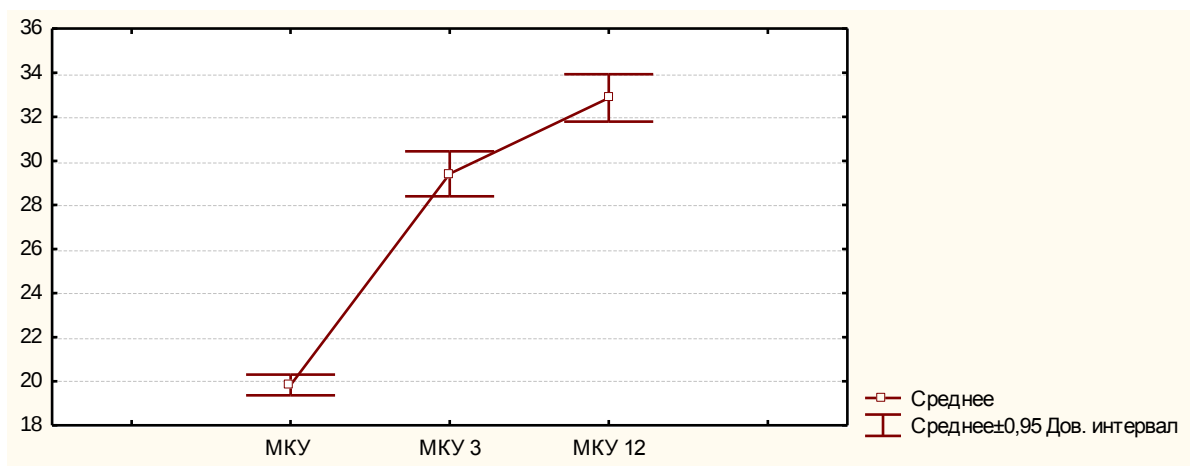


Рисунок 28. Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов, перенесших менингит, после подключения речевого процессора, через три месяца и через 12 месяцев после первого подключения речевого процессора.

Сравнительный анализ МКУ у больных с ототоксической СНТ и с наследственной СНТ показал, что статистически значимо повышаются уровни электрической стимуляции через три месяца после первого подключения РП в обеих группах исследования ($p < 0,05$). Достоверных различий уровней электрической стимуляции через три и двенадцать месяцев в этих группах не обнаружено ($p > 0,05$). Данные представлены на рисунках 29 и 30.

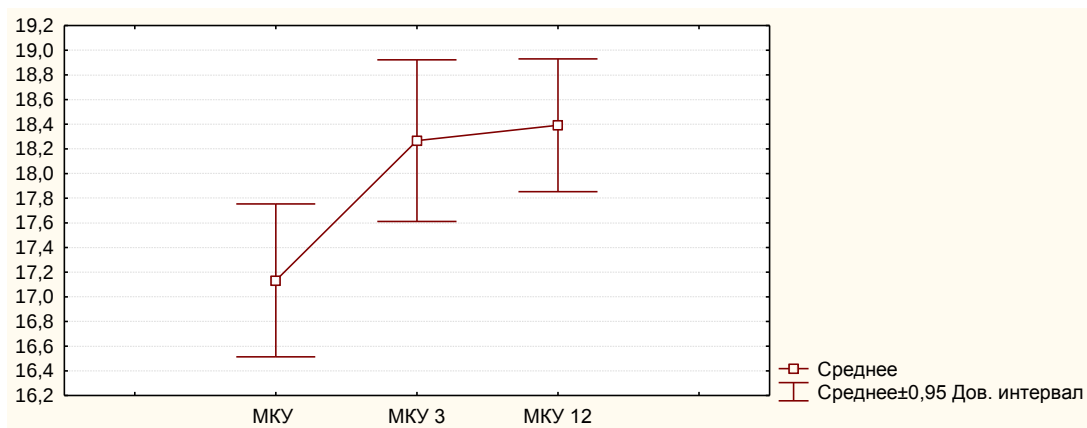


Рисунок 29. Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов с ототоксической сенсоневральной тугоухостью после подключения, через три месяца и через 12 месяцев после первого подключения речевого процессора.

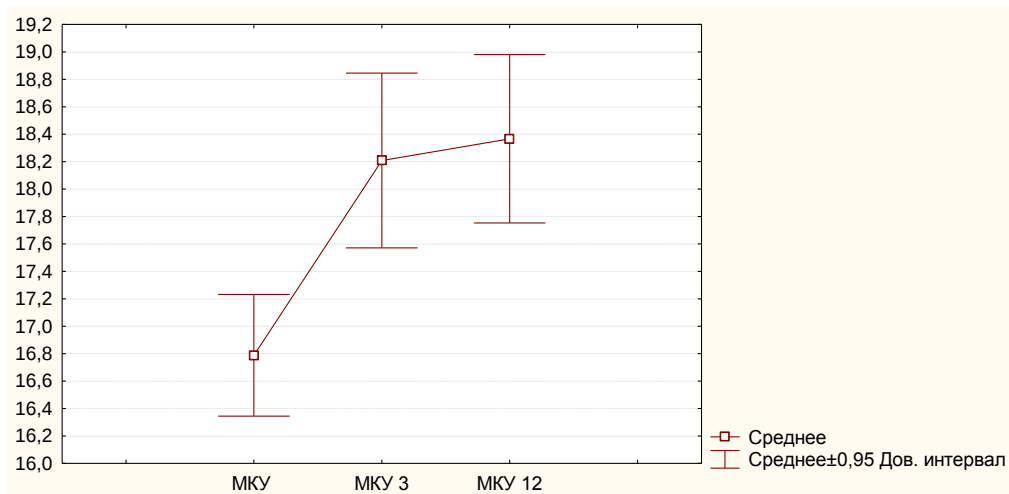


Рисунок 30. Средние значения максимально комфортных уровней громкости у пациентов с наследственной сенсоневральной тугоухостью после подключения речевого процессора, через три месяца и через 12 месяцев после первого подключения речевого процессора.

Резюме:

У пациентов, перенесших менингит, достоверно ($p < 0,05$) возрастает сопротивление базальных электродов через 12 месяцев после первого подключения РП на 0,8 кОм. У пациентов с другой этиологией СНТ достоверного повышения сопротивления электродов через год после первого подключения РП выявлено не было.

Средние значения МКУ громкости у пациентов, перенесших менингит, достоверно ($p < 0,01$) повышаются через три месяца на 50%. Достоверный прирост средних значений МКУ громкости наблюдается через 12 месяцев после первого подключения РП на 10,4%, при этом уровни электрической стимуляции на апикальных электродах повышаются на 4,8%, на средних на 6%, на базальных электродах прирост уровней составляет 20%.

У больных с ототоксической СНТ и наследственной СНТ статистически значимо повышаются МКУ через три месяца после подключения РП, однако достоверных различий уровней между 3 и 12 месяцами не обнаружено.

3.4. Пороговые уровни электрически вызванных рефлексов стремениной мышцы и значения сопротивления электродов у детей в возрасте до 5 лет с различной этиологией сенсоневральной тугоухости

На практике наиболее сложно настроить РП у детей раннего возраста, в связи с отсутствием у них субъективной реакции на настройку. Для настройки РП у таких пациентов применяют объективные методы. В литературе указано, что уровни тока, при которых регистрируется стапедиаальный рефлекс, можно использовать как МКУ [21,29,90,155]. Согласно данным литературы, стапедиаальный рефлекс регистрируется не у всех пациентов, в том числе у больных с глухотой после перенесенного менингита [21,34,51,202]. Исследователи также указывают, что сочетание объективных методик помогает определить комфортный уровень громкости у пациентов с кохлеарными имплантами [155, 226].

В нашем исследовании уровни электрической стимуляции, при которых у детей до 5 лет, не зависимо от этиологии СНТ, регистрировался стапедиаальный рефлекс, записывались в программу РП как МКУ громкости. Для определения корреляции между значениями сопротивления электродов и уровнями тока, полученными при регистрации ЭВСП у детей в возрасте до 5 лет в группе сравнения (25 детей) и у пациентов с СНТ после перенесенного менингита (19 детей), были вычислены средние значения сопротивления электродов и средние значения МКУ громкости.

Средние значения сопротивления электродов в каждой группе исследования представлены в таблицах 20 и 21.

Таблица 20 – Средние значения сопротивления электродов у детей в возрасте до 5 лет с тугоухостью и глухотой после перенесенного менингита (n=19)

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	7,9 $\pm 2,4$	7,5 $\pm 2,4$	7,3 $\pm 2,5$	7,0 $\pm 2,1$	6,7 $\pm 2,3$	6,7 $\pm 2,3$	7,2 $\pm 3,1$	7,6 $\pm 3,5$	8,1 $\pm 3,5$	8,5 $\pm 3,4$	8,2 $\pm 3,1$	8,3 $\pm 2,8$
min – max	2,8- 16,1	2,8- 11,5	3,4- 13,1	4,4- 10,3	3,4- 10,4	2,8- 11,9	3,0- 17,7	4,5- 20,0	3,7- 19,1	4,1- 19,9	4,7- 18,9	4,7- 17,8

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения сопротивления электродов в кОм, max – максимальные значения сопротивления электродов в кОм.

Таблица 21 – Средние значения сопротивлений электродов у детей в возрасте до 5 лет с наследственной сенсоневральной тугоухостью и глухотой (n=25)

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M \pm \sigma$	9,2 $\pm 1,9$	9,0 $\pm 2,1$	8,7 $\pm 2,6$	7,8 $\pm 1,9$	6,3 $\pm 1,3$	5,7 $\pm 1,2$	6,0 $\pm 1,3$	6,0 $\pm 1,2$	6,2 $\pm 1,3$	6,8 $\pm 1,6$	6,3 $\pm 1,6$	6,9 $\pm 1,8$
min – max	5,6- 13,7	5,4- 13,0	5,3- 15,4	4,8- 13,1	3,7- 8,9	3,3- 8,1	3,8- 8,5	4,2- 8,4	4,1- 9,2	3,9- 9,7	4,1- 10,2	3,6- 10,9

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение сопротивления электродов в кОм, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения сопротивления электродов в кОм, max – максимальные значения сопротивления электродов в кОм.

Применив t – тест, мы сравнили средние значения сопротивления электродов у детей в возрасте до 5 лет в группе сравнения и у детей, перенесших менингит. Так было выявлено, что достоверно выше ($p=0,003$) средние значения сопротивления базальных электродов на 25,7% у больных детей с СНТ после перенесенного менингита ($8,3 \pm 0,2$ кОм против $6,6 \pm 0,4$ кОм). Сопротивление

средних электродов ($p=0,0003$) также выше на 18,3% у детей, перенесших менингит, ($7,1\pm0,4$ кОм против $6,0\pm0,2$ кОм). Однако сопротивление апикальных электродов у детей в группе сравнения достоверно выше ($p=0,006$) на 16,2% ($8,6\pm0,6$ кОм против $7,4\pm0,4$ кОм). Данные представлены на рисунке 31.

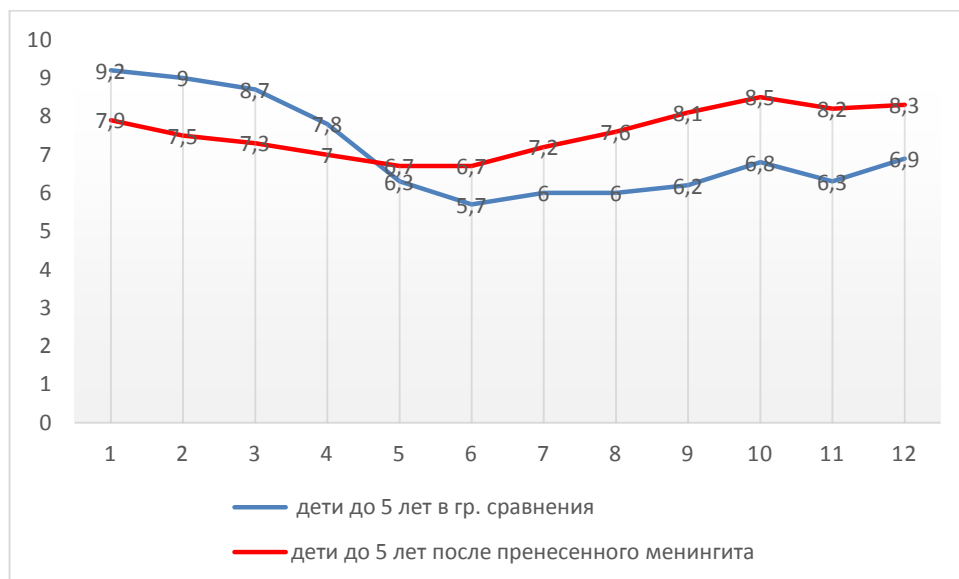


Рисунок 31. Средние значения сопротивления электродов у детей, перенесших менингит, и у детей в возрасте до 5 лет в группе сравнения.

Примечание - По оси абсцисс порядковые номера электродов; по оси ординат средние значения сопротивления электродов в кОм.

Средние значения МКУ громкости у детей в группах представлены в таблицах 22 и 23.

Таблица 22 – Средние значения максимально комфортных уровней громкости для каждого электрода у детей возрасте до 5 лет с тугоухостью и глухотой после менингита (n=19)

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M±σ	23,2 ± 11,5	23,9 ± 12	24,2 ± 12,6	24,7 ± 13,8	24,9 ± 13,6	25,7 ± 14,1	24,6 ± 13,4	22,7 ± 12,6	22,7 ± 11,3	22,5 ± 10,8	20,9 ± 9,7	23,5 ± 14
min	6,3	6,7	6,2	5,6	5,3	5,0	4,5	5,1	5,5	5,3	4,4	4,0
max	59,2	59,8	58,9	58,9	58,9	60,7	62,5	62,5	52,4	48,5	43,9	61,7

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение максимально комфортных уровней громкости в $дБ$, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения комфортных уровней громкости на электроде в $дБ$, max – максимальные значения комфортных уровней громкости на электроде в $дБ$.

Таблица 23 – Средние значения максимально комфортных уровней громкости для каждого электрода у детей в возрасте до 5 лет с наследственной сенсоневральной тугоухостью и глухотой (n=25)

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
М $\pm\sigma$	19,5 $\pm$ 12,4	14,9 $\pm$ 3,1	14,4 $\pm$ 2,7	14,5 $\pm$ 2,7	14,8 $\pm$ 2,7	15,6 $\pm$ 3,4	16 $\pm$ 4,3	16,4 $\pm$ 4,4	16,5 $\pm$ 3,7	16,2 $\pm$ 3,7	16 $\pm$ 3,1	16,7 $\pm$ 4,2
min	8,9	10,2	10,3	10,3	10,3	10,0	9,5	10,7	11,6	10,6	8,6	7,8
max	56,9	22,1	20,6	20,6	19,8	23,7	27,4	28,3	28,2	26,4	24,4	26,4

где № п/п – порядковый номер электрода, М – среднее значение максимально комфортных уровней громкости в $дБ$, σ – стандартное отклонение, min – минимальные значения комфортных уровней громкости на электроде в $дБ$, max – максимальные значения комфортных уровней громкости на электроде в $дБ$.

Для определения различий средних значений МКУ громкости у детей раннего возраста в группах также был применен t – тест. В результате было обнаружено, что достоверно выше ($p=0,0000003$) пороговые уровни у детей, перенесших менингит, на всех электродах 23,6 (22,7÷24,4) $дБ$ на 48,4%, по сравнению с пороговыми уровнями у детей в группе сравнения 15,9 (15,1÷16,8) $дБ$. Данные представлены на рисунке 32.

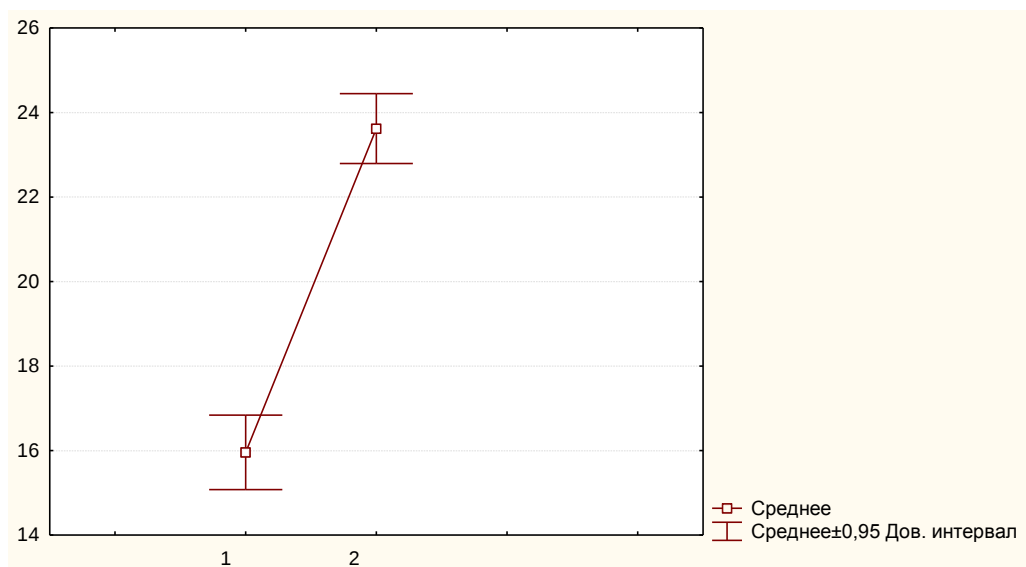


Рисунок 32. Сравнительный анализ максимально комфортных уровней громкости у детей с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита и у детей в группе сравнения в возрасте до 5 лет.

Примечание - По оси абсцисс 1 – средние значения МКУ громкости у детей в группе сравнения, 2 – средние значения МКУ громкости у детей, перенесших менингит; по оси ординат значения МКУ в дБ.

Мы проанализировали взаимосвязь между средними значениями сопротивления электродов и МКУ громкости у пациентов в группах исследования. Значимая корреляция между исследуемыми параметрами была обнаружена у детей в возрасте до 5 лет, страдающих СНТ высокой степени после перенесенного менингита ($r = -0,85$, $p = 0,0005$). Данные представлены на рисунке 33.

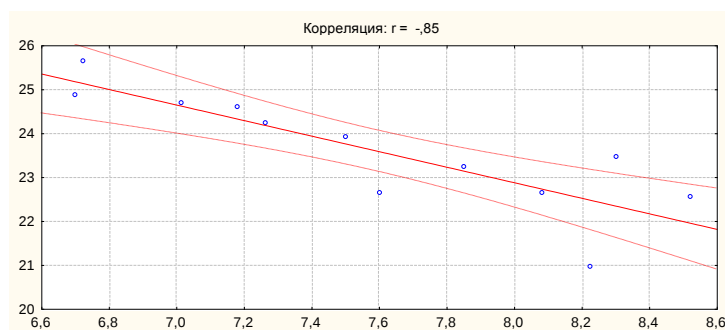


Рисунок 33. Корреляция между средними значениями сопротивления электродов и максимально комфортными уровнями у детей до 5 лет с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита.

Примечание - По оси абсцисс средние значения сопротивления электродов в кОм; по оси ординат средние значения МКУ громкости в ди.

В группе сравнения у детей в возрасте до 5 лет достоверной линейной корреляции между средними значениями сопротивления электродов и МКУ громкости не выявлено ($p > 0,05$).

Резюме:

У детей в возрасте до 5 лет с сенсоневральной тугоухостью после менингита средние значения сопротивления базальных и средних электродов достоверно выше ($p < 0,01$), чем у детей в возрасте до 5 лет с наследственной СНТ, однако сопротивление апикальных электродов значимо ниже.

Уровни тока, при которых регистрируется ЭВСП, достоверно выше ($p < 0,01$) на всех электродах также у детей, перенесших менингит.

Установлено, что у детей в возрасте до 5 лет с СНТ после перенесенного менингита, существует сильная отрицательная линейная связь между средними значениями сопротивления электродов и уровнями тока, при которых регистрируется стапедиальный рефлекс. Коэффициент корреляции $r = -0,85$ ($p = 0,0005$).

Глава 4. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНО КОМФОРТНЫХ УРОВНЕЙ ГРОМКОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ ПОСЛЕ МЕНИНГИТА

В нашем исследовании была установлена регрессионная зависимость между средними значениями максимально комфортных уровней громкости и значениями сопротивления (рисунок 34) у детей, перенесших менингит.

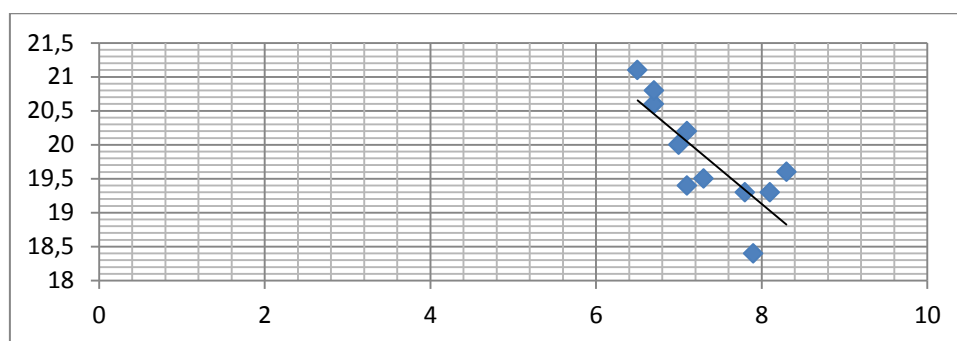


Рисунок 34. Регрессионная зависимость между средними значениями максимально комфортных уровней и средними значениями сопротивления на всех электродах у детей, перенесших менингит.

Примечание - По оси абсцисс – средние значения сопротивления в кОм; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней для каждого электрода в db.

В ходе регрессионного анализа была получена регрессионная модель (формула 4.1) для прогнозирования у детей, перенесших менингит, МКУ громкости для каждого электрода по значениям сопротивления электродов кохлеарного импланта:

$$y = 27,17 - 1,01 \cdot x \quad (4.1)$$

где y – МКУ громкости на электроде

x – сопротивление электрода

1,01 – коэффициент регрессии

27,17 – свободный член.

Уровень значимости критерия Фишера $p=0,002$ свидетельствует о том, что регрессионное уравнение достоверно. Точность аппроксимации исходных данных $R^2 = 0,64$ означает то, что модель хорошо описывает зависимость между переменными.

Мы выполнили регрессионный анализ для определения зависимости между параметрами, исходя из положения электродов в улитке. Так было установлено, что между значениями максимально комфортных уровней громкости и значениями сопротивления на средних электродах имеется сильная степень зависимости. Коэффициент корреляции выше $r = -0,96$. Данная регрессионная зависимость представлена на рисунке 35.

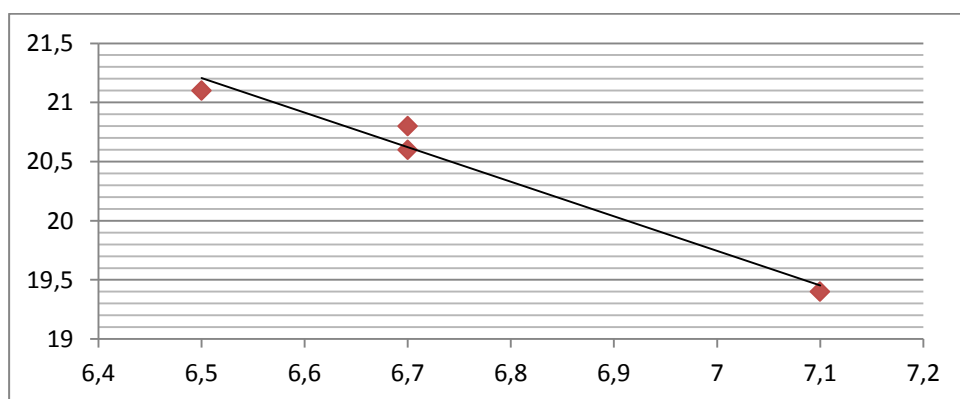


Рисунок 35. Регрессионная зависимость между средними значениями максимально комфортных уровней и средними значениями сопротивления на средних электродах у детей с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита.

Примечание - По оси абсцисс — средние значения сопротивления в кОм; по оси ординат — средние значения максимально комфортных уровней на средних электродах в дБ.

Применив регрессионный анализ, была получена достоверная ($p=0,03$) регрессионная модель (формула 4.2), с помощью которой определяются значения максимальной комфортной громкости на средних электродах с высокой точностью аппроксимации исходных данных ($R^2=0,93$).

$$y = 38,15 - 2,62 * x \quad (4.2)$$

где y – МКУ громкости на электроде

x – сопротивление электрода

2,62 – коэффициент регрессии

38,15 – свободный член.

В результате нашего исследования была также установлена достоверная корреляция ($r = -0,85$) между средними значениями комфортной громкости, полученными при регистрации ЭВСП, и средними значениями сопротивления электродов у детей до 5 лет с СНТ и глухотой после менингита. Применив регрессионный анализ, была получена регрессионная модель для прогнозирования МКУ громкости у детей в возрасте до 5 лет (формула 4.3). Коэффициент аппроксимации $R^2=0,71$, $p=0,0005$.

$$y = 37,04 - 1,77 * x \quad (4.3)$$

где y – прогнозируемый МКУ громкости на электроде

x – сопротивление электрода

1,77 – коэффициент регрессии

37,04 – свободный член.

При этом на апикальных электродах между средними значениями пороговых уровней ЭВСП и средними значениями сопротивления электродов у детей до 5 лет с глухотой после менингита степень корреляции сильнее ($r = -0,99$, $p=0,002$). Данная регрессионная зависимость представлена на рисунке 36.

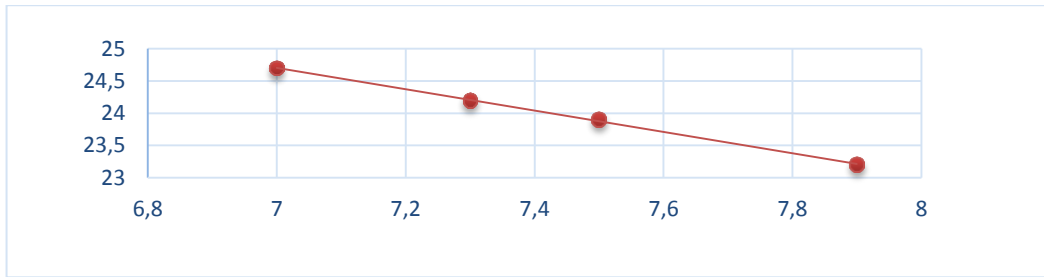


Рисунок 36. Регрессионная зависимость между средними значениями сопротивления электродов и уровнями тока, при которых регистрируются стапедиальные рефлексy, на апикальных электродах у детей в возрасте до 5 лет с тугоухостью и глухотой после менингита.

Примечание - По оси абсцисс – средние значения сопротивления в кОм; по оси ординат – средние значения максимально комфортных уровней на апикальных электродах в qu.

Была получена достоверная ($p=0,0002$) регрессионная модель (формула 4.4) для определения комфортных уровней громкости с высокой точностью ($R^2=0,99$) на апикальных электродах у детей в возрасте до 5 лет с глухотой после менингита:

$$y = 36,8 - 1,73 \cdot x \quad (4.4)$$

где y – МКУ громкости на электроде

x – сопротивление электрода

1,73 – коэффициент регрессии

36,8 – свободный член.

Резюме:

У детей, перенесших менингит, существует сильная отрицательная линейная связь между средними значениями МКУ (величина y) и средними значениями сопротивления электродов (величина x). Эта связь описывается уравнениями линейной регрессии. На основании уравнений линейной регрессии прогнозируются максимально комфортные уровни громкости.

Получены уравнения линейной регрессии для прогнозирования комфортных уровней электрической стимуляции у детей в возрасте до 5 лет с сенсоневральной тугоухостью и глухотой после менингита. Данные уравнения были получены на основе средних значений сопротивления электродов и пороговых уровней стапедиальных рефлексов у детей в возрасте до 5 лет, страдающих СНТ высокой степени и глухотой после менингита.

Глава 5. МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССОРА У БОЛЬНЫХ С СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ ПОСЛЕ МЕНИНГИТА

При настройке РП основной целью является создание оптимальных параметров, обеспечивающих восприятие звуков во всем частотном диапазоне. В отечественной и зарубежной литературе указывается, что у детей раннего возраста с недостаточным слухоречевым опытом, в силу отсутствия субъективной реакции на настройку, для определения МКУ громкости применяют регистрацию ЭВСП [21,25,26,37,90,202]. Однако необходимо отметить, что применение электроакустической рефлексометрии ограничено в связи с тем, что зарегистрировать стапедальные рефлексы возможно только у 60% - 80% имплантированных больных [21,34,226]. Установлено, что применение объективных методик улучшает качество реабилитации, однако корреляция порогов, полученных при ТНО, с порогами МКУ существенно ниже [25]. Многими исследователями выявлена корреляционная зависимость между МКУ громкости и уровнями тока, при которых регистрируются ЭВКСП, однако проблема точного определения МКУ по данным регистрации ЭВКСП разрешена не окончательно[11,34]. Трудоемкость и длительность процедуры ограничивают применение регистрации ЭВКСП у детей [171]. На основании полученных в нашем исследовании результатов и выявленных корреляций мы составили алгоритм настройки РП у больных, страдающих СНТ IV степени и глухотой после перенесенного менингита.

Мы слухоречевую реабилитацию начинали со сбора анамнеза. Выясняли этиологический фактор СНТ, уровень речевого развития у пациента, наличие слухового опыта и опыта ношения слуховых аппаратов, сопутствующую патологию, временной интервал между перенесенным менингитом и оперативным лечением.

Далее начиналось подключение РП. При первичном подключении РП программирование можно условно разделить на два этапа. На первом этапе производится непосредственно подключение РП к программатору с программным обеспечением Maestro. В начале подключения вводятся и записываются данные пациента, данные импланта (серийный номер, тип электрода, сторона операции). Далее проводится измерение сопротивления электродов. При необходимости часть электродов отключается. Затем постепенно ежедневно повышается уровень электрического стимула на каждом электроде. Это так называемый, адаптационный период, в течение которого пациент привыкает к электрической стимуляции. Каждый день создавались 4 прогрессивные настроечные карты, которыми мы заполняли ячейки конфигурации процессора. Уровень громкости увеличивали по направлению от первой программы к четвертой (т.е. 1 программа самая тихая, 4 самая громкая). Пациенту рекомендовалось в течение дня постепенно переключать программы с первой до четвертой через каждые 1,5 часа, с последующим использованием четвертой программы, как основной, до вечера текущего дня. За 30 минут до сна рекомендовалось перейти на 1 программу, для снижения раздражающего фактора, а перед сном РП отключить. Утром пациенты РП одевали на 1 программе и последовательно переключали по направлению к четвертой программе каждые 15 минут. На 4 программе пациент приходил к аудиологу. Первый этап продолжался около пяти дней до достижения пороговых уровней равных 15 μ и. Необходимо учитывать, что у пациентов после БГМ пороги наращиваются быстрее.

При повышении электрической стимуляции аудиологу необходимо обращать внимание на реакцию пациентов, особенно детей, поскольку может отмечаться дискомфорт, в виде быстрой утомляемости детей, ребенок начинает пугаться громких звуков, болезненных ощущений, вздрагивает, плачет, снимает РП. В таком случае необходимо переключить на программу с меньшей громкостью.

На втором этапе нами проводилась персонализация настроек. Особенности данного этапа зависят от возраста и наличия слухоречевого опыта пациента. Учитывая, что пациенты после перенесенного менингита, как правило, имеют слухоречевой опыт, то программирование речевого процессора у детей старшей возрастной группы заключается в постепенном повышении импульсов тока на всех активных электродах и определении субъективной реакции пациента на электрическую стимуляцию. Мы повышали электрический заряд отдельно на каждом электроде, а пациент оценивал данную стимуляцию по шкале громкости. При этом прирост электрической стимуляции производился с помощью пошагового увеличения уровней тока последовательно на 2 шага. Каждый прирост стимулов пациент оценивал. При изменении категории громкости от «хорошо» к «громко», мы делали от порогов дискомфорта 2 шага назад и принимали эти значения стимулов за МКУ громкости. При этом необходимо отметить, что уровни электрической стимуляции у пациентов после перенесенного менингита достаточно высокие. Полученные данные записывались в настроечную карту под номером 2. Эта карта являлась рабочей. В первой карте электрические стимулы устанавливались на 2 шага меньше, в карте 3 на 2 шага выше, в четвертой карте пороги повышаются на 4 шага относительно уровней второй карты. Пациенту в течение дня рекомендовалось использовать вторую программу, оценивать слуховые ощущения. Адекватность настройки РП обязательно проверялась сурдопедагогом, а также проводилась тональная аудиометрия в свободном звуковом поле.

Детям в возрасте до 5 лет, а также пациентам с отсутствием слухоречевого опыта, при достижении на первом этапе настройки РП пороговых уровней равных 15 дБ, выполнялась электроакустическая рефлексометрия по стандартной методике [12]. Диагностическая катушка прикреплялась к импланту, а в контрлатеральное ухо вставлялся зонд импедансометра. Далее проводилась тимпанометрия и оценивался тип тимпанограмм согласно классификации J. Jerger (1970) [133]. При наличии тимпанограммы «В» исключалось дальнейшее

проведение рефлексометрии. Если у пациента была тимпанограмма «А», то проводилась регистрация стапедальных рефлексов. Регистрация ЭВСП проводилась в режиме регистрации акустического рефлекса. Выбирался ручной режим, затем режим распада акустического рефлекса (Decay). В программе выставлялись импульсы длительностью 300 мс с промежутком 500 мс, уровень громкости выставлялся равным 90% (MCL-90%). Далее стимулировался каждый электрод с последовательным увеличением уровня электрических стимулов и оценивалась амплитуда колебаний. Уровень электрической стимуляции, при котором на дисплее импедансометра появлялся пик 0,02 мл, мы принимали за порог стапедального рефлекса. ЭВСП регистрировался для каждого электрода. Полученные пороговые уровни записывались в настроечную карту 1. В карту 2 мы записывали уровни, увеличенные от исходных значений на 2 шага. Эта программа являлась рабочей, а записанные уровни в программе 2 – МКУ громкости. В настроечной карте 3 уровни стимуляции увеличивались на 4 шага, в карте 4 на 6 шагов от исходных порогов. После настройки РП оценка разборчивости речи проводилась сурдопедагогом. Адекватность настройки оценивалась по данным тональной аудиометрии.

У части детей зарегистрировать ЭВСП не представляется возможным. В таком случае прогнозировать средние значения пороговых уровней комфортной громкости возможно, основываясь на данных телеметрии состояния импланта. Детям в возрасте до 5 лет на средних и базальных электродах пороги комфортной громкости определяются по формуле 4.3.

$$\text{МКУ} = 37,04 - 1,77 * x \quad (4.3)$$

На апикальных электродах средние значения МКУ громкости определяются по формуле 4.4.

$$\text{МКУ} = 36,8 - 1,73 * x \quad (4.4)$$

Применять уравнения линейной регрессии для расчета МКУ громкости у детей до 5 лет можно только в диапазонах значений величин «х» и «у», которые находятся в пределах, указанных в таблицах 20 и 22.

По формулам линейной регрессии 4.3 и 4.4 у детей раннего возраста с сенсоневральной тугоухостью и глухотой после менингита нами были вычислены средние значения уровней комфортной стимуляции для каждого электрода на основании средних значений сопротивления электродов. В результате были получены следующие данные: на 5 электродах (41,7%), четыре из которых апикальные, МКУ громкости были определены с высокой точностью, на 4(33,3%) средних электродах МКУ отличались от средних значений $\pm 0,5$ qu, на 3 (25%) базальных электродах МКУ громкости отличались $\pm 1,1$ qu. Достоверно значимых различий не обнаружено. Данные представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Средние значения МКУ громкости, определенные по уравнениям линейной регрессии, у детей в возрасте до 5 лет перенесших менингит

№ электрода п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средние значения сопротивления (кОм)	7,9	7,5	7,3	7,0	6,7	6,7	7,2	7,6	8,1	8,5	8,2	8,3
Средние значения МКУ (qu)	23,2	23,9	24,2	24,7	24,9	25,7	24,6	22,7	22,7	22,5	20,9	23,5
МКУ (qu), определенные по формулам	23,2	23,9	24,2	24,7	25,2	25,2	24,3	23,6	22,7	22,0	22,5	22,3

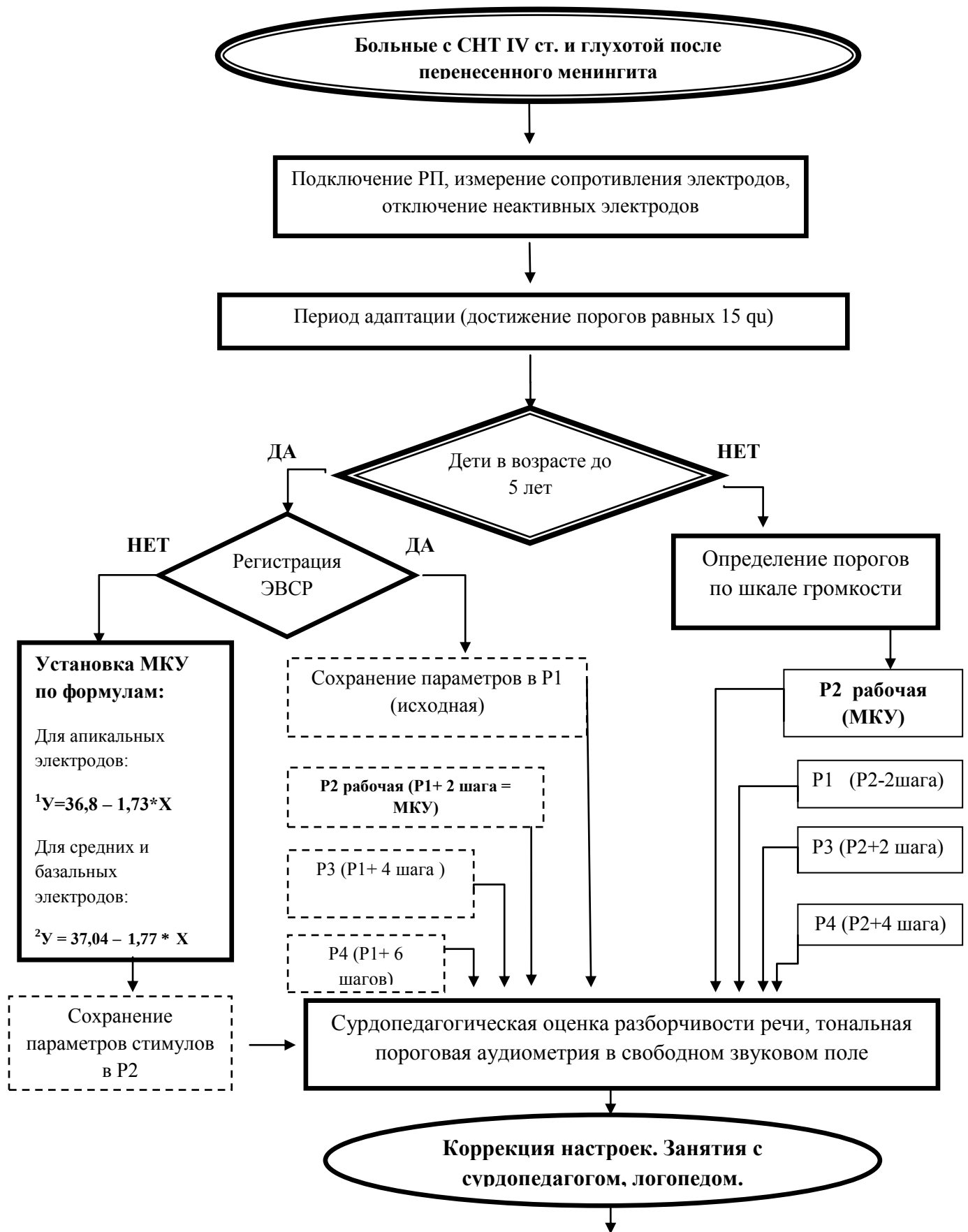
Полученные по значениям сопротивления электродов у данного больного уровни, записываются в настроечную карту 2. Учитывая то, что МКУ громкости у каждого пациента могут отклоняться от средних значений, мы рекомендуем в настроечную карту 1 записать уровни на 4 шага ниже, от вычисленных по формулам линейной регрессии. В карты 3 и 4 записываются уровни на 2 и 4 шага выше соответственно. Рабочей будет являться настроечная карта 2. После настройки РП проводятся занятия по развитию слухового восприятия и речевого

развития, сурдопедагогическая оценка разборчивости речи, а также тональная пороговая аудиометрия в свободном звуковом поле и речевая аудиометрия с использованием стандартных тестов.

В зависимости от рекомендаций сурдопедагога и результатов аудиометрии, детям не зависимо от возраста, методов настройки РП, проводилась коррекция настроечных карт для достижения максимальной разборчивости речи, после чего ребенок выписывался из стационара с рекомендацией в обязательном порядке проводить занятия по развитию слухового восприятия и речевого развития с логопедом и сурдопедагогом по месту жительства.

В зависимости от неврологического статуса, возраста пациента, наличия слухоречевого опыта, а также учитывая то, что пороги МКУ у пациентов после перенесенного менингита стабилизируются в течение длительного времени после первой настройки, мы рекомендуем проводить в обязательном порядке следующие настроечные сессии через 3 и 12 месяцев после первого подключения, а также дополнительные корректировочные настройки через месяц после подключения РП и через 6 месяцев после первого подключения РП. В ходе настроечных сессий производится техническая проверка состояния кохлеарного импланта, измеряется сопротивление электродов, пересматриваются пороги МКУ громкости. Адекватность настройки также оценивается сурдопедагогом, проводится тональная аудиометрия в свободном звуковом поле.

Для оценки эффективности первого курса реабилитации была проведена настройка РП 18 больным в возрасте от 1 года до 12 лет с СНТ высокой степени и глухотой после перенесенного менингита, поступившим на первый курс реабилитации в СПб НИИ ЛОР в период с 2013 по 2015 год. Дети были распределены по полу: 7 девочек (38,9%) и 11 мальчиков (61,1%). В возрасте до 5 лет было 8 детей (44,4%), старше 5 лет – 10 детей (55,6%). Настройка РП у всех больных проходила по алгоритму (рисунок 37).





Коррекция настроек через три месяца и
через 12 месяцев после первого
полключения РП.

Рисунок 37. Алгоритм настройки речевых процессоров у детей, страдающих тугоухостью высокой степени и глухотой после перенесенного менингита.

Примечание - ¹ У – вычисляемый комфортный уровень громкости, 36,8 – свободный член, 1,73 – коэффициент регрессии, X – сопротивление электрода;

² У – вычисляемый комфортный уровень громкости, 37,04 – свободный член, 1,77 – коэффициент регрессии, X – сопротивление электрода.

Качество настройки РП у всех больных оценивалось по данным тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле. Средние значения порогов восприятия тонов в свободном звуковом поле в частотных диапазонах от 500 до 4000 Гц на Р₁ составили 44,9±2,3 дБ, на Р₂ 39,6±0,6 дБ, на Р₃ 44,4±2,3 дБ, на Р₄ пороги слышимости составили 51,3±0,9 дБ. Полученные средние значения порогов слуха в зависимости от настроечной карты представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Средние значения порогов слуха (дБ) у детей с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита на частотах 500-4000 Гц

Программа РП	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц
Р ₁	45,0±5	46,6±2,9	45,0±5	43,3±2,8
Р ₂	39,6±3,2	40,3±3,8	38,7±2,1	40,0±4,5
Р ₃	42,5±3,5	42,5±3,5	45,0±7,1	47,5±3,5
Р ₄	50,0±7,5	51,3±8,5	52,1±5	52,0±2,8

Со всеми детьми сурдопедагоги проводили занятия по развитию слухового восприятия и развитию речи. В начальный период использования КИ (в течение 3-12 недель) приоритетным направлением коррекционной работы является развитие процессов слухового анализа неречевых и речевых акустических сигналов и слухового восприятия в целом. Для решения этой задачи необходимо

взаимодействия аудиолога, настраивающего РП, и сурдопедагога, который оценивает реакцию ребенка на звуки разного уровня и частоты [17,18]. В результате настройки РП по алгоритму были выявлены достоверные различия результатов реабилитации у пациентов ($p < 0,05$ по критерию Хи-квадрат). Высокая степень эффективности реабилитации наблюдалась у 13 (72,3%) больных, из них у 7 (38,9%) детей в возрасте до 5 лет и у 6 (33,4%) детей старше 5 лет. Оптимальные настройки были на второй программе РП с параметрами, установленными по субъективным оценкам уровней электрической стимуляции или по данным электроакустической рефлексометрии. У 10 (55,5%) детей на второй программе отмечалась четкая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 6 метров и отсутствовал дискомфорт. Пороги восприятия тонов составили $37 \pm 2,6$ дБ. У этих детей на первой, третьей и четвертой программах РП пороги восприятия тонов повышались, отмечалась реакция на звуки только на расстоянии от 1 до 3 м, дискомфорт. Средняя эффективность реабилитации на второй программе отмечена только у 3 (16,5%) больных. У них отмечалась четкая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 1,5-3 метров и отсутствовал дискомфорт. Однако пороги восприятия тонов составили $46,4 \pm 2,4$ дБ. При переходе на другие программы появлялся дискомфорт, пороги восприятия тонов повышались. На первой программе РП эффективная реабилитация была у 2 детей (11,2%). У них отсутствовал дискомфорт, пороги восприятия тонов составили 35-40 дБ, отмечалась четкая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 6 метров, из них у одного ребенка в возрасте 1,2 года (5,6%) электрически вызванные рефлексы стременной мышцы зарегистрировать не удалось, и МКУ громкости были рассчитаны по формулам линейной регрессии. Также у одного ребенка (5,6%) рабочей была первая программа, однако результат реабилитации был средним: реакция на звуки отмечалась только на расстоянии 2 м, а пороги слуха уже составили 45-50 дБ, при переходе на вторую программу появлялся дискомфорт. На третьей программе эффективно проведена реабилитация только у одной девочки 7 лет (5,6%). У нее также отмечалась четкая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 6

метров и отсутствовал дискомфорт. Пороги восприятия тонов составили 35-40 дБ. Средняя эффективность реабилитации на четвертой программе РП отмечена у девочки трех лет (5,6%). Пороги восприятия тонов составили 50-60 дБ и отмечалась нечеткая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 1 метра, отсутствовал дискомфорт.

Обращает на себя внимание тот факт, что повышение порогов восприятия тонов до 45-60 дБ, значительное увеличение уровней электрической стимуляции наблюдались у больных детей с тяжелым течением гнойного менингита (менингоэнцефалита), главным образом, гемофильной или пневмококковой этиологии с развитием оссификации улитки, а также при наличии у детей неврологических последствий перенесенной инфекции в виде в виде цереброастенического синдрома, гипертензионно-гидроцефального синдрома, парезов, гиперкинезов, эписиндрома. Результаты реабилитации представлены на рисунке 38.

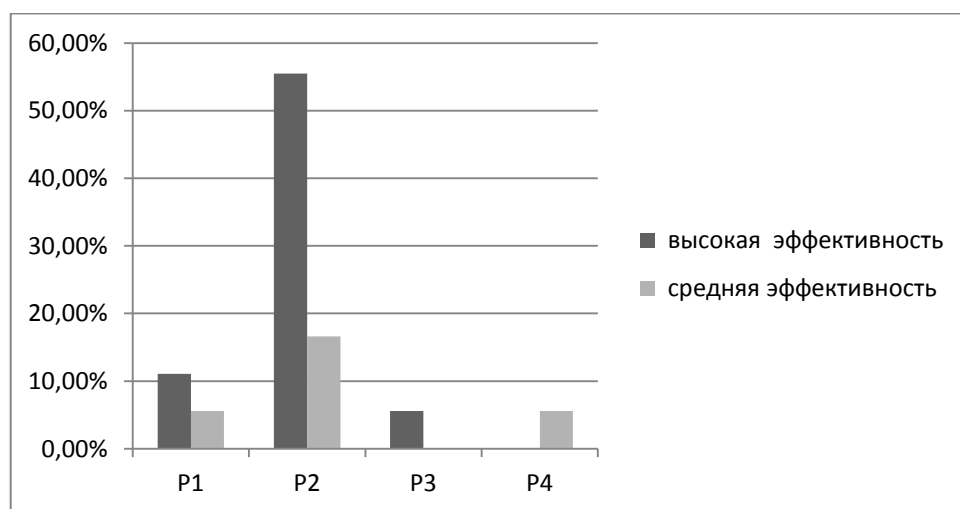


Рисунок 38. Эффективность реабилитации больных, перенесших менингит.

Примечание – По оси абсцисс номер программы речевого процессора, по оси ординат количество больных в процентах.

Послеоперационная слухоречевая реабилитация – это длительный процесс и точная настройка РП играет важную роль. Учитывая особенности восприятия звуков и речи у детей, необходимо создать оптимальные условия для развития

слуха и понимания речи. При оптимальной настройке РП пороги слуха составляют 25-40 дБ и соответствуют I степени тугоухости [14]. Исходя из полученных нами данных, настройка РП по алгоритму позволяет создать оптимальные настройки параметров РП и повысить эффективность результатов реабилитации. Как показывает клиническая практика, настроечные сессии, необходимые для определения МКУ громкости у детей, очень продолжительны и требуют многократного повторения. Процедура настройки РП по разработанному алгоритму, позволяет определить комфортные уровни тока более точно, что особенно важно при настройке РП у детей раннего возраста.

Резюме:

При настройке РП у пациентов с тугоухостью и глухотой после менингита по разработанному алгоритму у 72,3% больных были достигнуты высокие результаты реабилитации. Эффективность реабилитации снижается при наличии сопутствующей неврологической патологии. Оптимальные параметры настройки РП у детей до 5 лет базируются на данных электроакустической рефлексометрии.

У детей в возрасте до 5 лет с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита с высокой точностью были определены средние значения комфортных уровней электрической стимуляции по уравнениям линейной регрессии на апикальных электродах. Прогнозировать максимально комфортные уровни громкости по формулам линейной регрессии целесообразно у детей раннего возраста, при невозможности проведения электроакустической рефлексометрии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До настоящего времени остается актуальной задача по оптимизации настройки речевых процессоров у пациентов после КИ, поскольку от точности заданных параметров будет зависеть восприятие звуков и развитие речи у имплантированного ребенка [17,18,75]. Впервые КИ была проведена ребенку еще в 1980 году, однако, до сих пор у пациентов раннего возраста программирование РП остается сложным процессом [74, 88].

Клиническая практика показывает, что параметры настройки РП у каждого пациента строго индивидуальны. Выявление факторов, влияющих на эффективность настройки, оптимизация настройки РП с целью более точного определения МКУ громкости, является важной задачей современной аудиологии. Вопрос влияния этиологии СНТ на эффективность слухоречевой реабилитации пациентов после КИ уже поднимался в литературе [117]. При этом одни ученые считают, что влияние этиологии СНТ на параметры настройки РП минимальное [208]. Однако другие исследователи считают, что параметры РП изменяются в зависимости от этиологического фактора СНТ и глухоты [49].

В ходе нашей работы была проведена настройка РП 92 имплантированным пациентам в возрасте от 1 года до 18 лет из числа поступивших в отделение слухоречевой реабилитации СПб НИИ ЛОР. По этиологии СНТ дети были распределены на 3 группы: 35 (38,1%) человек с диагнозом СНТ IV степень и глухота после перенесенного менингита; 18 (19,5%) больных детей с ототоксической СНТ IV степени и глухотой; третья группа пациентов (группа сравнения) 39 (42,4%) детей с СНТ IV степени и глухотой наследственной этиологии (с мутацией в гене Sx26). Критериями исключения из группы сравнения являлись: перенесенный БГМ в анамнезе, применение пациентами ототоксических препаратов, черепно-мозговая травма, аномалии развития улитки, недоношенность.

Во всех группах пациенты были распределены по полу и возрасту. При распределении по возрасту большинство больных в каждой группе были дети до 5

лет. Это обстоятельство еще раз доказывает, что настройка РП у детей раннего и младшего школьного возраста заслуживает отдельного внимания. Перед подключением РП на этапе сбора анамнеза было проведено уточнение этиологического фактора СНТ у пациентов, поступивших на реабилитацию, а также уточнялась сопутствующая патология.

После подключения РП выявлялись особенности значений сопротивления у пациентов с кохлеарными имплантами. По результатам телеметрии состояния импланта было определено, что у пациентов, перенесших менингит, сопротивление базальных и средних электродов достоверно выше ($p < 0,05$), чем у пациентов с СНТ другой этиологии. Повышение сопротивления электродов у больных, перенесших менингит, объясняется исследованием Р. Phelps (1992). Р. Phelps выявил, что процесс облитерации в улитке развивается по направлению от базального завитка к апикальному [185]. Согласно данным литературы в результате патологической оссификации происходит обызвествление межклеточного вещества. Минерализация матрикса остеобластами осуществляется путем отложения кристаллов гидроксиапатита вдоль фибрилл коллагена, а также путем секреции матричных пузырьков, содержащих высокие концентрации кальция и щелочной фосфатазы [5]. Фосфат кальция обладает высоким удельным электрическим сопротивлением и, соответственно, низкой электропроводностью, что проявляется увеличенным сопротивлением электродов при телеметрии состояния кохлеарного импланта у пациентов с оссификацией улитки после перенесенного менингита.

В нашем исследовании было выявлено также достоверное различие в значениях сопротивления базальных и средних электродов у пациентов, перенесших менингит, без подтвержденной оссификации улитки, что может быть объяснено особенностями патогенеза гнойного лабиринтита при менингите (менингоэнцефалите). Установлено, что наиболее выраженный воспалительный процесс, проявляющийся интенсивной клеточной инфильтрацией, развитием фиброза, наблюдается в барабанной лестнице основного завитка улитки [128].

При этом в случае развития патологической оссификации улитки, у больных перенесших менингит, сопротивление электродов увеличивается за счет отложения гидроксиапатита.

В литературе указывается, что повышение порогов электрической стимуляции у пациентов с глухотой после перенесенного БГМ, связано с оссификацией улитки, а также с резидуальными последствиями повреждения центральных слуховых путей [61]. В нашем исследовании мы также наблюдали повышение порогов МКУ громкости у пациентов, перенесших менингит, и при низких значениях сопротивления электродов, что также согласуется с данными полученными М. Durisin и соавт. (2015). При сборе анамнеза такие пациенты отмечали более тяжелое течение БГМ, длительный период нахождения в отделении реанимации. Вероятно, повышение уровней электрической стимуляции, для вызова комфортных слуховых ощущений, связано также и с количеством оставшихся нейронов в спиральном ганглии, поскольку, как указывают данные зарубежной литературы, их становится значительно меньше после перенесенного БГМ [162,192]. Известно, что разборчивость речи у имплантированных больных зависит от расположения, количества и геометрического соотношения имплантированных электродов, а также от различий в локализации и состоянии сохранных нейронов спирального ганглия [1]. Согласно проведенному исследованию, афферентные нейроны локализуются в основном вдоль $1\frac{3}{4}$ завитка улитки [124]. При гнойном лабиринтите происходит выраженное повреждение слуховых нейронов. Более того, известно, что количество спиральных нейронов уменьшается и после перенесенного заболевания [120,169]. В результате у пациентов, перенесших менингит, увеличиваются как уровни электрической стимуляции выше, так и длительность стимуляции, что проявляется достоверно высокими значениями МКУ громкости ($p < 0,05$), по сравнению с МКУ у пациентов с другой этиологией СНТ.

Достоверных различий между средними значениями сопротивления электродов у больных с ототоксической СНТ и у пациентов в группе сравнения

обнаружено не было. Однако было выявлено, что МКУ громкости достоверно выше на базальных электродах у пациентов с ототоксическим поражением органа Корти. Данный факт объясняется тем, что при лечении аминогликозидными антибиотиками повреждаются волосковые клетки, преимущественно НВК в базальных отделах улитки, а также развивается дегенерация нейронов спирального ганглия. В литературе также указано, что дегенерация нейронов продолжается и после лечения аминогликозидными антибиотиками [199]. Поэтому больным с ототоксической СНТ требуются более высокие уровни электрической стимуляции на базальных электродах, по сравнению с пациентами в группе сравнения.

В ходе исследования нами была выявлена сильная степень линейной связи между средними значениями МКУ громкости и средними значениями сопротивления электродов у пациентов, перенесших менингит ($r = -0,8$ $p < 0,05$). При этом у больных с другой этиологией СНТ линейной зависимости между указанными переменными обнаружено не было.

В литературе указано, что при подключении РП процент электродов, подлежащих отключению у пациентов, перенесших менингит, достаточно высокий [55]. В нашем исследовании количество деактивированных электродов у детей, перенесших менингит, был больше, чем у детей с другой этиологией СНТ, однако статистически достоверной разницы обнаружено не было, что согласуется с данными R. Brito и соавт. (2013) [64].

Анализ литературы показал, что нет согласованности между авторами исследований по срокам стабилизации параметров настройки РП [70, 164]. По нашему мнению, стабилизация параметров РП зависит от этиологии СНТ. В нашем исследовании мы также определяли особенности изменения параметров РП в течение 12 месяцев после первого подключения РП у больных в зависимости от этиологического фактора СНТ, поскольку знание особенностей стабилизации сопротивления электродов и МКУ громкости необходимо при настройке процессора у детей, а также для определения частоты проведения

корректировочных настроек у пациентов. В результате было выявлено, что у больных, перенесших менингит, достоверно ($p < 0,05$) возрастает сопротивление базальных электродов на 0,8 кОм через год после первого подключения РП. Данный факт объясняется тем, что процесс оксификации улитки продолжается даже после проведенной КИ [58]. Достоверного повышения сопротивления электродов у пациентов с ототоксической и наследственной СНТ спустя 12 месяцев после первого подключения РП выявлено не было. Было также выявлено, что средние значения МКУ громкости у пациентов, перенесших менингит, достоверно ($p < 0,01$) повышаются через три месяца на 50% на всех электродах. Достоверный прирост пороговых уровней ($p < 0,01$) наблюдался через 12 месяцев после первого подключения на 10,4%, при этом прирост уровней тока на апикальных электродах составил 4,8%, на средних электродах 6%, на базальных электродах уровни электрической стимуляции выросли на 20%. Повышение МКУ громкости с течением времени, преимущественно на базальных электродах, объясняется развитием оксификации улитки, а также уменьшением количества спиральных нейронов. Данный факт необходимо учитывать при проведении повторных курсов реабилитации. А. Eshraghi и соавт. (2004) рекомендуют детям, перенесшим менингит, особенно при наличии оксификации улитки, проводить корректировочные настройки чаще, чем пациентам с другой этиологией СНТ [58].

Согласно данным литературы пороговые уровни ЭВСП хорошо коррелируют с уровнями комфортного восприятия громкости у детей [119]. Мы установили, что у детей в возрасте до 5 лет с СНТ после перенесенного менингита, уровни электрической стимуляции, при которых регистрируется ЭВСП, достоверно ($p < 0,05$) выше на 48,4%, чем у детей данной возрастной группы с наследственной этиологией СНТ. Также выявлено, что у них достоверно ($p < 0,05$) выше средние значения сопротивления базальных и средних электродов. У детей раннего возраста, перенесших менингит, была установлена сильная линейная связь между средними значениями сопротивления электродов и МКУ громкости ($r = -0,85$ $p < 0,01$).

На основании установленных линейных связей между средними значениями сопротивления электродов и МКУ были получены уравнения линейной регрессии для прогнозирования средних значений МКУ громкости у детей в возрасте до 5 лет. По уравнениям линейной регрессии у детей раннего возраста с высокой точностью были определены средние значения МКУ громкости на 5 (41,7%) электродах. Таким образом, на основании проведенного исследования доказана целесообразность распределения пациентов по этиологии СНТ и выделения в отдельную группу имплантированных детей, перенесших менингит, с целью более эффективного проведения слухоречевой реабилитации. Для прогнозирования комфортных уровней электрической стимуляции у детей раннего возраста, при невозможности проведения электроакустической рефлексометрии, следует применять уравнения линейной регрессии.

Полученные в ходе исследования данные легли в основу алгоритма настройки РП у пациентов, перенесших менингит. Для оценки эффективности первого курса реабилитации была проведена настройка РП 18 больным в возрасте от 1 года до 12 лет с СНТ высокой степени и глухотой после перенесенного менингита, поступившим на первый курс реабилитации в СПб НИИ ЛОР в период с 2013 по 2015 год. Дети были распределены по полу: 7 девочек (38,9%) и 11 мальчиков (61,1%). В возрасте до 5 лет было 8 детей (44,4%), старше 5 лет – 10 детей (55,6%). Настройка РП у всех больных проходила по разработанному алгоритму. В зависимости от программы РП средние значения порогов восприятия тонов в свободном звуковом поле в частотных диапазонах от 500 до 4000 Гц на P_1 составили $44,9 \pm 2,3$ дБ, на P_2 $39,6 \pm 0,6$ дБ, на P_3 $44,4 \pm 2,3$ дБ, на P_4 пороги слышимости составили $51,3 \pm 0,9$ дБ. Со всеми детьми сурдопедагоги проводили занятия по развитию слухового восприятия и развитию речи. В результате настройки РП по алгоритму были выявлены достоверные различия результатов реабилитации у пациентов ($p < 0,05$ по критерию Хи-квадрат). Высокая степень эффективности реабилитации наблюдалась у 13 (72,3%) больных, из них у 7 (38,9%) детей в возрасте до 5 лет и у 6 (33,4%) детей старше

5 лет. Оптимальные настройки были на второй программе РП с параметрами, установленными по субъективным оценкам уровней электрической стимуляции или по данным электроакустической рефлексометрии. У 10 (55,5%) детей на второй программе отмечалась четкая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 6 метров и отсутствовал дискомфорт. Пороги восприятия тонов составили $37 \pm 2,6$ дБ. У этих детей на первой, третьей и четвертой программах РП пороги восприятия тонов повышались, отмечалась реакция на звуки только на расстоянии от 1 до 3 м, дискомфорт. Средняя эффективность реабилитации была только у 3 (16,5%) больных на второй программе. У детей отмечалась реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 1,5-3 метров и отсутствовал дискомфорт. Однако пороги восприятия тонов составили $46,4 \pm 2,4$ дБ. При переходе на другие программы появлялся дискомфорт, пороги восприятия тонов повышались. На первой программе РП эффективная реабилитация была у 2 детей (11,2%). У них отсутствовал дискомфорт, пороги восприятия тонов составили 35-40 дБ, отмечалась четкая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 6 метров, из них у одного ребенка в возрасте 1,2 года (5,6%) электрически вызванные стапедальные рефлексы зарегистрировать не удалось и МКУ громкости были рассчитаны по формулам линейной регрессии. Также у одного ребенка (5,6%) рабочая была первая программа, однако реакция на звуки отмечалась только на расстоянии 2 м, а пороги слуха уже составили 45-50 дБ, при переходе на вторую программу появлялся дискомфорт. На третьей программе эффективно проведена реабилитация только у одной девочки 7 лет (5,6%). У нее также отмечалась четкая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 6 метров и отсутствовал дискомфорт. Пороги восприятия тонов составили 35-40 дБ. Средняя эффективность реабилитации на четвертой программе РП отмечена у девочки трех лет (5,6%). Пороги восприятия тонов составили 50-60 дБ и отмечалась нечеткая реакция на неречевые и речевые звуки на расстоянии 1 метра, отсутствовал дискомфорт. Обращает на себя внимание тот факт, что повышение порогов восприятия тонов до 45-60 дБ, а также значительное увеличение уровней электрической стимуляции наблюдались у больных с

тяжелым течением гнойного менингита (менингоэнцефалита), главным образом, гемофильной или пневмококковой этиологии с развитием оссификации улитки, а также при наличии у детей неврологических последствий перенесенной инфекции в виде цереброастенического синдрома, гипертензионно-гидроцефального синдрома, парезов, гиперкинезов, эписиндрома.

Таким образом, настройка РП по разработанному алгоритму позволяет точнее определить комфортные уровни электрической стимуляции, что позволяет провести начальный этап реабилитации более эффективно. Тем не менее, необходимо учитывать особенности неврологического статуса больных, перенесших нейроинфекцию, а также интервал между перенесенным заболеванием и КИ. Данные отечественной литературы указывают, что резидуальные неврологические последствия наблюдаются у 15 – 30% пациентов, перенесших БГМ [30]. У больных в острую стадию заболевания при выраженной токсинемии развиваются церебральный отек и инфекционно-токсический шок, что приводит к тканевой ишемии, гипоксии, инфарктам. Вследствие возникновения ишемического инсульта в бассейне средней мозговой артерии, формируется грубый органический дефект в мозговых структурах. Данные отечественной литературы указывают, что формирование стойкого неврологического дефицита у больных детей связано с гибелью олигодендроцитов и утратой аксонов из-за иммунопатологических и метаболических нарушений [6]. Тяжесть неврологических последствий и развитие оссификации улитки после перенесенного менингита (менингоэнцефалита) влияют на результат слухоречевой реабилитации. У таких детей снижается разборчивость речи, повышаются пороги восприятия тонов. Данное обстоятельство диктует необходимость проведения дальнейших работ по исследованию разборчивости речи у больных с глубокими нарушениями слуха с учетом этиологического фактора СНТ.

ВЫВОДЫ

1. Значения сопротивления электродов зависят от этиологии сенсоневральной тугоухости. При телеметрии состояния импланта выявлено, что у больных с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита сопротивление базальных и средних электродов выше, чем у пациентов с наследственной этиологией сенсоневральной тугоухости, на 23% и 13,5%, соответственно. Повышение сопротивления электродов у лиц, перенесших менингит, главным образом, связано с развитием оссификации улитки. Установлена сильная отрицательная линейная связь между средними значениями сопротивления электродов и комфортными уровнями электрической стимуляции у больных, перенесших менингит: коэффициент корреляции $r = -0,8$ ($p < 0,05$).

2. Выявлены статистически значимые различия максимально комфортных уровней громкости у пациентов в зависимости от этиологического фактора сенсоневральной тугоухости. У больных с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита уровни электрической стимуляции выше на 17,9%, чем у больных с наследственной тугоухостью, что обусловлено как патологией внутреннего уха, так и тяжестью перенесенного заболевания. При наличии оссификации улитки после перенесенного менингита уровни повышаются на 31,5%. У больных с ототоксической сенсоневральной тугоухостью уровни электрической стимуляции повышены только на базальных электродах.

3. У лиц с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита уровни электрической стимуляции повышаются через три месяца после первого подключения речевого процессора на 50% на всех электродах. Через 12 месяцев прирост пороговых уровней составляет 10,4%, при этом на апикальных электродах уровни повышаются на 4,8%, на средних электродах на 6 %, на базальных электродах увеличиваются на 20%. Через 12 месяцев после первого подключения речевого процессора сопротивление базальных электродов повышается на 0,8 кОм. У детей с ототоксической и наследственной сенсоневральной тугоухостью и глухотой максимально комфортные уровни

громкости стабилизируются через 3 месяца после первого подключения речевого процессора.

4. У детей в возрасте до 5 лет с нарушениями слуха после перенесенного менингита сопротивление базальных электродов выше на 25,7%, средних электродов выше на 18,3%, чем у детей с наследственной тугоухостью и глухотой. Уровни тока, при которых регистрируются стапедиальные рефлексy, выше на 48,4%. Между средними значениями сопротивления электродов и уровнями тока, при которых регистрируются электрически вызванные рефлексy стременной мышцы, существует сильная отрицательная линейная связь: коэффициент корреляции $r = -0,85$ ($p < 0,05$).

5. Настройка речевых процессоров по алгоритму позволяет точнее определить комфортные уровни электрической стимуляции и получить высокий результат реабилитации у 72,3% больных, перенесших менингит. Эффективность реабилитации снижается при наличии у больного ребенка оксификации улитки и сопутствующих неврологических нарушений после перенесенного гнойного менингита (менингоэнцефалита). Прогнозировать максимально комфортные уровни громкости по формулам линейной регрессии целесообразно у имплантированных детей раннего возраста с глубокими нарушениями слуха после перенесенного менингита при невозможности зарегистрировать у них электрически вызванные стапедиальные рефлексy.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Перед настройкой речевого процессора у пациентов необходимо уточнять этиологию сенсоневральной тугоухости и наличие оксификации улитки. Полученные результаты позволили обосновать целесообразность распределения пациентов по этиологии сенсоневральной тугоухости и выделить в отдельную группу больных, перенесших менингит, с целью более эффективного проведения слухоречевой реабилитации.

Корректировку максимально комфортных уровней громкости у больных с глубокими нарушениями слуха после менингита необходимо проводить через три и двенадцать месяцев после первого подключения процессора кохлеарного импланта. Однако учитывая, что выраженный прирост уровней электрической стимуляции наблюдается в течение первых трех месяцев, следует проводить дополнительную коррекцию параметров через месяц после подключения речевого процессора.

Настройка речевых процессоров у детей с глубокими нарушениями слуха после менингита по алгоритму позволяет более точно определить максимально комфортные уровни громкости. У детей в возрасте до 5 лет оптимальные параметры настройки основываются на данных электроакустической рефлексометрии, при этом уровни электрической стимуляции значительно повышаются при развитии оксификации улитки, а также у больных с неврологическими нарушениями после перенесенного менингита.

Детям раннего возраста с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита, при невозможности регистрации электрически вызванных стапедиальных рефлексов, целесообразно прогнозировать уровни комфортного

восприятия электрических стимулов, используя предложенную математическую модель.

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АА – аминогликозидные антибиотики

БГМ – бактериальный гнойный менингит

ВВК – внутренние волосковые клетки

КИ – кохлеарная имплантация

КТ – компьютерная томография

МКУ – максимально комфортный уровень громкости

МРТ – магнитно – резонансная томография

НВК – наружные волосковые клетки

ПУ – пороговый уровень

РП – речевой процессор

СНТ – сенсоневральная тугоухость

ТНО – телеметрия нервного ответа

ЦМВ – цитомегаловирусная инфекция

ЭВКСП – электрически вызванные коротколатентные слуховые потенциалы

ЭВСПД – электрически вызванные суммарные потенциалы действия

ЭВСПР – электрически вызванные рефлексы стременной мышцы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтман Я.А. Руководство по аудиологии / Я.А. Альтман, Г.А. Таварткиладзе. – М.: ДМК Пресс, 2003 – 360 с.
2. Баранов А.А. Стрептококки и пневмококки / А.А. Баранов. – Ростов н/Д: Изд – во Феникс, 2013. – 301 с.
3. Белоконь А.Н. Корреляционные взаимоотношения эффективности слухоречевой реабилитации и количеством настроечных сессий у пациентов после кохлеарной имплантации / А.Н. Белоконь, Н.В. Тарасова, А.О. Кузнецов // Рос. оторинолар. – 2008. – Прил. №1 – С.204–208.
4. Бобошко М.Ю. Речевая аудиометрия: учебное пособие / М.Ю. Бобошко. – СПб.: Изд - во СПбГМУ, 2012. – 64 с.
5. Быков В.Л. Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека / В.Л. Быков. – СПб.: Сотис, 2002. – 520 с.
6. Вильниц А.А. Сенсоневральная тугоухость при бактериальных гнойных менингитах у детей / А.А. Вильниц, Н.В. Скрипченко, М.В. Иванова // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2009. – №5. – С. 28 – 31.
7. Влияние дооперационной аппаратной электроакустической коррекции слуха на результаты реабилитации после кохлеарной имплантации / А.В. Пашков, А.Н. Белоконь, А.О. Кузнецов, К.Д. Писаревская, Е.Г. Старых // Рос. оторинолар. – 2010. - № 3 (46). – С. 119–125.
8. Гарбарук Е.С. Сенсоневральная тугоухость и слуховая нейропатия у недоношенных детей / Е.С. Гарбарук, И.В. Калмыкова, Е.А. Вершинина // Рос. оторинолар. – 2008. – Прил. №1 – С.228–232.

9. Детская оториноларингология: руководство для врачей в 2 т. / под ред. М.Р. Богомильского, В.Р. Чистяковой. – М.: ОАО "Издательство " Медицина", 2005. – 1 т.
10. Золотова Т.В. Сенсоневральная тугоухость / Т.В. Золотова. – Ростов н/Д: ЗАО "Книга", 2013. – 544 с.
11. Клячко Д.С. Категоризация громкости и функция роста амплитуды электрически вызванных коротколатентных слуховых потенциалов у пациентов после кохлеарной имплантации / Д.С. Клячко, В.Е. Гауфман // Рос. Оторинолар. – 2014. – № 1. – С. 95 – 98.
12. Клячко Д.С. Прогностическое значение стапедального рефлекса для оптимальной настройки речевых процессоров у пациентов после кохлеарной имплантации: автореф. дис. канд. мед. наук. СПб., 2012. – 19 с.
13. Конигсмарк Б.В. Генетические и метаболические нарушения слуха / Б.В. Конигсмарк, Р.Д. Горлин. – М.: Медицина, 1980. – 424 с.
14. Королева И. В. Введение в аудиологию и слухопротезирование / И.В. Королева. – СПб.: КАРО, 2012. – 400 с.
15. Королева И.В. Основы аудиологии и слухопротезирования: учебное пособие / И.В. Королева. – СПб.: "Издательство "ЛЕМА"", 2011. – 173 с.
16. Королева И.В. Отбор кандидатов на кохлеарную имплантацию. Диагностическое обследование и оценка перспективности использования кохлеарного импланта / И.В. Королева. – СПб., 2008. – 98 с.
17. Королева И.В. Развитие слуха и речи у глухих детей раннего и дошкольного возраста после кохлеарной имплантации: учебное пособие / И.В. Королева. – СПб., 2008. – 286 с.
18. Королева И.В. Реабилитация детей с кохлеарными имплантами: пособие для врачей / И.В. Королева. – СПб., 2004. – 44 с.
19. Маркова Т.Г. Клинико-генетический анализ врожденной и доречевой тугоухости: автореф. дис. докт. мед. наук. СПб., 2008. – 43 с.

- 20.Методики эпидемиологического исследования нарушений слуха: методические рекомендации / Г.А. Таварткиладзе, М.Е. Загорянская, М.Г. Румянцева, Т.Г. Гвелесиани, А.А. Ясинская. – М., 2006. – 24 с.
- 21.Модифицированный способ регистрации стапедального рефлекса у имплантированных пациентов при настройке речевого процессора / Н.А. Дайхес, А.В. Пашков, С.М. Петров, А.А. Щукина, Ю.К. Янов // Рос. оторинолар. – 2007. – 3. – С. 19–21.
- 22.Никулина Г. М. Взаимообусловленность мозговых сосудистых проявлений и патологии внутреннего уха / Г.М. Никулина, М.А. Рымша // Вестн. оторинолар. – 2002. – С. 157–158.
- 23.Объективные методы диагностики нарушения слуха у детей первых лет жизни / А.В. Пашков, Е.Е. Савельева, Т.А. Полунина, И.В. Наумова, А.С. Самкова // Педиатрическая фармакология. – 2014. - №11 (2). – С. 82–85.
- 24.Оториноларингология: национальное руководство / под ред. В.Т. Пальчуна. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2009 – 960 с.
- 25.Пашков А.В. Применение результатов регистрации электрически вызванного стапедального рефлекса и телеметрии нервного ответа для настройки речевого процессора системы кохлеарной имплантации / А.В. Пашков // Рос. оторинолар. – 2008. – Приложение №1 – С. 347–351.
- 26.Пашков А.В. Характеристика коротколатентных слуховых вызванных потенциалов мозга (воздушное и костное звукопроводение) у детей с нормальным слухом / А.В. Пашков, Т.А. Полунина, С.А. Косачева // Педиатрическая фармакология. – 2014. - №11 (4). – С. 93–96.
- 27.Пацинина О.А. Комбинированный доступ к среднему и внутреннему уху при проведении хирургического этапа кохлеарной имплантации / О. А. Пацинина, В.Е. Кузовков // Рос. оторинолар. – 2010. – №2 (45). – С.38 – 45.
- 28.Петров В.А. Менингиты у детей. Клиника, диагностика, лечение и диспансерное наблюдение за реконвалесцентами: учебно – методическое пособие / В.А. Петров, А.А. Арова, Л.В. Крамарь. – Волгоград: ВГМУ, 2003. – 50 с.

- 29.Петров С.М. Алгоритм настройки речевого процессора кохлеарных имплантов / С.М. Петров, А.А. Щукина // Вестн. оторинолар. – 2012. – № 3. – С. 15 – 19.
- 30.Практикум по оториноларингологии: учебное пособие / М.А. Рымша, А.Б. Киселев, В.А. Чаукина. – Новосибирск: Сибмедиздат НГМА, 2005. – 213 с.
31. Скрипченко Н.В. Бактериальные менингиты у детей / Н.В. Скрипченко, В.В. Иванова, М.Н. Сорокина. – М.: Медицина, 2003. – 328 с.
- 32.Скрипченко Н.В. Дети и инфекции нервной системы: причинно – следственные связи / Н.В. Скрипченко, Ю.В. Лобзин // Педиатр. – 2010. – № 1(2). – С. 64 – 74.
- 33.Таварткиладзе Г.А. Кохлеарная имплантация: учебное пособие / Г.А. Таварткиладзе – М., 2004. – 81 с.
- 34.Таварткиладзе Г.А. Роль объективных методов при настройке речевого процессора у больных, использующих кохлеарные импланты: материалы XVIII съезда оториноларингологов России: в 2 т. / Г.А. Таварткиладзе. – СПб., 2011. – 2 т. – С. 147 – 152.
- 35.Тарасов Д. И., Тарасова Г. Д. Наследственная и врожденная тугоухость / Д.И. Тарасов, Г.Д. Тарасова // Рос. вестн. перинатологии и педиатрии. – 1998. – № 2. – С. 21–24.
36. Тимен Г.Э. Хирургическая реабилитация детей с сенсоневральной глухотой / Г.Э. Тимен и др. // Журн. ушн., нос. и горл. болезней. – 2008. – №4. – С. 21 – 26.
- 37.Янов Ю.К. Оптимизация методики регистрации стапедияльного рефлекса у пациентов после кохлеарной имплантации / Ю.К. Янов, В.И. Пудов, Д.С. Клячко // Рос. оторинолар. – 2012. – № 2. – С. 129 – 133.
- 38.A longitudinal study of electrical stimulation levels and electrode impedance in children using the Clarion cochlear implant / Y. Henkin [et al.] // Acta Oto – Laryngologica. – 2006. – Vol. 126. – № 6. – P. 581 – 586.

39. A longitudinal study of electrode impedance, the electrically evoked compound action potential and behavioral measures in nucleus 24 cochlear implant users / M.L. Hughes [et al.] // *Ear Hear.* – 2001. – Vol. 22. – № 6. – P. 471 – 486.
40. A predictive model of cochlear implant performance in postlingually deafened adults / R. E. Roditi [et al.] // *Otol. Neurotol.* – 2009. – № 30 (4). – P. 449 – 454.
41. A wider role for congenital cytomegalovirus infection in sensorineural hearing loss / M. Barbi [et al.] // *Pediatr. Infect. Dis. J.* – 2003. – № 22. – P. 39 – 42.
42. Adachi N. Risk factors for hearing loss after pediatric meningitis in Japan / N. Adachi, K. Ito, H. Sakata // *The Annals of otology, rhinology and laryngology.* – 2010, May. – Vol. 119(5). – P. 294 – 296.
43. Adjunctive dexamethasone in bacterial meningitis: a meta-analysis of individual patient data / J. Gans [et al.] // *Lancet Neurol.* – 2010, Mar. – Vol. 9 (3). – P. 254 – 63.
44. Adunka O.F. Combining perimodiolar electrode placement and atraumatic insertion properties in cochlear implantation - fact or fantasy? / O.F. Adunka, H.C. Pillsbury, J. Kiefer // *Acta Oto - Laryngologica.* – 2006. – Vol. 126. – № 5. – P. 475 – 482.
45. Anderson V. Twelve year outcome following bacterial meningitis: further evidence for persisting effects / V. Anderson, L. Tan, K. Griwood // *Archives of Disease in Childhood.* – 2000. – Vol. 83. – № 2. – P. 111 – 116.
46. Arts H.A. Cochlear implants in young children / H.A. Arts, A. Garber, T. A. Zwolan // *Otolaryngologic Clinics of North America.* – 2002. – Vol. 35. – № 4. – P. 925 – 943.
47. Averill D.R. *Haemophilus influenzae* meningitis in infant rats after intranasal inoculation / D.R. Averill, D.H. Smith, E.R. Moxon // *J. Infect. Dis.* – 1974. – Vol. 129. – P. 154 – 162.
48. Audiophonological evaluation of 16 children fitted with cochlear implants for sensorineural hearing loss induced by bacterial meningitis / N. Teissier [et al.] // *Archives de Pediatrie.* – 2013, Jun. – Vol. 20 (6). – P. 616 – 623.

49. Audiological performance in cochlear implanted patients deafened by meningitis depending on duration of deafness / M. Durisin [et al.] // *European Archives of Oto – Rhino – Laryngology*. – 2008, Apr. – Vol. 265(4). – P. 381 – 388.
50. Auditory response in cochlear implant users with and without GJB2 deafness / E.J. Propst [et al.] // *Laryngoscope*. – 2006. – Vol. 116. – P. 317 – 327.
51. Battmer R.D. Electrically elicited stapedius reflex in cochlear implant patients / R.D. Battmer, R. Laszig, E. Lelnhardt // *Ear Hear.* – 1990. – Vol. 11(5). – P. 370 – 374.
52. Bess F.H. Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, educational performance and functional status / F.H. Bess, J. Dodd – Murphy, R.A. Parker // *Ear and Hearing*. – 1988. – Vol. 19(5). – P. 339 – 354.
53. Boyd P. J. Effects of programming threshold and map law settings on acoustic thresholds and speech discrimination with the MED – EL COMBI 40+ cochlear implant / P.J. Boyd // *Ear and hearing*. – 2006, Dec. – № 27 (6). – P. 608 – 618.
54. Brodie N.A. Effects of depletion of complement in the development of labyrinthitis ossificans / N.A. Brodie, M.G. Sautel // *Laryngoscope*. – 1999. – Vol. 109. – P. 1674 – 1678.
55. Brookhouser P.E. Unilateral hearing loss in children / P.E. Brookhouser, D. W. Worthington, W.J. Kelly // *Laryngoscope*. – 1991. – Vol. 101. – P. 1264 – 1272.
56. Cabellos C. Progression of hearing loss in experimental pneumococcal meningitis: correlation with cerebrospinal fluid cytochemistry / C. Cabellos, S. Bhatt, A. Lauretano // *J. Inf.* – 1993. – № 167. – P. 675 – 683.
57. Caposecco A., Hickson L., Pedley K. Cochlear implant outcomes in adults and adolescents with early – onset hearing loss / A. Caposecco, L. Hickson, K. Pedley // *Ear and Hearing*. – 2012. – № 2. – Vol. 33. – P. 209 – 220.
58. Changes in programming over time in postmeningitis cochlear implant users / A.A. Eshraghi [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2004. – Vol. 131. – № 6. – P. 885 – 889.

- 59.Cheng A. Meta – analysis of pediatric cochlear implant literature / A. Cheng, G. Grant G, J. Niparko // *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*. – 1999. – Vol. 108. – № 4. – P.124 – 128.
- 60.Cochlear implantation in children under the age of two. What do the outcome show us? / I. Anderson [et al.] // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. – 2004. – Vol. 68. – P. 425 – 431.
- 61.Cochlear implantation in children with bacterial meningitic deafness: the influence of degree of ossification and obliteration on impedance and charge of the implant / M. Durisin [et al.] // *Cochlear Implants Int.* – 2015. – Vol. 16. – № 3. – P. 147 – 158.
- 62.Cochlear implantation in infants less than 12 months of age / D.M. Valencia [et al.] // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. – 2008. – Vol. 72. – № 6. – P. 767 – 773.
- 63.Cochlear implantation: osteoneogenesis, electrode – tissue impedance and residual hearing / G.M. Clark [et al.] // *The Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*. – 1995. – Vol. 166. – P. 40 – 42.
- 64.Cochlear implants and bacterial meningitis: a speech recognition study in paired samples / R. Brito [et al.] // *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2013. – Vol. 17. – № 1. – P. 57 – 61.
- 65.Colletti V. Long – term follow – up of infants (4 – 11 months) fitted with cochlear implants / V. Colletti // *Acta Oto – Laryngologica*. – 2009. – Vol. 129. – № 4. – P. 361 – 366.
- 66.Colletti V. Cochlear implantation at under 12 months: report on 10 patients / V. Colletti, M. Carner, V. Miorelli // *Laryngoscope*. – 2005. – Vol. 115. – № 3. – P. 445 – 449.
- 67.Comis S.D. Cytotoxic effects on hair cells of guinea pigs cochlea produced by pneumolysin, the thiol activated toxin of streptococcus pneumonia / S.D. Comis // *Acta Otolaryngol.* – 1993. – Vol.113. – P.152 – 159.

- 68.Comis S.D., Tarlow M.J., Osborne M.P. Endotoxin induced damage to the cochlear in guinea pigs / S.D. Comis, M.J. Tarlow, M.P. Osborne // Arch. Dis. Child. – 1991. – Vol. 66. – P. 181 – 184.
- 69.Communication skills in pediatric cochlear implant recipients / R.T. Miyamoto [et al.] // Acta Otolaryngologica. – 1999. – Vol. 119. – P. 219 – 224.
- 70.Comparison of EAP threshold with MAP levels in the Nucleus 24 cochlear implant: data from children / M. Hughes [et al.] // Ear Hear. – 2000. – № 21. – P.164 – 174.
- 71.Comparison of electrically evoked compound action potential threshold and loudness estimates for the stimuli used to program the Advanced Bionics cochlear implant / E. K. Jeon [et al.] // J. Am. Acad. Audiol. – 2010, Jan. – № 21 (1). – P.16 – 27.
- 72.Corey D.P. What is the hair cell transduction channel? // J. Physiol. – 2006. – № 576. – P. 23 – 28.
- 73.Correlation between NRT measurement and behavioural levels in patients with Nucleus 24 cochlear implant / W. Nardo [et al.] // Acta Otorhinolaryngol Ital. – 2003. – № 23. – P. 352 – 355.
- 74.Cosetti M. Cochlear implantation in the very young child: issues unique to the under – 1 population / M. Cosetti, J. Roland // Trends in Amplification. – 2010. – Vol. 14. – № 1. – P. 46 – 57.
- 75.Culbertson J. Children with unilateral sensorineural hearing loss: cognitive, academic and social development / J. Culbertson, A. Gilbert // Ear and Hearing. – 1996. – № 7(1). – P. 38 – 42.
- 76.Dallos P. Prestin and the cochlear amplifier / P. Dallos, J. Zheng, M. Cheatham // J. Physiol. – 2006. – Vol. 576. – P. 37 – 42.
- 77.Davis H. Prospective evaluation of hearing impairment as a sequela of acute bacterial meningitis / H. Davis, P. Dodge, R. Feigin // N. Engl. J. Med. – 1984. – Vol. 311. – P. 869 – 874.
- 78.Deafness mechanism of the aqueduct against infection: a morphological study in the guinea pigs / N. Yanagita [et al.] // ORL. – 1984. – Vol. 46. – P. 294 – 301.

- 79.Dettman S. J. Communication development in children who receive the cochlear implant younger than 12 months: risks versus benefits / S.J. Dettman, D. Pinder // *Ear and Hearing*. – 2007. – Vol. 28. – № 2. – P. 11–18.
- 80.Douglas S.A. Meningitis resulting in hearing loss and labyrinthitis ossificans – does the causative organism matter? / S.A. Douglas, H. Sanli, W. Gibson // *Cochlear Implants International*. – 2008. – Vol. 9. – № 2. – P. 90 – 96.
- 81.Downs M.P. The efficacy of early identification and intervention for children with hearing impairment / M.P. Downs, C. Yoshinaga – Itano // *Pediatr. Clin. North Am.* – 1999, Feb. – № 46(1). – P. 79 – 87.
- 82.Dual phases of apoptosis in pneumococcal meningitis / J.S. Braun [et al.] // *J. Infect. Dis.* – 2004. – Vol. 190. – P. 2039 – 2046.
- 83.Effects of central nervous system residua on cochlear implant results in children deafened by meningitis / H. Francis [et al.] // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surgery*. – 2004. – Vol. 130. – № 5. – P. 604 – 611.
- 84.Effect of changing pulse rate on profile parameters of perceptual thresholds and loudness comfort levels and relation to ECAP thresholds in recipients of the Nucleus CI24RE device / T. Wesarg [et al.] // *International Journal of Audiology*. – 2010. – Vol. 49. – № 10. – P. 775 – 787.
- 85.Effects of insertion depth of cochlear implant electrodes upon speech perception / K. Yukawa [et al.] // *Audiol. Neurotol.* – 2004. – № 9. – P. 163 – 172.
- 86.Effect of surgical technique on electrode impedance after cochlear implantation / H. Jia [et al.] // *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*. – 2011. – Vol. 120. – №. 8. – P. 529 – 534.
- 87.Eisen M.D. Electrically evoked compound action potential amplitude growth functions and Hi Resolution programming levels in pediatric cochlear implant subjects / M.D. Eisen, K.H. Franck // *Ear Hear.* – 2004. – № 25. – P. 528 – 538.
- 88.Eisenberg L. Initial experience with the cochlear implant in children / L. Eisenberg, W. House // *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*. – 1982. – Vol. 91. – №. 2. – P. 67–73.

89. Electrical compound action potentials recorded with automated neural response telemetry: threshold changes as a function of time and electrode position / L. Spivak [et al.] // *Ear and Hearing*. – 2011. – Vol. 32. – № 1. – P. 104 – 113.
90. Electrical middle ear muscle reflex: use in cochlear implant programming / A.V. Hodges [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1997, Sep. – № 117 (3). – P. 255 – 261.
91. Evaluation of streamlined programming procedures for the Nucleus cochlear implant with the Contour electrode array / K. Plant [et al.] // *Ear Hear.* – 2005, Dec. – № 26 (6). – P. 651 – 668.
92. Evoked stapedius reflex and compound action potential thresholds versus most comfortable level: assessment of their relation for charge – based fitting strategies in implant users / A. Walkowiak [et al.] // *ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec.* – 2011. – № 73 (4). – P. 189–195.
93. Examining the electro – neural interface of cochlear implant users using psychophysics, CT scans and speech understanding // C.J. Long [et al.] / *J. Assoc. Rec. Otolaryngol.* – 2014, Apr. – № 15 (2). – P. 293 – 304.
94. Experiences of the use of FOX, an intelligent agent, for programming cochlear implant sound processors in new users / B. Vaerenberg [et al.] // *International Journal of Audiology*. – 2011, Jan. – № 50 (1). – P. 50 – 58.
95. Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: an update with 2251 patient / P. Blamey [et al.] // *Audiology & Neurotology*. – 2013. – Vol. 18. – № 1. – P. 36 – 47.
96. Factors affecting open – set word recognition in adults with cochlear implants / K.L. Holden [et al.] // *Ear and Hearing*. – 2013. – Vol. 34. – № 3. – P. 342 – 360.
97. Factors associated with the occurrence hearing loss after pneumococcal meningitis / L. Worsoe [et al.] // *Clin. Infect. Dis.* – 2010. – Vol. 51. – P. 917 – 924.
98. Factors influencing neurotrophic effects of electrical stimulation in the deafened developing auditory system / P.A. Leake [et al.] // *Hearing Research*. – 2008 – Vol. 242. – № 1 – 2. – P. 86 – 99.

99. Fayad J.N. Multichannel cochlear implants: relation of histopathology to performance / J.N. Fayad, F.H. Linthicum // *Laryngoscope*. – 2006. – Vol. 116. – P. 1310 – 1320.
100. Ferron P. Cochlear implantation in postmeningitic deafness / P. Ferron, D. Philippon, F. Bergeron // *Otology and Neurotology*. – 2010. – Vol. 31. – № 1. – P. 83 – 87.
101. Fortnum H. Hearing impairment in children after bacterial meningitis: incidence and resource implications / H. Fortnum, A. Davis // *Br. J. Audiol.* – 1993. – № 27. – P. 43 – 52.
102. Fortnum H. Hearing impairment after bacterial meningitis: a review / H. Fortnum // *Archives of Disease in Childhood*. – 1992. – Vol. 67. – № 9. – P. 1128 – 1133.
103. Franck K. H. A model of a Nucleus 24 cochlear implant fitting protocol based on the electrically evoked whole nerve action potential / K.H. Franck // *Ear Hear.* – 2002. – № 23. – P. 67 – 71.
104. Franck K.H. Estimation of psychophysical levels using the electrically evoked compound action potential measured with the neural response telemetry capabilities of Cochlear Corporation's CI24M device / K.H. Franck, S.J. Norton // *Ear Hear.* – 2001. – № 22 (4). – P. 289 – 299.
105. Freeland A. Sensorineural deafness in Tanzanian children - is ototoxicity a significant cause? A pilot study / A. Freeland, J. Jones, N.K. Mohammed // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2010. – Vol. 74. – P. 516 – 519.
106. Geers A.E. Working memory in deaf children with cochlear implants: correlations between digit span and measures of spoken language processing / A.E. Geers, D.B. Pisoni // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* – 2000. – Vol. 185. – P. 92 – 93.
107. Genetic analysis of interactions with eukaryotic rRNA identify the mitoribosome as target in aminoglycoside ototoxicity / S.N. Hobbie [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*. – 2008. – Vol. 105. – № 52. – P. 888 – 893.
108. Gerber S. Review of a high risk register for congenital or early onset deafness / S. Gerber // *Br. J. Audiol.* – 1990. – Vol. 24. – P. 347 – 56.

109. Global and regional hearing impairment prevalence: an analysis of 42 studies in 29 countries / G. Stevens [et al.] // *Eur. J. Public Health.* – 2013, Feb. – № 23(1). – P.146 – 152.
110. Glowatzki E. Hair cell afferent synapses / E. Glowatzki, L. Grant, P. Fuchs // *Current Opinion in Neurobiology.* – 2008. – Vol. 18. – № 4. – P. 389 – 395.
111. Gopen Q. A human temporal bone study of acute bacterial meningogenic labyrinthitis / Q. Gopen, S. Merchant // *Am. J. Otol.* – 1996. – Vol. 17. – №3 – P. 375 – 385.
112. Gordon K.A. Programming cochlear implant stimulation levels in infants and children with a combination of objective measures / K.A. Gordon, B.C. Papsin, R.V. Harrison // *Int. J. Audiol.* – 2004. – № 43. – P. 28 – 32.
113. Gordon K.A. Toward a battery of behavioral and objective measures to achieve optimal cochlear implant stimulation levels in children / K.A. Gordon, B.C. Papsin, R.V. Harrison // *Ear Hear.* – 2004, Oct. – № 25 (5). – P. 447 – 463.
114. Gordon K.A. Auditory brainstem activity in children with 9 – 30 months of bilateral cochlear implant use / K.A. Gordon, J. Valero, B.C. Papsin // *Hear Res.* – 2007. – № 233. – P. 9 –107.
115. Green K.M. Auditory cortical activation and speech perception in cochlear implant users: effects of implant experience and duration of deafness / K.M. Green, P.J. Julyan, D.L. Hastings // *Hearing Research.* – 2005. – Vol. 205. – № 1–2. – P. 184 – 192.
116. Hall R.D. Estimation of surviving spiral ganglion cells in the deaf rat using the electrically evoked auditory brainstem response / R.D. Hall // *Hear Res.* – 1990. – № 45. – P.123 – 136.
117. Harrison R.V. Is there a critical period for cochlear implantation in congenitally deaf children? Analyses of hearing and speech perception performance after implantation / R.V. Harrison, K.A. Gordon , R.J. Mount // *Dev. Psychobiol.* – 2005. – Vol. 46. – № 3. – P. 252 – 261.

118. Hearing loss at school age in survivors of bacterial meningitis: assessment, incidence, and prediction pediatrics / I. Koomen [et al.] // Pediatrics. – 2003. – Vol. 112 (5). – P.1049 – 1053.
119. Henkin Y. Changes over time in electrical stimulation levels and electrode impedance values in children using the Nucleus 24M cochlear implant / Y. Henkin // Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. – 2003. – Vol. 67. – P. 873 – 880.
120. Histopathologic correlation of spiral ganglion cell count and new bone formation in the cochlea following meningogenic labyrinthitis and deafness / J.B. Nadol [et al.] // Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. – 1991. – Vol. 100. – P. 712 – 716.
121. Holstad B.A. Relation of electrically evoked compound action potential thresholds to behavioral T – and C – levels in children with cochlear implants / B.A. Holstad, V.G. Sonneveldt, B.T. Fears // Ear and Hearing. – 2009. – Vol. 20 (1). – P. 115 – 127.
122. Holt R.F. An exploratory look at pediatric cochlear implantation: is earliest always best? / R.F. Holt, M.A. Svirsky // Ear and Hearing. – 2008. – Vol. 29 (4). – P. 492 – 511.
123. Huang M. Outer hair cells as potential targets of inflammatory mediators / M. Huang, D. Dulon, J. Schnacht // Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. – 1990. – Vol. 99. – P. 35 – 38.
124. Human cochlear: anatomical characteristics and their relevance for cochlear implantation / H. Rask – Andersen [et al.] // Anat. Rec. – 2012. – Vol. 295. – № 11. – P. 1791 – 1811.
125. Hyson R. L. Transneuronal regulation of protein synthesis in the brain – stem auditory system of the chick requires synaptic activation / R. L. Hyson, E.W. Rubel // Journal of Neuroscience. – 1989. – Vol. 9. – № 8. – P. 2835 – 2845.
126. Igarishi M. Pneumococcal otitis media, meningitis and labyrinthitis / M. Igarishi, H. Schucknecht // Arch. Oto. Laryngol. Head Neck Surg. – 1962. – Vol. 76. – P. 126 – 130.
127. Igarishi M. Temporal bone findings in pneumococcal meningitis / M. Igarishi [et al.] // Arch. Oto. Laryngol. Head Neck Surg. – 1974. – Vol. 99. – P. 79 – 83.

128. Induction of labyrinthitis ossificans after pneumococcal meningitis: an animal model / H.A. Brodie [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1988. – Vol. 118 (1). – P.15 – 21.
129. Intraoperative measurements of electrically evoked auditory nerve compound action potential / B. J. Gantz [et al.] // *Am. J. Otol.* – 1994. – № 15. – P.137 – 144.
130. Ito J. Positron emission tomography of auditory sensation in deaf patients and patients with cochlear implants / J. Ito, J. Sakakibara, Y. Iwasaki // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* – 1993. – Vol. – 102. – P. 797 – 801.
131. Jackler R.K. Congenital malformations of the inner ear: a classification based on embryogenesis / R.K. Jackler, W.M. Luxford, W.F. House // *Laryngoscope.* – 1987. – Vol. 97 – № 1. – P. 2 – 14.
132. James A. L. Cochlear implant surgery at 12 months of age or younger / A.L. James, B.C. Papsin // *Laryngoscope.* – 2004. – Vol. 114. – № 12. – P. 2191 – 2195.
133. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry / J. Jerger // *Arch. Otolaryngol.* – 1970. – Vol. 92. – № 4. – P. 311-324.
134. Keenan R. L. Frequency of anesthetic cardiac arrests in infants: effect of pediatric anesthesiologists / R.L. Keenan, J.H. Shapiro, K. Dawson// *Journal of Clinical Anesthesia.* – 1991. – Vol. 3. – № 6. – P. 433 – 437.
135. Kelsell D.P. Connexin 26 mutations in hereditary non – syndromic sensorineural deafness / D.P. Kelsell, J. Dunlop, H.P. Stevenns // *Nature.* – 1997. – Vol. 387. – P. 80 – 83.
136. Kileny P. The influence of age at implantation on performance with a cochlear implant in children / P. Kileny, T. Zwolan, C. Ashbaugh // *Otology and Neurotology.* – 2001. – Vol. 22. – № 1. – P. 42 – 46.
137. Klein M. Myd88 – dependent immune response contributes to hearing loss in experimental pneumococcal meningitis / M. Klein, C. Schmidt // *J. Infect. Dis.* – 2007. – Vol. 195 (8). – P. 1189 – 1193.
138. Koedel U. Reactive nitrogen species contribute to blood – labyrinth barrier disruption in suppurative labyrinthitis complicating experimental pneumococcal

- meningitis in the rat / U. Koedel, H. Pfister, S. Kastenbauer // *Brain Res.* – 2001. – Vol. 904. – P. 208 – 217.
139. Labyrinthine ossification: etiologies and CT findings / J.D. Swartz [et al.] // *Radiology.* – 1985. – Vol. 157. – P. 395 – 398.
140. Lai W., Dillier N. Neural adaptation and the ECAP response threshold: a pilot study / W. Lai, N. Dillier // *Cochlear Implants International.* – 2009. – Vol. 10. – suppl. 1. – P. 63 – 67.
141. Late – onset progressive sensorineural hearing loss after severe neonatal respiratory failure / C.M. Robertson [et al.] // *Otol. Neurotol.* – 2002. – Vol. 23. – № 3. – P. 353 – 356.
142. Language skills of profoundly deaf children who received cochlear implants under 12 months of age: a preliminary study / R.T. Miyamoto // *Acta Oto – Laryngologica.* – 2008. – Vol. 128. – № 4. – P. 373 – 377.
143. Lasig R. Deafness after bacterial meningitis: an emergency for early imaging and cochlear implant surgery / R. Lasig, A. Aschendorff, T. Klenzner // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2005. – Vol. 133. – P. 995 – 996.
144. Lasing R. Benefits of bilateral electrical stimulation with the nucleus cochlear implant in adults: 6 – month postoperative results / R. Lasing, A. Asschendorf, M. Stecker // *Otol. Neurotol.* – 2004. – Vol. 25. – № 6. – P. 958 – 968.
145. Lazarovska V. Assessment of speech development in children with cochlear implants in republic of Macedonia using monosyllabic – troche – polysyllabic test (closed – set) / V. Lazarovska, M. Davcheva – Chakar // *Macedonian Journal of Medical Sciences.* – 2013, June. – Vol. 15. – № 6 (2). – P.153 – 157.
146. Leake P.A. Cochlear pathology of long term neomycin induced deafness in cats / P.A. Leake, G.T. Hradek // *Hear Res.* – 1988. – Vol. 33. – № 1. – P. 11 – 33.
147. Leib S.L. Current concepts in the pathogenesis of meningitis caused by streptococcus pneumonia / S.L. Leib, D.N. Meli, S. Christen // *Curr. Opin. Infect. Dis.* – 2002. – Vol. 15. – P. 253 – 257.
148. Le Masurier M. Hair – cell mechanotransduction and cochlear amplification / M. Le Masurier, P.G. Gillespie // *Neuron.* – 2005. – Vol. 48. – № 3. – P. 403 – 415.

149. Lesinski – Schiedat A. Pediatric cochlear implantation in the first and in the second year of life: a comparative study / A. Lesinski – Schiedat, A. Illg, R. Heermann // Cochlear Implants International. – 2004. – Vol. 5. – № 4. – P.146 – 159.
150. Long – term evolution of the electrical stimulation levels for cochlear implant patients / J.L. Vargas [et al.] // Clin. Exp. Otorhinolaryngol. – 2012. – Vol. 5. – № 4. – P.194 – 200.
151. Long – term sequelae of childhood bacterial meningitis: an underappreciated problem / A. Chandran [et al.] // The Pediatric infectious disease journal. – 2011, Jan. – Vol. 30 (1). – P. 3 – 6.
152. Lousteau R.J. Increased spiral ganglion cell survival in electrically stimulated, deafened guinea pig cochleae / R.J. Lousteau // Laryngoscope. – 1987. – Vol. 97. – P. 836 – 842.
153. Marcotti W. The aminoglycoside antibiotic digydrostreptomycin rapidly enters mouse outer hair cells through the mechano – electrical transducer channels /W. Marcotti, S.M. Netten, C.J. Kros // Journal of Physiology. – 2005. – Vol. 567. – № 2. – P. 505 – 521.
154. Mason E.O. Dexamethasone therapy for children with bacterial meningitis / E.O. Mason, E.R. Wald // Pediatrics. – 1995. – Vol. 95. – P. 21 – 28.
155. Measurement of comfort levels by means of electrical stapedial reflex in children / M. Bresnihan [et al.] // Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2001. – № 127. – P. 963 – 966.
156. Meningitis – associated hearing loss: protection by adjunctive antioxidant the / M. Klein [et al.] // Ann. Neurol. – 2003. Vol. 54. – P.451 – 458.
157. Miller C.A., Abbas P.J., Brown C.J. An improved method of reducing stimulus artefact in the electrically evoked whole nerve potential / C.A. Miller, P.J. Abbas, C.J. Brown // Ear Hear. – 2000. – Vol. 21. – P. 280 – 290.
158. Miller C.A. The clinical application of potential evoked from the peripheral auditory system / C.A. Miller, C.J. Brown, P.J. Abbas // Hear Res. – 2008. – Vol. 242. – № 1 – 2. – P.184 – 197.

159. Moeller M. Bacterial invasion of the inner ear in association with pneumococcal meningitis / M. Moeller // *Otol. N.* – 2014. – Vol. 35. – P. 178 – 186.
160. Moeller M. Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing / M. Moeller // *Pediatrics.* – 2000, Sep. – № 106 (3). – P. 43 – 52.
161. Moore B. The role of temporal fine structure processing in pitch perception, masking and speech perception for normal – hearing and hearing – impaired people / B. Moore // *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* – 2008. – Vol. 9. – P. 399 – 409.
162. Morfological correlates of acute and permanent hearing loss during experimental pneumococcal meningitis / M. Klein [et al.] // *Brain Pathol.* – 2003. – Vol. 13. – P.1 – 10.
163. Morray J.P. Anesthesia – related cardiac arrest in children: initial findings of the pediatric perioperative cardiac arrest (POCA) registry / J.P. Morray, J.M. Geiduschek, C. Ramamoorthy // *Anesthesiology.* – 2000. – Vol. 93. – № 1. – P. 6 – 14.
164. Mosca F. Longitudinal variations in fitting parameters for adult cochlear implant recipients / F. Mosca, R. Grassia, C. Leone // *Acta Otorhinolaryngologica Italica.* – 2014. – № 34. – P.111 – 116.
165. Murlow C.D. Association between hearing impairment and the quality of life of elderly individuals /C.D. Murlow, C. Aguilar, J.E. Endicott// *Journal of the American Geriatrics Society.* – 1992. – № 38. – P. 45 – 50.
166. Nabili V. Chronology of labyrinthitis ossificans induced by streptococcus pneumoniae meningitis / V. Nabili, H. Brodie // *Laryngoscope.* – 1999. – Vol. 109. – P. 931 – 935.
167. Nadol J. Hearing loss as a sequela of meningitis / J. Nadol // *Laryngoscope.* – 1978. – Vol. 88. – P. 739 – 755.
168. Nadol J.B. Degeneration of cochlear neurons as seen in the spiral ganglion of man / J.B. Nadol // *Hear Res.* – 1990, Nov. – № 49 (1 – 3). – P.141 – 154.

169. Nadol J.B. Patterns of neural degeneration in the human cochlea and auditory nerve: implications for cochlear implantation / J.B. Nadol // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 1997. – Vol.117. – P. 220 – 228.
170. Nathan B. Pathophysiology of bacterial meningitis: mechanism(s) of neuronal injury / B. Nathan, W. Scheld, U. Koedel // Journal of Infectious Diseases. – 2002. – Vol. 186. – № 2. – P. 225 – 233.
171. Neurophysiology of cochlear implant users I: effects of stimulus current level and electrode site on the electrical ABR, MLR and N1 – P2 response / J.B. First [et al.] // Ear Hear. – 2002, Dec. – Vol. 23. – № 6. – P. 502 – 515.
172. Neville H.J. Cerebral organization for language in deaf and hearing subjects: biological constraints and effects of experience / H.J. Neville, D. Bavelier, D. Corina // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1998. – Vol. 95. – № 3. – P. 922 – 929.
173. Nitrogen and oxygen molecules in meningitis – associated labyrinthitis and hearing impairment / M. Klein [et al.] // Infection. – 2008. – Vol. 36. – P. 2 – 14.
174. Non – syndromic hereditary hearing impairment / R. Birkenhager [et al.] // Laryngorhinootologie. – 2007. – Vol. 4. – № 86. – P. 299 – 309.
175. Normative findings of electrically evoked compound action potential measurements using the neural response telemetry of the Nucleus CI24M cochlear implant system / D.D. Cafarelli [et al.] // Audiol. Neurotol. – 2005. – Vol.10. – P. 105 – 116.
176. Objective methods in postlingually and prelingually deafened adults for programming cochlear implants: ESR and NRT / M. Polak [et al.] // Cochlear Implants Int. – 2006, Sep. – № 7 (3). – P.125 – 141.
177. Olds C., Oqhalai J.S. Audiologic impairment associated with bilirubin – induced neurologic damage / C. Olds, J.S. Oqhalai // Semin. Fetal. Neonatal Med. – 2015. – Vol. 20. – № 1. – P. 42 – 46.
178. Optimizing fitting in children using objective measures such as neural response imaging and electrically evoked stapedius reflex threshold / G. Caner [et al.] // Otol. Neurotol. – 2007, Aug. – № 28 (5). – P. 637 – 640.

179. Osberg M.J. Cochlear implantation in children under the age of two years: candidacy considerations / M.J. Osberg // *Otolaryngology Head and Neck Surgery*. – 1997. – Vol. 117. – P.145 – 149.
180. Osborne M. Ultrastructural damage to the organ of Corti during acute experimental escherichia coli and pneumococcal meningitis in guinea pigs /M. Osborne, S. Comis, J. Stephen // *Acta Otolaryngol.* – 1996. – Vol. 116. – P. 401 – 440.
181. Pathogenesis of cytomegalovirus – associated labyrinthitis in a guinea pig model / H. Katano [et al.] // *Microbes Infect.* – 2007. – Vol. 9. – № 2. – P. 183 – 191.
182. Pathological findings in the temporal bone of newborn infants with neonatal asphyxia / S. Koyama [et al.] // *Acta Otolaryngol.* – 2005. – Vol. 125. – № 10. – P. 1028 – 1032.
183. Perilymph/modiolar communication routes in the human cochlea / H. Rask – Andersen [et al.] // *Ear Hear.* – 2006. – Vol. 27. – P. 457 – 465.
184. Perlman H.B. Relation of the internal ear spaces to the meninges / H.B. Perlman, J.R. Lindsay // *Arch. Oto. Laryngol. Head Neck Surg.* – 1939. – Vol. 29. – P. 19 – 23.
185. Phelps P. The basal turn of the cochlea / P. Phelps // *The British Journal of Radiology*. – 1992. – Vol. 65. – P. 370 – 374.
186. Prevalence and timing of individual cochlear implant electrode failures / M.L. Carlson [et al.] // *Otol. Neurotol.* – 2010. – Vol. 31. – № 6. – P.893 – 898.
187. Raphael Y. Structure and innervation of the cochlea / Y. Raphael, R.A. Altschuler // *Brain Res. Bull.* – 2003. – Vol. 60. – P. 397 – 422.
188. Rarey K.E. Temporal bone histopathology 14 years after cytomegalic inclusion disease: a case study / K.E. Rarey, L.E. Davis // *Laryngoscope*. – 1993. – Vol.103. – № 8. – P. 904 – 909.
189. Rask – Andersen H. A novel type of neuron with proposed mechanoreceptor function in the human round window: an immunohistochemical study / H. Rask – Andersen, A. Kinnefors, R.B. Illing // *Rev. Laryngol. Otol. Rhinol.* – 1999. – Vol. 120. – P. 203 – 207.

190. Razi M.S. Effects of adverse perinatal events on hearing / M.S. Razi, V.K. Das // Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. – 1994. – № 30. – P. 29 – 40.
191. Receptive and expressive language skills of 106 children with a minimum of 2 years experience in hearing with a cochlear implant / B. Richter [et al.] // Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. – 2002. – Vol. 64. – № 2. – P. 111 – 125.
192. Reduced spiral ganglion neuronal loss by adjunctive neurotrophin – 3 in experimental pneumococcal meningitis / A. Giese. [et al.] // Journal of Neuroinflammation. – 2011. – Vol. 8. – P.7 – 10.
193. Relationship of serum bilirubin levels and hearing impairment in newborn infants / L.S. De Vries [et al.] // Early Hum. Dev. – 1987. – Vol. 15. – № 5. – P. 269 – 277.
194. Results of multichannel cochlear implants in congenital an acquired prelingual deafness in children: five – year follow – up / B.J. Gantz [et al.] // American Journal of Otology. – 1994. Vol. 15. – № 2. – P. 1 – 7.
195. Robbins A.M. Effect of age cochlear implantation on auditory skill development in infants and toddlers /A.M. Robbins, D.B. Koch, M.J. Osberg // Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2004. – Vol. 130. – P. 570 – 574.
196. Round window insertion of precurved perimodiolar electrode arrays: how successful is it? / M. Souter [et al.] // Otology – Neurotology. – 2011. – Vol. 32. – № 1. – P. 58 – 63.
197. Rubinstein J.T. How cochlear implants encode speech / J.T. Rubinstein // Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery. – 2004. – Vol. 12. – P. 444 – 448.
198. Russell J.L. Pediatric cochlear implantation. Expanding applications and outcomes / J.L. Russell, H.S. Pine, D.L. Young // Ped. Clin. N. Am. – 2013. – Vol. 60. – P. 841 – 863.
199. Schacht J. Cisplatin and aminoglycoside antibiotics: hearing loss and its prevention / J. Schacht, A. E. Talaska, L. P. Rybak // Anatomical Record. – 2012. – Vol. 295. – № 11. – P. 1837 – 1850.
200. Sever J.L. Toxoplasmosis: maternal and pediatric findings in 23000 pregnancies / J.L. Sever // Pediatrics. – 1988. – № 82 (2). – P.181 – 192.

201. Seyle K. Speech perception using maps based on neural response telemetry measures / K. Seyle, C. Brown // *Ear Hear.* – 2002, Feb. – № 23. – P.72 – 79.
202. Shallop J.K. Relationships among comfort levels determined by cochlear implant patient's self – programming, audiologist's programming, and electrical stapedius reflex threshold / J.K. Shallop, K.R. Ash // *Ann. Otol. Rhinol. Lary.* – 1995. – Vol. 166. – P. 175 – 176.
203. Shapiro S.M. Bilirubin and auditory system / S.M. Shapiro, H. Nakamura // *J. Perinatol.* – 2001. – Vol. 21. – P. 52 – 55.
204. Shapiro W.H. Cochlear implant programming / W.H. Shapiro, T.S. Bradham // *Otolaryngologic Clinics of North America.* – 2012. – Vol. 45. – № 1. – P. 111 – 127.
205. Shepherd R.K Electrical stimulation of the auditory nerve: the effect of electrode position on neural excitation / R.K Shepherd, S. Hatsushika, G.M. Clark // *Hear Res.* – 1993. – № 66. – P.108 – 120.
206. Sininger Y.S. Auditory development in early amplified children: factors influencing auditory – based communication outcomes in children with hearing loss / Y.S. Sininger, A. Grimes, E. Christensen // *Ear and Hearing.* – 2010. – Vol. 32 (5). – P. 166 – 185.
207. Smith R. Sensorineural hearing loss in children / R. Smith, J.F. Bale // *Lancet.* – 2005. – № 365. – P. 879 – 890.
208. Smoorenburg G.F. Speech perception in nucleus CI24M cochlear implant users with processor settings based on electrically evoked compound action potential thresholds / G.F. Smoorenburg, C. Willeboer , J.E. van Dijk // *Audiol. Neuro – Otol.* – 2002. – № 7. – P. 335 – 347.
209. Sorkin D.L. Parental perspectives regarding early intervention and its role in cochlear implantation in children / D.L. Sorkin, T.A. Zwolan // *Otol. Neurotol.* – 2008. – № 29(2). – P. 137 – 141.
210. Speech perception skills of deaf infants following cochlear implantation: a first report / D.M. Houston [et al.] // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* – 2003. – Vol.67. – № 5. – P. 479 – 495.

211. Starr A. Brain stem potentials evoked by electrical stimulation of the cochlea in human subjects / A. Starr, D.E. Brackmann // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* – 1979. – №88. – P. 550 – 556.
212. Sugiura S. The pathology of suppurative labyrinthitis / S. Sugiura, M. Paparella // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* – 1967. – Vol. 76 (3). – P. 554 – 586.
213. Summary of results using the nucleus CL24M implant to record the electrically evoked compound action potential / P. J. Abbas [et al.] // *Ear Hear.* – 1999. – № 20. – P. 45 – 59.
214. Svirsky M.A. 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 // *Audiology & Neurotology.* – 2004. – № 9. – P. 224 – 233.
215. Temporal bone histopathology in connexin 26 – related hearing loss / A.I. Jun [et al.] // *Laryngoscope.* – 2000. – Vol.110. – P.269 – 275.
216. The importance of electrically evoked stapedial reflex in cochlear implant / K. C. Andrade [et al.] // *Braz. J. Otorhinolaryngol.* – 2014, Jan – Feb. – № 80. – Vol 1. – P. 68 – 77.
217. The relationship between EAP and EABR thresholds and levels used to program the Nucleus 24 speech processor: data from adults / C. J. Brown [et al.] // *Ear Hear.* – 2000, Apr. – №21 (2). – P. 151 – 163.
218. Tierney T.S. Susceptibility of developing cochlear nucleus neurons to deafferentation – induced death abruptly ends just before the onset of hearing / T.S. Tierney, F. A. Russell, D.R. Moore // *Journal of Comparative Neurology.* – 1997. – Vol. 378. – № 2. – P. 295 – 306.
219. Tinling S.P. Location and timing of initial osteoid deposition in postmeningitic labyrinthitis ossificans determined by multiple fluorescent labels / S.P. Tinling, J. Colton, H.A. Brodie // *Laryngoscope.* – 2004. – Vol. 114. – P. 675 – 680.
220. Torres M. The development of the vertebrate inner ear / M.Torres, F. Giraldez // *Mech. Dev.* – 1998. – Vol. 71. – № 1. – P.5 – 21.

221. Threshold and channel interaction in cochlear implant users: evaluation of the tripolar electrode configuration // J. A. Bierer [et al.] / J. Acoust. Soc. Am. – 2007, Mar. – Vol. 121 (3). – P.1642 – 1653.
222. Trolle E. Defective hearing after meningococcal meningitis / E. Trolle //Acta Otolaryngol. – 1950, Oct. – Vol. 38 (5). – P. 384 – 402.
223. Tubishi K. Electrode impedance among children using the Combi – 40+ Medel cochlear implant / K. Tubishi // Journal Of The Royal Medical Services. – 2011. – Vol. 18. – № 4. – P. 33 – 37.
224. Tunkel A.R. Epidemiology, diagnosis, and antimicrobial treatment of acute bacterial meningitis / A.R. Tunkel, M.C. Brouwer, V. Beek // Clinical Microbiology Reviews. – 2010. – Vol. 23. – № 3. – P. 467 – 492.
225. Tykocinski M. Measurements and analysis of access resistance and polarization impedance in cochlear implant recipients / M. Tykocinski, A.J. Cohen, R.S. Cowan // Otol. Neurotol. – 2005. – Vol. 26. – P. 948 – 956.
226. Use of neural response telemetry measures to subjectively set the comfort levels in the Nucleus 24 cochlear implant / J. E. King [et al] // J. Am. Acad. Audiol. – 2006. – № 17. – P. 413 – 431.
227. Usher syndrome: molecular links of pathogenesis, proteins and pathways / H. Kremer [et al.] // Hum. Mol. Genet. – 2006. – Vol. 15. – № 2. – P. 262 – 270.
228. Vienny H. Early diagnosis and evaluation of deafness in childhood bacterial meningitis: a study using brainstem auditory evoked potentials / H. Vienny // Pediatrics. – 1984. – Vol.73. – P. 579 – 86.
229. Vollrath M.A. The micromachinery of mehanotransduction in hair cells / M.A. Vollrath, K.Y. Kan, D.P. Corey // Annu. Rev. Neurosci. – 2007. – № 30. – P. 339 – 365.
230. Waksman S.A. Streptomycin a substance exhibiting antibiotic activity against gram-positive and gram-negative bacteria / S. Waksman, A. Schatz, F. Bugie // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. – 1944. – № 55. – P. 66–69.
231. Walravens E. Changes in psychophysical parameters during the first month of programming the Nucleus Contour and Contour Advance cochlear implants / E.

- Walravens, D. Mawman, M. O'Driscoll // Cochlear Implants International. – 2006. – Vol. 7. – № 1. – P. 15 – 32.
232. Weber J.R. Cellular damage in bacterial meningitis: an interplay of bacterial and host driven toxicity / J.R. Weber, E.I. Tuomanen // J. Neuroimmunol. – 2007. – Vol. 184. – P. 45 – 52.
233. Wellman M.B. Sensorineural hearing loss in postmeningitic children / M.B. Wellman, D.D. Sommer // Otol. Neurotol. – 2003, Nov. – Vol. 24. – № 6. – P. 907 – 912.
234. Willeboer C. Comparing cochlear implant users speech performance with processor fittings based on conventionally determined T and C levels or on compound action potential thresholds and live – voice speech in a prospective balanced crossover study / C. Willeboer, G.F. Smoorenburg // Ear Hear. – 2006. – № 27(6). – P. 789 – 798.
235. Yoshinaga - Itano C. Language of early and later identified children with hearing loss / C. Yoshinaga - Itano, A.L. Sedey, D.K. Coulter // Pediatrics. – 1998, Nov. – № 102 (5). – P. 1161 – 1171.