

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
УХА, ГОРЛА, НОСА И РЕЧИ» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Левина Елена Алексеевна

**Клинико-аудиологические и патогенетические закономерности субъективного
ушного шума при нарушении слуховой функции и их значение для
диагностики и лечения**

3.1.3. Оториноларингология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:

заслуженный врач РФ,

доктор медицинских наук, профессор

Дворянчиков Владимир Владимирович

Санкт-Петербург – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ СУБЪЕКТИВНОГО УШНОГО ШУМА ПРИ НАРУШЕНИИ СЛУХОВОЙ ФУНКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	21
1.1 Медико-социальная значимость субъективного ушного шума.....	21
1.2 Современные представления о патогенезе СУШа	22
1.2.1 Периферические механизмы формирования ушного шума.....	23
1.2.2 Центральные нейрофизиологические механизмы формирования ушного шума.....	24
1.2.3 Роль нейропластичности, когнитивных и эмоциональных факторов в хронизации СУШа	25
1.3 Ушной шум при сенсоневральной тугоухости различной степени.....	26
1.4 Значение состояния среднего уха и функции слуховой трубы в генезе ушного шума	27
1.5 Современные методы диагностики субъективного ушного шума	29
1.5.1 Клинические и оториноларингологические методы обследования	29
1.5.2 Аудиологические методы исследования.....	30
1.5.3 Психоакустическая шумометрия.....	31
1.5.4 Анкетологические методы оценки выраженности ушного шума	32
1.5.5 Методы функциональной нейровизуализации	32
1.6 Современные подходы к лечению пациентов с ушным шумом.....	33
1.6.1 Звуковая терапия	33
1.6.2 Слухопротезирование	34
1.6.3 Кохлеарная имплантация	35
1.6.4 Бимодальная нейромодуляция.....	36
1.7 Нерешенные вопросы и обоснование собственного исследования.....	37
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	39
2.1 Общая характеристика исследования	39

2.2 Дизайн исследования и его этапы	40
2.3 Характеристика клинического материала.....	41
2.3.1 Ретроспективная группа пациентов с глубокой двусторонней сенсоневральной тугоухостью и ушным шумом после кохлеарной имплантации.....	41
2.3.2 Группа пациентов для анализа предикторов эффективности кохлеарной имплантации.....	42
2.3.3 Группа пациентов для психоакустической шумометрии.....	43
2.3.4 Группа пациентов для оценки функции слуховой трубы	43
2.3.5 Группа пациентов для бимодальной стимуляции и фБИКС.....	44
2.4 Критерии включения и исключения.....	45
2.5 Клинические методы обследования	46
2.6 Аудиологические методы исследования.....	46
2.6.1 Тональная пороговая аудиометрия.....	46
2.6.2 Речевая аудиометрия.....	47
2.6.3 Импедансометрия.....	48
2.6.4 Дополнительные методы оценки слуховой функции.....	48
2.7 Метод психоакустической шумометрии.....	48
2.7.1 Определение частоты основного тона ушного шума.....	49
2.7.2 Определение порога восприятия ушного шума.....	49
2.7.3 Определение уровня перекрытия внешним тоном.....	49
2.7.4 Оценка второго компонента ушного шума.....	50
2.8 Анкетологические методы оценки тяжести ушного шума	50
2.8.1 Визуально-аналоговая шкала.....	50
2.8.2 ТНІ.....	50
2.9 Исследование функции слуховой трубы.....	51
2.9.1 Классическая тимпанометрия.....	51
2.9.2 Оценка пика комплианса	51
2.9.3 ETF-тест	52
2.10 Методы нейровизуализации	52

2.10.1 Функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия	52
2.10.2 Размещение оптодов и выбор зон интереса	53
2.10.3 Протокол функциональных проб	53
2.10.4 Обработка данных фБИКС	54
2.11 Особенности оценки пациентов после кохлеарной имплантации.....	54
2.11.1 Этапы наблюдения	54
2.11.2 Оценка эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации.....	54
2.11.3 Оценка эффекта остаточного подавления.....	55
2.12 Методологические аспекты настройки речевого процессора и коррекции слухоречевых нарушений у пациентов с ушным шумом	55
2.13 Методы статистической обработки результатов	56
ГЛАВА 3. КЛИНИКО-АУДИОЛОГИЧЕСКАЯ И ПСИХОАКУСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УШНОГО ШУМА.....	58
3.1 Общая клиническая характеристика пациентов с ушным шумом	58
3.2 Структура жалоб и особенности субъективного восприятия шума	60
3.3 Выраженность ушного шума по данным ВАШ и ТНІ	60
3.4 Частотные характеристики ушного шума.....	62
3.5 Порог восприятия основного тона ушного шума.....	63
3.6 Уровень перекрытия ушного шума внешним тоном.....	64
3.7 Разница между порогом восприятия и уровнем перекрытия.....	65
3.8 Двухкомпонентный ушной шум как клинический вариант.....	65
3.9 Взаимосвязь между ВАШ, ТНІ и параметрами психоакустической шумометрии.....	67
3.10 Диагностические возможности и ограничения психоакустической шумометрии.....	68
3.11 Значение психоакустического профилирования для выбора звуковой терапии.....	69
ГЛАВА 4. СОСТОЯНИЕ СРЕДНЕГО УХА И ФУНКЦИЯ СЛУХОВОЙ ТРУБЫ У ПАЦИЕНТОВ С СУБЪЕКТИВНЫМ УШНЫМ ШУМОМ	71

4.1 Клиническое значение дисфункции слуховой трубы при ушном шуме	71
4.2 Отоскопическая и тимпанометрическая характеристика пациентов с ушным шумом	73
4.3 Типы тимпанограмм у пациентов с субъективным ушным шумом	75
4.4 Пик комплианса как показатель податливости системы среднего уха	76
4.5 Результаты исследования функции слуховой трубы в режиме ETF	79
4.6 Частота выявления дисфункции слуховой трубы у пациентов с ушным шумом	81
4.7 Сравнительный анализ показателей функции слуховой трубы у пациентов с ушным шумом и без ушного шума	82
4.8 Значение оценки состояния среднего уха и слуховой трубы в диагностическом алгоритме при ушном шуме.....	84
4.9 Практические выводы для выбора дальнейшей лечебной тактики.....	85
ГЛАВА 5. КОХЛЕАРНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ СУБЪЕКТИВНОГО УШНОГО ШУМА У ПАЦИЕНТОВ С ГЛУБОКОЙ СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ	87
5.1 Клинико-аудиологическая характеристика пациентов до кохлеарной имплантации.....	87
5.2 Динамика ушного шума на этапах кохлеарной имплантации	90
5.2.1 Дооперационный этап	92
5.2.2 Ранний послеоперационный период	92
5.2.3 Этап первого подключения речевого процессора	93
5.2.4 Динамика через 6 месяцев использования кохлеарного импланта	94
5.2.5 Отдаленные результаты через 60 месяцев наблюдения.....	95
5.3 Варианты уменьшения выраженности субъективного ушного шума после кохлеарной имплантации.....	96
5.3.1 Полное исчезновение ушного шума.....	97
5.3.2 Уменьшение выраженности ушного шума	97
5.3.3 Отсутствие существенной динамики	98
5.3.4 Остаточное подавление ушного шума	98

5.4 Предикторы эффективности кохлеарной имплантации при ушном шуме	99
5.4.1 Исходная выраженность ушного шума.....	99
5.4.2 Длительность слуховой депривации	102
5.4.3 Возраст пациента.....	103
5.4.4 Этиология сенсоневральной тугоухости.....	104
5.5 Кохлеарная имплантация при односторонней глухоте с выраженным ушным шумом	106
5.6 Патогенетические механизмы уменьшения выраженности субъективного ушного шума после кохлеарной имплантации.....	107
5.7 Методические аспекты настройки речевого процессора у пациентов с ушным шумом	108
5.8 Особенности слухоречевой адаптации у пациентов с ушным шумом после кохлеарной имплантации.....	109
5.9 Критерии отбора пациентов для кохлеарной имплантации как метода терапии пациентов с шумом в ушах	111
ГЛАВА 6. ЗВУКОВАЯ ТЕРАПИЯ И БИМОДАЛЬНАЯ НЕЙРОМОДУЛЯЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО СУБЪЕКТИВНОГО УШНОГО ШУМА.....	113
6.1 Принципы звуковой терапии при хроническом ушном шуме.....	113
6.2 Индивидуальный подбор звукового стимула у пациентов с ушным шумом	115
6.3 Клинико-аудиологическая характеристика пациентов, получавших бимодальную стимуляцию	116
6.4 Протокол бимодальной стимуляции при хроническом ушном шуме.....	118
6.5 Динамика клинических показателей по данным ВАШ и ТНІ на фоне терапии.....	122
6.6 Исходные паттерны корковой активности у пациентов с хроническим ушным шумом по данным фБИКС	124
6.6.1 Первичная слуховая кора (A1).....	124
6.6.2 Вторичная слуховая кора (A2).....	124

6.6.3 Зона Вернике	125
6.6.4 Префронтальная кора.....	125
6.6.5 Особенности межполушарной латерализации.....	126
6.7 Динамика корковой активности после курса бимодальной стимуляции.....	126
6.7.1 Снижение гиперактивации слуховой коры.....	126
6.7.2 Снижение вовлеченности префронтальных отделов	127
6.7.3 Уменьшение активности ассоциативных височно-теменных зон	127
6.7.4 Нормализация межполушарной латерализации	128
6.8 Связь субъективного клинического улучшения с данными функциональной ближней инфракрасной спектроскопии.....	129
6.9 Показания, ограничения и место бимодальной нейромодуляции в лечении хронического ушного шума.....	131
ГЛАВА 7. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. ПАТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С СУБЪЕКТИВНЫМ УШНЫМ ШУМОМ.....	133
7.1 Интеграция периферических и центральных механизмов формирования ушного шума	133
7.2 Клинические фенотипы ушного шума и их связь со степенью снижения слуха.....	136
7.3 Ушной шум у пациентов без выраженной тугоухости	140
7.4 Ушной шум у пациентов с легкой и умеренной сенсоневральной тугоухостью.....	141
7.5 Ушной шум у пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой.....	142
7.6 Роль психоакустического профилирования в выборе лечебной тактики	143
7.7 Роль оценки состояния среднего уха и функции слуховой трубы в диагностике и лечении ушного шума	144
7.8 Патогенетическое обоснование эффекта подавления шума в ушах после кохлеарной имплантации.....	145

7.9 Патогенетическое обоснование бимодальной стимуляции при хроническом ушном шуме.....	146
7.10 Алгоритм клинико-аудиологического обследования пациента с ушным шумом	147
7.11 Алгоритм персонализированного выбора лечения в зависимости от степени нарушения слуховой функции	151
7.11.1 Пациенты без выраженного снижения слуха	151
7.11.2 Пациенты с легкой и умеренной сенсоневральной тугоухостью	151
7.11.3 Пациенты с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой	152
7.12 Практическое значение настройки речевого процессора и мероприятий по слухоречевой адаптации у пациентов с кохлеарным имплантом	154
7.13 Ограничения исследования.....	155
7.14 Перспективы дальнейших исследований.....	156
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	158
ВЫВОДЫ	162
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	165
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	167
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ А	191
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	192
ПРИЛОЖЕНИЕ В	194
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	196
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	198
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	201
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	203
ПРИЛОЖЕНИЕ З.....	206

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Субъективный ушной шум (СУШ) представляет собой одну из наиболее сложных и социально значимых проблем современной оториноларингологии, сурдологии и аудиологии. Высокая распространенность данного патологического состояния, его выраженное влияние на качество жизни, психоэмоциональный статус, когнитивную продуктивность и социальную адаптацию определяют устойчивый интерес к проблеме как в клинической, так и в научной практике. Хронический ушной шум сопровождается нарушениями сна, снижением концентрации внимания, повышенной утомляемостью, тревожностью, эмоциональной лабильностью и в ряде случаев приводит к стойкой дезадаптации пациента [57, 114, 188].

Несмотря на наличие большого числа терапевтических подходов, универсального и воспроизводимо эффективного метода лечения ушного шума до настоящего времени не разработано. Существующее разнообразие лечебных программ обусловлено полиэтиологичностью данного состояния, а также различием патогенетических механизмов его формирования. Накопленный клинический опыт показывает, что по мере увеличения длительности заболевания эффективность медикаментозной терапии снижается, тогда как значение нейромодулирующих технологий возрастает. В связи с этим в последние годы особое внимание уделяется методам, основанным на принципах нейропластичности, то есть способности центральной нервной системы к структурно-функциональной перестройке под влиянием направленного сенсорного и нейромодулирующего воздействия [51, 63, 101, 129].

Современные клинические подходы к лечению ушного шума различаются в зависимости от степени нарушения слуховой функции. У пациентов без выраженной тугоухости и при минимальном снижении слуха основное значение приобретают методы звуковой терапии и нейромодуляции. При легкой и

умеренной сенсоневральной тугоухости важнейшую роль играет слухопротезирование, позволяющее уменьшить сенсорную депривацию и снизить контраст между ушным шумом и внешней акустической средой. У пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой наиболее патогенетически обоснованным методом слуховой и подавляющей шум в ушах терапии является кохлеарная имплантация [15, 122, 189, 191].

В последние годы активно развиваются методы объективной оценки центральных механизмов ушного шума. Использование функциональной ближней инфракрасной спектроскопии открывает новые возможности для исследования корковых паттернов, связанных с хроническим ушным шумом, а также для контроля эффективности нейромодулирующей терапии. Вместе с тем до настоящего времени отсутствует единый клинико-аудиологический и нейрофизиологически обоснованный алгоритм обследования и выбора лечения пациентов с ушным шумом в зависимости от степени снижения слуха, психоакустического профиля шума, состояния среднего уха и слуховой трубы, а также особенностей центральной нейропластической перестройки. Это и определяет актуальность настоящего исследования [7, 30, 38, 57].

Степень разработанности темы исследования

Современные представления о патогенезе ушного шума значительно эволюционировали. Если ранее преобладала концепция преимущественно периферического происхождения СУШа, связанного главным образом с патологией улитки, то в настоящее время ушной шум рассматривается как многоуровневый клинико-нейрофизиологический синдром, в формировании которого участвуют периферические, центральные, когнитивные, эмоциональные и в ряде случаев звукопроводящие механизмы [114, 153, 188, 190].

Наиболее подробно изучен ушной шум у пациентов с сенсоневральной тугоухостью. Доказано, что снижение периферического слухового входа запускает компенсаторное усиление нейронной активности в центральных отделах слуховой

системы. В результате формируются гиперактивность и патологическая синхронизация слуховых нейронных сетей, лежащие в основе фантомного слухового ощущения. При этом все большее значение придается вовлечению неслуховых структур, прежде всего префронтальной коры, лимбической системы и ассоциативных височно-теменных зон, которые определяют уровень эмоционального дистресса и устойчивость патологического восприятия [56, 62, 185, 190].

Параллельно с этим развиваются представления о роли состояния среднего уха и функции слуховой трубы в генезе ушного шума. Показано, что тубарная дисфункция может сопровождаться ушным шумом даже при отсутствии грубых тимпанометрических нарушений, а наиболее информативным маркером функционального неблагополучия среднего уха является снижение пика комплианса. Таким образом, ушной шум не может быть объяснен исключительно патологией звуковоспринимающего аппарата и требует более широкого клинико-функционального анализа [38].

В области лечения пациентов с ушным шумом накоплены убедительные данные об эффективности кохлеарной имплантации у больных с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой. Вместе с тем остаются недостаточно изученными клинические предикторы эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации, механизмы его устойчивости в отдаленном периоде, а также особенности настройки речевого процессора и слухоречевой реабилитации у пациентов данной категории [15, 24, 154, 186].

Психоакустическая шумометрия рассматривается как важнейший инструмент акустического профилирования ушного шума, однако ее диагностические возможности и ограничения требуют дальнейшего анализа. В частности, до настоящего времени не полностью определено, в какой степени инструментально определяемые параметры шума соотносятся с субъективной тяжестью состояния и как они могут быть использованы при выборе персонализированной звуковой терапии [30, 61, 65, 128].

Значительный интерес представляет бимодальная нейромодуляция, сочетающая акустическое и соматосенсорное воздействие. Однако вопросы объективной оценки ее эффективности, особенно с применением современных методов функциональной нейровизуализации, остаются недостаточно разработанными. Все это свидетельствует о высокой научной и практической значимости комплексного исследования, объединяющего анализ слуховой функции, психоакустических характеристик ушного шума, состояния среднего уха, результатов кохлеарной имплантации и нейровизуализационных эффектов бимодальной стимуляции [7, 92, 96, 101].

Цель исследования

Повышение эффективности лечения пациентов с субъективным ушным шумом при нарушении слуховой функции на основе разработки системы персонифицированного выбора диагностической и лечебной тактики с учетом клинико-аудиологических и психоакустических параметров, показателей функционального состояния слуховой трубы и нейрофизиологических маркеров.

Задачи исследования

1. Изучить динамику ушного шума у пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью на этапах кохлеарной имплантации и определить клинические предикторы эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации.
2. Оценить диагностическое значение психоакустической шумометрии, ее возможности и ограничения при сопоставлении инструментальных параметров ушного шума с субъективными шкалами ВАШ и ТНІ.
3. Исследовать состояние среднего уха и функции слуховой трубы у пациентов с ушным шумом и определить место ETF-теста и показателя пика комплианса в алгоритме обследования.

4. Оценить эффективность персонализированной звуковой терапии и бимодальной стимуляции у пациентов с хроническим ушным шумом.

5. Выявить особенности динамики корковой активности по данным функциональной ближней инфракрасной спектроскопии при хроническом ушном шуме и ее изменения под влиянием бимодальной стимуляции.

6. Разработать алгоритм персонализированного выбора лечебной тактики у пациентов с субъективным ушным шумом в зависимости от степени снижения слуха, акустического фенотипа ушного шума, состояния среднего уха и слуховой трубы, а также признаков центральной нейропластической перестройки.

Научная новизна

В работе впервые в рамках единого диссертационного исследования системно объединены несколько ранее разрозненных направлений изучения субъективного ушного шума: кохлеарная имплантация как метод коррекции шума в ушах, психоакустическая характеристика шума, оценка состояния среднего уха и функции слуховой трубы, а также нейровизуализационная оценка эффективности бимодальной нейромодуляции.

Установлено, что кохлеарная имплантация у пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью сопровождается выраженным и устойчивым снижением ушного шума, формирующимся поэтапно и сохраняющимся в отдаленном периоде наблюдения. Выявлены клинические предикторы наиболее прогностически благоприятного для эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации: исходно более выраженный ушной шум и меньшая длительность слуховой депривации.

Показано, что психоакустическая шумометрия позволяет объективизировать акустический фенотип ушного шума, однако ее показатели не имеют прямой статистически значимой связи с выраженностью дистресса и не могут использоваться как самостоятельный критерий тяжести заболевания. Установлено

существование двухкомпонентного варианта ушного шума, имеющего значение для выбора параметров звуковой терапии.

Впервые на клиническом материале продемонстрирована высокая частота дисфункции слуховой трубы у пациентов с ушным шумом даже при отсутствии грубой патологии среднего уха, а статистически значимым функциональным маркером таких нарушений определен пик комплианса.

Впервые показано, что бимодальная стимуляция у пациентов с хроническим односторонним ушным шумом сопровождается не только клиническим улучшением, но и объективной реорганизацией корковой активности по данным функциональной ближней инфракрасной спектроскопии, проявляющейся снижением гиперактивации слуховой коры, уменьшением вовлеченности префронтальных отделов и нормализацией межполушарной латерализации.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в развитии представлений о субъективном ушном шуме как о многоуровневом клинко-нейрофизиологическом синдроме. Полученные данные позволяют рассматривать ушной шум не как изолированное локальное поражение слухового анализатора, а как результат взаимодействия периферической слуховой депривации, нарушений звукопроводящей системы среднего уха и слуховой трубы, а также центральной нейропластической перестройки с вовлечением слуховых, ассоциативных и префронтальных корковых зон.

Работа уточняет патогенетическое значение степени снижения слуха в формировании различных клинических фенотипов ушного шума и обосновывает необходимость их разграничения для выбора терапевтической тактики. Полученные результаты расширяют современные представления о механизмах эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации и нейромодулирующего воздействия, а также о значении психоакустического

профилирования и оценки функции слуховой трубы в структуре комплексного обследования пациентов с ушным шумом.

Практическая значимость исследования определяется разработкой системы персонифицированного ведения пациентов с субъективным ушным шумом в зависимости от степени нарушения слуховой функции и ведущих патогенетических механизмов.

Показано, что кохлеарная имплантация должна рассматриваться не только как метод слухоречевой реабилитации, но и как эффективный способ лечения хронического ушного шума у пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой. Выделены клинические критерии, повышающие вероятность благоприятного исхода, что имеет значение для отбора пациентов и предоперационного консультирования.

Установлена целесообразность обязательного включения психоакустической шумометрии в диагностический алгоритм у пациентов с хроническим ушным шумом для построения индивидуального акустического профиля и выбора параметров звуковой терапии.

Доказана необходимость обязательной оценки состояния среднего уха и функции слуховой трубы у пациентов с ушным шумом, включая проведение ETF-теста и анализ пика комплианса, что позволяет выявлять скрытые формы тубарной дисфункции и своевременно корректировать лечебную тактику.

Подтверждена клиническая эффективность бимодальной стимуляции как метода лечения хронического ушного шума без выраженной тугоухости и продемонстрирована возможность использования фБИКС для объективного контроля нейропластических изменений в процессе терапии.

Разработанные подходы могут быть внедрены в работу сурдологических кабинетов, центров слухоречевой реабилитации и оториноларингологических отделений стационаров.

Методология и методы исследования

Исследование выполнено как комплексная клинико-аудиологическая работа, сочетающая ретроспективные и проспективные этапы. В работе использован системный подход, основанный на сочетании клинических, аудиологических, психоакустических, функциональных и нейровизуализационных методов.

Ретроспективный блок включал анализ результатов кохлеарной имплантации у пациентов с глубокой двусторонней сенсоневральной тугоухостью и ушным шумом. Для оценки поэтапной динамики ушного шума была сформирована группа из 392 пациентов. Для анализа предикторов эффективности кохлеарной имплантации выделена группа из 385 пациентов.

Проспективный блок включал: исследование психоакустической шумометрии у 49 пациентов с хроническим ушным шумом; исследование функции слуховой трубы и состояния среднего уха у 78 пациентов; оценку эффективности бимодальной стимуляции с использованием функциональной ближней инфракрасной спектроскопии у 32 пациентов с хроническим односторонним ушным шумом без выраженной тугоухости.

В работе использованы клинические методы обследования, тональная пороговая и речевая аудиометрия, импедансометрия, психоакустическая шумометрия, ETF-тест, визуально-аналоговая шкала, опросник ТНІ, компьютерная томография височных костей, магнитно-резонансная томография, функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия, а также современные методы статистической обработки данных.

Положения, выносимые на защиту

1. Субъективный ушной шум при нарушении слуховой функции представляет собой неоднородный клинико-патогенетический синдром, в структуре которого выделяются депривационный, тубарно-ассоциированный и преимущественно центральный фенотипы; фенотипическая стратификация

пациента по степени нарушения слуха, акустическому профилю ушного шума, состоянию среднего уха и слуховой трубы, а также признакам центральной нейропластической перестройки является основой патогенетически обоснованного выбора лечебной тактики.

2. Кохлеарная имплантация является патогенетически обоснованным и клинически эффективным методом лечения пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой, сопровождающейся субъективным ушным шумом, обеспечивая выраженное поэтапное уменьшение шума; наиболее значимыми предикторами эффекта являются исходная выраженность ушного шума и меньшая длительность слуховой депривации.

3. Психоакустическая шумометрия обеспечивает объективизацию акустического профиля субъективного ушного шума, позволяет выявлять его фенотипические варианты, включая двухкомпонентный, и служит основой для персонализированного подбора звуковой терапии; при этом большинство психоакустических параметров не имеют прямой статистически значимой связи с субъективной тяжестью тиннитуса, что исключает использование данного метода как самостоятельного критерия клинической выраженности заболевания.

4. Функциональные нарушения среднего уха и слуховой трубы у пациентов с субъективным ушным шумом выявляются с высокой частотой и имеют самостоятельное диагностическое значение; наиболее информативными объективными признаками тубарной дисфункции являются снижение пика комплианса и изменение профиля показателей ETF-теста, что обосновывает обязательное включение оценки слуховой трубы в алгоритм обследования пациентов с ушным шумом.

5. Персонализированная звуковая терапия является базовым методом консервативного лечения пациентов с хроническим ушным шумом без выраженной слуховой депривации, а бимодальная стимуляция сопровождается клинически значимым уменьшением выраженности шума и объективной реорганизацией корковой активности по данным функциональной ближней

инфракрасной спектроскопии, что подтверждает патогенетически направленный характер нейромодулирующего воздействия.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов исследования обеспечена использованием достаточного объема клинического материала в основных разделах работы, применением современных клинико-аудиологических, психоакустических, функциональных и нейровизуализационных методов, стандартизированных анкетологических инструментов, а также адекватных методов статистической обработки данных.

Результаты, полученные в ретроспективных и проспективных разделах исследования, обладают внутренней согласованностью и соответствуют современным представлениям о патогенезе и клиническом течении субъективного ушного шума. Использование функциональной ближней инфракрасной спектроскопии позволило дополнить субъективную клиническую оценку объективными нейрофизиологическими критериями эффективности терапии.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на российских научно-практических конференциях, форумах и съездах, посвященных проблемам оториноларингологии, сурдологии и аудиологии.

По теме диссертации опубликовано 18 печатных работ, из них 10 – в изданиях, рекомендованных ВАК. Результаты исследования отражены в методических материалах и патентных разработках, посвященных вопросам лечения пациентов с ушным шумом и нарушением слуховой функции.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования внедрены в клиническую практику ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Минздрава России и могут быть использованы в работе сурдологических

кабинетов, специализированных сурдологических центров и оториноларингологических стационаров.

Разработанные диагностические и лечебные подходы могут служить основой для создания методических рекомендаций по ведению пациентов с субъективным ушным шумом при различной степени нарушения слуховой функции.

Личный вклад автора

Автором лично выполнены анализ отечественной и зарубежной литературы по теме исследования, формирование клинических групп, участие в клинко-аудиологическом обследовании пациентов, анализ результатов психоакустической шумометрии, исследование функции слуховой трубы, участие в проспективном блоке бимодальной стимуляции с нейровизуализационным контролем, статистическая обработка материала, интерпретация полученных данных, формулировка выводов и практических рекомендаций.

Публикации по теме диссертации

По материалам диссертации опубликовано 18 научных работ, отражающих основные результаты исследования. Результаты работы представлены в статьях, посвященных кохлеарной имплантации при ушном шуме, психоакустической характеристике СУШа, оценке функции слуховой трубы, звуковой терапии и бимодальной нейромодуляции. Подготовлены и внедрены учебно-методические материалы по вопросам слухоречевой адаптации и настройки процессора кохлеарного импланта. Структурированный перечень публикаций автора с указанием статуса индексирования, DOI, личного вклада и соответствия разделам диссертации представлен в приложении 8.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 210 страницах машинописного текста и состоит из введения, семи глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Работа построена по принципу последовательного перехода от анализа современного состояния проблемы к изложению материалов и методов исследования, собственных результатов, их обсуждению и формированию алгоритма персонализированного лечения пациентов с субъективным ушным шумом. Работа иллюстрирована 19 рисунками и 21 таблицей. Список литературы содержит 209 источников.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ СУБЪЕКТИВНОГО УШНОГО ШУМА ПРИ НАРУШЕНИИ СЛУХОВОЙ ФУНКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Медико-социальная значимость субъективного ушного шума

Субъективный ушной шум, или СУШ, представляет собой восприятие звука при отсутствии внешнего акустического стимула. Данное состояние относится к числу наиболее распространенных и клинически значимых симптомов в оториноларингологии, сурдологии и аудиологии. По современным данным, субъективный ушной шум встречается у 10–15% взрослого населения, а в 1–3% случаев принимает тяжелую, дезадаптирующую форму. Следует подчеркнуть, что истинная распространенность данного состояния может варьировать в зависимости от используемых диагностических критериев, возраста исследуемой популяции, сопутствующей слуховой патологии и субъективной оценки пациентом выраженности симптома [13, 14, 57, 114, 188].

Клиническое значение ушного шума определяется не только его частотой, но и выраженным влиянием на качество жизни. У значительной части пациентов хронический СУШ сопровождается нарушением сна, снижением концентрации внимания, когнитивной утомляемостью, эмоциональной лабильностью, тревожными и депрессивными расстройствами. Ушной шум ограничивает бытовую, профессиональную и социальную активность, а в ряде случаев становится фактором стойкой дезадаптации. Особенно неблагоприятно на повседневное функционирование пациента влияет сочетание ушного шума с нарушением слуховой функции, когда дефицит восприятия внешних звуков усиливает субъективную значимость внутреннего патологического слухового ощущения [29, 42, 114, 188].

Шум в ушах представляет собой не однородный симптом, а гетерогенное клиническое состояние. Он может быть острым и хроническим, односторонним и двусторонним, постоянным и интермиттирующим, тональным, шумоподобным

или многокомпонентным. При этом степень субъективного страдания далеко не всегда совпадает с объективно определяемыми акустическими характеристиками шума. Один и тот же по спектру и интенсивности шум может по-разному переноситься разными пациентами, что указывает на важную роль центральных, когнитивных и эмоциональных механизмов в его клинической манифестации [62, 114, 143, 190, 192].

Сложность проблемы подчеркивается и многообразием предлагаемых лечебных подходов. В мировой практике описано более 60 методов лечения ушного шума, включая медикаментозную терапию, различные варианты физиотерапевтического воздействия, психотерапевтические методики, слухопротезирование, звуковую терапию, имплантируемые системы и нейромодуляционные технологии. Такое разнообразие отражает полиэтиологичность СУШа и отсутствие универсального подхода к его терапии. Значительный арсенал медикаментозных и инструментальных средств в большинстве случаев обеспечивает лишь частичное облегчение симптоматики. По мере увеличения длительности существования ушного шума эффективность медикаментозной терапии, как правило, снижается, а значение методов, основанных на принципах нейропластичности, возрастает [57, 114, 146, 147, 188].

Таким образом, субъективный ушной шум представляет собой значимую медицинскую и социальную проблему, требующую междисциплинарного подхода, дифференцированной диагностики и разработки персонифицированных программ лечения с учетом слуховой функции, психоакустических особенностей и ведущих патогенетических механизмов [114, 134, 164, 188].

1.2 Современные представления о патогенезе СУШа

Современные представления о патогенезе субъективного ушного шума претерпели существенную эволюцию. Если ранее преобладала концепция локального периферического происхождения шума, связанного главным образом с патологией улитки, то в настоящее время СУШ рассматривается как

многоуровневое расстройство, формирующееся при взаимодействии периферических нарушений слухового анализатора, центральной нейропластической перестройки, эмоционально-когнитивных факторов и, в ряде случаев, патологии звукопроводящей системы [114, 153, 188, 190].

Субъективный ушной шум может возникать на фоне сенсоневральной тугоухости, акустической травмы, возрастных изменений слуховой системы, ототоксического воздействия, патологии среднего уха, дисфункции слуховой трубы, а также при ряде неврологических и соматосенсорных нарушений. При этом сам по себе шум является не самостоятельной нозологической единицей, а клиническим синдромом, отражающим результат дисрегуляции слуховой системы на разных уровнях ее организации [188, 190, 208].

1.2.1 Периферические механизмы формирования ушного шума

В большинстве случаев формирование ушного шума связано с нарушениями в области периферического отдела слуховой системы, прежде всего на уровне улитки. Наиболее типичными причинами являются повреждение волосковых клеток, нарушение трансдукции механических колебаний в нервный импульс, снижение числа функционирующих сенсорных элементов, а также расстройства в области синаптической передачи между рецепторным аппаратом и волокнами слухового нерва [71, 153, 208].

Именно периферическая слуховая депривация является наиболее изученным пусковым механизмом развития СУШа. Снижение афферентного потока от улитки к центральным отделам слуховой системы приводит к компенсаторной перестройке нейронной активности. В результате дефицит периферического сигнала может приводить к появлению патологической спонтанной импульсации, которая субъективно воспринимается пациентом как ушной шум [71, 153, 208].

Клиническое подтверждение важности периферического механизма наблюдается при сочетании ушного шума с сенсоневральной тугоухостью различной степени. Особенно наглядно его значение проявляется у пациентов с

глубокой тугоухостью и глухотой, у которых ушной шум встречается крайне часто. При этом выраженное уменьшение СУШа после восстановления слухового ввода, например, после кохлеарной имплантации, дополнительно подтверждает ведущую роль периферической слуховой депривации в патогенезе данной формы ушного шума [122, 186, 189, 191].

Следует, однако, учитывать, что периферическое повреждение не всегда линейно определяет выраженность шума. У части пациентов даже при минимальных аудиометрических изменениях могут наблюдаться выраженные патологические слуховые ощущения, что свидетельствует о последующем вовлечении центральных механизмов хронизации [153, 208, 97].

1.2.2 Центральные нейрофизиологические механизмы формирования ушного шума

Ключевое значение в современном понимании СУШа принадлежит центральным нейрофизиологическим механизмам. Согласно концепции центрального нейронального усиления, снижение периферической афферентации вызывает компенсаторное повышение активности нейронов в слуховых путях и корковых отделах слухового анализатора. Эта перестройка, изначально направленная на поддержание сенсорного баланса, при патологическом варианте приобретает форму устойчивой гиперактивности, синхронизации и нарушенной селективности нейронного ответа [68, 71, 130, 153, 168, 208].

На центральном уровне патологическая активность может формироваться в кохлеарных ядрах ствола мозга, таламических структурах, первичной и вторичной слуховой коре. Нейровизуализационные исследования у пациентов с хроническим ушным шумом показали, что в генерации и поддержании фантомного слухового образа участвуют не только собственно слуховые зоны, но и широкий круг несенсорных структур. К ним относятся миндалевидное тело, гиппокамп, островковая кора, поясная извилина, а также префронтальная кора [62, 90, 127, 140, 168, 185].

Особый интерес представляет вовлечение лобных отделов мозга. Повышенная активность дорсолатеральной и фронтополярной префронтальной коры рассматривается как отражение патологической фиксации внимания на шуме, когнитивной перегрузки, эмоциональной оценки симптома и попыток его сознательного контроля. Иными словами, хронический шум поддерживается не только как аномальное слуховое ощущение, но и как патологически значимый сигнал, непрерывно находящийся в фокусе внимания пациента [56, 62, 88, 89, 103, 112].

С современных позиций ушной шум следует рассматривать как результат нарушенного взаимодействия между слуховыми, ассоциативными и лобно-лимбическими нейронными сетями. Именно такая многоуровневая центральная организация объясняет, почему клиническая тяжесть СУШа далеко не всегда определяется степенью периферической тугоухости [62, 105, 188, 190, 201].

1.2.3 Роль нейропластичности, когнитивных и эмоциональных факторов в хронизации СУШа

Большинство современных концепций лечения ушного шума базируются на принципах нейропластичности – способности центральной нервной системы к структурно-функциональной реорганизации. Нейропластичность лежит в основе как компенсаторных, так и патологических процессов. При благоприятном течении она обеспечивает адаптацию к измененному слуховому входу, при неблагоприятном – закрепляет патологические нейронные паттерны, поддерживающие хронический шум [6, 48, 63, 101, 124, 129, 141, 172].

Хронизация СУШа в значительной степени определяется когнитивными и эмоциональными факторами. Многие пациенты отмечают, что в тишине шум воспринимается как более интенсивный и навязчивый, тогда как в условиях обогащенной звуковой среды его значимость уменьшается. Этот феномен связан не только с акустическим контрастом, но и с перераспределением внимания. Чем

больше пациент концентрируется на шуме, тем более выраженным он становится субъективно [19, 108, 117, 135, 142, 149, 159, 161, 173, 183, 206].

Эмоциональное отношение к шуму имеет не меньшее значение, чем его акустические характеристики. Ушной шум часто воспринимается корой головного мозга как негативный, потенциально угрожающий стимул. Это приводит к активации лимбической системы и формированию вторичных тревожных и стрессовых реакций. Вегетативная нервная система включается в этот патологический круг, усиливая нарушения сна, внутреннее напряжение и общее чувство дезадаптации. Таким образом, формируется порочный круг: ушной шум вызывает тревогу, тревога усиливает фиксацию внимания на шуме, а это, в свою очередь, повышает субъективную тяжесть симптома [56, 62, 70, 93, 95, 98, 107, 112, 140, 176, 207].

Современные данные свидетельствуют о том, что степень субъективного дистресса от СУШа нередко в большей степени связана не с его объективной громкостью, а с вовлечением нейронных сетей внимания, оценки значимости и эмоциональной регуляции. Именно поэтому в клинической практике так важны методы, направленные не только на подавление акустического феномена, но и на снижение его эмоциональной нагрузки и патологической центральной значимости [18, 40, 44, 47, 83, 111, 137, 169, 180, 182, 202].

1.3 Ушной шум при сенсоневральной тугоухости различной степени

Субъективный ушной шум чрезвычайно часто сопровождает сенсоневральную тугоухость. Однако его клинические особенности и принципы лечения различаются в зависимости от степени слуховой недостаточности [1, 81, 87, 97, 114, 188].

При отсутствии выраженной тугоухости или при минимальных изменениях по стандартной аудиометрии ушной шум нередко обусловлен преимущественно центральными механизмами. В этой группе на первый план выходит патологическая нейропластическая активность слуховой коры, участие

ассоциативных височно-теменных зон и когнитивно-эмоциональных сетей. У таких пациентов тяжесть шума часто не соответствует данным аудиограммы, а методы коррекции должны быть ориентированы прежде всего на снижение центральной фиксации на симптоме [13, 17, 18, 27, 85].

При легкой и умеренной сенсоневральной тугоухости ушной шум чаще связан с сочетанием периферической слуховой депривации и вторичной центральной перестройки. Снижение восприятия внешних звуков повышает контраст между шумом и акустической средой, что делает патологическое ощущение более заметным и тягостным. Именно в этой группе важнейшее значение приобретают слухопротезирование и звуковая терапия как методы обогащения акустической среды [21, 26, 66, 76, 102, 196].

При глубокой сенсоневральной тугоухости и глухоте ушной шум следует рассматривать как одно из проявлений тяжелой длительной слуховой депривации. У данной категории пациентов традиционная звуковая терапия и слуховые аппараты зачастую оказываются недостаточно эффективными из-за выраженного дефицита слухового входа. В этих условиях кохлеарная имплантация становится не только средством слухоречевой реабилитации, но и патогенетически обоснованным методом, уменьшающим шум в ушах [122, 186, 189, 191].

Таким образом, степень снижения слуха имеет принципиальное значение для выбора лечебной тактики при ушном шуме. Один и тот же симптом при разных уровнях слуховой недостаточности может отражать различные по своему патогенезу процессы и, соответственно, требовать различных подходов к лечению [37, 85, 141].

1.4 Значение состояния среднего уха и функции слуховой трубы в генезе ушного шума

Хотя в большинстве случаев ушной шум связывают с патологией звуковоспринимающего отдела слуховой системы, в последние годы все большее внимание уделяется состоянию среднего уха и функции слуховой трубы как

возможным факторам его формирования и поддержания (рисунок 1.1) [2, 3, 9, 23, 38, 46].

Дисфункция слуховой трубы представляет собой клинический синдром, возникающий при нарушении ее вентиляционной, дренажной и защитной функций. Наиболее важной с позиции формирования ушного шума является вентиляционная функция, обеспечивающая поддержание атмосферного давления в барабанной полости и, следовательно, необходимой податливости звукопроводящей системы среднего уха [12, 38, 40, 42, 43, 121].

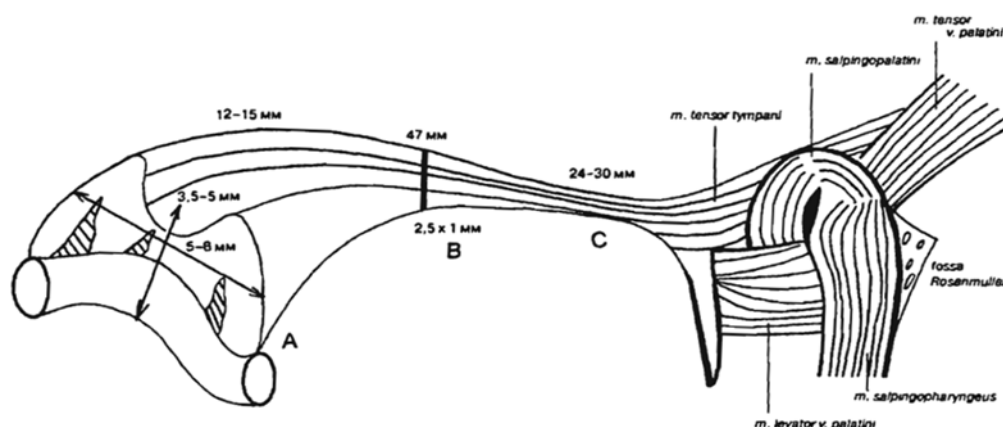


Рисунок 1.1 – Функциональные элементы слуховой трубы: А- протимпанум и костный отдел слуховой трубы, В – перешеек, С – хрящевой отдел, глоточное устье, перитубарный комплекс [14]

Клинические проявления нарушения функции слуховой трубы включают ощущение заложенности уха, давления, аутофонию, дискретные шумы, снижение слуха, а также переменные ушные шумы различного характера. Особенность данной патологии состоит в том, что при стандартной тимпанометрии функция слуховой трубы может казаться сохранной. Дисфункция нередко проявляется только при нагрузочных тестах, в частности ETF-тесте, и не всегда сопровождается классической тимпанограммой типа С. В ряде случаев регистрируется тимпанограмма типа А при наличии реальной вентиляционной недостаточности слуховой трубы [38, 74, 75, 110, 120, 123, 166].

Современные исследования показали, что у большинства пациентов с субъективным ушным шумом могут выявляться признаки дисфункции слуховой трубы. Наиболее чувствительным функциональным показателем при этом оказывается пик комплианса, снижение которого отражает уменьшение податливости системы среднего уха. Данный факт имеет важное патогенетическое значение и подтверждает, что ушной шум может формироваться не только в результате нарушений звуковосприятия, но и на фоне тонких биомеханических изменений звукопроводящей системы [38, 104, 113, 116, 131, 205].

Особый интерес представляет сочетание дисфункции слуховой трубы с сенсоневральной тугоухостью. В таких случаях патогенез ушного шума приобретает смешанный характер: периферическая депривация сочетается с изменением условий звукопроводения и дополнительным нарушением вентиляции барабанной полости. Это еще более усложняет клиническую картину и требует расширенного диагностического подхода [38, 153].

Следовательно, оценка состояния среднего уха и функции слуховой трубы должна рассматриваться как обязательный компонент обследования пациента с ушным шумом, а не как второстепенный этап диагностики [38].

1.5 Современные методы диагностики субъективного ушного шума

Современная диагностика ушного шума должна быть комплексной и включать не только регистрацию субъективных жалоб, но и анализ слуховой функции, состояния среднего уха, психоакустических характеристик шума, его влияния на качество жизни и, по возможности, объективных нейрофизиологических маркеров [9, 37, 57].

1.5.1 Клинические и оториноларингологические методы обследования

Клиническое обследование пациента с ушным шумом начинается с подробного анализа жалоб и анамнеза. Необходимо уточнять длительность и

характер шума, внезапность или постепенность его начала, сторону поражения, постоянство симптома, связь с перенесенной акустической травмой, инфекцией, снижением слуха, стрессом, а также наличие сопутствующих жалоб: заложенности уха, аутофонии, головокружения, гиперacusии, нарушений сна и психоэмоционального состояния [9, 38].

Стандартное оториноларингологическое обследование включает отоскопию, при необходимости отомикроскопию, оценку состояния наружного слухового прохода, барабанной перепонки, носовой полости и носоглотки. Этот этап особенно важен для исключения заболеваний среднего уха, патологии слуховой трубы и иных состояний, способных быть причиной вторичного ушного шума [14, 92].

1.5.2 Аудиологические методы исследования

Аудиологическое обследование является обязательной частью диагностики ушного шума. Оно включает тональную пороговую аудиометрию, речевую аудиометрию, импедансометрию и, по показаниям, дополнительные объективные методы оценки слуховой функции [4,5 ,10 ,11 ,16 ,17 ,41 ,52 ,139].

Тональная аудиометрия позволяет определить степень и тип снижения слуха, а также выявить высокочастотные нарушения, которые могут быть неочевидны при стандартном клиническом осмотре. Особенно важно ее проведение в расширенном диапазоне частот у пациентов, у которых ушной шум имеется при относительно сохранной аудиограмме на речевых частотах [18, 20, 25, 28, 39, 41, 52].

Речевая аудиометрия необходима для функциональной оценки слухового восприятия и, в ряде случаев, для определения возможностей компенсации пациента. Импедансометрия используется для оценки состояния среднего уха, подвижности барабанной перепонки, цепи слуховых косточек и акустических рефлексов [11, 38, 45, 47 ,49 ,50 ,53 ,54].

По показаниям применяются регистрация отоакустической эмиссии, слуховых вызванных потенциалов, а также лучевые методы исследования, включая

компьютерную томографию височных костей и магнитно-резонансную томографию мостомозжечкового угла и головного мозга [116, 117, 134, 135, 136, 137, 138].

1.5.3 Психоакустическая шумометрия

Психоакустическая шумометрия представляет собой метод количественной оценки субъективного ушного шума, основанный на определении его частотных и интенсивностных характеристик. В ходе исследования пациенту предъявляются различные звуковые стимулы, а с помощью аудиометра подбирается тон или шум, максимально приближенный к воспринимаемому ушному шуму [22, 30, 61, 65, 115].

Наиболее важными параметрами являются частота основного тона, порог его восприятия и уровень перекрытия внешним тоном. У части пациентов может выявляться второй компонент ушного шума, что указывает на спектральную неоднородность патологического слухового ощущения [30, 61, 65, 133, 175].

Психоакустическая шумометрия позволяет объективизировать акустический фенотип ушного шума, создать его индивидуальный звуковой профиль и использовать эти данные при подборе звуковой терапии. Вместе с тем следует учитывать, что данный метод имеет ограничения. Инструментально определяемые характеристики шума не всегда коррелируют со степенью субъективного дистресса, поскольку последний определяется не только сенсорными, но и когнитивно-эмоциональными компонентами [30, 61, 65, 118, 128, 160].

Тем не менее психоакустическая шумометрия остается ключевым диагностическим инструментом, особенно при планировании персонализированного звукового лечения [30, 109, 151, 178].

1.5.4 Анкетологические методы оценки выраженности ушного шума

Субъективная тяжесть ушного шума должна оцениваться с помощью стандартизированных анкет и шкал. Наиболее широко используются визуально-аналоговая шкала и опросник ТНІ [44, 67, 73].

Визуально-аналоговая шкала позволяет быстро определить субъективную интенсивность шума по 10-балльной системе и широко применяется в клинической практике для динамического наблюдения [73, 156].

Опросник ТНІ дает более полную информацию о влиянии ушного шума на качество жизни пациента, включая функциональные, эмоциональные и поведенческие аспекты. Его применение особенно важно при выборе лечебной тактики, поскольку позволяет отличать пациентов с акустически сходным шумом, но различной степенью дезадаптации [67, 73].

Сопоставление данных психоакустической шумометрии и анкетирования имеет особое значение. Современные исследования показывают, что показатели ВАШ и ТНІ коррелируют между собой лишь умеренно, а большинство инструментальных параметров шума не имеют прямой статистически значимой связи с выраженностью дистресса. Это подтверждает необходимость комплексной оценки аудиологического статуса пациента и недопустимость интерпритации проблемы ушного шума только по его акустическим характеристикам [30, 73].

1.5.5 Методы функциональной нейровизуализации

В последние годы все большую роль в изучении СУШа играют методы функциональной нейровизуализации. Они позволяют объективизировать участие центральных структур мозга в формировании шума, а также оценивать нейропластические изменения на фоне терапии [58, 72, 92, 150, 155, 168, 174, 179, 185, 194].

К числу таких методов относятся функциональная магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография, электроэнцефалография и

функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия [59, 60, 77, 91, 92, 152, 168, 184, 185, 204].

Особый интерес представляет функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия как безопасный, неинвазивный и повторяемый метод оценки метаболической активности коры головного мозга. Метод основан на регистрации изменений концентрации общего гемоглобина, окси- и дезоксигемоглобина, а также гемодинамического ответа в ответ на функциональную активацию нейронов [7, 92, 125].

Функциональная БИКС позволяет исследовать активность слуховой коры, префронтальных отделов, зоны Вернике и ассоциативных теменно-височных структур. Полученные данные имеют значение как для объективизации патогенеза шума, так и для оценки эффективности нейромодулирующей терапии. Именно возможность многократного, безопасного применения делает данный метод особенно перспективным в клинической практике [7, 56, 92].

1.6 Современные подходы к лечению пациентов с ушным шумом

Современные методы лечения ушного шума чрезвычайно разнообразны, что отражает сложность и полиэтиологичность данного состояния. Наиболее обоснованными с патогенетической точки зрения являются направления, обеспечивающие обогащение звуковой среды, уменьшение патологической центральной активности и снижение эмоционально-когнитивной фиксации на симптоме [114, 188].

1.6.1 Звуковая терапия

Звуковая терапия является одним из базовых методов лечения хронического ушного шума. Ее эффективность определяется способностью уменьшать контраст между внутренним шумом и внешней акустической средой, снижать значимость

симптома для пациента и способствовать перцептивной адаптации [21, 135,159,161].

Звуковую терапию принято разделять на неиндивидуализированную и индивидуализированную. К первой относят маскирующую терапию, терапию привыкания к шуму в ушах и использование технических средств акустического обогащения среды. Ко второй – методы, основанные на индивидуальном подборе звукового сигнала с учетом психоакустических характеристик шума [21, 135,159,161].

Маскирующая терапия может быть полной и частичной. В настоящее время считается, что частичная маскировка в ряде случаев более физиологична и эффективна, поскольку не устраняет полностью восприятие ушного шума, а способствует постепенному привыканию к нему на фоне комфортной акустической стимуляции [135, 159, 161].

Терапия привыкания к шуму в ушах сочетает консультирование пациента и длительное звуковое воздействие, направленное на снижение эмоциональной реакции на шум. Важным является то, что звуковая терапия не столько изменяет сам патологический сигнал, сколько модифицирует его восприятие и отношение пациента к нему [135, 159, 161].

К индивидуализированным вариантам звуковой терапии относят гейдельбергскую нейромузыкальную терапию, музыкальную терапию с режекторным фильтром, терапию с согласованием тона, акустическую координированную нейромодуляцию, нейромоническую терапию, модулированную волновую терапию и тренировку слуховой дискриминации. Несмотря на неоднородность доказательной базы, эти методы отражают общий вектор развития современной акустической терапии – переход от эмпирического подбора маскеров к персонализированному управлению патологической нейронной активностью [21, 79, 109].

1.6.2 Слухопротезирование

Слухопротезирование является важнейшим методом коррекции состояния пациентов с ушным шумом при легкой и умеренной сенсоневральной тугоухости. Основной патогенетический эффект слуховых аппаратов заключается в восстановлении слухового входа и уменьшении сенсорной депривации, что снижает контраст между ушным шумом и окружающей звуковой средой [21, 26, 66, 102].

Современные слуховые аппараты часто оснащаются встроенными аудиомаскерами и программами звуковой терапии, включая релаксирующие тоны и шумовые сигналы различного спектрального состава. По данным литературы, значительная часть пациентов отмечает уменьшение ушного шума при ношении слуховых аппаратов, хотя выраженность эффекта вариабельна [21, 26, 66, 102].

Слухопротезирование следует рассматривать не как изолированную технологию усиления звука, а как элемент патогенетически обоснованной терапии при шуме в ушах. Наиболее выраженный эффект достигается при раннем начале коррекции, достаточной длительности ежедневного ношения аппарата и сочетании слухопротезирования с консультированием и, при необходимости, дополнительной звуковой терапией [21, 26, 66, 102].

1.6.3 Кохлеарная имплантация

Кохлеарная имплантация является методом выбора у пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой, когда традиционное слухопротезирование оказывается неэффективным. В настоящее время убедительно показано, что кохлеарная имплантация обладает не только слухоречевым, но и выраженным эффектом уменьшения ушного шума [15, 19, 27, 32, 35, 122, 189, 191, 186].

У большинства пациентов с тяжелой двусторонней слуховой депривацией ушной шум является сопутствующим симптомом. Клинические исследования показали, что после кохлеарной имплантации у значительной части больных шум уменьшается или исчезает. Максимальный эффект наблюдается после первого

подключения речевого процессора, что указывает на важную роль прямой электрической стимуляции слухового нерва. Дополнительное значение имеет и акустическая маскировка, обеспечиваемая поступлением внешних звуков через систему импланта [122, 186, 189, 191].

Вместе с тем эффект кохлеарной имплантации не является абсолютно однозначным. В редких случаях возможно появление нового ушного шума или усиление уже существующего, что требует осторожного предоперационного консультирования пациента. Однако суммарно кохлеарная имплантация рассматривается как один из наиболее эффективных методов лечения хронического ушного шума у пациентов с глубокой слуховой депривацией [154, 186].

Особое значение приобретает возможность применения кохлеарной имплантации у пациентов с односторонней глухотой и выраженным инвалидизирующим шумом на стороне поражения. Современные наблюдения свидетельствуют о высокой перспективности такого подхода, что позволяет рассматривать выраженный рефрактерный СУШ как одно из дополнительных показаний к КИ в данной клинической ситуации [36, 165].

1.6.4 Бимодальная нейромодуляция

Бимодальная нейромодуляция относится к наиболее современным и патогенетически ориентированным методам лечения хронического ушного шума. Ее сущность заключается в одновременном воздействии на слуховую систему акустическим стимулом и на соматосенсорные пути – посредством электрической стимуляции. Наиболее изученным вариантом является сочетание индивидуально подобранной звуковой стимуляции с электростимуляцией передней части языка, иннервируемой ветвями тройничного нерва [96, 119, 136, 144].

Патогенетическое обоснование метода связано с влиянием на нейропластические процессы в центральных слуховых сетях. Комбинированная стимуляция позволяет модифицировать патологическую синхронизацию

нейронов, уменьшать гиперактивацию слуховой коры и ослаблять вовлечение несенсорных корковых зон, связанных с вниманием, эмоциональной оценкой и интеграцией соматосенсорных сигналов [7, 56, 96, 136, 170].

По данным клинических исследований, бимодальная стимуляция может приводить к уменьшению выраженности ушного шума по субъективным шкалам и сопровождаться объективными нейрофизиологическими изменениями. Особый интерес представляют данные функциональной БИКС, показавшие снижение гиперактивации первичной слуховой коры, уменьшение вовлеченности префронтальной коры и зоны Вернике, а также улучшение межполушарной латерализации после курса лечения [13, 26, 27, 174, 178].

Следовательно, бимодальная нейромодуляция является перспективным направлением лечения хронического ушного шума, особенно у пациентов без выраженной тугоухости, у которых ведущими являются центральные механизмы хронизации симптома [80, 96, 101, 132, 136, 148, 163, 195].

1.7 Нерешенные вопросы и обоснование собственного исследования

Несмотря на значительный прогресс в изучении ушного шума, ряд ключевых вопросов до настоящего времени остается нерешенным [57, 92, 154, 188, 203].

Прежде всего, отсутствует единый общепринятый диагностический протокол, позволяющий дифференцированно оценивать вклад периферических, звукопроводящих и центральных механизмов в формирование ушного шума у конкретного пациента. В клинической практике по-прежнему нередко преобладает эмпирический подход, при котором выбор лечения определяется не патогенетическим профилем заболевания, а доступностью тех или иных методик [57, 92, 154, 188].

Недостаточно разработаны критерии персонализированного выбора терапии у пациентов с различной степенью снижения слуха. Не существует универсального алгоритма, который бы учитывал степень слуховой депривации, психоакустические характеристики шума, состояние среднего уха и слуховой

трубы, а также особенности центральной нейропластической перестройки [57, 92, 188].

Требует дальнейшего изучения вопрос о роли объективных нейрофизиологических методов, прежде всего функциональной ближней инфракрасной спектроскопии, в диагностике и мониторинге эффективности лечения ушного шума. Также недостаточно определены показания к применению различных вариантов нейромодулирующего воздействия в зависимости от клинического фенотипа заболевания [7, 92, 96, 136].

Нуждается в уточнении и место кохлеарной имплантации в структуре ведения пациентов с шумом в ушах: необходимы дальнейшее изучение предикторов ее эффективности, оценка особенностей настройки речевого процессора у пациентов с ушным шумом и стандартизация послеоперационных мероприятий. [154, 186].

Таким образом, отсутствие единого клинико-аудиологического и нейрофизиологически обоснованного подхода к диагностике и лечению ушного шума у пациентов с различной степенью нарушения слуховой функции определяет необходимость проведения собственного исследования. Его актуальность заключается в разработке патогенетически обоснованного алгоритма персонализированного подхода, основанного на интеграции данных клинического, аудиологического, психоакустического и нейровизуализационного обследования [7, 9, 14, 19, 30, 34, 92].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика исследования

Настоящее исследование выполнено как комплексная клинико-аудиологическая работа, объединяющая ретроспективные и проспективные этапы, сравнительный анализ и оценку результатов различных направлений терапии пациентов с субъективным ушным шумом. Исследование проводилось на базе ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Минздрава России.

Методологически работа включала несколько взаимодополняющих исследовательских блоков. Первый блок был посвящен анализу эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации у пациентов с глубокой двусторонней сенсоневральной тугоухостью и глухотой. Второй блок включал оценку клинических предикторов эффективности кохлеарной имплантации в отношении ушного шума. Третий блок был направлен на психоакустическую характеристику ушного шума с использованием метода психоакустической шумометрии. Четвертый блок был посвящен исследованию функции слуховой трубы и состояния среднего уха у пациентов с ушным шумом. Пятый блок включал проспективную оценку эффективности бимодальной нейромодуляции с объективной регистрацией корковой активности методом функциональной ближней инфракрасной спектроскопии.

Таким образом, работа носила междисциплинарный характер и объединяла клинические, аудиологические, психоакустические, функциональные и нейровизуализационные методы исследования. Такой подход позволил рассматривать субъективный ушной шум как многоуровневое патологическое состояние, связанное с взаимодействием периферических, центральных и когнитивно-эмоциональных механизмов.

2.2 Дизайн исследования и его этапы

Исследование состояло из двух основных этапов.

Первый этап носил ретроспективный характер и включал анализ медицинской документации, анкетных данных и аудиологических результатов у пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и ушным шумом, которым была выполнена кохлеарная имплантация. В рамках данного этапа были сформированы две аналитические выборки. Одна из них использовалась для поэтапного анализа динамики ушного шума на различных стадиях кохлеарной имплантации, вторая – для оценки предикторов эффективности кохлеарной имплантации как метода уменьшающего шум в ушах.

Второй этап носил проспективный характер и включал клинико-аудиологическое обследование пациентов с хроническим ушным шумом с использованием психоакустической шумометрии, оценку состояния среднего уха и функции слуховой трубы, а также курс бимодальной стимуляции с регистрацией корковой активности методом функциональной ближней инфракрасной спектроскопии до и после лечения.

Во всех проспективных разделах до начала обследования и лечения пациенты подписывали информированное согласие на участие в исследовании. Формирование клинических групп осуществлялось в соответствии с задачами каждого самостоятельного блока исследования.

Структурно-логическая схема диссертационного исследования представлена на рисунке 2.1.

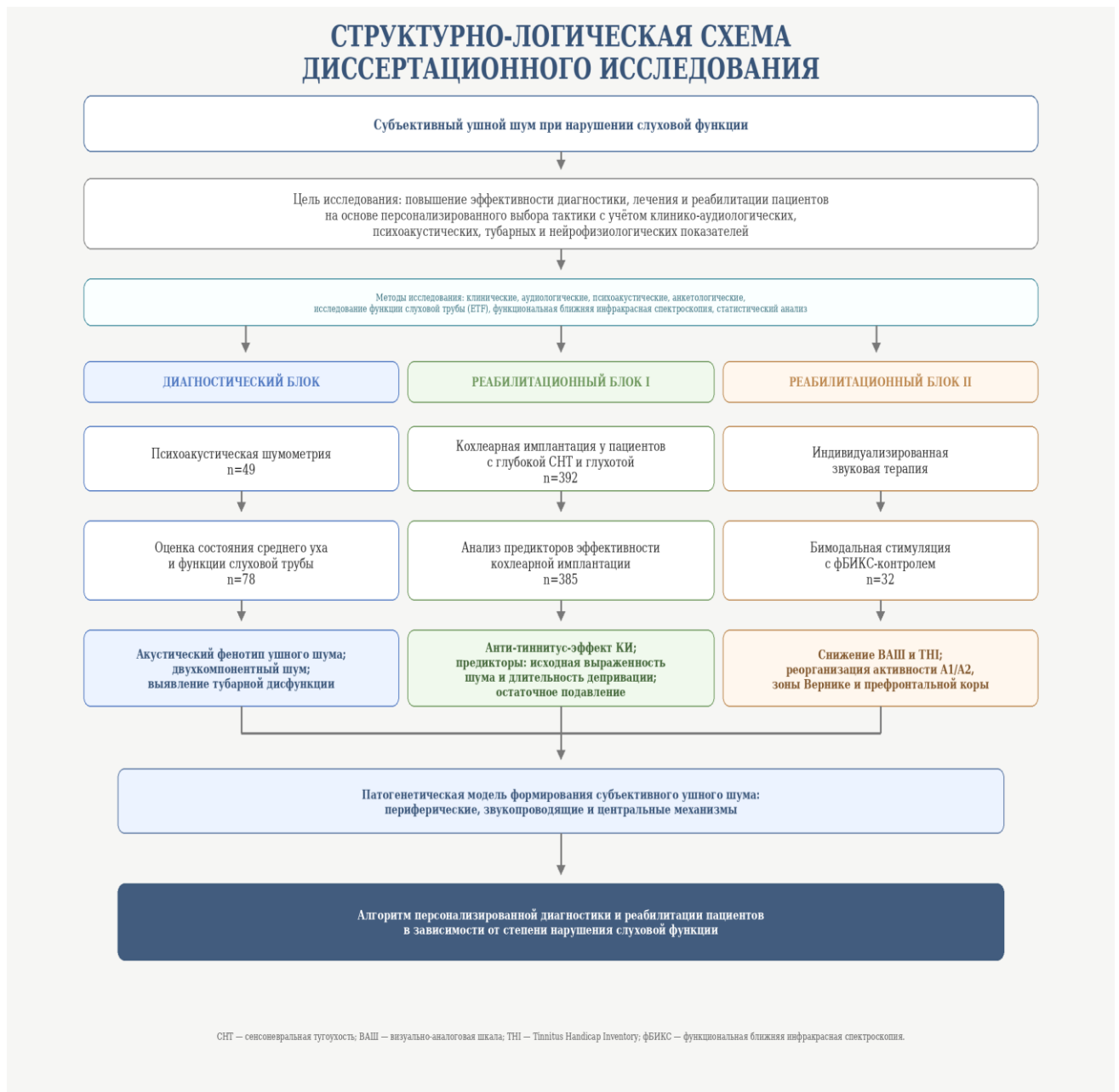


Рисунок 2.1 – Структурно-логическая схема диссертационного исследования

2.3 Характеристика клинического материала

2.3.1 Ретроспективная группа пациентов с глубокой двусторонней сенсоневральной тугоухостью и ушным шумом после кохлеарной имплантации

Для оценки поэтапной динамики ушного шума после кохлеарной имплантации была сформирована ретроспективная группа из 392 пациентов с

двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени и жалобами на ушной шум. Возраст пациентов варьировал от 14 до 72 лет. Среди обследованных было 234 женщины и 158 мужчин. Односторонняя кохлеарная имплантация была выполнена в 371 случае, последовательная двусторонняя – в 21 случае.

Всем пациентам проводили оценку выраженности ушного шума по визуально-аналоговой шкале на нескольких этапах наблюдения: до операции, через 7 дней после хирургического вмешательства, при первом подключении речевого процессора и через 6 месяцев после начала использования кохлеарного импланта. Дополнительно у части пациентов был выполнен отдаленный контроль в срок до 60 месяцев после активации системы.

Указанная группа использовалась для анализа непосредственной и отсроченной динамики ушного шума в процессе слухоречевой реабилитации после кохлеарной имплантации.

2.3.2 Группа пациентов для анализа предикторов эффективности кохлеарной имплантации

Для изучения факторов, влияющих на редукцию шума в ушах после кохлеарной имплантации, была выделена отдельная ретроспективная когорта из 385 пациентов с двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени и хроническим ушным шумом.

Мужчины составили 39,2% выборки, женщины – 60,8%. Средний возраст обследованных составил $34,2 \pm 1,6$ года; возрастной диапазон – от 15 до 76 лет. Средняя продолжительность тугоухости до операции равнялась $6,0 \pm 0,4$ года, минимальная – 1 год, максимальная – 25 лет.

По этиологическому фактору пациенты были распределены на 8 групп: врожденная тугоухость, травматическая тугоухость, идиопатическая тугоухость, ототоксическое поражение, последствия перенесенного менингита, отосклероз, вирусная этиология и хронический отит. Наиболее многочисленную подгруппу составили пациенты с врожденной тугоухостью.

Данная выборка использовалась для оценки влияния пола, возраста, длительности слуховой депривации, исходной выраженности ушного шума и этиологии тугоухости на вероятность уменьшения ушного шума после кохлеарной имплантации.

2.3.3 Группа пациентов для психоакустической шумометрии

В исследование психоакустических характеристик ушного шума были включены 49 пациентов с хроническим субъективным ушным шумом. Возраст обследованных варьировал от 30 до 73 лет, средний возраст составил $48,43 \pm 10,62$ года.

Всем пациентам была проведена психоакустическая шумометрия с количественной оценкой основных параметров ушного шума, а также анкетирование с использованием визуально-аналоговой шкалы и опросника THI. В указанной группе анализировались частотные характеристики основного тона ушного шума, порог его восприятия, уровень перекрытия внешним тоном и наличие второго компонента ушного шума [67, 73].

Данная группа использовалась для изучения акустического фенотипа субъективного ушного шума и его связи с субъективной тяжестью симптома.

2.3.4 Группа пациентов для оценки функции слуховой трубы

В исследование функции слуховой трубы и состояния среднего уха были включены 78 пациентов с жалобами на нарушение слуха. Среди них было 45 женщин и 33 мужчин в возрасте от 17 до 82 лет. Критериями исключения для пациентов данной подгруппы являлись:

- выслушиваемый звук,
- пульсирующий характер шума,
- дыхательно-синхронный шум,
- признаки небного миоклонуса или миоклонуса среднего уха,

- признаки зияющей слуховой трубы (выраженная дыхательная аутофония и проводимые дыхательные шумы).

Пациенты были разделены на две группы: 48 пациентов с субъективным ушным шумом и 30 пациентов без ушного шума. Поскольку значительная часть больных имела односторонний ушной шум, оценка результатов проводилась не только по пациентам, но и по каждому уху отдельно. В анализ были включены 75 ушей с ушным шумом и 81 ухо без ушного шума.

Указанная когорта использовалась для выявления взаимосвязи между ушным шумом и показателями функции слуховой трубы, включая результаты ETF-теста, тимпанометрический градиент и пик комплианса [38].

2.3.5 Группа пациентов для бимодальной стимуляции и фБИКС

В проспективное исследование бимодальной нейромодуляции были включены 32 пациента с хроническим односторонним ушным шумом без выраженной тугоухости. Среди них было 17 мужчин и 15 женщин. Возраст пациентов варьировал от 24 до 56 лет, средний возраст составил $41,3 \pm 9,8$ года. У 23 пациентов шум локализовался слева, у 9 – справа. Длительность существования шума составляла от 1 года до 7 лет, медиана – 3,5 года.

По данным тональной пороговой аудиометрии у всех пациентов пороги слуха находились в пределах возрастной нормы либо соответствовали минимальному снижению слуха не более I степени на речевых частотах. Для исключения органической патологии всем пациентам были выполнены магнитно-резонансная томография головного мозга и области мостомозжечкового угла с контрастным усилением, а также компьютерная томография височных костей. Патологических изменений, способных объяснить ушной шум, выявлено не было. Импедансометрия у всех обследованных соответствовала тимпанограмме типа А.

Данная группа использовалась для оценки эффективности бимодальной стимуляции и нейропластических изменений корковой активности по данным фБИКС [7, 92, 96].

2.4 Критерии включения и исключения

Критерии включения и исключения варьировали в зависимости от конкретного исследовательского блока.

Для ретроспективной группы поэтапной оценки результатов кохлеарной имплантации критерием включения являлись наличие двусторонней сенсоневральной тугоухости IV степени, жалобы на постоянный субъективный ушной шум и выполнение операции кохлеарной имплантации с последующим динамическим наблюдением.

Для группы анализа предикторов эффективности кохлеарной имплантации критерием включения являлись двусторонняя сенсоневральная тугоухость IV степени, наличие хронического ушного шума до операции и наличие полного набора клинико-анамнестических данных, позволяющих оценить возраст, пол, длительность тугоухости, исходную выраженность шума и этиологию заболевания.

Для группы психоакустической шумометрии критерием включения являлось наличие хронического субъективного ушного шума и возможность выполнения психоакустического тестирования и анкетирования.

Для группы оценки функции слуховой трубы критерием включения являлись жалобы на нарушение слуха при возможности проведения объективного исследования среднего уха. Критериями исключения являлись острая и хроническая лор-патология, перенесенные оперативные вмешательства на лор-органах, а также жалобы на нарушение носового дыхания.

Для группы бимодальной стимуляции критерием включения являлись наличие хронического одностороннего ушного шума, отсутствие выраженной тугоухости, отсутствие органической патологии по данным МРТ и КТ, а также отсутствие выраженных неврологических и психических заболеваний. Во всех проспективных разделах обязательным условием было подписание информированного согласия на участие в исследовании.

Общим критерием исключения из проспективных разделов являлся отказ пациента от участия в исследовании или невозможность завершить предусмотренный протокол обследования и лечения.

2.5 Клинические методы обследования

Клиническое обследование включало анализ жалоб, анамнестических данных, сроков возникновения ушного шума, характера его течения, стороны поражения, связи симптомов с акустической травмой, инфекционным процессом, внезапным снижением слуха или иной клинической ситуацией. Уточнялись сопутствующие симптомы, в том числе ощущение заложенности уха, нарушения сна, снижение слуха, особенности субъективной переносимости ушного шума [14, 92].

Всем пациентам проводился стандартный оториноларингологический осмотр. Он включал отоскопию или отомикроскопию, оценку состояния наружного слухового прохода и барабанной перепонки, а также анализ состояния носовой полости, носоглотки и ротоглотки в соответствии с задачами обследования. В отдельных группах дополнительно учитывались заключения сурдолога и невролога [9, 38].

У пациентов, включенных в исследование бимодальной стимуляции, до начала лечения выполнялось клиническое обследование, направленное на исключение органической неврологической патологии и факторов, способных ограничивать проведение нейромодулирующего воздействия [96, 136].

2.6 Аудиологические методы исследования

2.6.1 Тональная пороговая аудиометрия

Тональная пороговая аудиометрия являлась обязательным методом исследования во всех клинических группах. Исследование проводилось в

стандартном речевом диапазоне частот с определением порогов воздушного и, при необходимости, костного звукопроведения. У части пациентов, особенно при отсутствии выраженной тугоухости по стандартной аудиограмме, выполнялась аудиометрия в расширенном высокочастотном диапазоне [41, 52]. Для выполнения речевой аудиометрии использовался двухканальный аудиометр «АС40» (фирма-производитель «Interacoustics», Дания), оснащенный головными телефонами TDH39, и подключенный к персональному компьютеру, с помощью программного обеспечения которого можно было направлять как полезный сигнал, так и речевую помеху по двум разным каналам аудиометра в один наушник для ипсилатерального предъявления обоих сигналов с регулировкой (калибровкой) входящего аудиосигнала по каждому каналу отдельно. Таким образом, после определения начального уровня подаваемых сигналов можно было осуществлять регулировку как полезного сигнала, так и помехи независимо друг от друга с регистрацией интенсивности предъявляемых сигналов.

Тональная аудиометрия использовалась для верификации степени и типа снижения слуха, выделения пациентов с глубокой двусторонней сенсоневральной тугоухостью, а также для оценки состояния слуховой функции у пациентов с хроническим шумом без выраженной тугоухости [41, 52].

2.6.2 Речевая аудиометрия

Речевая аудиометрия применялась для оценки функционального слухового восприятия, в том числе в процессе реабилитации после кохлеарной имплантации. Она включала исследование восприятия разговорной и шепотной речи, а в необходимых случаях – стандартную оценку разборчивости словесного материала в тишине и на фоне шума [11].

У пациентов после кохлеарной имплантации речевая аудиометрия использовалась для процессов адаптации слуха и речи и сопоставления динамики слухового восприятия с выраженностью ушного шума [11].

2.6.3 Импедансометрия

Импедансометрия применялась для оценки состояния среднего уха, подвижности барабанной перепонки и цепи слуховых косточек, а также для регистрации акустических рефлексов. Исследование проводилось во всех клинических блоках, где требовалась оценка звукопроводящей системы уха [38].

В блоке оценки функции слуховой трубы импедансометрия использовалась как основа для количественного анализа основных тимпанометрических параметров: пикового тимпанометрического давления, тимпанометрического градиента и пика комплианса [38].

2.6.4 Дополнительные методы оценки слуховой функции

По показаниям выполнялись дополнительные методы оценки слуховой функции, направленные на уточнение уровня поражения слухового анализатора и определение потенциала восстановления нарушенных функций. К ним относились регистрация отоакустической эмиссии, вызванных слуховых потенциалов ствола мозга, частотно-модулированных стволовых потенциалов мозга и другие объективные методы исследования [41, 52].

В предоперационном обследовании пациентов, являвшихся кандидатами на кохлеарную имплантацию, дополнительно использовались лучевые методы – компьютерная томография височных костей и магнитно-резонансная томография области внутреннего уха и мостомозжечкового угла – для оценки анатомии улитки, состояния внутреннего слухового прохода, исключения ретрокохлеарной патологии и планирования хирургической тактики [19, 34].

2.7 Метод психоакустической шумометрии

Психоакустическая шумометрия применялась для количественной характеристики субъективного ушного шума. Основой исследования служил метод

сравнения громкости, позволяющий определить акустические параметры шума путем подбора внешнего звукового сигнала, наиболее близкого по субъективному восприятию к патологическому слуховому ощущению пациента [12, 23, 24].

2.7.1 Определение частоты основного тона ушного шума

На первом этапе психоакустической шумометрии определяли частоту основного тона ушного шума. Пациенту предъявлялись звуковые стимулы различной частоты, после чего он выбирал тот сигнал, который воспринимался как максимально приближенный к высоте собственного ушного шума [30, 61, 65].

2.7.2 Определение порога восприятия ушного шума

После определения частоты основного тона проводили измерение интенсивности, соответствующей порогу восприятия ушного шума. Данный показатель определяли в децибелах и использовали как одну из количественных характеристик сенсорной выраженности патологического слухового ощущения [30, 61, 65].

2.7.3 Определение уровня перекрытия внешним тоном

Следующим этапом являлась оценка уровня перекрытия ушного шума внешним звуковым сигналом. Пациенту предъявлялись стимулы различной интенсивности на ранее подобранной частоте, после чего фиксировался минимальный уровень, при котором внешний сигнал частично или полностью перекрывал субъективный ушной шум [30, 61, 65].

2.7.4 Оценка второго компонента ушного шума

У части пациентов ушной шум имел двухкомпонентный характер. В таких случаях дополнительно определяли частоту, порог восприятия и уровень перекрытия второго компонента шума. Это позволяло более полно охарактеризовать спектральную структуру патологического слухового ощущения и использовать полученные данные при последующем подборе персонализированной звуковой терапии [30, 61, 65].

2.8 Анкетологические методы оценки тяжести ушного шума

2.8.1 Визуально-аналоговая шкала

Визуально-аналоговая шкала применялась во всех клинических блоках исследования как основной метод быстрой субъективной оценки интенсивности ушного шума. Пациент самостоятельно определял выраженность шума по шкале от 0 до 10 баллов, где 0 соответствовал отсутствию шума, а 10 – максимально выраженному, субъективно нестерпимому шуму [73].

В блоке кохлеарной имплантации для последующего анализа использовались категории слабого, умеренного и сильного ушного шума. Слабым считали ушной шум в диапазоне 0–3 балла, умеренным – 4–6 баллов, сильным – 7 баллов и более [73].

Клинически значимым эффектом лечения считали изменение уровня ушного шума не менее чем на 2 балла в ту или иную сторону [73].

2.8.2 THI

Для углубленной оценки влияния ушного шума на качество жизни использовался опросник Tinnitus Handicap Inventory. Опросник включал 25 вопросов и позволял оценить функциональный, эмоциональный и

катастрофический компоненты дистресса, связанного с СУШом. Итоговый результат выражался в баллах от 0 до 100 [67].

Опросник ТНІ применялся в исследовании психоакустической шумометрии, в проспективном блоке бимодальной нейромодуляции, а также в клинических наблюдениях при оценке эффект подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации [67].

2.9 Исследование функции слуховой трубы

2.9.1 Классическая тимпанометрия

Классическая тимпанометрия проводилась на зондирующей частоте 226 Гц в диапазоне давления от +200 daPa до -400 daPa. Исследование позволяло получить основные параметры тимпанограммы: пиковое значение тимпанометрического давления, тимпанометрический градиент и пик комплианса. Тип тимпанограммы определяли по классификации James Jerger [38].

2.9.2 Оценка пика комплианса

Пик комплианса рассматривался как количественный показатель степени податливости системы среднего уха. Он определялся как высота пика тимпанометрической кривой в момент выравнивания давления в барабанной полости и наружном слуховом проходе. Для взрослых ориентировочными нормативными значениями считали диапазон от 0,3 до 1,7 mmho. Сопоставление данного показателя в группах пациентов с ушным шумом и без него использовали для выявления функциональных различий в состоянии среднего уха [38].

2.9.3 ETF-тест

Оценка функции слуховой трубы выполнялась в режиме ETF. В этом режиме тимпанограмма регистрировалась последовательно трижды: при базальном состоянии в покое, при выполнении пробы Тойнби и при выполнении пробы Вальсальвы. Для каждой кривой определяли базальное давление и параметры пика [38].

Нормальную функцию слуховой трубы оценивали по способности системы среднего уха адекватно изменять давление при функциональных нагрузках. Критерием нормальной вентиляционной функции считали разницу между значениями P1 и P2 более 10 daPa и разницу между P2 и P3 более 15 daPa [38].

2.10 Методы нейровизуализации

2.10.1 Функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия

Объективная оценка динамики корковой активности у пациентов с хроническим ушным шумом проводилась методом функциональной ближней инфракрасной спектроскопии. Исследование выполнялось с использованием оптической системы CortiVision Photon Cap на основе эмиттеров и детекторов ближнего инфракрасного диапазона с длинами волн 760 и 850 нм [7, 92].

Метод позволял регистрировать изменения концентрации оксигенированного и дезоксигенированного гемоглобина в корковых отделах головного мозга как показатели локальной нейрональной активации. Частота сбора данных составляла 10 Гц. Для уменьшения влияния поверхностных артефактов применялись коротко-базисные каналы с расстоянием 8 мм [7, 92].

2.10.2 Размещение оптодов и выбор зон интереса

Оптический колпачок с источниками и детекторами размещался на голове пациента в соответствии с международной схемой 10–20 с использованием руководства AtlasViewer для пространственной проекции оптодов на кору [7, 92].

В качестве зон интереса были выбраны: первичная слуховая кора – поля Бродмана 41 и 42, вторичная слуховая кора и зона Вернике – поле 22, дорсолатеральная и фронтополярная префронтальная кора – поля 9, 10 и 46, а также ассоциативная теменно-височная кора – поле 40. Такое распределение зон интереса было обусловлено современными представлениями о вовлечении слуховых, ассоциативных и лобных структур в формирование хронического ушного шума [7,92].

2.10.3 Протокол функциональных проб

До начала активных проб в затемненном тихом помещении выполнялась фоновая запись в состоянии покоя продолжительностью 5 минут. Пациент находился в положении сидя с закрытыми глазами [13, 27].

После этого выполнялись две функциональные пробы. Первая проба – «шум-фокус» – заключалась в том, что в течение 5 минут пациенту предлагалось сосредоточить внимание на собственном ушном шуме, фиксируя его высоту, громкость и субъективное восприятие [7, 92].

Вторая проба представляла собой контрольную звуковую стимуляцию. В ухо, противоположное стороне шума, подавался звуковой стимул той частоты, которая ранее определялась как наиболее близкая по высоте к субъективному ушному шуму. Интенсивность сигнала выбиралась на уровне порога дискомфорта минус 10 дБ. Стимул подавался циклами по 20 секунд звука и 20 секунд тишины; всего проводилось 5 циклов [7,92,].

2.10.4 Обработка данных фБИКС

Обработка данных выполнялась с использованием программ Homer3 и CortiPrism. Анализировались изменения концентрации оксигенированного гемоглобина и дезоксигемоглобина, прежде всего в ранее заданных зонах интереса. Основное внимание уделялось динамике ΔHbO_2 как наиболее чувствительному показателю локального гемодинамического ответа [7, 92].

Сопоставлялись результаты фБИКС до начала курса бимодальной стимуляции и после его завершения. Анализ включал оценку выраженности гиперактивации слуховой коры, вовлеченности зоны Вернике и префронтальной коры, а также характера межполушарной латерализации ответа [7, 56, 92].

2.11 Особенности оценки пациентов после кохлеарной имплантации

2.11.1 Этапы наблюдения

Оценка пациентов после кохлеарной имплантации проводилась последовательно на нескольких этапах. На первом этапе ушной шум оценивали до операции. Второй этап соответствовал 7-м суткам после хирургического вмешательства, когда речевой процессор еще не был активирован. Третий этап – первое подключение речевого процессора, как правило, через несколько недель после операции. Четвертый этап – через 6 месяцев регулярного использования импланта. Дополнительно у части пациентов оценивали отдаленные результаты через 60 месяцев наблюдения [15, 24, 154].

2.11.2 Оценка эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации

Основным методом оценки эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации являлось анкетирование по визуально-аналоговой шкале.

Изменения выраженности ушного шума классифицировали как исчезновение, уменьшение, отсутствие изменений или усиление. Клинически значимым результатом считали снижение интенсивности шума не менее чем на 2 балла по ВАШ [15, 24, 154].

Для изучения прогностических факторов дополнительно рассчитывали вероятность неблагоприятного исхода, под которым понимали отсутствие клинически значимого уменьшения шума после кохлеарной имплантации [24, 154].

2.11.3 Оценка эффекта остаточного подавления

Эффект остаточного подавления оценивали у пациентов, у которых после кохлеарной имплантации ушной шум исчезал или уменьшался не только при активном речевом процессоре, но и сохранял тенденцию к уменьшению после его временного выключения. Анализ данного феномена проводили по данным динамического наблюдения, клинических бесед и анкетирования [186, 189].

2.12 Методологические аспекты настройки речевого процессора и коррекции слухоречевых нарушений у пациентов с ушным шумом

Первичное подключение и настройка речевого процессора выполнялись, как правило, через 3–6 недель после операции, после заживления послеоперационной раны. Перед подключением проводился осмотр операционной области и оценка возможности безопасной активации системы [34].

Каждая настроечная сессия начиналась с телеметрии состояния кохлеарного импланта. Она включала проверку электромагнитной связи между внешней и внутренней частями системы, контроль работоспособности электроники, измерение сопротивления каждого активного и заземляющего электродов. Полученные данные позволяли выявлять электроды с высоким сопротивлением, участки короткого замыкания и возможное экстракохлеарное положение отдельных контактов [34].

При первичном подключении учитывались данные интраоперационного тестирования импланта, а также результаты послеоперационной рентгенографии или компьютерной томографии височной кости, подтверждающие полноту введения электродной цепочки [34].

Настройка карты стимуляции основывалась на определении пороговых уровней и максимальных комфортных уровней электрической стимуляции на каждом электроде. В процессе настройки использовались как субъективные ответы пациента, так и объективные методы – регистрация стапедияльного рефлекса на электрическую стимуляцию и телеметрия ответа слухового нерва. Использование объективных методов особенно важно ранних этапах восстановительного процесса, когда необходимо избежать как недостаточной, так и избыточной стимуляции [34].

В первые дни после активации параметры карты изменяли постепенно, по мере адаптации пациента к новым слуховым ощущениям. Процесс первичной адаптации обычно занимал не менее 5–7 дней. После стабилизации карты проводились повторные сессии настройки в плановые сроки и по клинической необходимости [34].

Слухоречевая реабилитация пациентов с ушным шумом после кохлеарной имплантации включала развитие слухового восприятия, постепенное обучение различению и узнаванию неречевых и речевых сигналов, регулярное использование процессора, а также динамическое наблюдение сурдолога и, при необходимости, сурдопедагога. У данной категории пациентов реабилитация рассматривалась как составная часть не только слуховой, но и уменьшающей шум в ушах терапией [34].

2.13 Методы статистической обработки результатов

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программных пакетов MedCalc version 16.8.4, Microsoft Excel, языка R и программной среды RStudio 2023.06.1.

Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью среднего арифметического значения, стандартного отклонения и 95% доверительного интервала. При отсутствии нормального распределения применялись медиана и межквартильный интервал.

Оценка нормальности распределения проводилась с использованием критерия Шапиро – Уилка. Для сравнения двух независимых групп при нормальном распределении и равенстве дисперсий использовали t-критерий Стьюдента. При ненормальном распределении применяли U-критерий Манна – Уитни. Для сравнения зависимых выборок использовали критерий Уилкоксона. При анализе повторных измерений у одних и тех же пациентов применяли критерий Фридмана с последующими попарными сравнениями.

Для анализа качественных признаков и распределения частот использовали критерий χ^2 . Для оценки связи между количественными показателями применяли коэффициент ранговой корреляции Спирмена. В блоке анализа предикторов кохлеарной имплантации выполнялись корреляционный и регрессионный анализ, а также расчет относительного риска неблагоприятного исхода с определением 95% доверительного интервала.

Статистически значимыми различия считались при уровне $p < 0,05$. При множественных проверках гипотез в пределах одного тематического блока применялась коррекция уровня значимости: для попарных апостериорных сравнений после критерия Фридмана и для серийных межгрупповых сопоставлений использовали процедуру Holm–Bonferroni, для множественных корреляционных и нейровизуализационных проверок – контроль доли ложных открытий методом Benjamini–Hochberg (FDR). Статистические выводы формулировались только при сохранении значимости после соответствующей коррекции. Значения p не округлялись до нуля; при расчетном значении менее 0,001 результат оформлялся как $p < 0,001$.

ГЛАВА 3. КЛИНИКО-АУДИОЛОГИЧЕСКАЯ И ПСИХОАКУСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УШНОГО ШУМА

В настоящей главе представлены результаты клинико-аудиологического и психоакустического обследования пациентов с хроническим субъективным ушным шумом. Основной задачей данного этапа исследования являлась количественная оценка акустических характеристик ушного шума, сопоставление инструментальных данных с показателями субъективной оценки и определение значения психоакустического профилирования для последующего выбора индивидуализированной звуковой терапии.

3.1 Общая клиническая характеристика пациентов с ушным шумом

В исследование включены 49 пациентов с хроническим ушным шумом в возрасте от 30 до 73 лет. Средний возраст обследованных составил $48,43 \pm 10,62$ года. Таким образом, исследуемая группа представляла собой клинически неоднородную, но репрезентативную выборку взрослых пациентов с длительно существующим субъективным ушным шумом, требующим уточнения его акустических параметров и последующей персонификации лечебного подхода.

Всем пациентам проведена психоакустическая шумометрия с использованием метода сравнения громкости, включавшего определение частотного спектра ушного шума, порога восприятия основного тона ушного шума и уровня его перекрытия внешним тоном. Дополнительно для оценки субъективной выраженности симптома применялись визуально-аналоговая шкала ушного шума и опросник ТНІ.

Исследуемая группа характеризовалась выраженной межиндивидуальной вариабельностью как по субъективной переносимости ушного шума, так и по его инструментально определяемым параметрам. Уже на этапе первичного анализа это указывало на гетерогенность патофизиологических механизмов формирования СУШа и недостаточность использования только одного диагностического

критерия для описания состояния пациента. Общая клинико-аудиологическая характеристика пациентов, включенных в психоакустическое исследование, представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Общая клинико-аудиологическая характеристика пациентов, включенных в психоакустическое исследование

Показатель	Значение
Общее число пациентов	49
Характер ушного шума	Хронический субъективный ушной шум
Возраст, лет ($M \pm SD$)	$48,43 \pm 10,62$
Возрастной диапазон, лет	30–73
Частотный спектр основного тона ушного шума определен, n (%)	49 (100,0)
Полный объем психоакустического тестирования* выполнен, n (%)	48 (98,0)
Однокомпонентный ушной шум, n (%)	38 (77,6)
Двухкомпонентный ушной шум, n (%)	11 (22,4)
Примечание: *под полным объемом психоакустического тестирования понимали определение частоты основного тона ушного шума, порога его восприятия и уровня перекрытия внешним тоном. $M \pm SD$ – среднее значение $\pm$ стандартное отклонение; ВАШ – визуально-аналоговая шкала; THI – Tinnitus Handicap Inventory	

Как видно из представленных данных, исследуемая группа включала 49 пациентов с хроническим субъективным ушным шумом и характеризовалась выраженной клинической неоднородностью. При этом у подавляющего большинства обследованных удалось выполнить полный объем психоакустического тестирования, что обеспечило достаточную полноту анализа основных акустических характеристик ушного шума. Особого внимания заслуживает факт выявления двухкомпонентного варианта ушного шума более чем у одной пятой пациентов, что указывает на спектральную сложность патологического слухового феномена и необходимость его детализированного профилирования.

3.2 Структура жалоб и особенности субъективного восприятия шума

Ведущей жалобой у всех пациентов являлось наличие хронического ушного шума различной степени выраженности. Анализ результатов обследования показал, что субъективное восприятие данного симптома отличалось значительной неоднородностью. У одних пациентов ушной шум воспринимался как относительно переносимый сенсорный феномен, у других он сопровождался выраженным дискомфортом и существенно влиял на качество жизни.

Полученные данные подтверждают, что ушной шум не может рассматриваться исключительно как акустический феномен. Уже на клиническом уровне он включает как собственно сенсорный компонент, так и эмоционально-когнитивную составляющую. Именно поэтому субъективная оценка тяжести шума не всегда совпадает с инструментальными параметрами, определяемыми при психоакустической шумометрии.

Особое внимание привлек тот факт, что у части пациентов ушной шум имел не один, а два субъективно различимых компонента. Наличие такого феномена указывает на более сложную спектральную организацию патологического слухового ощущения и требует специального учета как при диагностике, так и при подборе звуковой терапии.

3.3 Выраженность ушного шума по данным ВАШ и ТНІ

По данным визуально-аналоговой шкалы значения выраженности ушного шума в исследуемой группе варьировали от 2 до 8 баллов. Медиана и межквартильный интервал составили 4 (3–5) балла. Это свидетельствует о том, что в среднем в выборке преобладали пациенты с умеренной субъективной выраженностью шума, однако внутри группы наблюдался широкий разброс индивидуальных оценок.

Показатели субъективной выраженности ушного шума по данным визуально-аналоговой шкалы и опросника ТНІ приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Показатели субъективной выраженности ушного шума по данным ВАШ и ТНІ

Статистический показатель	ВАШ, баллы	ТНІ, баллы
Минимум	2	10
Максимум	8	96
Медиана	4	50
Нижний квартиль (Q1)	3	28
Верхний квартиль (Q3)	5	64
Примечание: между показателями ВАШ и ТНІ выявлена умеренная положительная корреляция: $r = 0,41$; $p < 0,00132$. Значимость данной связи сохранялась после коррекции множественных сравнений в блоке анализа предикторов		

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в обследованной группе преобладали пациенты с умеренной субъективной выраженностью ушного шума, однако степень связанного с ним дистресса характеризовалась значительной вариабельностью. Сопоставление медианных значений ВАШ и ТНІ подтверждает, что интенсивность ушного шума и степень его влияния на качество жизни не являются тождественными характеристиками. Следовательно, при оценке клинической тяжести состояния необходимо учитывать не только субъективную громкость патологического слухового ощущения, но и его функциональные и эмоциональные последствия.

Показатели по опроснику ТНІ находились в диапазоне от 10 до 96 баллов. Медиана и межквартильный интервал составили 50 (28–64) баллов. Таким образом, по данным ТНІ значительная часть пациентов имела не только сам факт восприятия ушного шума, но и клинически значимое снижение качества жизни, связанное с этим симптомом.

При сопоставлении данных ВАШ и ТНІ установлена умеренная статистически значимая связь между субъективной оценкой интенсивности шума и степенью его влияния на качество жизни. Коэффициент корреляции Спирмена составил $r = 0,41$ при $p < 0,00132$. Полученный результат имеет принципиальное значение, поскольку показывает, что усиление субъективно воспринимаемого дискомфорта, как правило, сопровождается увеличением общего дистресса, однако

эта связь не является линейной и абсолютной. Иными словами, даже при сходной интенсивности шума его влияние на качество жизни у разных пациентов может существенно различаться. После коррекции множественных корреляционных проверок методом Benjamini–Hochberg данная связь сохраняла статистическую значимость.

3.4 Частотные характеристики ушного шума

Частотный спектр основного тона ушного шума в исследуемой выборке отличался значительной вариабельностью. Диапазон частот составлял от 125 до 18 500 Гц, среднее значение – $6\,829,69 \pm 6\,225,22$ Гц. Такие данные указывают на отсутствие единого «типичного» частотного профиля ушного шума и подтверждают выраженную индивидуальность акустической характеристики симптома у каждого пациента.

Основные психоакустические характеристики ушного шума в исследуемой группе представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Основные психоакустические характеристики ушного шума в исследуемой группе

Показатель	Ед. изм.	$M \pm SD$ (95% ДИ) / Me (Q1–Q3)	n	min	max
Частота основного тона ушного шума	Гц	$6\,829,69 \pm 6\,225,22$ (5 086,66–8 572,72)	49	125	18 500
Порог восприятия основного тона ушного шума	дБ	$37,44 \pm 23,16$ (30,88–43,99)	48	5	101
Уровень перекрытия внешним тоном основного тона ушного шума	дБ	$43,19 \pm 23,04$ (36,67–49,70)	48	7	105
Разница между уровнем перекрытия внешним тоном и порогом восприятия ушного шума	дБ	$5,75 \pm 3,29$ (4,82–6,68)	48	2	15

Продолжение таблицы 3.3

Примечания

1 Между порогом восприятия основного тона ушного шума и его субъективной оценкой по ВАШ выявлена умеренная положительная связь ($r = 0,42$; $p < 0,00133$). Значимость данной связи сохранялась после коррекции множественных сравнений в блоке анализа предикторов.

2 Между порогом восприятия ушного шума и уровнем его перекрытия внешним тоном установлена практически линейная зависимость ($r = 0,99$; $p < 0,0001$)

Как видно из таблицы, частотные и интенсивностные параметры ушного шума отличаются выраженной межиндивидуальной вариабельностью. Особенно показательным является широкий диапазон частоты основного тона, что подтверждает отсутствие единого типичного акустического профиля ушного шума. В то же время тесная зависимость между порогом восприятия и уровнем перекрытия внешним тоном свидетельствует о внутренней согласованности психоакустических измерений и подтверждает их практическую ценность при подборе индивидуализированного звукового воздействия.

Несмотря на широкий диапазон значений, в целом отмечалась тенденция к локализации основного тона ушного шума в средне- и высокочастотной области. Однако внутри выборки встречались как низкочастотные, так и высокочастотные варианты, что не позволяет рассматривать частоту шума как самостоятельный критерий его клинической тяжести.

Проведенный анализ не выявил статистически значимой зависимости между частотой основного тона ушного шума и субъективной оценкой его выраженности по опросникам. Это подтверждает, что сам по себе частотный параметр не определяет степень страдания пациента и должен интерпретироваться только в комплексе с другими психоакустическими и клиническими показателями.

3.5 Порог восприятия основного тона ушного шума

Порог восприятия основного тона ушного шума был определен у 48 пациентов. Диапазон значений составил от 5 до 101 дБ, среднее значение – $37,44 \pm$

23,16 дБ. Такая вариабельность отражает существенные различия в сенсорной представленности ушного шума у разных пациентов.

Установлено, что связь между порогом восприятия основного тона ушного шума и его субъективной оценкой по визуально-аналоговой шкале носила умеренный характер. Коэффициент корреляции Спирмена составил $r = 0,42$ при $p < 0,00133$. Следовательно, при увеличении порога восприятия в определенной степени возрастала и субъективная оценка выраженности ушного шума, однако данная зависимость не была абсолютной. После коррекции множественных корреляционных проверок методом Benjamini–Hochberg связь сохраняла статистическую значимость.

С клинической точки зрения это означает, что порог восприятия может рассматриваться как важный, но не исчерпывающий параметр оценки. Он отражает один из аспектов сенсорной характеристики шума, однако не позволяет в полной мере судить о степени его влияния на повседневную активность, эмоциональное состояние и качество жизни пациента.

3.6 Уровень перекрытия ушного шума внешним тоном

Уровень перекрытия внешним тоном основного тона ушного шума также был определен у 48 пациентов. Значения варьировали от 7 до 105 дБ, среднее значение составило $43,19 \pm 23,04$ дБ. По своей вариабельности данный показатель был сопоставим с порогом восприятия ушного шума.

Фактически уровень перекрытия отражал ту интенсивность внешнего звукового сигнала, которая была необходима для субъективного подавления или полного перекрытия ушного шума. Этот параметр имеет особое значение для последующего подбора звуковой терапии, поскольку позволяет ориентироваться на индивидуальную маскируемость шума и рассчитывать необходимую интенсивность стимулирующего сигнала.

Вместе с тем результаты показали, что уровень перекрытия, как и другие психоакустические показатели, не демонстрировал самостоятельной

статистически значимой связи с данными субъективных опросников при анализе большинства сочетаний параметров. Это подтверждает сложный характер соотношения между объективируемой акустической структурой шума и личностным переживанием данного симптома.

3.7 Разница между порогом восприятия и уровнем перекрытия

Разница между уровнем перекрытия внешним тоном и порогом восприятия основного тона ушного шума была рассчитана у 48 пациентов. Значения варьировали от 2 до 15 дБ, среднее значение составило $5,75 \pm 3,29$ дБ.

Установлена практически линейная зависимость между порогом восприятия ушного шума и уровнем его перекрытия внешним тоном. Коэффициент корреляции Спирмена достигал $r = 0,99$ при $p < 0,0001$. Данный результат указывает на то, что для большинства пациентов подавление ушного шума достигается при предъявлении внешнего сигнала, лишь умеренно превышающего порог восприятия соответствующего акустического стимула.

С практической точки зрения полученные данные имеют важное значение для построения программ звуковой терапии. Они позволяют предполагать, что для значительной части пациентов эффективный маскирующий сигнал не требует чрезмерного усиления и может быть подобран в относительно узком диапазоне над индивидуальным порогом восприятия. Однако даже при столь тесной связи между двумя инструментальными параметрами это не означает их прямого соответствия субъективной тяжести состояния.

3.8 Двухкомпонентный ушной шум как клинический вариант

В ходе исследования установлено, что у 11 из 49 пациентов, что составляет 22,4% обследованных, ушной шум состоял не из одного, а из двух компонентов, воспринимаемых на разных частотах. Это наблюдение имеет самостоятельное клиническое значение, поскольку свидетельствует о спектральной неоднородности

ушного шума у части пациентов. Психоакустические характеристики второго компонента ушного шума у пациентов с двухкомпонентным фенотипом представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Психоакустические характеристики второго компонента ушного шума у пациентов с двухкомпонентным фенотипом

Показатель	Ед. изм.	М ± SD (95% ДИ)	n	min	max
Частота второго компонента ушного шума	Гц	10 409,09 ± 4 790,50 (7 578,14–13 240,04)	11	800	16 000
Порог восприятия второго компонента ушного шума	дБ	45,91 ± 23,68 (31,91–59,90)	11	6	73
Уровень перекрытия внешним тоном второго компонента ушного шума	дБ	50,64 ± 22,51 (37,33–63,94)	11	14	76
Примечание: двухкомпонентный ушной шум выявлен у 11 из 49 пациентов, что составляет 22,4% исследуемой группы					

Представленные данные подтверждают, что у части пациентов ушной шум имеет сложную многокомпонентную структуру и не может быть адекватно описан в рамках одномерной модели. Наличие второго акустически значимого компонента требует более детального профилирования патологического слухового ощущения и усложняет выбор терапевтического звукового сигнала. Следовательно, двухкомпонентный ушной шум должен рассматриваться как самостоятельный клинико-психоакустический вариант, имеющий значение для персонализации лечения.

Частота второго компонента ушного шума варьировала от 800 до 16 000 Гц, среднее значение составило 10 409,09 ± 4 790,5 Гц. Порог восприятия второго компонента находился в диапазоне от 6 до 73 дБ, среднее значение – 45,91 ± 23,68 дБ. Уровень перекрытия внешним тоном второго компонента составлял от 14 до 76 дБ, среднее значение – 50,64 ± 22,51 дБ.

Наличие двухкомпонентного ушного шума свидетельствует о том, что у части пациентов патологическое слуховое ощущение не может быть адекватно

описано в рамках одномерной модели «одна частота – одна громкость». В практическом отношении это означает необходимость более сложного психоакустического профилирования и особенно тщательного подбора звуковых стимулов при проведении персонализированной терапии.

3.9 Взаимосвязь между ВАШ, ТНІ и параметрами психоакустической шумометрии

Проведенный корреляционный анализ (рисунок 3.1) позволил сделать несколько принципиально важных выводов.

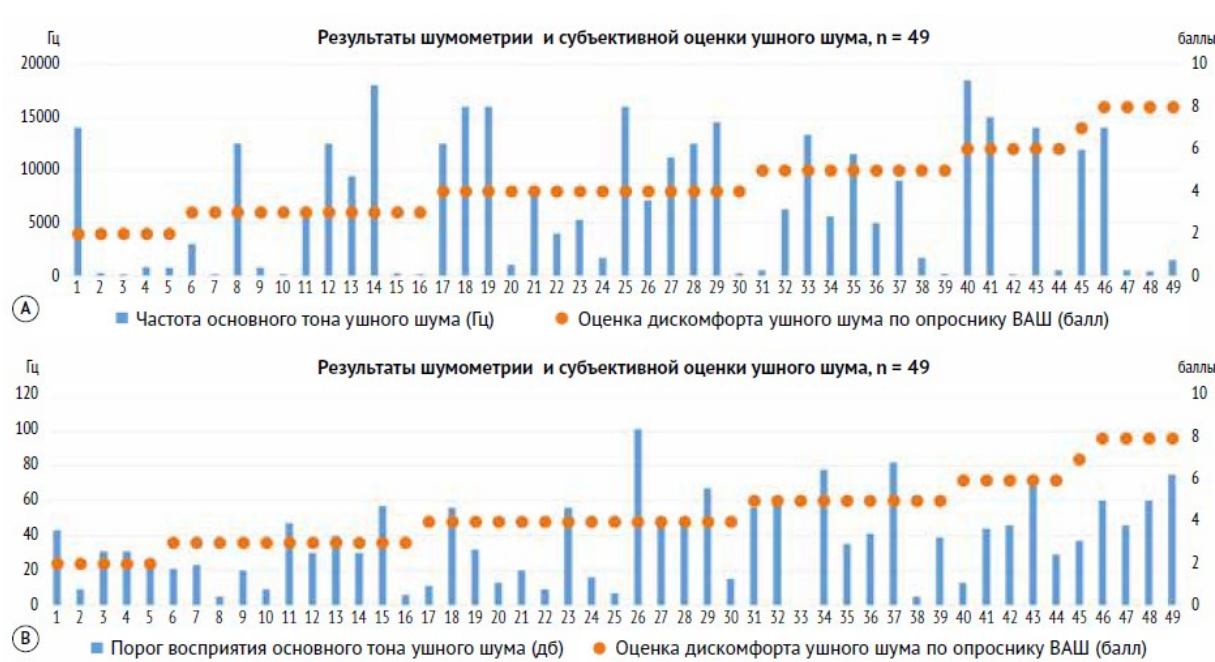


Рисунок 3.1 – Демонстрация по каждому пациенту парных субъективных оценок дискомфорта от ушного шума по ВАШ в сравнении с результатами психоакустической шумометрии. А – частоты основного тона ушного шума; В – пороги восприятия основного тона ушного шума

Во-первых, между субъективной оценкой ушного шума по ВАШ и опросником ТНІ выявлена умеренная статистически значимая связь, что указывает на частичное, но не полное совпадение сенсорного и дистресс-компонента симптома.

Во-вторых, среди психоакустических параметров статистически значимой оказалась лишь умеренная связь между порогом восприятия основного тона ушного шума и субъективной оценкой по ВАШ. Для других сочетаний инструментальных характеристик и данных опросников статистически значимых зависимостей не выявлено.

В-третьих, практически линейная зависимость между порогом восприятия и уровнем перекрытия внешним тоном указывает на внутреннюю согласованность психоакустических измерений как диагностического метода, но не подтверждает их тождественность субъективной тяжести ушного шума.

Следовательно, ушной шум следует рассматривать как многоуровневое явление, в структуре которого акустические параметры, субъективная интенсивность, дистресс и влияние на качество жизни связаны между собой лишь частично. Такой результат подтверждает необходимость комплексного обследования пациентов, включающего как психоакустические методы, так и опросники субъективного восприятия.

3.10 Диагностические возможности и ограничения психоакустической шумометрии

Психоакустическая шумометрия является важным инструментом количественной оценки ушного шума. Она позволяет определять частотные и интенсивностные характеристики патологического слухового ощущения, объективизировать его акустический профиль, сопоставлять динамику параметров в процессе лечения и формировать индивидуальный звуковой профиль для последующей терапии [30, 61, 65, 128].

К диагностическим возможностям метода следует отнести определение частоты основного тона ушного шума, измерение его порога восприятия, оценку уровня перекрытия внешним тоном, выявление второго компонента шума и тем самым более точное описание спектральной структуры симптома. В клинической

практике это особенно важно при подборе звуковых стимулов и мониторинге результатов лечения [30, 61, 65, 128].

Вместе с тем исследование выявило и ряд ограничений психоакустической шумометрии. Прежде всего, инструментальные параметры ушного шума не отражают напрямую степень его субъективной тяжести и влияния на качество жизни. Кроме того, стандартная аудиометрическая методология ограничена сравнительно узким частотным диапазоном, который часто не превышает 8 кГц, и крупным шагом изменения интенсивности, обычно равным 5 дБ, что уменьшает точность оценки. Дополнительные трудности создают выраженная межиндивидуальная вариабельность, изменчивость симптома во времени, субъективность подбора акустического эквивалента и взаимозависимость между восприятием высоты тона и громкости [30, 61, 65].

Существенным недостатком существующих подходов является также использование преимущественно чистых тонов, которые не всегда соответствуют реальной спектральной сложности ушного шума, нередко описываемого пациентами как широкополосный или многокомпонентный звук. По этой причине интерпретация результатов психоакустической шумометрии должна проводиться с осторожностью и всегда в контексте комплексной клинико-аудиологической картины [30, 61, 65].

3.11 Значение психоакустического профилирования для выбора звуковой терапии

Полученные результаты позволяют рассматривать психоакустическое профилирование как обязательный этап персонифицированного подбора звуковой терапии. Определение частотного спектра ушного шума, его порога восприятия, уровня перекрытия внешним тоном и возможной многокомпонентности создает основу для рационального выбора акустического сигнала [30, 109].

В практическом отношении психоакустические данные позволяют ориентированно подбирать параметры маскирующего или модулирующего

сигнала, рассчитывать его интенсивность с учетом индивидуального порога восприятия, а также избегать как недостаточной, так и избыточной звуковой стимуляции. Особенно важен этот подход у пациентов с двухкомпонентным или спектрально сложным ушным шумом, у которых использование стандартного одночастотного сигнала может быть недостаточно эффективным [30, 109].

Одновременно результаты исследования показали, что психоакустическое профилирование не может служить единственным основанием для выбора метода лечения. Поскольку выраженность страдания пациента определяется не только акустическими характеристиками шума, но и его психоэмоциональной значимостью, для полноценной терапии необходимо сочетать объективные психоакустические измерения с анализом данных ВАШ, ТНІ и общей клинической картины [30, 61, 65, 128].

Таким образом, психоакустическая шумометрия занимает ключевое место в системе диагностики ушного шума как метод объективизации его акустической структуры и как инструмент индивидуального подбора звуковой терапии. Однако наибольшую клиническую ценность она приобретает только в составе комплексного клинико-аудиологического алгоритма обследования пациента [30, 109].

ГЛАВА 4. СОСТОЯНИЕ СРЕДНЕГО УХА И ФУНКЦИЯ СЛУХОВОЙ ТРУБЫ У ПАЦИЕНТОВ С СУБЪЕКТИВНЫМ УШНЫМ ШУМОМ

В основу настоящей главы положены результаты обследования 78 пациентов с жалобами на нарушение слуха, распределенных на две группы: 48 пациентов с субъективным ушным шумом и 30 пациентов без ушного шума. Поскольку у части обследованных шум носил односторонний характер, анализ результатов выполнен не только по пациентам, но и по каждому уху отдельно. В общей сложности сопоставлены данные 75 ушей с субъективным ушным шумом и 81 уха без ушного шума. Исследование включало отоскопию, классическую тимпанометрию и оценку функции слуховой трубы в режиме ETF. Полученные результаты позволили рассмотреть состояние среднего уха и вентиляционной функции слуховой трубы как значимый компонент патогенеза ушного шума и как существенный элемент диагностического алгоритма у данной категории больных.

4.1 Клиническое значение дисфункции слуховой трубы при ушном шуме

Субъективный ушной шум традиционно рассматривается прежде всего в контексте патологии звуковоспринимающего отдела слуховой системы. Вместе с тем в последние годы все большее внимание уделяется нарушениям звукопроводящего аппарата, в частности состоянию среднего уха и функции слуховой трубы, как возможным факторам формирования или поддержания патологических слуховых ощущений. Такая постановка вопроса представляется обоснованной, поскольку нарушение вентиляционной функции слуховой трубы приводит к изменению давления в барабанной полости, нарушению податливости барабанной перепонки и цепи слуховых косточек, а следовательно, к изменению механики звукопроведения [9, 38].

Дисфункция слуховой трубы представляет собой клинический синдром, возникающий при нарушении ее вентиляционной, дренажной и защитной функций. Наиболее частыми причинами являются внешняя и внутренняя обструкция, их

сочетание, паретические расстройства, патология височно-нижнечелюстного сустава, а также миоклонус. При этом клинические проявления дисфункции слуховых труб отличаются значительным полиморфизмом и не ограничиваются жалобами на снижение слуха или заложенность уха. К числу характерных симптомов относятся ощущение давления и распираания в ухе, аутофония, различные варианты болевых ощущений, а также шумовые феномены в виде треска, щелчков и других дискретных звуков, не синхронных пульсу [38].

Клиническое значение дисфункции слуховой трубы при ушном шуме определяется тем, что она может выступать как самостоятельный патогенетический механизм патологического слухового ощущения либо как фактор, усиливающий уже существующий шум иной этиологии. Изменение внутрибарабанного давления и нарушение подвижности звукопроводящей системы создают условия для формирования стойкого дискомфорта, субъективного искажения звуковосприятия и появления ушного шума. Следовательно, при обследовании пациента с субъективным ушным шумом необходимо учитывать не только состояние улитки, слухового нерва и центральных отделов слухового анализатора, но и функцию среднего уха. Общая характеристика обследованных групп пациентов представлена в таблице 4.1 [38].

Таблица 4.1 – Общая характеристика групп пациентов с ушным шумом и без ушного шума

Показатель	Значение
Общее число пациентов	78
Женщины, n (%)	45 (57,7)
Мужчины, n (%)	33 (42,3)
Возрастной диапазон, лет	17–82
Пациенты с ушным шумом, n	48
Пациенты без ушного шума, n	30
Уши с ушным шумом, n	75
Уши без ушного шума, n	81

Как следует из приведенных данных, исследование выполнено на сопоставимых группах пациентов с жалобами на нарушение слуха, различавшихся

наличием или отсутствием субъективного ушного шума. Учитывая, что у части пациентов ушной шум носил односторонний характер, последующий анализ был обоснованно проведен не только по пациентам, но и по каждому уху отдельно. Такой подход позволил более точно оценить связь между ушным шумом и функциональным состоянием среднего уха и слуховой трубы.

Особое значение данный вопрос приобретает в связи с тем, что дисфункция слуховых труб не всегда проявляется типичными изменениями при рутинной тимпанометрии. Даже при тимпанограмме типа А и при нормальном либо положительном давлении в барабанной полости функция слуховой трубы может быть нарушена и выявляться только при нагрузочном тестировании. Именно поэтому клиническая значимость слуховой трубы при ушном шуме заключается не только в ее возможной патогенетической роли, но и в необходимости целенаправленного инструментального поиска скрытых функциональных нарушений [38].

4.2 Отоскопическая и тимпанометрическая характеристика пациентов с ушным шумом

Клиническое обследование пациентов показало отсутствие грубой воспалительной патологии наружного и среднего уха, что соответствовало критериям включения в исследование. Таким образом, изучаемая группа представляла особый интерес именно с позиции функциональных нарушений среднего уха, а не явной органической отиатрической патологии. Это принципиально важно, поскольку позволяет анализировать вклад скрытых дисфункциональных состояний в формирование ушного шума.

При отоскопии у пациентов с дисфункцией слуховых труб наиболее значимыми признаками традиционно считаются втянутость барабанной перепонки, более выраженная визуализация короткого отростка молоточка и ограничение подвижности барабанной перепонки. Однако в реальной клинической практике, особенно при субклинических и интермиттирующих формах нарушения

вентиляционной функции слуховой трубы, отоскопическая картина нередко остается малоинформативной. Полученные данные еще раз подтверждают, что отсутствие ярких отоскопических изменений не позволяет исключить функциональное неблагополучие среднего уха [38].

Классическая тимпанометрия выполнялась на зондирующей частоте 226 Гц в диапазоне давления от +200 до –400 daPa. В рамках исследования анализировались основные тимпанометрические параметры: пиковое тимпанометрическое давление, тимпанометрический градиент и пик комплианса. Такой подход позволил оценить не только характер внутритимпанального давления, но и функциональное состояние системы барабанная перепонка – слуховые косточки, а также податливость среднего уха в целом. Распределение типов тимпанограмм в общей выборке обследованных пациентов приведено в таблице 4.2 [38].

Таблица 4.2 – Распределение типов тимпанограмм в общей выборке обследованных пациентов

Тип тимпанограммы	n	%
A	30	38,5
As	27	34,6
Ad	21	26,9
Примечание: Тип тимпанограммы определяли по классификации James Jerger		

Представленные данные показывают, что в обследованной выборке преобладали тимпанограммы типов A, As и Ad, тогда как выраженные варианты отрицательного давления в среднем ухе не являлись доминирующими (рисунок 4.1). Это имеет важное клиническое значение, поскольку подтверждает невозможность исключения функциональной патологии слуховой трубы только на основании отсутствия грубых тимпанометрических изменений. Следовательно, рутинная тимпанометрия должна рассматриваться как начальный, но недостаточный этап диагностики при ушном шуме [38].

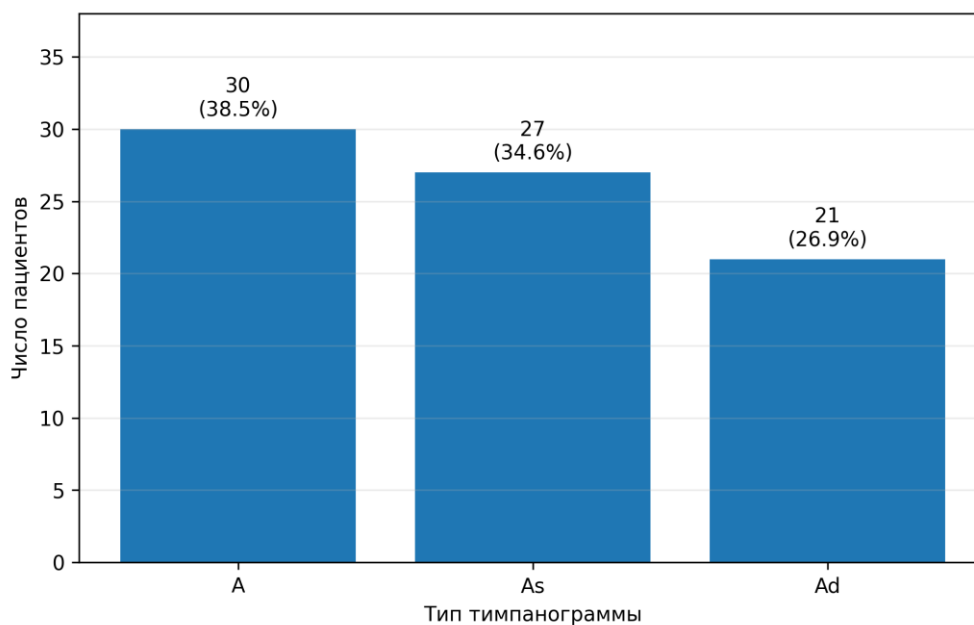


Рисунок 4.1 – Распределение типов тимпанограмм в общей выборке обследованных пациентов (n = 78)

Принципиальным наблюдением стало то, что рутинная тимпанометрия далеко не во всех случаях выявляла грубые отклонения, способные сразу объяснить наличие ушного шума. Напротив, у большинства обследованных регистрировались варианты тимпанограмм, которые в клинической практике могут восприниматься как близкие к нормальным или пограничным. Это обстоятельство подчеркивает ограниченность оценки только по данным стандартной тимпанометрии и обосновывает необходимость дополнительного функционального тестирования слуховой трубы [38].

4.3 Типы тимпанограмм у пациентов с субъективным ушным шумом

Распределение тимпанограмм в общей выборке оказалось показательным. Наиболее часто определялась тимпанограмма типа А – у 30 пациентов, что составило 38,5%. Тимпанограмма типа As зарегистрирована у 27 пациентов, или у 34,6%. Тимпанограмма типа Ad выявлена у 21 пациента, что составило 26,9%.

Таким образом, у всех обследованных преобладали варианты А, As и Ad. Следует подчеркнуть, что классически при нарушении вентиляционной функции

слуховой трубы наибольшее внимание уделяется тимпанограмме типа С, отражающей отрицательное давление в барабанной полости. Однако в настоящем исследовании именно такие изменения не были ведущими. Напротив, значительная часть пациентов с ушным шумом имела тимпанограммы, которые при поверхностной оценке могли быть расценены как не свидетельствующие о выраженной дисфункции слуховых труб [38].

Данное обстоятельство имеет существенное диагностическое значение. Оно показывает, что при субъективном ушном шуме нельзя ориентироваться исключительно на наличие или отсутствие типичной тимпанограммы типа С. Дисфункция слуховых труб может реализовываться при нормальном положении пика давления, при сниженной или, напротив, повышенной податливости системы среднего уха, а также при минимальных отклонениях от условно нормальной конфигурации тимпанометрической кривой. Иными словами, сам по себе тип тимпанограммы не исчерпывает всей полноты функционального состояния слуховой трубы [38].

Тимпанограмма типа As, характеризующаяся уменьшением амплитуды пика при сохранении его положения, указывает на повышение жесткости системы среднего уха. Тимпанограмма типа Ad, напротив, отражает повышенную подвижность. Их существенная представленность в обследованной выборке позволяет предполагать, что при ушном шуме имеют значение не только сдвиги внутрибарабанного давления, но и более тонкие биомеханические нарушения в системе среднего уха. Именно поэтому тип тимпанограммы должен рассматриваться в совокупности с другими параметрами, прежде всего с показателем пика комплианса и результатами ETF-тестирования [38].

4.4 Пик комплианса как показатель податливости системы среднего уха

Пик комплианса представляет собой высоту пика тимпанометрической кривой и отражает степень податливости системы среднего уха в момент выравнивания давления в наружном слуховом проходе и барабанной полости. Этот

показатель имеет важное функциональное значение, поскольку характеризует механическую подвижность барабанной перепонки и цепи слуховых косточек. В норме его значения у взрослых, по данным литературы, составляют от 0,3 до 1,7 mmho (таблица 4.3) [38].

Таблица 4.3 – Сравнительная характеристика тимпанометрических показателей ушей с ушным шумом и без ушного шума

Показатель	Уши с ушным шумом (n = 75)	Уши без ушного шума (n = 81)	p
Пик комплианса, Me [Q1; Q3], mmho	0,7 [0,6; 1,2]	1,1 [0,8; 1,6]	<0,001
Пик комплианса, M ± SD, mmho	0,86 ± 0,35	1,20 ± 0,50	<0,001
Тимпанометрический градиент, Me [Q1; Q3], daPa	100 [70; 120]	80 [70; 110]	0,38
Тимпанометрический градиент, M ± SD, daPa	97,0 ± 38,5	90,2 ± 41,9	0,38

Статистический анализ проводился с использованием программы RStudio 2023.06.1. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению; при ненормальном распределении использовали медиану и межквартильный интервал. Для межгрупповых сравнений применяли U-критерий Манна – Уитни. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$; при одновременном анализе нескольких тимпанометрических и ETF-показателей применяли поправку Holm–Bonferroni.

В настоящем исследовании именно пик комплианса оказался наиболее информативным параметром при сопоставлении пациентов с ушным шумом и без него (рисунок 4.2). В группе ушей с ушным шумом медиана показателя составила 0,7 при межквартильном интервале 0,6–1,2, среднее значение – $0,86 \pm 0,35$ mmho. В группе ушей без ушного шума медиана пика комплианса составила 1,1 при межквартильном интервале 0,8–1,6, среднее значение – $1,20 \pm 0,50$ mmho. Различие между группами было высоко статистически значимым ($p < 0,001$).

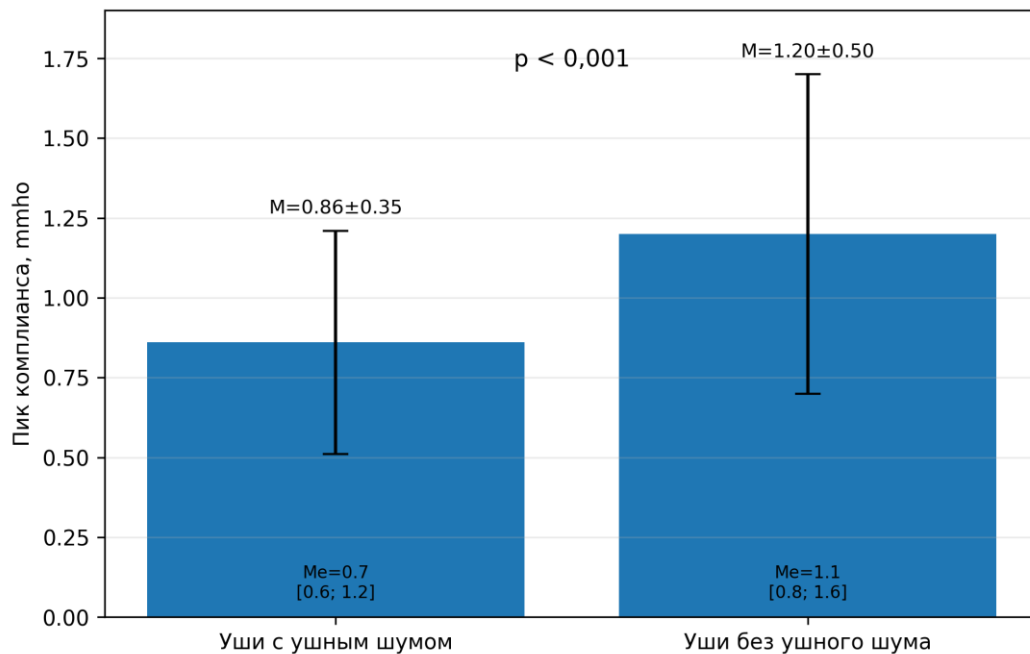


Рисунок 4.2 – Сравнительная характеристика пика комплианса ушей с ушным шумом и без ушного шума ($n_1 = 75$, $n_2 = 81$; $p < 0,001$)

Полученные данные позволяют сделать принципиальный вывод: у пациентов с субъективным ушным шумом податливость системы среднего уха снижена по сравнению с пациентами без шума. Даже если абсолютные значения находятся в пределах, формально допустимых для клинической нормы, само смещение распределения в сторону меньших величин имеет диагностическое значение. Это свидетельствует о том, что у данной категории пациентов могут иметь место субклинические функциональные нарушения в среднем ухе, которые не всегда сопровождаются выраженными отоскопическими проявлениями или грубыми изменениями конфигурации тимпанограммы [38].

Именно поэтому показатель пика комплианса следует рассматривать как один из ключевых функциональных маркеров при обследовании пациентов с ушным шумом. Он более чувствительно отражает нарушения механических свойств среднего уха, чем простая качественная характеристика типа тимпанограммы, и позволяет выявлять клинически значимые различия даже в тех случаях, когда рутинная тимпанометрическая картина не выходит за рамки A-, As- или Ad-вариантов [38].

4.5 Результаты исследования функции слуховой трубы в режиме ETF

Для более точной оценки вентиляционной функции слуховой трубы исследование проводилось в режиме ETF. В этом режиме тимпанограмма регистрировалась трижды с последовательной оценкой базального давления в среднем ухе в покое (P1), при выполнении пробы Тойнби (P2) и при выполнении пробы Вальсальвы (P3). Такой подход позволяет оценивать динамику перераспределения давления и тем самым судить о способности слуховой трубы выполнять вентиляционную функцию [38, 84, 94].

Нормальная функция слуховой трубы характеризуется достаточной амплитудой смещения тимпанометрической кривой при нагрузочных пробах. Согласно используемым критериям, разница между P1 и P2 должна превышать 10 daPa, а разница между P2 и P3 – 15 daPa. Именно эти параметры позволяют выявлять скрытые нарушения, не распознаваемые при единовременной классической тимпанометрии. Результаты исследования функции слуховой трубы в режиме ETF в группах сравнения приведены в таблице 4.4 [38].

Таблица 4.4 – Сравнительная характеристика показателей ETF-теста ушей с ушным шумом и без ушного шума

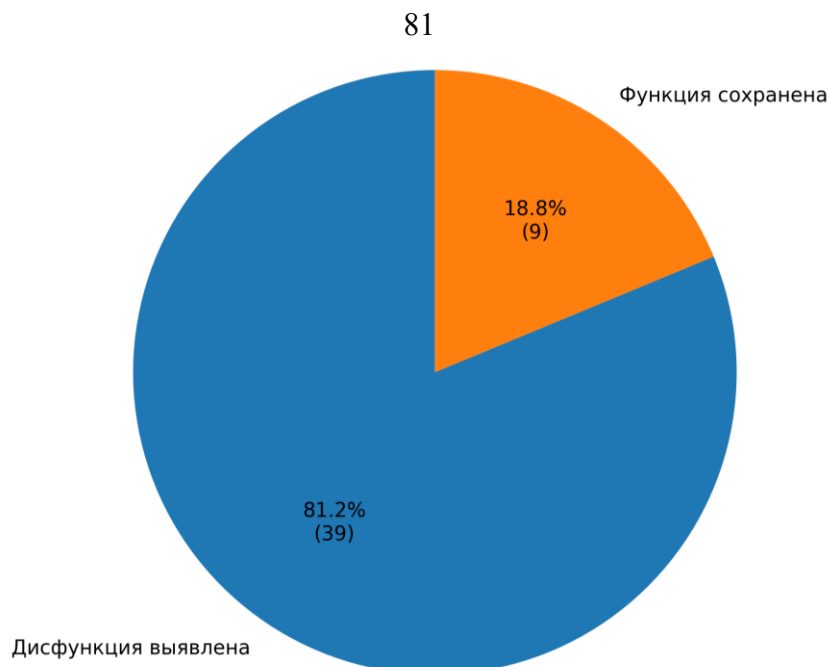
Показатель	Уши с ушным шумом (n = 75)	Уши без ушного шума (n = 81)	p
ETF P1, Me [Q1; Q3], daPa	0 [-10; 5]	5 [-15; 5]	0,88
ETF_P1–P2, Me [Q1; Q3], daPa	0 [-5; 10]	5 [0; 15]	0,0015
ETF_P1–P2, M ± SD, daPa	-1,8 ± 16,3	9,8 ± 16,9	0,0015
ETF P2, Me [Q1; Q3], daPa	0 [-10; 5]	-15 [-25; -5]	<0,0001
ETF_P2, M ± SD, daPa	-4,2 ± 17,9	-26,8 ± 32,1	<0,0001
ETF P3, Me [Q1; Q3], daPa	5 [-5; 35]	-5 [-20; 5]	0,0007
ETF_P2–P3, Me [Q1; Q3], daPa	-10 [-40; 5]	-5 [-30; 2,5]	0,76

Представленные данные свидетельствуют о наличии различий в характере перераспределения давления в среднем ухе у пациентов с ушным шумом и без него.

Наиболее информативными оказались показатели, отражающие динамику давления при функциональных пробах, что указывает на нарушение адаптивной вентиляционной функции слуховой трубы у пациентов с тиннитусом. Таким образом, проведение ETF-теста позволяет выявлять функциональные изменения, которые не всегда определяются при стандартной тимпанометрии и имеют самостоятельное диагностическое значение [38].

При анализе результатов ETF установлено, что у пациентов с ушным шумом динамика изменений давления была иной, чем у пациентов без ушного шума. В группе ушей с шумом показатель ETF_P1–P2 имел медиану 0 при межквартильном интервале от –5 до 10 и среднее значение $-1,8 \pm 16,3$, тогда как в группе без шума медиана составила 5 при межквартильном интервале 0–15, а среднее значение $9,8 \pm 16,9$. Различие было статистически значимым ($p < 0,00115$). По показателю ETF_P2 различия также оказались достоверными: в группе с шумом медиана составила 0 при интервале от –10 до 5 и среднее значение $-4,2 \pm 17,9$, а в группе без шума – медиана –15 при интервале от –25 до –5 и среднее значение $-26,8 \pm 32,1$ ($p < 0,0001$). Показатель ETF_P3 также продемонстрировал статистически значимое различие: медиана 5 в группе с шумом против –5 в группе без шума, при $p < 0,00107$. Указанные различия сохраняли статистическую значимость после коррекции множественных сравнений методом Holm–Bonferroni.

При этом по показателю ETF_P1 статистически значимых различий не получено ($p = 0,88$), так же как и по показателю ETF_P2–P3 ($p = 0,76$). Это указывает на то, что диагностическая ценность теста обусловлена не всеми его компонентами в равной степени, а прежде всего характером перестройки давления на отдельных этапах функциональных проб (рисунок 4.3).



У большинства пациентов с субъективным ушным шумом выявлены признаки дисфункции слуховой трубы: 39 из 48 наблюдений, что составило 81,3%; сохранная функция слуховой трубы отмечена у 9 из 48 пациентов, или в 18,7% случаев

Рисунок 4.3 – Частота выявления дисфункции слуховой трубы у пациентов с субъективным ушным шумом (n = 48; наличие дисфункции – 39 пациентов (81,3%), отсутствие – 9 пациентов (18,7%))

Совокупность этих результатов позволяет заключить, что при субъективном ушном шуме имеет место измененный профиль реакции среднего уха и слуховой трубы на функциональную нагрузку. Иными словами, у пациентов с СУШом нарушается не столько статическое состояние барабанной полости, сколько способность системы адекватно перестраивать давление в ответ на физиологические маневры. Именно это делает ETF-тест особенно значимым для данной категории пациентов [38].

4.6 Частота выявления дисфункции слуховой трубы у пациентов с ушным шумом

Одним из наиболее важных результатов исследования стало выявление высокой частоты дисфункции слуховой трубы среди пациентов с субъективным

ушным шумом. По данным проведенного анализа, признаки дисфункции слуховой трубы были установлены у 39 из 48 пациентов с ушным шумом, что составляет 81,3% [38].

Данный показатель свидетельствует о том, что нарушение функции слуховой трубы встречается у большинства пациентов с СУШом даже в тех случаях, когда отсутствуют выраженные признаки воспалительной патологии среднего уха. С практической точки зрения это означает, что дисфункция слуховой трубы не должна рассматриваться как редкое или факультативное состояние при ушном шуме. Напротив, она представляет собой один из наиболее вероятных сопутствующих или патогенетически значимых факторов [38].

Высокая частота выявления дисфункции слуховой трубы при СУШе имеет большое значение для клинической тактики. Она требует отказа от узкоориентированного подхода, при котором пациент с ушным шумом направляется преимущественно на обследование кохлеарного и ретрокохлеарного звена без достаточной оценки среднего уха. Полученные данные показывают, что у значительной части пациентов диагностический поиск должен обязательно включать анализ вентиляционной функции слуховой трубы [38].

4.7 Сравнительный анализ показателей функции слуховой трубы у пациентов с ушным шумом и без ушного шума

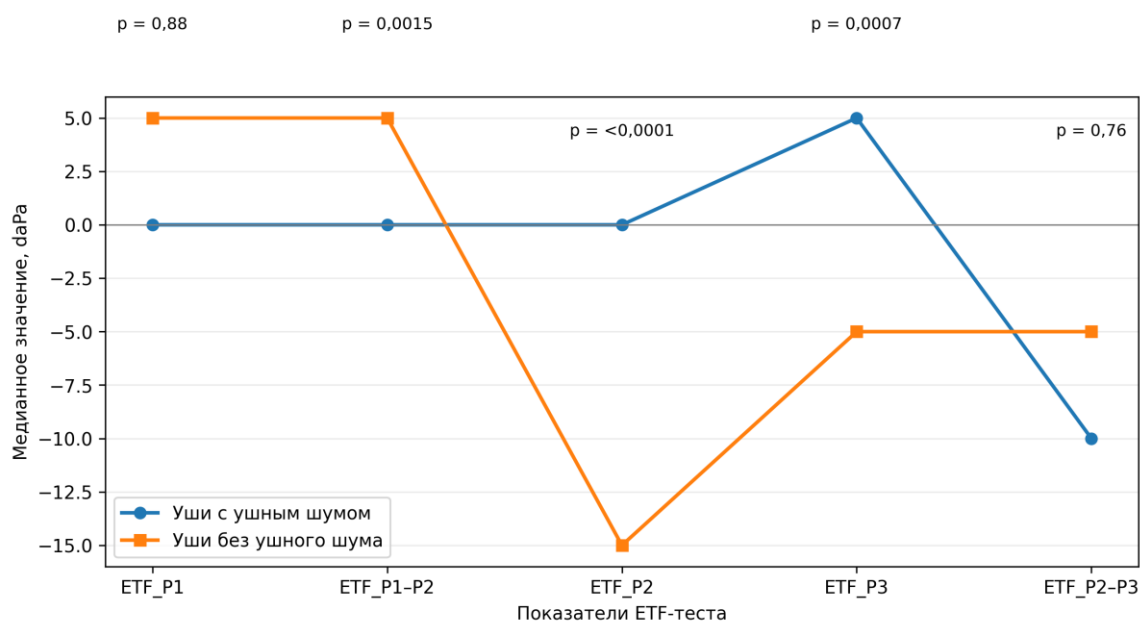
Сопоставление результатов обследования ушей с ушным шумом и без него позволило определить наиболее информативные функциональные различия между группами. Как уже отмечалось, достоверно значимым межгрупповым фактором оказался показатель пика комплианса. Снижение податливости среднего уха у пациентов с ушным шумом следует рассматривать как объективный маркер функционального неблагополучия [38].

Помимо этого, статистически значимые отличия получены по ряду параметров ETF-исследования. Наиболее существенными оказались различия по показателям ETF_P1–P2 ($p < 0,00115$), ETF_P2 ($p < 0,0001$) и ETF_P3 ($p < 0,00107$).

Это указывает на нарушение перераспределения давления в процессе функциональных проб у пациентов с ушным шумом. В то же время отсутствие статистически значимых различий по ETF_P1 и ETF_P2–P3, а также по тимпанометрическому градиенту ($p = 0,38$), показывает, что не все параметры исследования одинаково чувствительны к наличию СУШа [38]. Указанные различия сохраняли статистическую значимость после коррекции множественных сравнений методом Holm–Bonferroni.

Отдельно следует отметить, что тимпанометрический градиент статистически значимо не различался между группами. В группе с шумом медиана составляла 100 при межквартильном интервале 70–120, среднее значение – $97,0 \pm 38,5$, тогда как в группе без шума медиана равнялась 80 при интервале 70–110, среднее значение – $90,2 \pm 41,9$. Различие не достигало статистической значимости ($p = 0,38$). Следовательно, тимпанометрический градиент не может рассматриваться как основной дифференцирующий показатель при оценке ушного шума в отличие от пика комплианса.

Полученные результаты позволяют сформулировать важное положение: наличие ушного шума ассоциировано не столько с грубыми структурными отклонениями в среднем ухе, сколько с более тонкими функциональными нарушениями вентиляционной регуляции и биомеханики барабанной перепонки. Наиболее чувствительным показателем этих изменений является пик комплианса, а дополняют его данные ETF-теста (рисунок 4.4). Тем самым, сочетанное использование классической тимпанометрии и нагрузочной оценки функции слуховой трубы обеспечивает значительно большую диагностическую информативность, чем любой из этих методов в отдельности [38].



На рисунке представлены медианные значения показателей ETF-теста в группах ушей с ушным шумом и без ушного шума. Наиболее выраженные различия отмечены по параметрам ETF_P1–P2 ($p < 0,00115$), ETF_P2 ($p < 0,0001$) и ETF_P3 ($p < 0,00107$), что свидетельствует о нарушении адаптивной вентиляционной функции слуховой трубы у пациентов с субъективным ушным шумом. Указанные различия сохраняли статистическую значимость после коррекции множественных сравнений методом Holm–Bonferroni

Рисунок 4.4 – Сравнительный профиль показателей ETF-теста ушей с ушным шумом и без ушного шума ($n_1 = 75$, $n_2 = 81$)

4.8 Значение оценки состояния среднего уха и слуховой трубы в диагностическом алгоритме при ушном шуме

Проведенное исследование позволяет пересмотреть место оценки среднего уха в алгоритме обследования пациента с субъективным ушным шумом. Если традиционно акцент при СУШе делается на аудиологической, неврологической и нейровизуализационной диагностике, то полученные данные убедительно показывают необходимость обязательного включения этапа оценки состояния слуховой трубы и среднего уха [38, 82, 85, 99, 145].

Ключевой диагностический вывод состоит в том, что нормальная или близкая к нормальной рутинная тимпанограмма не исключает дисфункцию слуховой трубы. Следовательно, при наличии ушного шума исследование не может ограничиваться только отоскопией и классической тимпанометрией. В подобных

случаях требуется расширение диагностического протокола за счет проведения ETF-теста и анализа пика комплианса. Особенно это важно у пациентов, предъявляющих жалобы на заложенность уха, чувство давления, аутофонию, нестойкое снижение слуха или вариабельность симптоматики [38].

Оценка состояния среднего уха должна занимать первичное место и потому, что выявление дисфункции слуховой трубы меняет дальнейшую лечебную тактику. При подтвержденном нарушении функции слуховой трубы диагностический поиск должен быть дополнен анализом состояния носовой полости и носоглотки, оценкой носового дыхания, по показаниям – исследованием височно-нижнечелюстного сустава и исключением тубарного или ларингофарингеального рефлюкса. Иными словами, выявление тубарной дисфункции не только объясняет часть симптоматики, но и позволяет перейти к более патогенетически обоснованному планированию лечения [38].

Таким образом, в диагностическом алгоритме при ушном шуме состояние среднего уха и слуховой трубы должно рассматриваться не как второстепенный раздел обследования, а как обязательный и ранний этап клинико-аудиологической оценки [38].

4.9 Практические выводы для выбора дальнейшей лечебной тактики

Полученные результаты имеют непосредственное прикладное значение для выбора тактики ведения пациентов с ушным шумом. Прежде всего, при наличии СУШа и даже минимальных признаков субъективного неблагополучия со стороны среднего уха целесообразно проводить не только классическую тимпанометрию, но и ETF-тест. Такой подход позволяет выявлять скрытые формы дисфункции слуховых труб, которые в противном случае остаются недиагностированными [38, 69, 100, 106, 187, 197].

Второе практическое положение состоит в том, что снижение пика комплианса следует рассматривать как значимый аргумент в пользу более углубленного анализа состояния среднего уха у пациента с ушным шумом. Даже

если тип тимпанограммы соответствует A, As или Ad и не вызывает выраженной настороженности при первичном осмотре, уменьшение податливости барабанной перепонки может свидетельствовать о функциональном неблагополучии и служить основанием для дальнейшего дообследования [38].

Третье положение заключается в том, что при подтверждении дисфункции слуховых труб лечебная тактика должна быть направлена на коррекцию ее причинного механизма. Это включает лечение патологии полости носа и носоглотки, восстановление носового дыхания, устранение воспалительных и рубцовых изменений, коррекцию сопутствующей дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, а также устранение иных факторов, поддерживающих нарушение вентиляционной функции слуховой трубы. У данной категории пациентов целесообразно рассматривать лечение ушного шума не изолированно, а в структуре единой патогенетической коррекции нарушений среднего уха [38].

Наконец, выявление тубарной дисфункции у пациента с субъективным ушным шумом позволяет избежать диагностических ошибок. В ряде случаев это предупреждает необоснованное смещение акцента исключительно в сторону нейросенсорной или психогенной трактовки ушного шума. Следовательно, оценка слуховой трубы должна быть включена в обязательный минимум обследования пациентов с субъективным ушным шумом, а ее результаты – использоваться при построении персонифицированной лечебной программы [38].

ГЛАВА 5. КОХЛЕАРНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ СУБЪЕКТИВНОГО УШНОГО ШУМА У ПАЦИЕНТОВ С ГЛУБОКОЙ СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ

Настоящая глава основана на анализе двух взаимодополняющих массивов клинических наблюдений. Первый массив включал 392 пациента с двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени и жалобами на ушной шум и позволил проследить этапную динамику СУШа до операции, в раннем послеоперационном периоде, при первом подключении речевого процессора, через 6 месяцев использования кохлеарного импланта и в отдаленные сроки наблюдения. Второй массив включал 385 пациентов аналогичного профиля и был использован для оценки клинических предикторов эффективности кохлеарной имплантации в отношении ушного шума. Дополнительно в главу включены данные клинического наблюдения пациента с односторонней глухотой и выраженным инвалидизирующим ушным шумом, а также методические положения, касающиеся настройки речевого процессора и особенностей слухоречевой реабилитации [15, 24, 122, 154, 157, 186, 189, 191, 199, 209].

5.1 Клинико-аудиологическая характеристика пациентов до кохлеарной имплантации

В исследовании этапной динамики ушного шума были обследованы 392 пациента в возрасте от 14 до 72 лет с двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени и жалобами на шум в ушах. Среди них было 234 женщины и 158 мужчин. Односторонняя кохлеарная имплантация выполнена в 371 случае, последовательная двусторонняя – в 21 случае [26, 209].

Для анализа предикторов эффективности использована выборка из 385 пациентов. Мужчины составили 39,2% обследованных, женщины – 60,8%. Средний возраст пациентов составил $34,2 \pm 1,6$ года, минимальный возраст – 15

лет, максимальный – 76 лет. Средняя продолжительность тугоухости до операции равнялась $6,0 \pm 0,4$ года и колебалась от 1 года до 25 лет.

Этиологическая структура тугоухости была неоднородной. Наиболее многочисленную группу составили пациенты с врожденной тугоухостью – 112 наблюдений, что соответствовало 30% выборки. Травматическая этиология отмечена у 62 пациентов (16%), идиопатическая – у 57 (15%), ототоксическая – у 57 (15%), последствия перенесенного менингита – у 39 (10%), отосклероз – у 30 (8%), вирусная этиология – у 15 (4%), хронический отит – у 13 (3%). Таким образом, материал исследования отражал широкий спектр клинических ситуаций, при которых глубокая слуховая депривация сочеталась с субъективным ушным шумом. Общая клинико-аудиологическая характеристика ретроспективных групп пациентов, включенных в анализ результатов кохлеарной имплантации, представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Общая клинико-аудиологическая характеристика ретроспективных групп пациентов, включенных в анализ результатов кохлеарной имплантации

Показатель	Группа поэтапной динамики ушного шума	Группа анализа предикторов эффективности
Число пациентов, n	392	385
Возрастной диапазон, лет	14–72	15–76
Женщины, n (%)	234 (59,7)	234 (60,8)
Мужчины, n (%)	158 (40,3)	151 (39,2)
Двусторонняя сенсоневральная тугоухость IV степени, n (%)	392 (100)	385 (100)
Наличие ушного шума до операции, n (%)	392 (100)	385 (100)

Как видно из таблицы, обе ретроспективные когорты были сопоставимы по ключевым клиническим признакам: включали пациентов с двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени и хроническим ушным шумом до операции. Это обеспечило корректность последующего анализа как поэтапной

динамики ушного шума, так и клинических предикторов эффективности кохлеарной имплантации.

Этиологическая структура и основные клинические характеристики группы пациентов, использованной для анализа предикторов эффективности кохлеарной имплантации, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Этиологическая структура и клинические характеристики группы пациентов, использованной для анализа предикторов эффективности кохлеарной имплантации (n = 385)

Показатель	Значение
Возраст, лет (M ± m)	34,2 ± 1,6
Возрастной диапазон, лет	15–76
Длительность тугоухости до операции, лет (M ± m)	6,0 ± 0,4
Диапазон длительности тугоухости, лет	1–25
Врожденная тугоухость, n (%)	112 (29,1)
Травматическая тугоухость, n (%)	62 (16,1)
Идиопатическая тугоухость, n (%)	57 (14,8)
Ототоксическая тугоухость, n (%)	57 (14,8)
Последствия перенесенного менингита, n (%)	39 (10,1)
Отосклероз, n (%)	30 (7,8)
Вирусная этиология, n (%)	15 (3,9)
Хронический отит, n (%)	13 (3,4)
Исходная выраженность ушного шума 0–3 балла по ВАШ, n (%)	64 (16,6)
Исходная выраженность ушного шума 4–6 баллов по ВАШ, n (%)	240 (62,3)
Исходная выраженность ушного шума 7–9 баллов по ВАШ, n (%)	81 (21,0)

Как следует из таблицы, наиболее многочисленную группу составили пациенты с врожденной тугоухостью, тогда как травматическая, идиопатическая и ототоксическая этиология были представлены сопоставимыми по численности подгруппами. У большинства обследованных исходная выраженность ушного шума соответствовала умеренному или сильному уровню, что создавало достаточную клиническую основу для оценки эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации.

Широкий возрастной диапазон и разнообразная этиологическая структура заболевания позволяют рассматривать полученные результаты как

репрезентативные для различных клинических вариантов глубокой слуховой депривации. Следовательно, последующий анализ динамики ушного шума и факторов эффективности кохлеарной имплантации имеет достаточную клиническую основу [15, 24].

До операции выраженность ушного шума оценивалась по визуально-аналоговой шкале от 0 до 10 баллов. В исследовании этапной динамики средний уровень ушного шума составлял 5,0 балла, что соответствовало клинически значимому умеренному уровню симптоматики. В общей структуре выборки для анализа предикторов преобладали пациенты с умеренным и сильным шумом. У 321 пациента исходная выраженность шума составляла от 4 до 9 баллов, то есть у большинства обследованных СУШ носил не формальный, а субъективно значимый, дезадаптирующий характер.

Следовательно, кохлеарная имплантация в данной категории больных должна рассматриваться не только как метод восстановления слуховой функции при глубокой тугоухости, но и как патогенетически обоснованный способ снижения шума в ушах [15, 122, 189, 191].

5.2 Динамика ушного шума на этапах кохлеарной имплантации

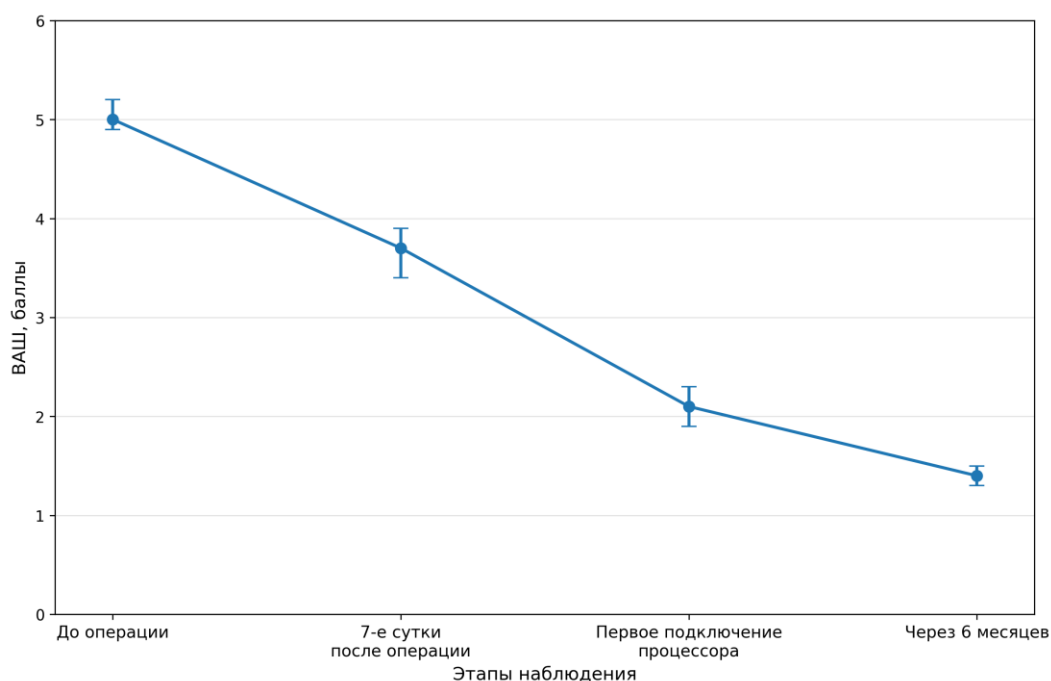
Динамика ушного шума прослеживалась на четырех последовательных этапах в течение первых 6 месяцев после операции и дополнительно в отдаленном пятилетнем периоде наблюдения. Динамика выраженности ушного шума по данным визуально-аналоговой шкалы на основных этапах кохлеарной имплантации представлена в таблице 5.3 и на рисунке 5.1.

Таблица 5.3 – Динамика выраженности ушного шума по ВАШ на этапах кохлеарной имплантации

Этап наблюдения	Уровень ушного шума, баллы		Дополнительная характеристика
	Среднее (М; 95% ДИ)	Медиана Ме [Q1; Q3]	
До операции	5,0; 4,9–5,2	5,0 [4,0; 6,0]	Исходный уровень

Продолжение таблицы 5.3

7-е сутки после операции	3,7; 3,4–3,9	4,0 [2,0; 5,0]	Снижение на 1,4 балла по сравнению с исходным уровнем
Первое подключение речевого процессора	2,1; 1,9–2,3	2,0 [0,5; 3,0]	Дополнительное снижение на 1,6 балла
Через 6 месяцев после подключения	1,4; 1,3–1,5	1,0 [1,0; 2,0]	Общее снижение на 3,7 балла по сравнению с исходным уровнем
Через 60 месяцев наблюдения (n = 88)	не рассчитывались	не рассчитывались	Положительная динамика сохранялась у 86% пациентов
Примечание: ДИ – доверительный интервал			



На рисунке представлены средние значения выраженности ушного шума по визуально-аналоговой шкале на основных этапах наблюдения: до операции, на 7-е сутки после хирургического вмешательства, при первом подключении речевого процессора и через 6 месяцев после начала использования кохлеарного импланта. Вертикальные отрезки соответствуют 95% доверительным интервалам

Рисунок 5.1 – Динамика показателей ВАШ на этапах кохлеарной имплантации

Представленные данные свидетельствуют о поэтапном и последовательном снижении выраженности ушного шума после кохлеарной имплантации. Уже в

раннем послеоперационном периоде отмечается уменьшение среднего уровня шума, однако наиболее выраженный эффект уменьшения шума в ушах, формируется после первого подключения речевого процессора. Сохранение положительной динамики через 6 месяцев и в отдаленном периоде подтверждает устойчивый характер достигнутого результата и свидетельствует о патогенетически значимом влиянии восстановления слухового входа на субъективное восприятие ушного шума [15, 122, 186, 189, 191].

Снижение среднего уровня шума происходило на каждом этапе и было статистически значимым по сравнению с предыдущим этапом наблюдения.

5.2.1 Дооперационный этап

До выполнения кохлеарной имплантации средняя оценка уровня ушного шума среди пациентов составляла 5,0 балла, 95% доверительный интервал 4,9–5,2 балла, медиана – 5,0 балла при межквартильном интервале 4,0–6,0 балла. Эти показатели характеризуют исходное состояние как клинически значимый умеренный, а у существенной части больных – выраженный СУШ.

Дооперационный этап имеет принципиальное значение для дальнейшей интерпретации результатов, поскольку именно исходная интенсивность ушного шума определяет не только субъективную тяжесть состояния, но и в значительной степени прогноз выраженности эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации [154, 186].

5.2.2 Ранний послеоперационный период

Через 7 дней после операции, то есть до активации речевого процессора, у части пациентов уже отмечалась положительная динамика. Полное исчезновение ушного шума зарегистрировано у 12% пациентов, уменьшение – у 33%, отсутствие существенной динамики – у 47%, усиление – у 8%. Таким образом, уже в раннем

послеоперационном периоде улучшение состояния наблюдалось у 45% обследованных.

Средний уровень ушного шума на этом этапе снизился до 3,7 балла при 95% доверительном интервале 3,4–3,9 балла, медиана составила 4,0 балла при межквартильном интервале 2,0–5,0 балла. Средняя разность между дооперационным уровнем и показателем на 7-е сутки составила 1,4 балла, медианное снижение – 2,0 балла. Расчетный размер эффекта соответствовал сильному эффекту.

Раннее уменьшение шума до подключения процессора свидетельствует о том, что эффект подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации не исчерпывается только длительной слуховой адаптацией. Уже сама хирургическая реконфигурация периферического слухового ввода и начальные изменения афферентной активности после имплантации способны влиять на субъективное восприятие фантомного звука [186, 189].

5.2.3 Этап первого подключения речевого процессора

Наиболее выраженное уменьшение ушного шума наблюдалось при первом подключении речевого процессора. На этом этапе полное исчезновение ушного шума зарегистрировано у 25% пациентов, уменьшение – у 56%, отсутствие изменений – у 15%, усиление – у 4%.

Средняя оценка уровня шума при первом подключении составила 2,1 балла, 95% доверительный интервал 1,9–2,3 балла, медиана – 2,0 балла при межквартильном интервале 0,5–3,0 балла. Средняя разность между ранним послеоперационным этапом и этапом подключения составила 1,6 балла. В целом по сравнению с дооперационным уровнем суммарное уменьшение ушного шума к моменту первого подключения достигало в среднем 2,9 балла. Размер эффекта также соответствовал сильному.

Именно данный этап следует рассматривать как ключевой в формировании эффекта подавления шума в ушах. Клиническая картина, при которой шум исчезает

или резко уменьшается сразу после активации импланта, указывает на ведущую роль прямой электрической стимуляции слухового нерва и резкого обогащения акустической среды [186, 189].

5.2.4 Динамика через 6 месяцев использования кохлеарного импланта

Через 6 месяцев регулярного использования речевого процессора положительная динамика сохранялась и становилась более устойчивой. Полное исчезновение ушного шума наблюдалось у 18% пациентов, уменьшение – у 69%, отсутствие существенной динамики – у 12%, усиление – у 1%. Совокупная доля больных с положительной динамикой после кохлеарной имплантации достигла 87%.

Средняя оценка уровня шума на данном этапе составила 1,4 балла при 95% доверительном интервале 1,3–1,5 балла, медиана – 1,0 балл при межквартильном интервале 1,0–2,0 балла. Средняя дополнительная разность между этапом первого подключения и шестимесячным контролем составила 0,7 балла. Общее среднее снижение уровня шума за весь период наблюдения составило 3,7 балла. Изменение структуры клинических исходов в отношении ушного шума на этапах наблюдения после кохлеарной имплантации представлено на рисунке 5.2.

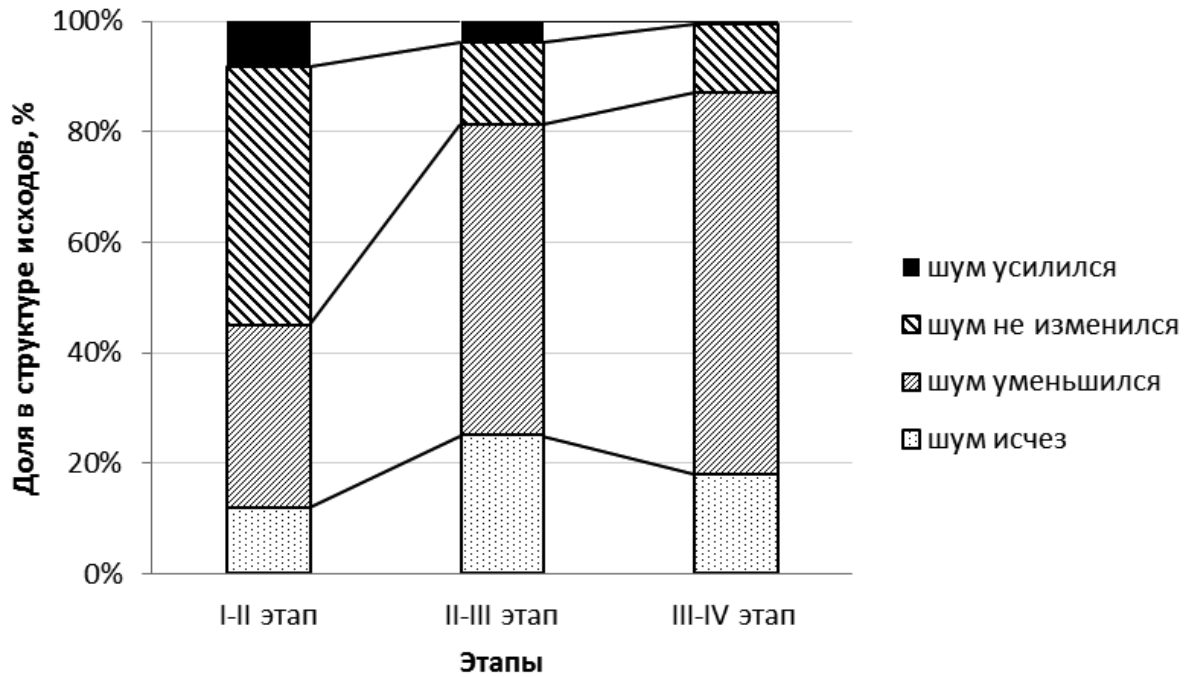


Рисунок 5.2 – Структура динамики шума в ушах после кохлеарной имплантации на этапах наблюдения

Следовательно, к шестому месяцу использования кохлеарного импланта ушной шум у большинства пациентов переходил в диапазон минимальной или клинически приемлемой интенсивности. В практическом отношении это означает, что у подавляющего большинства больных кохлеарная имплантация обеспечивала не только восстановление слуховой функции, но и выраженное снижение дезадаптирующего влияния ушного шума на повседневную жизнь [122, 186, 191].

5.2.5 Отдаленные результаты через 60 месяцев наблюдения

Отдаленные результаты были прослежены у 88 пациентов, достигших пятилетнего срока после первого подключения речевого процессора. Установлено, что эффект подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации сохранялся в отдаленном периоде: у 86% обследованных уровень ушного шума через 60 месяцев оставался значительно ниже исходного.

В отдаленном периоде наблюдались два основных варианта ответа. У части пациентов формировалось стойкое остаточное подавление ушного шума: даже при временном выключении речевого процессора шум либо не возвращался, либо появлялся лишь через значительный промежуток времени. У другой части пациентов уменьшение шума сохранялось преимущественно при активной стимуляции, а после выключения процессора СУШ вновь появлялся, хотя обычно в меньшей степени, чем до операции.

Таким образом, отдаленные результаты свидетельствуют о наличии как стимул-зависимого, так и устойчивого нейропластического компонента эффекта подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации [186, 189].

5.3 Варианты уменьшения выраженности субъективного ушного шума после кохлеарной имплантации

Результаты наблюдения позволяют выделить несколько основных вариантов эффекта подавления шума в ушах после кохлеарной имплантации. Такая дифференциация имеет практическое значение для предоперационного консультирования пациентов и для выработки реалистичных ожиданий от терапии. Качественная характеристика параметров шума в ушах после кохлеарной имплантации на различных этапах наблюдения представлена в таблице 5.4 [15, 24].

Таблица 5.4 – Качественная характеристика динамики шума в ушах после кохлеарной имплантации на этапах наблюдения, %

Этап наблюдения	Шум исчез	Шум уменьшился	Без существенной динамики	Шум усилился
7-е сутки после операции	12	33	47	8
Первое подключение речевого процессора	25	56	15	4
Через 6 месяцев после подключения	18	69	12	1
Примечание: Положительная динамика ушного шума в отдаленном периоде наблюдения (60 месяцев) сохранялась у 86% обследованных пациентов				

Как видно из таблицы, на всех этапах наблюдения преобладали пациенты с положительной динамикой ушного шума в виде его уменьшения или полного исчезновения. Максимальное число благоприятных исходов регистрировалось после первого подключения речевого процессора и сохранялось через 6 месяцев использования импланта. Низкая частота усиления ушного шума и относительно небольшая доля пациентов без существенной динамики дополнительно подтверждают клиническую эффективность кохлеарной имплантации как метода коррекции шума в ушах [15, 24].

5.3.1 Полное исчезновение ушного шума

Полное исчезновение ушного шума является наиболее благоприятным вариантом ответа. Уже через 7 дней после операции этот эффект отмечен у 12% пациентов, при первом подключении процессора – у 25%, а через 6 месяцев – у 18%.

Следует подчеркнуть, что снижение доли пациентов с полным исчезновением шума к шестимесячному сроку не означает ухудшения результата. У части больных на более поздних этапах вместо абсолютного отсутствия шума формировалось его минимальное остаточное восприятие, клинически незначительное и не влияющее на качество жизни. Поэтому в рамках ведения пациентов с шумом в ушах принципиально важен не только факт полного исчезновения симптома, но и перевод его в клинически приемлемый диапазон [15].

5.3.2 Уменьшение выраженности ушного шума

Наиболее частым вариантом ответа было не абсолютное исчезновение, а выраженное уменьшение интенсивности СУШа. Через 6 месяцев такой вариант зарегистрирован у 69% пациентов.

Наибольшее уменьшение наблюдалось у пациентов с исходно более высоким уровнем шума. При исходной выраженности в 4 балла средняя разность до и после

кохлеарной имплантации составила 2,8 балла, при 5 баллах – 3,8, при 6 баллах – 4,6, при 7 баллах – 5,3, при 8 баллах – 5,9, при 9 баллах – 6,1 балла. Таким образом, чем более выраженным был исходный СУШ, тем более заметным оказывался его регресс после имплантации.

С клинической точки зрения именно уменьшение выраженности ушного шума, даже без его полного исчезновения, следует рассматривать как типичный и полноценный успешного лечения [15, 24].

5.3.3 Отсутствие существенной динамики

Отсутствие существенной динамики через 6 месяцев наблюдалось у 12% пациентов. Наиболее часто этот вариант регистрировался у лиц со слабым исходным шумом.

Так, при исходной интенсивности 2 балла средняя разность оценок до и после имплантации составляла лишь 1,0 балл, а 66,67% пациентов не отмечали существенных изменений. При исходной интенсивности 3 балла средняя разность составляла 1,7 балла, а 39,53% больных также не отмечали клинически значимого снижения шума.

Эти данные позволяют заключить, что слабый ушной шум не следует рассматривать как самостоятельное решающее показание к кохлеарной имплантации. В подобных случаях определяющее значение сохраняет тяжесть слуховой депривации, а не ожидание обязательного эффекта подавления шума в ушах [154, 186].

5.3.4 Остаточное подавление ушного шума

Феномен остаточного подавления представляет особый интерес. Он заключается в сохранении эффекта подавления шума в ушах после временного выключения речевого процессора КИ [186, 189].

У части пациентов шум не возвращался сразу после прекращения стимуляции, а отсутствовал в течение длительного времени – от часов и дней до более продолжительных интервалов. Наличие данного феномена указывает на то, что действие кохлеарной имплантации не ограничивается маскировкой, а сопровождается перестройкой центральных слуховых механизмов и формированием более устойчивого торможения патологической активности [186, 189].

5.4 Предикторы эффективности кохлеарной имплантации при ушном шуме

Анализ предикторов выполнен на массиве из 385 пациентов. В качестве факторов, потенциально влияющих на исход лечения, были исследованы исходная выраженность ушного шума, продолжительность тугоухости, возраст пациента и этиология снижения слуха.

5.4.1 Исходная выраженность ушного шума

Исходная выраженность ушного шума оказалась наиболее значимым прогностическим фактором. Между уровнем шума до операции и степенью его последующего уменьшения выявлена сильная положительная корреляция: коэффициент Спирмена составил $r = 0,79$ при $p < 0,001$. Регрессионная зависимость описывалась уравнением $y = -0,56 + 0,82x$, где x – исходный уровень шума по ВАШ, y – ожидаемая величина снижения через 6 месяцев после подключения процессора. Зависимость степени уменьшения ушного шума от его исходной выраженности представлена на рисунке 5.3. Значимость данной связи сохранялась после коррекции множественных сравнений в блоке анализа предикторов.

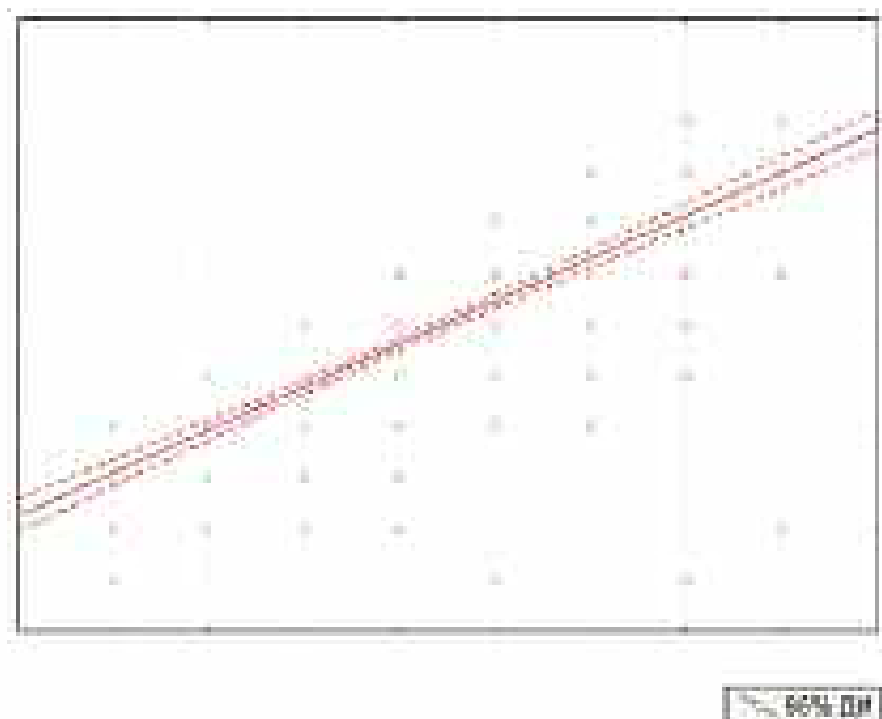


Рисунок 5.3 – Зависимость степени уменьшения ушного шума от исходной выраженности симптома

Роль исходной выраженности ушного шума как предиктора эффективности кохлеарной имплантации отражена в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Влияние исходной выраженности ушного шума на эффект подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации

Показатель	Значение	Комментарий
Коэффициент корреляции Спирмена между исходным уровнем шума и степенью его уменьшения	$r = 0,79; p < 0,001$	Выраженная положительная корреляция
Уравнение регрессии	$y = -0,56 + 0,82x$	x – исходный уровень шума по ВАШ; y – ожидаемая величина снижения
Благоприятный исход при исходном уровне 4–9 баллов, %	94,7	Уменьшение громкости или исчезновение ушного шума
Благоприятный исход при исходном уровне 0–3 балла, %	51,56	Уменьшение или исчезновение шума
Отсутствие существенной динамики при исходном уровне 0–3 балла, %	48,44	Неблагоприятный прогноз

Продолжение таблицы 5.3

Относительный риск неблагоприятного исхода при исходном уровне 0–3 балла	4,8 [2,9; 7,8]	Наиболее неблагоприятная группа
Среднее уменьшение ушного шума при исходном уровне 2 балла	1,0	Высокая вероятность отсутствия значимой динамики
Среднее уменьшение ушного шума при исходном уровне 3 балла	1,7	Часто недостаточный клинический эффект
Среднее уменьшение ушного шума при исходном уровне 4 балла	2,8	Клинически значимое улучшение
Среднее уменьшение ушного шума при исходном уровне 5 баллов	3,8	Выраженный положительный эффект
Среднее уменьшение ушного шума при исходном уровне 6 баллов	4,6	Выраженный положительный эффект
Среднее уменьшение ушного шума при исходном уровне 7 баллов	5,3	Выраженный положительный эффект
Среднее уменьшение ушного шума при исходном уровне 8 баллов	5,9	Выраженный положительный эффект
Среднее уменьшение ушного шума при исходном уровне 9 баллов	6,1	Максимально выраженный положительный эффект

Представленные данные убедительно показывают, что исходная выраженность ушного шума является одним из наиболее значимых прогностических факторов динамики УШ. Чем выше был предоперационный уровень ушного шума, тем более выраженным оказывалось его последующее уменьшение после кохлеарной имплантации. Напротив, при слабом ушном шуме вероятность отсутствия клинически значимого результата существенно возрастала, что необходимо учитывать при формулировании ожиданий пациента и выборе показаний к данному виду лечения. У пациентов с исходным уровнем шума 4–9 баллов уменьшение громкости или исчезновение СУШа отмечалось в 94,7% случаев. Следовательно, достаточно выраженный исходный ушной шум следует рассматривать как один из наиболее надежных положительных предикторов эффекта подавления шума в ушах после кохлеарной имплантации [186, 189].

5.4.2 Длительность слуховой депривации

Продолжительность тугоухости как непрерывный показатель демонстрировала лишь очень слабую отрицательную корреляцию с выраженностью эффекта: $r = -0,07$ при $p = 0,17$. Однако клиническое группирование выявило отчетливую тенденцию.

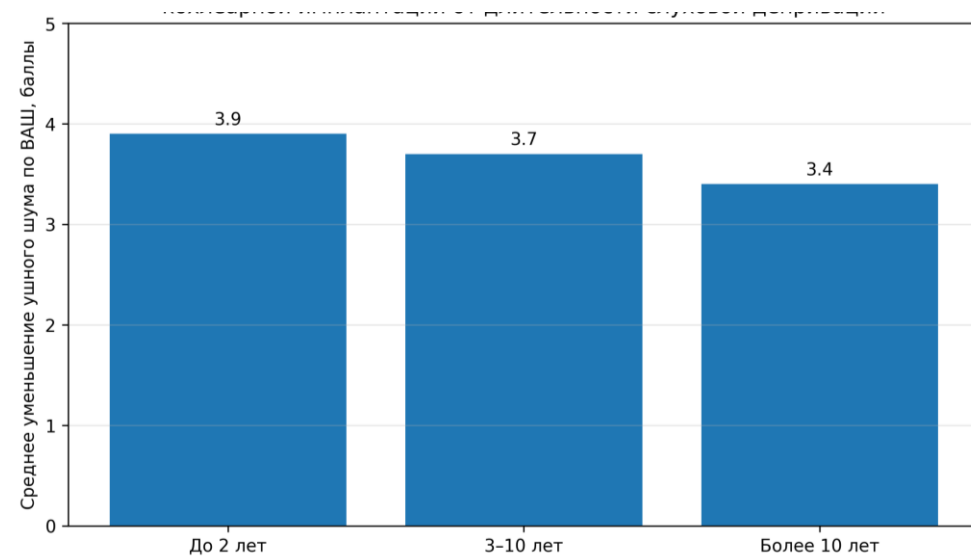
Наиболее выраженное уменьшение ушного шума наблюдалось у пациентов с длительностью глухоты до 2 лет. В этой группе средняя разность между исходной и послеоперационной оценкой составила 3,9 балла. При длительности тугоухости 3–10 лет этот показатель составлял 3,7 балла, а при длительности более 10 лет – 3,4 балла. Влияние длительности слуховой депривации на динамику шума в ушах после кохлеарной имплантации представлено в таблице 5.6 и на рисунке 5.4.

Таблица 5.6 – Влияние длительности слуховой депривации на эффект подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации

Длительность тугоухости до операции	Среднее уменьшение ушного шума по ВАШ, баллы	Клиническая интерпретация
До 2 лет	3,9	Наиболее благоприятный прогноз
3–10 лет	3,7	Благоприятный прогноз
Более 10 лет	3,4	Менее выраженный эффект редукции шума
Дополнительный показатель		Значение
Коэффициент корреляции Спирмена между длительностью тугоухости и степенью уменьшения шума		$r = -0,07$; $p = 0,17$
Относительный риск неблагоприятного исхода при длительности тугоухости до 2 лет		0,3 [0,1; 0,9]
Примечание: несмотря на отсутствие строгой линейной зависимости, меньшая длительность слуховой депривации ассоциирована с более выраженным эффектом подавления шума в ушах		

Как следует из таблицы, наиболее выраженное уменьшение ушного шума наблюдается у пациентов с меньшей длительностью слуховой депривации,

особенно в пределах первых двух лет после формирования глухоты. Несмотря на отсутствие строгой линейной корреляции, клиническая направленность выявленных различий является очевидной. Это позволяет рассматривать своевременное направление пациента на кохлеарную имплантацию как важный фактор повышения вероятности благоприятного исхода [186, 189].



На рисунке представлена зависимость между длительностью слуховой депривации до операции и средней величиной уменьшения ушного шума после кохлеарной имплантации. Наиболее выраженный эффект подавления шума в ушах наблюдается у пациентов с длительностью глухоты до 2 лет

Рисунок 5.4 – Зависимость эффекта подавления шума в ушах после кохлеарной имплантации от длительности слуховой депривации

Таким образом, несмотря на отсутствие строгой линейной статистической зависимости, короткая продолжительность слуховой депривации имеет отчетливое положительное клиническое значение и должна рассматриваться как благоприятный прогностический критерий [186, 189].

5.4.3 Возраст пациента

Статистически значимой зависимости между возрастом и выраженностью эффекта подавления шума в ушах после кохлеарной имплантации выявлено не

было. Средняя разность оценок шума до и после имплантации составила 3,6 балла у пациентов 14–25 лет, 3,8 балла у пациентов 26–49 лет и 3,8 балла у пациентов старше 50 лет. Коэффициент корреляции между возрастом и изменением уровня шума составил $r = 0,06$ при $p = 0,22$.

Следовательно, возраст пациента сам по себе не может рассматриваться как ограничивающий фактор при прогнозировании динамики СУШ после кохлеарной имплантации.

5.4.4 Этиология сенсоневральной тугоухости

Статистически значимых различий в динамике ушного шума в зависимости от этиологии тугоухости не обнаружено. Средняя разность оценок составляла 4,2 балла у пациентов после менингита, 4,2 – при хроническом отите, 4,1 – при вирусной этиологии, 3,8 – при ототоксической тугоухости, 3,6 – при травматической, 3,6 – при отосклерозе, 3,6 – при врожденной тугоухости, 3,4 – при идиопатической форме.

При этом примечательно, что все пациенты, потерявшие слух после менингита, отметили уменьшение либо полное исчезновение шума. Однако в целом этиологический фактор не продемонстрировал самостоятельного статистически значимого прогностического значения. Сравнительная характеристика динамики шума в ушах после кохлеарной имплантации в зависимости от возраста пациента и этиологии сенсоневральной тугоухости приведена в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Влияние возраста и этиологии сенсоневральной тугоухости на эффект подавления шума в ушах при кохлеарной имплантации

Фактор	Подгруппа	Среднее уменьшение ушного шума по ВАШ, баллы	Комментарий
Возраст	14–25 лет	3,6	
Возраст	26–49 лет	3,8	

Продолжение таблицы 5.7

Возраст	50 лет и старше	3,8	
Возраст	Коэффициент корреляции	$r = 0,06$; $p = 0,22$	Статистически значимой зависимости не выявлено
Этиология	Последствия менингита	4,2	Наиболее выраженная положительная динамика
Этиология	Хронический отит	4,2	Выраженное уменьшение ушного шума
Этиология	Вирусная этиология	4,1	Выраженное уменьшение ушного шума
Этиология	Ототоксическая тугоухость	3,8	Положительный эффект
Этиология	Травматическая тугоухость	3,6	Положительный эффект
Этиология	Отосклероз	3,6	Положительный эффект
Этиология	Врожденная тугоухость	3,6	Положительный эффект
Этиология	Идиопатическая тугоухость	3,4	Наименьшая выраженность эффекта среди выделенных групп
Примечание: статистически значимого самостоятельного влияния возраста и этиологии заболевания на динамику шума в ушах после кохлеарной имплантации не установлено			

Представленные данные показывают, что возраст пациента не оказывает статистически значимого самостоятельного влияния на выраженность шума после кохлеарной имплантации. Аналогичным образом этиологический фактор не продемонстрировал достоверного прогностического значения, хотя в отдельных нозологических подгруппах отмечалась тенденция к более выраженному уменьшению ушного шума. Следовательно, решающее клиническое значение при прогнозировании результата имеют не возраст и этиология как таковые, а исходная выраженность ушного шума и длительность слуховой депривации [186, 189].

5.5 Кохлеарная имплантация при односторонней глухоте с выраженным ушным шумом

Особое клиническое значение имеет применение кохлеарной имплантации у пациентов с односторонней глухотой и выраженным инвалидизирующим ушным шумом на стороне поражения [36].

Пациент Н., 38 лет, страдал практически полной потерей слуха на правое ухо и постоянным громким шумом в правом ухе после эпизода внезапной сенсоневральной тугоухости. Левое ухо сохраняло удовлетворительное бытовое слуховое восприятие, однако постоянный шум в правом ухе приводил к нарушению сна, снижению концентрации внимания и существенной дезадаптации. По данным психоакустической шумометрии частота субъективного шума соответствовала тону 500 Гц, интенсивность – 10 дБ над порогом восприятия. Исходный показатель ТНІ составил 62 балла, что соответствовало тяжелому СУШу, показатель ВАШ – 8 баллов.

После выполнения кохлеарной имплантации в раннем послеоперационном периоде отмечалось временное усиление ушного шума до 8–9 баллов, однако уже к третьим суткам интенсивность шума вернулась к исходному уровню. Подключение речевого процессора было выполнено через 3 недели после операции. При первом же включении процессора пациент отметил полное исчезновение шума при активном импланте. В дальнейшем, уже через 10 дней использования устройства, интенсивность шума даже при выключенном процессоре снизилась до 2–3 баллов, а показатель ТНІ уменьшился до 32 баллов. Благодаря проводимым мероприятиям пациент начал различать звуки окружающей среды, мужской голос и бытовые шумы; разборчивость односложных слов в тишине достигала 90% с подсказкой.

Данный клинический случай демонстрирует, что кохлеарная имплантация при односторонней глухоте способна обеспечить не только восстановление слухового восприятия со стороны пораженного уха, но и выраженный эффект подавления шума в ушах. Следовательно, односторонняя глухота с выраженным,

рефрактерным к стандартной терапии ушным шумом может рассматриваться как самостоятельная клиническая ситуация, при которой кохлеарная имплантация является патогенетически обоснованной [36].

5.6 Патогенетические механизмы уменьшения выраженности субъективного ушного шума после кохлеарной имплантации

Представленные данные позволяют рассматривать редукцию шума в ушах после кохлеарной имплантации как результат действия нескольких взаимосвязанных механизмов [122, 186, 189].

Прежде всего, имплантат обеспечивает прямую электрическую стимуляцию волокон слухового нерва, что восстанавливает афферентный поток в центральные отделы слуховой системы и уменьшает выраженность патологической спонтанной активности, лежащей в основе фантомного слухового ощущения. Именно этим, по-видимому, объясняется особенно выраженное уменьшение шума при первом включении процессора [186, 189].

Второй механизм связан с акустической маскировкой. Звуковая информация, поступающая через речевой процессор, уменьшает контраст между ушным шумом и окружающей акустической средой, вследствие чего фантомный звук становится менее заметным или полностью перекрывается [186].

Третий механизм – нейропластическая перестройка центральных слуховых структур. Об этом свидетельствует феномен остаточного подавления шума при выключенном процессоре. Если бы эффект подавления шума в ушах был обусловлен только маскировкой, шум должен был бы возвращаться сразу после прекращения стимуляции. Сохранение подавления у части пациентов указывает на формирование более стойких изменений центральной обработки слуховой информации [186].

Наконец, нельзя исключить и системный компенсаторный эффект. Улучшение восприятия окружающих звуков, восстановление слухового контроля, уменьшение сенсорной изоляции и снижение фиксации внимания на ушном шуме

способствуют разрыву порочного круга «слуховая депривация – усиление внимания к шуму – эмоциональная значимость шума» [186].

Наибольшая эффективность кохлеарной имплантации у пациентов с выраженным исходным шумом и короткой длительностью глухоты косвенно подтверждает преимущественное значение периферической слуховой депривации в патогенезе СУШа именно у этой категории больных [154, 186].

5.7 Методические аспекты настройки речевого процессора у пациентов с ушным шумом

Пациенты с выраженным ушным шумом должны рассматриваться как особая категория пользователей кохлеарного импланта, поскольку исход восстановительных мероприятий определяется не только параметрами разборчивости речи, но и эффективным снижением шума в ушах [34].

Первичное подключение и начальная настройка речевого процессора обычно выполняются через 3–6 недель после операции, после заживления операционной раны. Перед подключением оценивают состояние послеоперационной области, наличие остаточного отека, воспалительных изменений наружного и среднего уха [34].

На каждой настроечной сессии обязательным является проведение телеметрии состояния импланта. Она включает проверку электромагнитной связи катушки передатчика с катушкой приемника, оценку работоспособности электроники импланта, измерение сопротивления каждого активного и заземляющего электродов. Контроль импеданса особенно важен в раннем послеоперационном периоде, поскольку позволяет своевременно выявить электрод с высоким сопротивлением, короткое замыкание или экстракохлеарное положение отдельных контактов [34].

При первичном подключении учитывают данные интраоперационного тестирования и результаты послеоперационной рентгенографии либо компьютерной томографии височной кости. Лучевые методы позволяют убедиться

в полноте введения электродной цепочки и при необходимости скорректировать параметры стимуляции, включая временное или постоянное отключение отдельных электродов [34].

Ключевой задачей настройки является определение пороговых уровней электрической стимуляции и максимальных комфортных уровней на каждом электроде, то есть формирование индивидуальной карты процессора. Для этого используются как субъективные ответы пациента, так и объективные методы – регистрация стапедияльного рефлекса на электрическую стимуляцию и телеметрия нервного ответа. Использование объективных методов особенно важно в начальный период восстановительных мероприятий, когда необходимо избежать как недостаточной, так и избыточной стимуляции, потенциально усиливающей дискомфорт [34].

У пациентов с ушным шумом предпочтителен щадящий режим начальной настройки с постепенным увеличением уровней стимуляции по мере адаптации к новым слуховым ощущениям. Процесс привыкания к стимуляции обычно занимает не менее 5–7 дней, после чего параметры карты стабилизируются. В процессор может быть записано несколько программ, различающихся по уровню громкости или условиям восприятия, что позволяет индивидуализировать слуховую нагрузку [34].

Принципиально важно сохранять максимально возможное число функционирующих электродов. Чем точнее реализована частотно-специфическая стимуляция улитки, тем выше не только качество передачи речевой информации, но и вероятность выраженного эффекта подавления шума в ушах кохлеарной имплантации [34].

5.8 Особенности слухоречевой адаптации у пациентов с ушным шумом после кохлеарной имплантации

Послеоперационная слухоречевая адаптация является обязательной составляющей комплексной поддержки пациентов с шумом в ушах. Она

начинается после первого подключения процессора и включает не только программирование карты стимуляции, но и постепенное развитие слухового восприятия, распознавания звуков окружающей среды, речи и поддержание устойчивого использования импланта [15, 24, 34, 55, 64, 78, 158, 171, 177, 181].

У пациентов с ушным шумом постоянное ношение речевого процессора имеет двойное значение. С одной стороны, оно необходимо для формирования и закрепления слуховых навыков. С другой стороны, в случаях, когда уменьшение шума зависит от активной электрической стимуляции, постоянное использование РП КИ является условием поддержания эффекта подавления шума в ушах [15, 146, 172].

Правильно выполненная настройка аудиопроцессора создает основу для успешной реабилитации. При адекватной карте стимуляции пациент уже во время первой настроечной сессии способен обнаруживать звуки разговорной речи на расстоянии 5–6 м и воспринимать шепотную речь на расстоянии 3–5 м, что обеспечивает базу для дальнейшего слухоречевого обучения [146].

Реабилитационный процесс у данной категории пациентов должен быть поэтапным и включать развитие обнаружения, различения и узнавания неречевых и речевых сигналов. Постепенное расширение воспринимаемого звукового поля, снижение сенсорной изоляции и уменьшение фиксации внимания на ушном шуме способствуют закреплению достигнутого результата. Важным условием эффективности является взаимодействие сурдолога, сурдопедагога и самого пациента [15, 34, 55].

Клиническое наблюдение пациента с односторонней глухотой показало, что уменьшение ушного шума и формирование новых слуховых навыков могут развиваться синхронно. Уже в ранние сроки реабилитации пациент одновременно отмечал исчезновение шума при включенном импланте и появление способности различать окружающие звуки, что свидетельствует о взаимном потенцировании этих процессов [36].

5.9 Критерии отбора пациентов для кохлеарной имплантации как метода терапии пациентов с шумом в ушах

На основании представленных материалов можно сформулировать основные клинико-аудиологические критерии отбора пациентов, у которых кохлеарная имплантация должна рассматриваться как метод лечения шума в ушах [34, 154, 186].

В первую очередь речь идет о пациентах с глубокой двусторонней сенсоневральной тугоухостью или глухотой, у которых ушной шум является постоянным, субъективно значимым и сочетается с выраженной слуховой депривацией. В этой группе кохлеарная имплантация обеспечивает не только восстановление слухового ввода, но и в большинстве случаев приводит к уменьшению или исчезновению ушного шума [122, 186, 189, 191].

Наиболее благоприятными кандидатами являются пациенты с исходной выраженностью шума не менее 4 баллов по визуально-аналоговой шкале. Именно у этой категории вероятность выраженного уменьшения шума в ушах после наиболее высока. При исходно слабом шуме, не превышающем 2–3 баллов, кохлеарная имплантация не должна рассматриваться как самостоятельное показание исключительно ради уменьшения СУШа [154, 186].

Второй важный критерий – продолжительность слуховой депривации. Наиболее выраженное снижение шума отмечается у пациентов с длительностью глухоты до 2 лет. Следовательно, раннее направление на кохлеарную имплантацию повышает вероятность успешной терапии [154, 186].

Возраст пациента и этиология тугоухости не показали статистически значимого самостоятельного влияния на исход и не должны использоваться как ограничительные критерии. Они могут учитываться лишь в составе общей прогностической оценки [154, 186].

Обязательным условием является полноценное предоперационное обследование, включающее аудиологическую оценку, визуализацию височных

костей и внутреннего уха, анализ субъективной тяжести шума, а также подробное обсуждение с пациентом целей и этапов лечения [34].

Особую группу составляют пациенты с односторонней глухотой и выраженным инвалидизирующим ушным шумом на стороне поражения. Для этой категории кохлеарная имплантация может рассматриваться как патогенетически обоснованный метод лечения даже при удовлетворительном слухе на противоположном ухе [36].

Таким образом, кохлеарная имплантация является одним из наиболее эффективных методов терапии у пациентов с ушным шумом и глубокой сенсоневральной тугоухостью. Ее эффект реализуется поэтапно, наиболее ярко проявляется после активации речевого процессора, сохраняется в отдаленные сроки и определяется прежде всего исходной выраженностью ушного шума и длительностью слуховой депривации. Это позволяет рассматривать кохлеарную имплантацию не только как технологию восстановления слуха, но и как самостоятельный инструмент патогенетически обоснованного лечения хронического ушного шума [15, 122, 154, 186, 189, 191].

ГЛАВА 6. ЗВУКОВАЯ ТЕРАПИЯ И БИМОДАЛЬНАЯ НЕЙРОМОДУЛЯЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО СУБЪЕКТИВНОГО УШНОГО ШУМА

Хронический субъективный ушной шум относится к числу наиболее сложных клинических состояний современной оториноларингологии, сурдологии и аудиологии. Его патогенез не ограничивается периферическим поражением звуковоспринимающего аппарата и включает формирование устойчивых патологических нейрональных сетей на различных уровнях слуховой системы. В связи с этим особое значение приобретают методы, направленные не только на симптоматическое ослабление шума, но и на модификацию нейропластических механизмов его поддержания. К числу таких методов относятся звуковая терапия и бимодальная нейромодуляция, сочетающая акустическое и соматосенсорное воздействие [7, 21, 92, 96, 101, 129].

В настоящей главе представлены современные принципы звуковой терапии, методология индивидуального подбора звукового стимула, а также результаты собственного исследования бимодальной стимуляции у пациентов с хроническим односторонним ушным шумом с объективной оценкой динамики корковой активности по данным функциональной ближней инфракрасной спектроскопии [7, 92, 96, 136].

6.1 Принципы звуковой терапии при хроническом ушном шуме

Звуковая терапия является одним из базовых немедикаментозных методов лечения пациентов с хроническим ушным шумом. Ее патогенетическая обоснованность определяется тем, что субъективный ушной шум усиливается в условиях акустической депривации и, напротив, становится менее навязчивым при обогащении звуковой среды. Формирование контролируемого акустического фона снижает контраст между внутренним фантомным звуковым ощущением и внешней

слуховой средой, уменьшая тем самым сенсорную и эмоциональную значимость ушного шума [21, 135, 159, 161].

Клинический эффект звуковой терапии обусловлен несколькими механизмами. Во-первых, она ослабляет перцептивный контраст между ушным шумом и фоновым состоянием слуховой системы. Во-вторых, она уменьшает вовлечение лимбических и вегетативных реакций, поддерживающих чувство тревоги, раздражения и внутреннего напряжения, связанных с постоянным шумом. В-третьих, она способствует формированию перцептивной адаптации и долговременной нейропластической перестройке, в результате чего изменяется не столько сам уровень патологического сигнала, сколько субъективное отношение пациента к нему и степень его повседневного дистресса [62, 159, 161].

С практической точки зрения звуковая терапия может быть разделена на неиндивидуализированные и индивидуализированные варианты. К неиндивидуализированным формам относятся маскирующая терапия, терапия привыкания к шуму в ушах, а также использование технических средств, обеспечивающих обогащение акустической среды, включая слуховые аппараты и имплантируемые системы. Индивидуализированная звуковая терапия основана на анализе психоакустических характеристик ушного шума и предполагает подбор стимула, максимально соответствующего акустическому профилю конкретного пациента. В данном случае цель состоит не только в частичном или полном перекрытии шума, но и в индукции направленных нейропластических изменений в центральных отделах слуховой системы [21, 66, 135, 159, 161].

Следует подчеркнуть, что при хроническом ушном шуме задачей звуковой терапии является не обязательное полное устранение восприятия шума в каждый момент времени. Более важной целью является снижение его навязчивости, уменьшение эмоциональной окраски, облегчение переключения внимания и улучшение качества жизни. В связи с этим во многих случаях предпочтение отдается не полной, а частичной маскировке, а также длительному использованию фоновых стимулов, способствующих адаптации [135, 159, 161].

Эффективность звуковой терапии определяется не только параметрами самого акустического сигнала, но и клинико-аудиологическим профилем пациента. Существенное значение имеют степень нарушения слуховой функции, характер психоакустического фенотипа ушного шума, эмоционально-когнитивная реакция на симптом и наличие или отсутствие сопутствующей гиперacusии. Именно поэтому звуковая терапия должна рассматриваться не как универсальная стандартная процедура, а как элемент персонализированной лечебной стратегии [21, 109, 159].

6.2 Индивидуальный подбор звукового стимула у пациентов с ушным шумом

Индивидуальный подбор звукового стимула является ключевым условием эффективности звуковой терапии. Он должен основываться на данных психоакустической шумометрии, результатах тональной пороговой аудиометрии, а также на субъективной оценке переносимости, предпочтительности и терапевтической приемлемости различных акустических воздействий [12, 23, 24, 25].

В основе подбора лежит определение частотного спектра субъективного ушного шума, порога восприятия основного тона, уровня его перекрытия внешним сигналом, а при необходимости – выявление второго компонента ушного шума. При тональном шуме в качестве основы стимула может использоваться чистый тон или узкополосный шум, соответствующий выявленной частоте. При широкополосном, шумоподобном или многокомпонентном ушном шуме предпочтение отдается более сложным акустическим паттернам, включая узкополосный шум, смешанные шумовые сигналы или многокомпонентные звуковые композиции [30, 61, 65, 128].

Подбор стимула должен учитывать не только совпадение по частоте, но и субъективную переносимость воздействия. Избыточно интенсивный или слишком агрессивный по спектру сигнал может вызывать акустический дискомфорт, усиливать внутреннее напряжение и снижать приверженность пациента к лечению.

В связи с этим оптимальным следует считать такой стимул, который обеспечивает контролируемое ослабление восприятия шума без сенсорной перегрузки и может применяться длительно и регулярно [30, 109].

По данным представленных материалов, одним из эффективных вариантов персонализированного звукового воздействия является многоэлементный акустический сигнал, состоящий из нескольких компонентов. Его структура может включать белый шум малой интенсивности во всем слышимом диапазоне, более интенсивный узкополосный шумовой маскер шириной около двух октав в области частотного диапазона субъективного шума пациента, а также низкочастотные релаксирующие звуки окружающей среды, в частности звуки природы. Такая комбинация позволяет одновременно решать несколько задач: снижать контраст между шумом и внешним фоном, частично перекрывать доминирующий высокочастотный компонент ушного шума и создавать более комфортное, психологически приемлемое слуховое окружение [30, 109].

В практическом отношении индивидуальный стимул подлежит динамической коррекции. В ходе лечения возможно изменение спектрального состава, интенсивности, ширины полосы и соотношения между его компонентами в зависимости от изменений психоакустического профиля ушного шума, субъективных ощущений пациента и достигнутого терапевтического эффекта. Такой подход особенно важен при хроническом шуме, поскольку в процессе терапии изменяться могут как сенсорные характеристики фантомного звука, так и эмоциональное отношение к нему [30, 109].

6.3 Клинико-аудиологическая характеристика пациентов, получавших бимодальную стимуляцию

В проспективное исследование бимодальной стимуляции были включены 32 пациента с хроническим односторонним ушным шумом без выраженной тугоухости. Среди них было 17 мужчин и 15 женщин. Возраст пациентов варьировал от 24 до 56 лет, средний возраст составил $41,3 \pm 9,8$ года. У 23

пациентов шум локализовался слева, у 9 – справа. Длительность существования ушного шума находилась в диапазоне от 1 года до 7 лет, медианное значение составляло 3,5 года.

Критерием включения являлся хронический субъективный односторонний ушной шум при отсутствии выраженного снижения слуха. По данным тональной пороговой аудиометрии пороги восприятия находились в пределах возрастной нормы либо соответствовали минимальным нарушениям слуховой функции, не превышавшим I степени. Таким образом, в исследование вошли пациенты, у которых ушной шум не мог быть объяснен выраженной периферической слуховой депривацией по типу глубокой нейросенсорной тугоухости.

Для исключения органических причин шума всем пациентам проводились магнитно-резонансная томография головного мозга и области мостомозжечкового угла с контрастным усилением, а также компьютерная томография височных костей. Патологических изменений, способных объяснить возникновение ушного шума, выявлено не было. По данным импедансометрии у всех обследованных регистрировалась тимпанограмма типа А, что свидетельствовало об отсутствии клинически значимой патологии среднего уха. Пациенты с выраженной неврологической или психической патологией в исследование не включались.

Таким образом, исследуемая группа представляла собой клинически однородную когорту пациентов с хроническим односторонним ушным шумом преимущественно центрального или смешанного патогенеза, не связанным с грубой структурной патологией уха и головного мозга. Это создавало благоприятные условия для анализа нейрофизиологических эффектов бимодальной нейромодуляции.

Клинико-аудиологическая характеристика обследованных пациентов представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Клинико-аудиологическая характеристика пациентов, получавших бимодальную стимуляцию

Показатель	Значение
Общее число пациентов	32
Мужчины	17 (53,1%)
Женщины	15 (46,9%)
Возраст, лет	41,3 ± 9,8
Возрастной диапазон, лет	24–56
Левосторонний ушной шум	23 (71,9%)
Правосторонний ушной шум	9 (28,1%)
Длительность ушного шума, лет	3,5 (1–7)
Степень снижения слуха	в пределах возрастной нормы или минимальное снижение слуха, не более I степени
Данные МРТ головного мозга и слуховых нервов и КТ височных костей	органическая патология не выявлена
Данные импедансометрии	тимпанограмма типа А у всех пациентов
Примечание: длительность ушного шума представлена в виде медианы и диапазона значений	

6.4 Протокол бимодальной стимуляции при хроническом ушном шуме

Метод бимодальной стимуляции предполагал одновременное применение звуковой терапии и соматосенсорной стимуляции. В качестве акустического компонента использовался индивидуально подобранный звуковой стимул, соответствующий психоакустическим характеристикам ушного шума пациента. Если пациент затруднялся точно охарактеризовать частоту собственного шума, подбирался наиболее близкий по субъективному восприятию тон или узкополосный шум. Звуковой стимул предъявлялся бинаурально через наушники, что позволяло обеспечить контролируемое воздействие на слуховую систему и создавало условия для сопоставления межполушарных реакций [96, 119, 136, 144].

Соматосенсорный компонент реализовывался посредством электрической стимуляции передней части языка, иннервируемой ветвями тройничного нерва. Электроды располагались в области передних двух третей языка. Интенсивность стимуляции подбиралась индивидуально и соответствовала уровню слабого,

отчетливо ощущаемого, но комфортного покалывания. Такое сочетание акустического и соматосенсорного воздействия формировало единый бимодальный стимул, направленный на реорганизацию патологических центральных слуховых сетей [96, 119, 136, 144].

Курс лечения составлял 6 недель. Сеансы проводились ежедневно 5 раз в неделю, всего 30 процедур. Продолжительность одного сеанса составляла 30 минут. Промежуточная клиническая оценка выполнялась через 3 недели, окончательная – после завершения всего курса лечения. Существенных нежелательных явлений в ходе исследования не наблюдалось. У двух пациентов в первые дни лечения отмечалось кратковременное усиление ушного шума после процедуры, самостоятельно исчезающее в течение часа и не потребовавшее отмены терапии.

Для объективной оценки влияния лечения на корковую активность использовалась функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия. Исследование проводилось до начала терапии и после завершения курса. Регистрация выполнялась с помощью системы CortiVision Photon Cap. Анализ данных осуществлялся с использованием программ Homer3 и CortiPrism. Оптический колпачок устанавливался в соответствии с международной схемой 10–20. Особое внимание уделялось следующим областям интереса: первичной слуховой коре (A1; BA41/42), вторичной слуховой коре (A2), зоне Вернике (BA22), префронтальной коре (BA9, BA10, BA46), а также теменно-височной ассоциативной зоне (BA40). Изменения регистрировались по динамике концентрации оксигенированного и дезоксигенированного гемоглобина. Схема размещения оптодов и зон интереса при выполнении фБИКС-исследования представлена на рисунке 6.1 [7, 92].

Схема каналов фБИКС, зоны Бродмана и ориентиры (нос, уши)

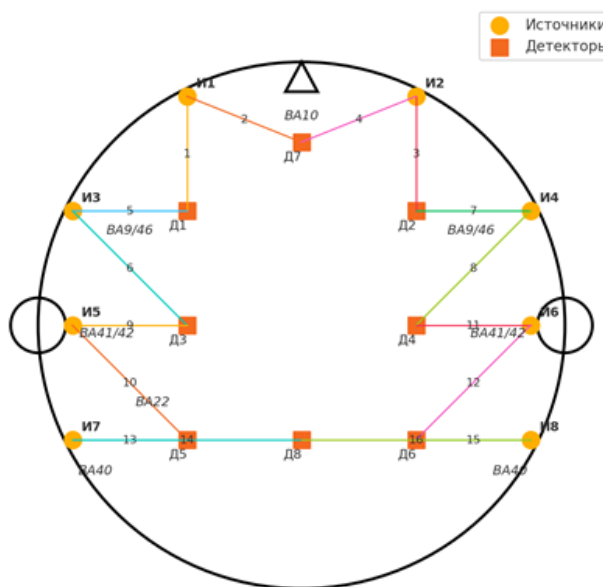


Рисунок 6.1 – Схема размещения источников, детекторов и зон интереса при фБИКС-исследовании у пациентов с хроническим ушным шумом

На схеме представлены источники (S1–S8), детекторы (D1–D8), их расположение в соответствии с международной системой 10–20, а также основные зоны интереса: первичная слуховая кора (A1; BA41/42), вторичная слуховая кора (A2), зона Вернике (BA22), префронтальная кора (BA9, BA10, BA46) и ассоциативная теменно-височная зона (BA40) [7, 92].

Соответствие позиций системы 10–20, используемых каналов и корковых зон интереса приведено в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Соответствие источников, детекторов, позиций системы 10–20 и корковых зон интереса при фБИКС-исследовании

Обозначение	Позиция системы 10–20	Целевая корковая зона	Функциональное значение
S1–S2	Fp1 / Fp2	BA10	фронтполярная кора
S3–S4	F7 / F8	BA9/46	дорсолатеральная префронтальная кора
S5–S6	T7(T3) / T8(T4)	BA41/42	первичная слуховая кора
S7–S8	P7 / P8	BA40	ассоциативная теменно-височная кора

Продолжение таблицы 6.2

D1–D2	F3 / F4	BA9/46	префронтальная кора
D3–D4	C3 / C4	вторичная слуховая кора (A2)	височно-инсулярные отделы
D5–D6	P3 / P4	BA22	зона Вернике
D7–D8	Fz / Pz	короткобазисные каналы	контроль поверхностных артефактов
Примечание: ВА – поле Бродмана; фБИКС – функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия			

Протокол фБИКС включал фоновую запись в покое в течение 5 минут с закрытыми глазами, а также две активационные пробы. Первая проба – «фокус на шуме» – предполагала концентрацию пациента на собственном ушном шуме в течение 5 минут. Вторая проба представляла собой контрольную звуковую стимуляцию: в противоположное шуму ухо подавался тон, соответствующий частоте субъективного шума, с интенсивностью на 10 дБ ниже порога дискомфорта. Звуковой стимул предъявлялся в режиме 20 секунд звук – 20 секунд тишина, всего 5 циклов [7, 92].

Пример пространственной визуализации гемодинамического ответа по данным фБИКС представлен на рисунке 6.2.



Рисунок 6.2 – Пример пространственного распределения сигналов HbO₂ и HbR по данным фБИКС у пациента с хроническим ушным шумом

На рисунке представлены примеры пространственного распределения сигналов оксигенированного и дезоксигенированного гемоглобина по данным функциональной ближней инфракрасной спектроскопии. Верхняя панель соответствует сигналу HbO_2 , нижняя – сигналу HbR . Пространственная организация гемодинамического ответа отражает вовлечение корковых зон, участвующих в восприятии и переработке патологического слухового феномена. Красным цветом обозначены зоны повышения оксигенации, синим – зоны относительного снижения гемодинамического ответа [7, 92].

6.5 Динамика клинических показателей по данным ВАШ и ТНІ на фоне терапии

После завершения курса бимодальной терапии у большинства пациентов отмечено уменьшение выраженности ушного шума как по субъективной интенсивности, так и по степени его влияния на повседневную жизнь. Средний показатель по визуально-аналоговой шкале снизился с $6,7 \pm 1,5$ до $4,1 \pm 1,8$ балла, что соответствовало уменьшению на 38,8% и являлось статистически значимым.

У 20 из 32 пациентов, то есть у 62,5%, снижение показателя по ВАШ превышало 2 балла, что следует расценивать как клинически значимое улучшение. У 12 пациентов выраженной положительной динамики по ВАШ не получено: изменения варьировали от 0 до минус 1 балла, то есть субъективный уровень шума оставался практически неизменным. При этом ухудшения состояния не зафиксировано ни в одном случае.

По опроснику ТНІ также отмечена достоверная положительная динамика. Исходный суммарный балл составлял $44,8 \pm 17,3$, что соответствовало среднему уровню выраженности дистресса от ушного шума. После лечения показатель снизился до $30,6 \pm 18,5$ балла. Абсолютное уменьшение составило в среднем 31,7%, что было статистически значимым и клинически существенным. Динамика субъективных клинических показателей на фоне бимодальной терапии представлена на рисунке 6.3.

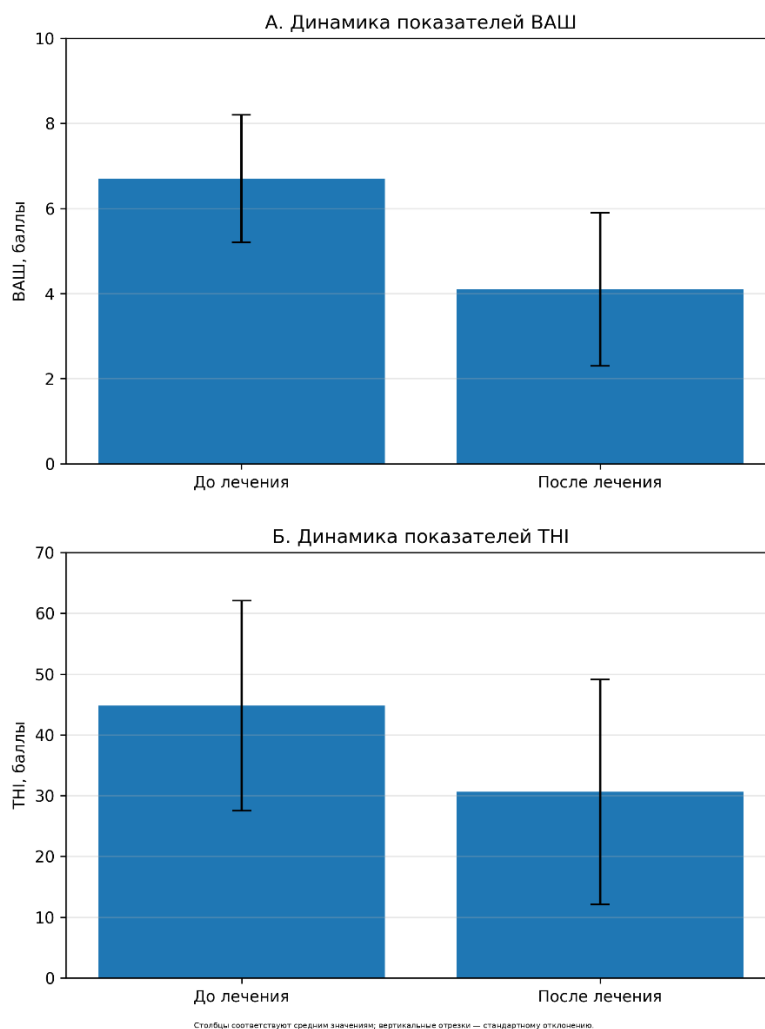


Рисунок 6.3 – Динамика показателей визуально-аналоговой шкалы и опросника ТНІ у пациентов с хроническим ушным шумом до и после курса бимодальной стимуляции. Отмечено статистически значимое снижение субъективной выраженности ушного шума и степени, связанного с ним дистресса

У тех же 20 пациентов, у которых по ВАШ отмечено наиболее отчетливое улучшение, снижение ТНІ превышало 7 пунктов и составляло от 8 до 34 баллов, медиана улучшения достигала 18 баллов.

Следовательно, бимодальная стимуляция позволила получить клинически значимый эффект почти у двух третей обследованных. При этом следует подчеркнуть, что терапия приводила не только к уменьшению громкости шума, но и к снижению его психологической значимости, уменьшению раздражительности, напряжения и субъективной дезадаптации [96, 101, 136].

6.6 Исходные паттерны корковой активности у пациентов с хроническим ушным шумом по данным фБИКС

6.6.1 Первичная слуховая кора (A1)

До начала лечения при выполнении пробы, направленной на концентрацию внимания на собственном ушном шуме, у пациентов регистрировалась выраженная гиперактивация первичной слуховой коры (A1; BA41/42). На стороне, соответствующей локализации шума, прирост оксигенированного гемоглобина составлял в среднем 16,3% от базовой линии, что отражало повышение регионарного кровотока и метаболической активности в данной зоне. В контралатеральной слуховой коре выраженность ответа была существенно ниже и составляла 5,4% [7, 92].

Полученные данные свидетельствуют о наличии устойчивого патологического очага повышенной корковой активности, связанного с восприятием фантомного звука. Для пациентов с левосторонним шумом максимальная активация регистрировалась слева, для пациентов с правосторонним – справа. Таким образом, первичная слуховая кора (A1) выступала как один из основных корковых субстратов хронического ушного шума [7, 92].

6.6.2 Вторичная слуховая кора (A2)

Помимо первичной слуховой зоны, патологическая активация отмечалась и во вторичной слуховой коре (A2). Это указывает на то, что хронический ушной шум вовлекает не только корковую зону первичного анализа звука, но и более высокие уровни слуховой переработки. Усиление активности в височных отделах коры подтверждает, что при хроническом ушном шуме происходит вовлечение нейронных сетей, отвечающих за вторичную интерпретацию слуховых сигналов, их анализ и интеграцию с другими сенсорными и когнитивными процессами [7, 92, 168, 185].

6.6.3 Зона Вернике

Особое значение имело вовлечение левой задневисочной области, соответствующей зоне Вернике. До лечения в этой области регистрировалась повышенная оксигенация: слева прирост HbO_2 достигал 9,8%, тогда как справа составлял 3,1%. Даже у пациентов с правосторонним ушным шумом реакция в левой зоне Вернике оказывалась более выраженной, чем в правой гомологичной области [7, 56, 92].

Такая картина позволяет предполагать участие ассоциативных височно-теменных зон в патологической обработке фантомного звукового образа. Вероятно, данная зона обеспечивает дополнительную интеграцию слухового сигнала, придавая ему повышенную «информационную значимость». Кроме того, зона Вернике участвует в обработке сложных звуковых паттернов и в сопряжении слуховой и соматосенсорной информации, что особенно важно при хроническом ушном шуме, нередко модулируемом соматическими факторами [7, 56, 92].

6.6.4 Префронтальная кора

До начала лечения у пациентов выявлялась избыточная активация префронтальной коры. Во время концентрации внимания на шуме прирост HbO_2 в дорсолатеральной префронтальной коре достигал в среднем 10,4% справа и 8,7% слева. Эта находка имеет принципиальное значение, поскольку указывает на активное вовлечение когнитивно-эмоциональных сетей в восприятие хронического шума [56, 103].

Повышенная активация префронтальных отделов может рассматриваться как отражение тревожного ожидания, усиленного внимания к внутреннему звуковому ощущению и постоянных попыток его когнитивного контроля. По сути, мозг пациента затрачивает дополнительные ресурсы на обработку патологического слухового сигнала, что соответствует клиническим жалобам на утомляемость, истощаемость внимания, раздражительность и внутреннее напряжение [56, 103].

6.6.5 Особенности межполушарной латерализации

До лечения у пациентов с односторонним ушным шумом выявлялись выраженные нарушения межполушарной латерализации слуховых ответов. Гиперактивация со стороны шума доминировала независимо от направления внешней стимуляции. В частности, при предъявлении контрольного звукового сигнала в «здоровое» ухо прирост HbO_2 в контралатеральной слуховой коре составлял 8,2%, а в ипсилатеральной, то есть на стороне шума, – 6,5%, тогда как в норме контралатеральный ответ выражен значительно сильнее [7, 92, 168, 185].

У 15 из 32 пациентов активность слуховой коры на стороне шума превышала активность противоположной стороны даже при стимуляции противоположного уха. Это позволяет говорить о наличии устойчивого гиперактивного коркового очага, нарушающего нормальную функциональную асимметрию слуховой системы [7, 92, 168, 185].

6.7 Динамика корковой активности после курса бимодальной стимуляции

6.7.1 Снижение гиперактивации слуховой коры

После завершения 6-недельного курса бимодальной стимуляции зарегистрировано выраженное снижение патологической активности в слуховой коре. Наиболее значимые изменения отмечены в первичной слуховой зоне на стороне шума. В ответ на пробу «фокус на шуме» прирост HbO_2 в этой области уменьшился более чем в три раза – с исходных значений 16,3% до 5,3% [7, 92, 96, 136].

После лечения различие между пораженной и контралатеральной слуховой корой стало статистически незначимым. Это указывает на ослабление патологической спонтанной активности слуховых нейронов, которая, по-видимому, является одним из центральных механизмов хронического ушного шума. В группе пациентов с наиболее выраженным клиническим ответом

снижение гиперактивации в слуховой коре и смежных слуховых отделах составляло 68,0% [7, 92, 96, 136].

6.7.2 Снижение вовлеченности префронтальных отделов

Одним из наиболее существенных нейрофизиологических эффектов лечения стало уменьшение патологической вовлеченности префронтальной коры. В клинически ответившей подгруппе снижение активности префронтальных отделов составляло 70,0%. Такое уменьшение следует рассматривать как объективный маркер снижения когнитивно-эмоциональной нагрузки, сопровождающей хронический ушной шум [7, 92, 96, 136].

Иными словами, после курса терапии мозг переставал столь интенсивно «удерживать» патологический звуковой феномен в фокусе внимания. Это соответствовало субъективным сообщениям пациентов о том, что шум стал менее раздражающим, менее тревожащим и легче игнорируемым в повседневной жизни [7, 92, 96, 136].

6.7.3 Уменьшение активности ассоциативных височно-теменных зон

После лечения отмечено достоверное снижение активности зоны Вернике и смежных ассоциативных височно-теменных отделов. В левой зоне BA22 прирост HbO₂ уменьшился с 9,8% до 4,0%, в правой – с 3,1% до 2,0%. Аналогичная тенденция отмечалась и в теменной ассоциативной коре, обеспечивающей интеграцию слуховых и соматосенсорных стимулов [7, 56, 92].

Эти изменения позволяют предполагать уменьшение патологической интеграции фантомного слухового сигнала в системы обработки сложных звуковых и речевых паттернов. Клинически это соответствовало тому, что пациентам становилось легче сосредоточиться на реальных внешних звуках и переключать внимание с внутреннего шума на окружающую звуковую среду [7, 56, 92].

6.7.4 Нормализация межполушарной латерализации

После курса бимодальной стимуляции отмечено выравнивание ранее нарушенной межполушарной асимметрии. Патологическое доминирование корковой активности на стороне шума становилось значительно менее выраженным или исчезало. У 23 из 32 пациентов, то есть у 71,9%, фБИКС зафиксировала достоверную реорганизацию корковой активности с улучшением латерализации слуховых ответов [7, 92, 96, 136].

Нормализация латерализации следует рассматривать как один из важнейших объективных признаков восстановления более физиологической организации слуховой коры. Это подтверждает, что терапия воздействует не только на субъективное восприятие симптома, но и на фундаментальные параметры функционирования корковых слуховых сетей. Суммарная динамика оксигенации коры в основных зонах интереса до и после курса бимодальной стимуляции представлена на рисунке 6.4 [7, 92, 96, 136].

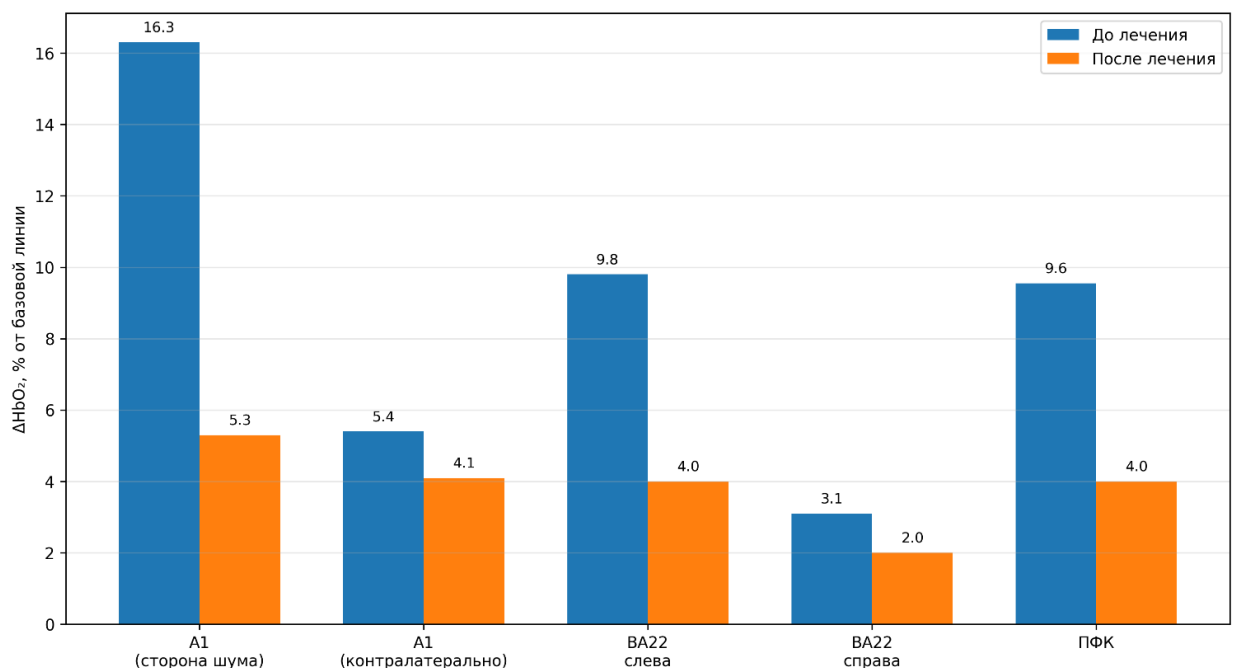


Рисунок 6.4 – Сравнительная характеристика изменений ΔHbO_2 в первичной слуховой коре, зоне Вернике и префронтальной коре до и после курса бимодальной стимуляции

На рисунке представлены значения ΔHbO_2 , % от базовой линии, до лечения и после лечения в следующих корковых зонах: А1 на стороне ушного шума, контралатеральная А1, ВА22 слева, ВА22 справа и префронтальная кора.

Синие столбцы соответствуют показателям до лечения, оранжевые – после лечения. После лечения отмечено снижение ΔHbO_2 в А1 на стороне ушного шума с 16,3% до 5,3%, в контралатеральной А1 – с 5,4% до 4,1%, в левой ВА22 – с 9,8% до 4,0%, в правой ВА22 – с 3,1% до 2,0%, в префронтальной коре – с 9,6% до 4,0%.

6.8 Связь субъективного клинического улучшения с данными функциональной ближней инфракрасной спектроскопии

Сопоставление клинических и нейровизуализационных данных показало их отчетливую однонаправленность. После курса бимодальной стимуляции отмечено снижение ΔHbO_2 во всех представленных корковых зонах: в А1 на стороне ушного шума – с 16,3% до 5,3%, в контралатеральной А1 – с 5,4% до 4,1%; в левой зоне Вернике (ВА22) – с 9,8% до 4,0%, в правой ВА22 – с 3,1% до 2,0%; в префронтальной коре – с 9,6% до 4,0%. Наиболее выраженные изменения зарегистрированы в А1 на стороне ушного шума и в префронтальной коре. У 20 пациентов, у которых достигнуто значимое снижение ушного шума по ВАШ и ТНІ, наблюдалось наиболее выраженное уменьшение гиперактивации слуховой и префронтальной коры. В этой подгруппе снижение активности А1/А2 составляло 68,0%, а снижение активности префронтальной коры – 70,0%. Сопоставление клинического ответа и нейрофизиологической динамики после курса бимодальной стимуляции представлено в таблице 6.3 [7, 92, 96, 136].

Таблица 6.3 – Сопоставление клинической и нейрофизиологической динамики у пациентов после курса бимодальной стимуляции

Показатель	До лечения	После лечения / характер изменений
Визуально-аналоговая шкала, баллы ($M \pm SD$)	$6,7 \pm 1,5$	$4,1 \pm 1,8$; снижение на 38,8%

Продолжение таблицы 6.3

ТНІ, баллы (М ± SD)	44,8 ± 17,3	30,6 ± 18,5; снижение на 31,7%
Пациенты с клинически значимым снижением ВАШ (не менее 2 баллов), n (%)	—	20 из 32 (62,5)
Пациенты со снижением ТНІ более чем на 7 пунктов, n (%)	—	20 из 32 (62,5)
Ухудшение клинического состояния, n (%)	—	0
ΔНbO ₂ в первичной слуховой коре на стороне шума, % от базовой линии	16,3	5,3
ΔНbO ₂ в зоне Вернике слева, % от базовой линии	9,8	4,0
ΔНbO ₂ в зоне Вернике справа, % от базовой линии	3,1	2,0
Снижение активности А1/А2 у клинически ответивших пациентов	—	68,0%
Снижение активности префронтальной коры у клинически ответивших пациентов	—	70,0%
Пациенты с достоверной корковой реорганизацией по данным фБИКС, n (%)	—	23 из 32 (71,9)
Пациенты с нормализацией межполушарной латерализации, n (%)	—	23 из 32 (71,9)
Примечание: ВАШ – визуально-аналоговая шкала; ТНІ – Tinnitus Handicap Inventory; фБИКС – функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия; ΔНbO ₂ – изменение концентрации оксигенированного гемоглобина; А1/А2 – первичная и вторичная слуховая кора		

При анализе количественных показателей выявлена тенденция к корреляции между уменьшением выраженности дистресса по ТНІ и снижением гиперактивации первичной слуховой коры. Хотя данный показатель не достиг строгого уровня статистической значимости, направленность связи представляется клинически важной и патогенетически оправданной [7, 92].

Особого внимания заслуживает наблюдение, что у одного пациента объективные признаки снижения патологической корковой активности были зарегистрированы даже при отсутствии выраженного субъективного улучшения по анкетам. Это позволяет предполагать, что нейропластические изменения могут опережать субъективно осознаваемую клиническую динамику и что фБИКС

способна выявлять ранние эффекты терапии до полного формирования перцептивного результата [7, 92].

Таким образом, функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия может рассматриваться как объективный метод мониторинга эффективности бимодальной терапии. Она позволяет не только подтвердить клиническую значимость полученного улучшения, но и выявить его нейрофизиологический субстрат [7, 92, 96, 136].

6.9 Показания, ограничения и место бимодальной нейромодуляции в лечении хронического ушного шума

На основании представленных данных бимодальная нейромодуляция может быть рекомендована пациентам с хроническим субъективным ушным шумом, преимущественно односторонним, при отсутствии грубой органической патологии среднего и внутреннего уха, ретрокохлеарных образований и выраженного снижения слуха. Наиболее перспективной данная технология представляется у пациентов с устойчивым ушным шумом, плохо поддающимся стандартной медикаментозной терапии, при наличии признаков центральной слуховой гиперактивности и выраженной когнитивно-эмоциональной фиксации на симптоме [7, 92, 96, 136].

В структуре комплексного лечения бимодальная стимуляция не должна рассматриваться как изолированный универсальный метод. Ее место – в составе персонифицированной программы лечения после обязательного клинико-аудиологического, психоакустического и, по возможности, нейрофизиологического обследования. Особое значение она приобретает в тех случаях, когда ведущими в клинической картине становятся центральные механизмы хронизации ушного шума, нарушения внимания, тревожность, субъективная непереносимость шума и недостаточная эффективность традиционной звуковой терапии в монорежиме [7, 92, 96, 136].

К числу достоинств метода относятся неинвазивность, хорошая переносимость, возможность сочетания с индивидуализированным акустическим воздействием и наличие объективного нейрофизиологического контроля по данным фБИКС. Важным преимуществом является и то, что терапия воздействует сразу на несколько патогенетических звеньев – патологическую активность слуховой коры, ассоциативные зоны интеграции и когнитивно-эмоциональные лобные структуры [7, 92, 96, 136].

Вместе с тем следует учитывать ограничения настоящего исследования. Они включают небольшой объем выборки, пилотный характер наблюдения, отсутствие контрольной группы, сравнительно короткий срок клинического наблюдения после завершения терапии и неоднородность субъективного фенотипа ушного шума даже внутри исследуемой когорты. Кроме того, функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия регистрирует преимущественно корковые, поверхностно расположенные изменения и не позволяет непосредственно оценивать состояние глубоких подкорковых структур, также вовлеченных в патогенез ушного шума. Как показано на рисунке 6.4, наибольшая динамика после курса лечения отмечалась в первичной слуховой коре на стороне ушного шума и в префронтальной коре, тогда как изменения в контралатеральной А1 и правой ВА22 были менее выраженными [7, 92].

Тем не менее полученные результаты позволяют рассматривать бимодальную нейромодуляцию как клинически и патогенетически обоснованный метод лечения хронического субъективного ушного шума. Ее использование в сочетании с индивидуально подобранной звуковой терапией способствует уменьшению субъективной выраженности шума, снижению его эмоциональной значимости и объективной нормализации активности корковых слуховых и префронтальных сетей. Это подтверждает целесообразность дальнейшего изучения и внедрения метода в систему персонифицированного лечения пациентов с хроническим ушным шумом [7, 92, 96, 136].

ГЛАВА 7. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. ПАТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С СУБЪЕКТИВНЫМ УШНЫМ ШУМОМ

Полученные результаты позволяют рассматривать субъективный ушной шум не как изолированный симптом, а как многоуровневое клинико-нейрофизиологическое состояние, формирующееся при взаимодействии периферических, центральных, когнитивно-эмоциональных и, в ряде случаев, звукопроводящих механизмов. Проведенное исследование показало, что выраженность и клиническая значимость ушного шума определяются не только степенью снижения слуха как таковой, но и характером слуховой депривации, состоянием среднего уха и слуховой трубы, особенностями психоакустического фенотипа шума, а также уровнем вовлечения корковых сетей внимания и эмоциональной оценки [7, 38, 92, 114, 190].

Совокупность результатов, полученных при исследовании психоакустических характеристик ушного шума, функции слуховой трубы, динамики симптомов после кохлеарной имплантации, а также при применении звуковой терапии и бимодальной нейромодуляции, позволила сформировать целостную патогенетическую модель и на ее основе разработать алгоритм персонализированного выбора лечебной тактики.

7.1 Интеграция периферических и центральных механизмов формирования ушного шума

Результаты настоящего исследования подтверждают, что ушной шум формируется вследствие взаимодействия нескольких патогенетических звеньев, причем их относительный вклад у разных пациентов неодинаков. В одних случаях ведущую роль играет периферическая слуховая депривация, в других – нарушение функции среднего уха и слуховой трубы, в третьих – стойкая центральная

нейропластическая перестройка с вовлечением слуховых, ассоциативных и префронтальных зон коры [7, 38, 62, 92, 153, 190].

Периферический компонент наиболее очевиден у пациентов с сенсоневральной тугоухостью. Снижение афферентного потока от улитки приводит к формированию компенсаторного центрального усиления в слуховых путях. Иначе говоря, дефицит периферического сигнала запускает перестройку центральной слуховой системы, направленную на поддержание сенсорного баланса, однако при неблагоприятном варианте адаптации эта перестройка принимает патологический характер и проявляется ощущением фантомного звука. Именно этим, по-видимому, объясняется высокая частота ушного шума у пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и выраженной редукцией шума в ушах после кохлеарной имплантации, восстанавливающей афферентную стимуляцию слухового нерва [122, 186, 189].

В то же время результаты оценки функции слуховой трубы показали, что существенный вклад в формирование ушного шума могут вносить и нарушения звукопроводящей системы. У большинства обследованных пациентов с СУШом выявлены признаки тубарной дисфункции, а наиболее чувствительным функциональным маркером оказалось снижение пика комплианса, отражающее уменьшение податливости системы среднего уха. Это означает, что даже при отсутствии грубой воспалительной патологии среднего уха нарушение вентиляционной функции слуховой трубы и изменение механических свойств звукопроводящего аппарата могут выступать самостоятельным или дополнительным фактором возникновения ушного шума [38].

Наконец, проведенное нейровизуализационное исследование продемонстрировало выраженное участие центральных механизмов. У пациентов с хроническим ушным шумом без выраженной тугоухости выявлены гиперактивация первичной и вторичной слуховой коры, повышенное вовлечение зоны Вернике, префронтальной коры и нарушение межполушарной латерализации. Эти данные указывают на то, что хронический шум поддерживается не только

сенсорной гиперактивностью, но и патологическим включением систем внимания, значимости и эмоциональной оценки [7, 56, 92].

Следовательно, ушной шум следует рассматривать как результат взаимодействия, по меньшей мере, трех основных уровней патогенеза: периферической слуховой депривации, нарушений звукопроводения и центральной нейропластической реорганизации. Именно различное сочетание этих механизмов определяет клиническое многообразие заболевания и требует персонализированного выбора лечения [62, 188, 190].

На рисунке 7.1 схематически отражено взаимодействие периферической слуховой депривации, нарушений функции среднего уха и слуховой трубы, центральной гиперактивности слуховой коры, вовлечения ассоциативных и префронтальных корковых зон в формировании и хронизации субъективного ушного шума.

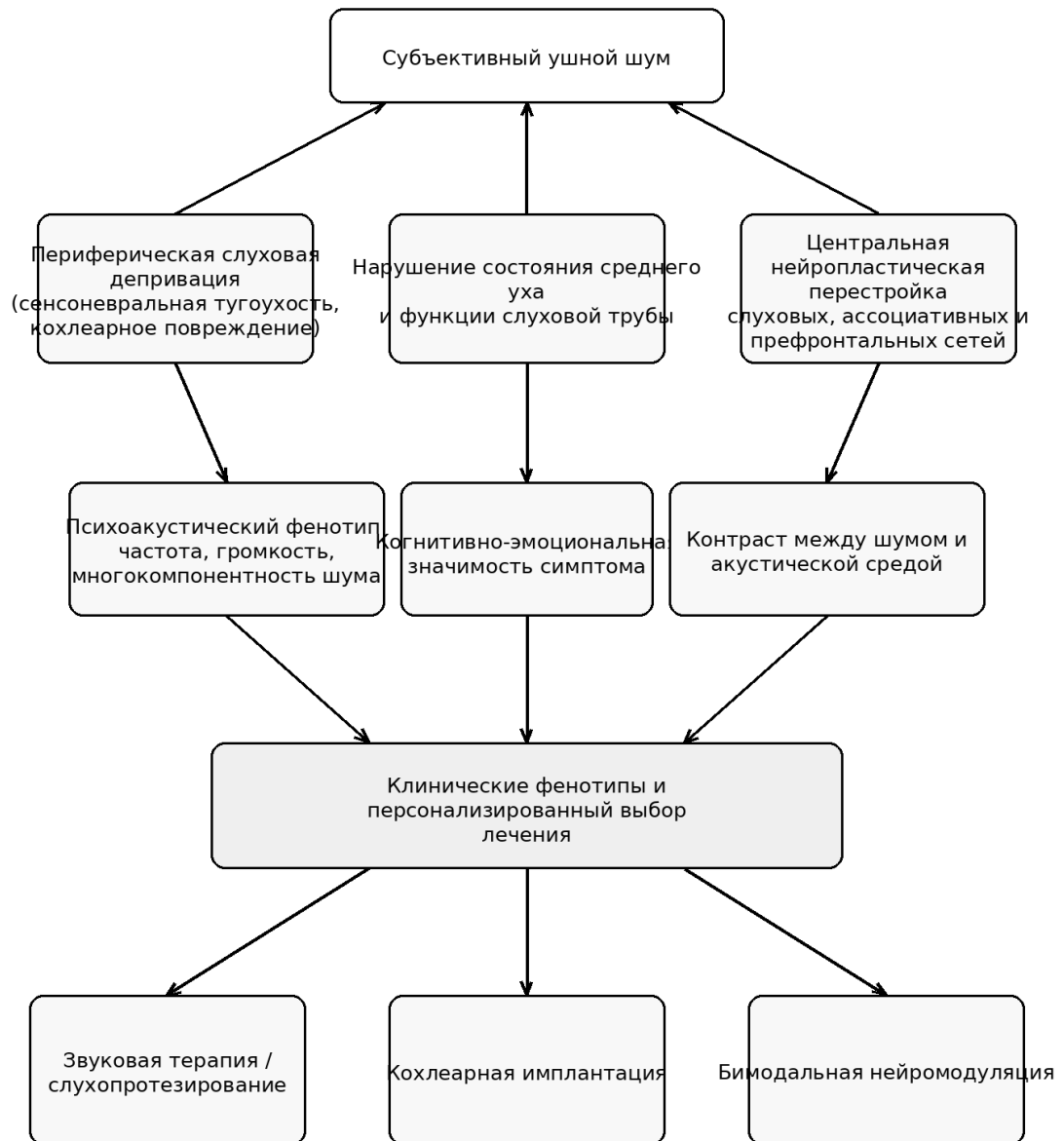


Рисунок 7.1 – Интегративная патогенетическая модель субъективного ушного шума

7.2 Клинические фенотипы ушного шума и их связь со степенью снижения слуха

Анализ собственных результатов позволяет выделить несколько основных клинико-патогенетических фенотипов ушного шума, непосредственно связанных со степенью снижения слуховой функции [114, 188].

Первый фенотип – ушной шум без выраженной тугоухости. Для него характерны отсутствие грубой периферической слуховой депривации по данным стандартной аудиометрии, высокая межиндивидуальная вариабельность психоакустических параметров, возможная односторонняя локализация, а также выраженное участие центральных механизмов хронизации. В этой группе акустические параметры шума нередко не соответствуют степени субъективного дистресса, а ведущую роль в клинической картине играют нарушения внимания, эмоциональная фиксация на симптоме и патологическая корковая гиперактивность [7, 56, 92, 185].

Второй фенотип – ушной шум при легкой и умеренной сенсоневральной тугоухости. Здесь периферическая слуховая депривация уже становится клинически значимой, однако полностью не объясняет выраженность симптомов. Для данной группы характерно сочетание сенсорного дефицита с сохраненной, но перестроенной центральной слуховой обработкой. У таких пациентов уменьшение слухового входа повышает контраст между внутренним шумом и внешней акустической средой, что усиливает субъективное восприятие СУШа и делает особенно важными методы обогащения звуковой среды и слухопротезирования [96, 121, 142, 154].

Третий фенотип – ушной шум при глубокой сенсоневральной тугоухости и глухоте. В этой группе доминирует тяжелая периферическая слуховая депривация, а ушной шум выступает как одно из проявлений длительного выпадения афферентного слухового потока. Именно для этого фенотипа наиболее характерен выраженный и прогнозируемый эффект подавления шума в ушах после кохлеарной имплантации [122, 154, 186, 189, 191].

Независимо от степени снижения слуха, следует дополнительно выделять фенотип ушного шума, ассоциированный с дисфункцией слуховой трубы и нарушением состояния среднего уха. Такой вариант может сопровождать как отсутствие выраженной тугоухости, так и сенсоневральную недостаточность различной степени, модифицируя клиническую картину и требуя отдельного диагностического и лечебного подхода. Сравнительная характеристика основных

клинических фенотипов субъективного ушного шума представлена в таблице 7.1 [38].

Таблица 7.1 – Сравнительная характеристика клинических фенотипов субъективного ушного шума

Клинический фенотип	Состояние слуховой функции	Ведущие патогенетические механизмы	Ключевые диагностические признаки	Предпочтительные направления терапии
Ушной шум без выраженной тугоухости	Слух в пределах возрастной нормы либо минимальные изменения	Центральная гиперактивность слуховой коры, вовлечение ассоциативных и префронтальных зон, когнитивно-эмоциональная фиксация на шуме	Односторонний или двусторонний шум при отсутствии выраженной слуховой депривации, несоответствие между субъективной тяжестью и аудиограммой	Индивидуализированная звуковая терапия, психообразование, бимодальная нейромодуляция
Ушной шум при легкой и умеренной СНТ	Легкая или умеренная сенсоневральная тугоухость	Периферическая слуховая депривация в сочетании с центральной адаптивной перестройкой	Снижение слуха, увеличение контраста между шумом и акустической средой, сохранная возможность слухопротезирования	Слухопротезирование, звуковая терапия, при необходимости нейромодуляция
Ушной шум при глубокой СНТ и глухоте	Глубокая двусторонняя сенсоневральная тугоухость или глухота	Тяжелая периферическая слуховая депривация, вторичная центральная гиперактивность	Выраженное снижение слуха, хронический ушной шум, низкая эффективность традиционного слухопротезирования	Кохлеарная имплантация, настройка речевого процессора
Ушной шум, ассоциированный с дисфункцией слуховой трубы	Может сочетаться с разной степенью снижения слуха	Нарушение вентиляционной функции слуховой трубы, изменение механики среднего уха, дополнительное модифицирующее влияние на ушной шум	Жалобы на заложенность уха, аутофонию, переменность симптомов, снижение пика комплианса, патологические ETF-показатели	Коррекция тубарной дисфункции, последующая адресная терапия

Как видно из таблицы, клинические варианты ушного шума существенно различаются по степени нарушения слуховой функции, ведущим

патогенетическим механизмам и наиболее рациональным направлениям лечения. Это подтверждает, что ушной шум не является однородным симптомом и не может рассматриваться вне контекста слухового статуса и уровня преимущественного патологического поражения. Следовательно, дифференциация клинических фенотипов представляет собой необходимую основу персонализированного лечения (рисунок 7.2) [57, 114, 188].

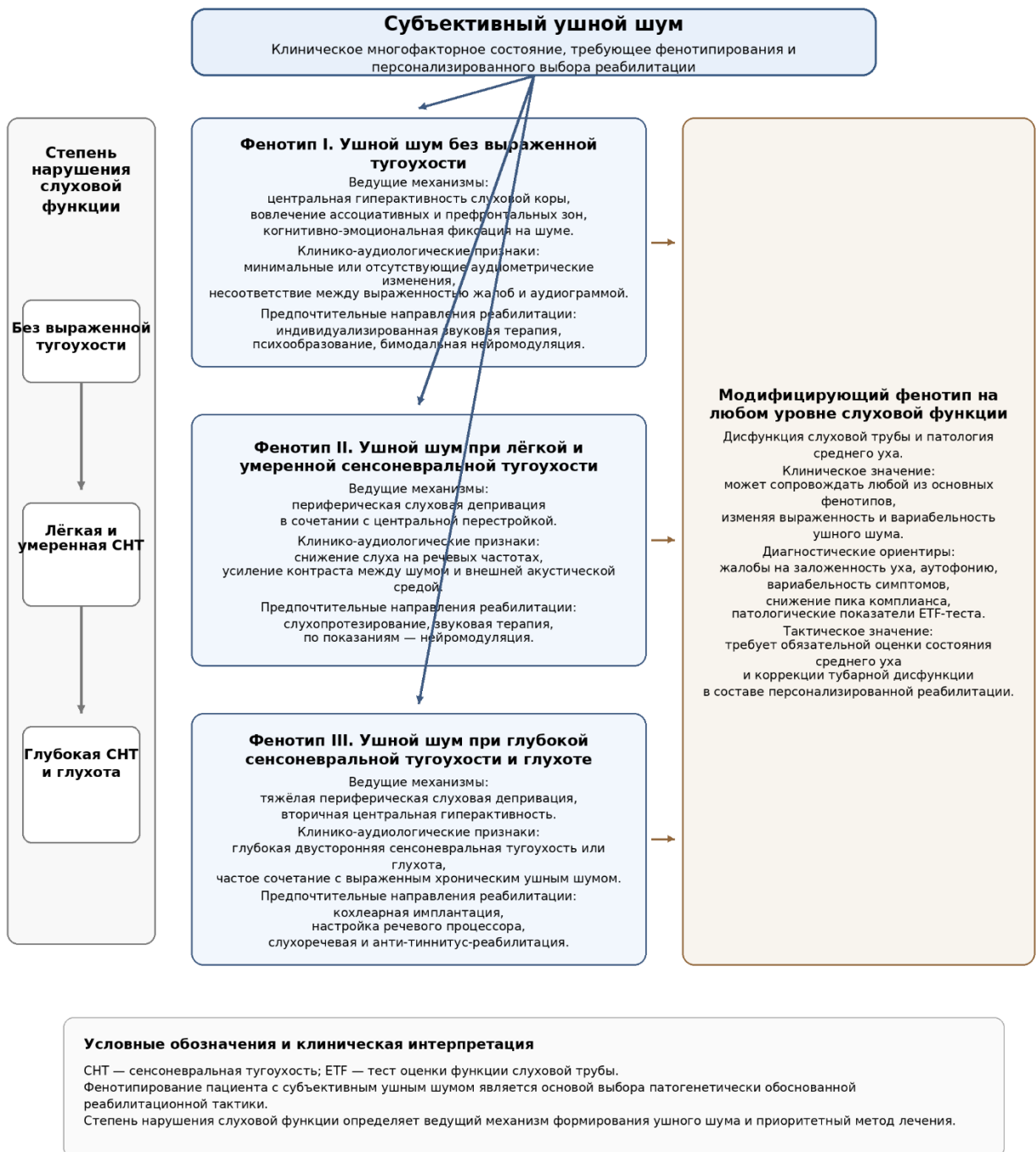


Рисунок 7.2 – Клинические фенотипы субъективного ушного шума и их связь со степенью нарушения слуховой функции

Таким образом, связь ушного шума со степенью снижения слуха носит не линейный, а фенотипический характер. Степень тугоухости определяет преобладающий патогенетический механизм, но не исчерпывает всей полноты клинической картины [114, 188].

7.3 Ушной шум у пациентов без выраженной тугоухости

У пациентов без выраженной тугоухости ушной шум представляет собой наиболее сложный для интерпретации клинический вариант. В этой группе отсутствует грубый аудиометрический дефицит, который мог бы прямо объяснить формирование патологического слухового ощущения. Вместе с тем результаты психоакустической шумометрии свидетельствуют о значительной вариабельности частотных и интенсивностных характеристик шума, а также о наличии у части пациентов двухкомпонентного спектрального фенотипа [7, 56, 92, 185].

Особого внимания заслуживает тот факт, что статистически значимой прямой связи между большинством инструментально определяемых параметров шума и его субъективной тяжестью не выявлено. Это означает, что в данной группе выраженность страдания пациента определяется не столько акустическими характеристиками феномена, сколько особенностями его центральной обработки. Иными словами, ушной шум без выраженной тугоухости в значительной степени является не только слуховым, но и нейрокогнитивно-эмоциональным расстройством [30, 65, 97].

Результаты функциональной ближней инфракрасной спектроскопии подтверждают данный вывод. У пациентов с хроническим односторонним ушным шумом до лечения обнаруживались гиперактивация первичной слуховой коры на стороне шума, повышенное вовлечение зоны Вернике и дорсолатеральной префронтальной коры, а также нарушение межполушарной латерализации. Следовательно, даже при отсутствии значимого снижения слуха шум в ушах может быть связан с устойчивым патологическим паттерном центральной переработки слуховой информации [7, 56, 92].

С клинической точки зрения это означает, что у данной категории пациентов ведущими направлениями лечения должны быть не эмпирические курсы медикаментозной терапии, а методы, воздействующие на центральные механизмы: индивидуализированная звуковая терапия, психообразование, снижение эмоциональной значимости симптома и нейромодулирующее воздействие. Именно в этой группе наиболее обосновано применение бимодальной стимуляции, сочетающей акустическое и соматосенсорное воздействие [7, 96, 136].

7.4 Ушной шум у пациентов с легкой и умеренной сенсоневральной тугоухостью

У пациентов с легкой и умеренной сенсоневральной тугоухостью ушной шум занимает промежуточное положение между преимущественно центральным и преимущественно депривационным фенотипом. С одной стороны, у этих пациентов уже имеется объективно подтвержденный дефицит слухового входа. С другой – степень сенсорного выпадения еще недостаточна, чтобы полностью объяснить выраженность шума и степень дистресса [66, 97, 102].

Именно у этой категории больных наибольшее значение приобретает феномен повышенного контраста между ушным шумом и акустической средой. Ослабление восприятия внешних звуков делает внутренний фантомный сигнал более заметным, а следовательно, способствует его фиксации в сознании. В этих условиях патогенетически оправданным становится обогащение звуковой среды с помощью слухопротезирования, звуковых генераторов и индивидуализированной акустической стимуляции [21, 26, 66, 102].

По данным современных представлений о звуковой терапии, ее эффект связан не только с непосредственной маскировкой шума, но и со снижением сенсорного контраста, уменьшением вовлечения лимбических структур и формированием перцептивной адаптации. Следовательно, у пациентов с легкой и умеренной сенсоневральной тугоухостью лечение должно строиться вокруг

раннего и адекватного слухопротезирования, а не ограничиваться исключительно симптоматическими фармакологическими назначениями [21, 109, 135, 159, 161].

Вместе с тем при наличии признаков центральной фиксации на шуме, выраженного дистресса, гиперacusии или недостаточного эффекта от слухопротезирования в монорежиме целесообразно подключение дополнительных методов, прежде всего индивидуализированной звуковой терапии и, при наличии показаний, бимодальной нейромодуляции [7, 96, 136].

7.5 Ушной шум у пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой

У пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой ушной шум следует рассматривать как одно из наиболее типичных следствий тяжелой слуховой депривации. Именно в этой группе наиболее отчетливо прослеживается патогенетическая связь между выпадением периферического слухового входа и возникновением фантомного слухового ощущения [71, 153, 208].

Результаты исследования кохлеарной имплантации убедительно показали, что восстановление афферентной стимуляции слухового нерва сопровождается выраженным снижением ушного шума. Уже в раннем послеоперационном периоде улучшение отмечалось почти у половины пациентов, при первом подключении речевого процессора положительный эффект становился очевидным у большинства, а через 6 месяцев уменьшение или исчезновение шума наблюдалось у 87% пациентов. Через 60 месяцев положительный результат сохранялся у 86% обследованных [15, 122, 186, 189, 191].

Следовательно, у больных данной категории ушной шум является в значительной степени депривационным феноменом. Его уменьшение под влиянием кохлеарной имплантации подтверждает, что восстановление слухового ввода способно приводить к обратной перестройке центральных слуховых сетей и ослаблению патологической нейронной гиперактивности [186, 189].

В этой группе выраженный ушной шум следует рассматривать не только как сопутствующую жалобу, но и как дополнительный критерий клинической значимости коррекции слуховой функции. Особенно важно, что эффект подавления шума в ушах наблюдается не только у пациентов с двусторонней глухотой, но и при односторонней глухоте с выраженным инвалидизирующим шумом на пораженной стороне [36, 165].

7.6 Роль психоакустического профилирования в выборе лечебной тактики

Психоакустическое профилирование ушного шума занимает принципиально важное место в современной системе обследования и персонализированного лечения. Оно позволяет объективизировать параметры частоты и интенсивности субъективного шума, определить порог его восприятия, уровень перекрытия внешним стимулом и выявить возможную спектральную неоднородность [30, 61, 65, 128].

Вместе с тем результаты проведенного исследования убедительно показали, что психоакустические параметры не могут рассматриваться как прямой суррогат субъективной тяжести состояния. Отсутствие статистически значимой связи между большинством инструментальных показателей и данными опросников означает, что даже акустически сходный шум может по-разному переживаться разными пациентами [30, 65, 97].

Поэтому значение психоакустической шумометрии заключается не в количественной оценке степени страдания, а в определении акустического фенотипа ушного шума. Именно эта информация имеет решающее значение для выбора параметров звуковой терапии. Частота основного тона, порог восприятия и уровень перекрытия позволяют рационально подбирать маскирующий, модулирующий или обучающий сигнал, избегая как недостаточной, так и чрезмерной стимуляции. Особенно важна шумометрия при двухкомпонентном ушном шуме, когда одномерный подход оказывается заведомо недостаточным [30, 109].

Таким образом, психоакустическое профилирование должно быть обязательным компонентом обследования, но его результаты следует интерпретировать только в сочетании с клинической картиной, субъективными шкалами и данными объективной функциональной оценки [30, 109].

7.7 Роль оценки состояния среднего уха и функции слуховой трубы в диагностике и лечении ушного шума

Проведенное исследование функции слуховой трубы, включавшее 78 пациентов с жалобами на нарушение слуха, в том числе 48 пациентов с субъективным ушным шумом и 30 пациентов без ушного шума, позволило существенно расширить традиционный диагностический подход к пациенту с ушным шумом. При анализе по каждому уху отдельно были сопоставлены 75 ушей с ушным шумом и 81 ухо без ушного шума. Полученные данные показали, что признаки тубарной дисфункции выявляются у большинства пациентов с субъективным ушным шумом даже при отсутствии грубой патологии среднего уха и при относительно благополучной рутинной тимпанометрической картине [38].

Особое значение имеет тот факт, что у пациентов с ушным шумом достоверно снижен пик комплианса: $0,86 \pm 0,35 \text{ mmho}$ при медиане 0,7 [0,6; 1,2] против $1,20 \pm 0,50 \text{ mmho}$ при медиане 1,1 [0,8; 1,6] в группе ушей без ушного шума ($p < 0,001$). Нагрузочные ETF-пробы позволили выявить статистически значимые различия по показателям ETF_P1–P2 ($p < 0,00115$), ETF_P2 ($p < 0,0001$) и ETF_P3 ($p < 0,00107$), что свидетельствует о нарушении вентиляционной функции слуховой трубы даже в тех случаях, когда классическая тимпанограмма имеет тип А. Следовательно, ориентироваться только на тип тимпанограммы и давление в барабанной полости недостаточно [38]. Указанные различия сохраняли статистическую значимость после коррекции множественных сравнений методом Holm–Bonferroni.

Практическое значение этого вывода заключается в том, что состояние среднего уха и слуховой трубы должно оцениваться у всех пациентов с ушным

шумом, особенно при наличии жалоб на заложенность уха, чувство давления, аутофонию, вариабельность симптомов или сочетание шума с ощущением механического дискомфорта в ухе. Выявление дисфункции слуховых труб у 39 из 48 пациентов с субъективным ушным шумом (81,3%) меняет дальнейшую тактику, так как требует не только симптоматического лечения шума, но и целенаправленной коррекции причин нарушения вентиляционной функции среднего уха [38].

Таким образом, оценка слуховой трубы занимает не второстепенное, а одно из базовых мест в диагностическом алгоритме при ушном шуме. Сочетанное использование классической тимпанометрии, анализа пика комплианса и ETF-теста позволяет выявлять клинически значимые нарушения функции слуховой трубы, которые в противном случае могут оставаться нераспознанными [38].

7.8 Патогенетическое обоснование эффекта подавления шума в ушах после кохлеарной имплантации

Редукция шума в ушах после кохлеарной имплантации имеет многофакторную природу. Во-первых, имплантат обеспечивает прямую электрическую стимуляцию слухового нерва, компенсируя дефицит естественной афферентации и тем самым уменьшая патологическую гиперактивность центральных слуховых структур. Во-вторых, он формирует эффект обогащения звуковой среды и частичной акустической маскировки ушного шума. В-третьих, при длительном использовании импланта развивается нейропластическая перестройка слуховой системы, приводящая к остаточному подавлению шума даже при временном выключении процессора [122, 186, 189].

Особенно важным является то, что наиболее выраженное уменьшение ушного шума наблюдается после первого подключения речевого процессора, то есть на этапе, когда воздействие прямой электрической стимуляции становится максимальным. Это позволяет считать именно восстановление слухового восприятия главным патогенетическим фактором эффектом подавления шума в

ушах после кохлеарной имплантации, а не только психологическую адаптацию к новым условиям восприятия [186, 189].

Выявленные предикторы также имеют патогенетическое значение. Наибольший эффект наблюдался у пациентов с исходно более выраженным шумом и меньшей длительностью слуховой депривации. Следовательно, наилучший результат достигается тогда, когда периферический механизм остается ведущим, а центральная патологическая перестройка еще не приобрела полностью автономный, устойчивый характер [154, 186].

Это положение имеет принципиальное клиническое значение: кохлеарная имплантация должна рассматриваться как патогенетически обоснованный метод терапии пациентов с шумом, особенно у пациентов с глубокой тугоухостью, выраженным шумом и коротким сроком слуховой депривации. В особых случаях этот подход оправдан и при односторонней глухоте с рефрактерным инвалидизирующим шумом [154, 186].

7.9 Патогенетическое обоснование бимодальной стимуляции при хроническом ушном шуме

Бимодальная стимуляция представляет собой метод направленного нейромодулирующего воздействия, сочетающего акустическую стимуляцию с соматосенсорным электрическим раздражением. Ее патогенетическое значение связано с возможностью одновременного влияния на слуховые и неслыховые сети, участвующие в поддержании хронического ушного шума [96, 119, 136, 144].

Полученные результаты показали, что до лечения у пациентов с хроническим односторонним шумом имели место гиперактивация первичной слуховой коры, избыточное вовлечение префронтальной коры, патологическая активность зоны Вернике и нарушение межполушарной латерализации. После курса лечения отмечены выраженное снижение гиперактивации в A1/A2, уменьшение вовлеченности дорсолатеральной префронтальной коры, снижение активности зоны Вернике и нормализация латерализации [7, 92, 96, 136].

Эти изменения позволяют предполагать, что бимодальная стимуляция воздействует сразу на несколько патогенетических звеньев. На уровне слуховой системы она уменьшает патологическое корковое усиление. На уровне ассоциативных зон снижает избыточную интеграцию фантомного звука в структуры смысловой и речевой обработки. На уровне префронтальной коры уменьшает патологическую фиксацию внимания и эмоциональную значимость шума. Тем самым достигается не только уменьшение громкости ушного шума, но и снижение его субъективной навязчивости [7, 56, 92, 96, 136].

Следовательно, бимодальная стимуляция наиболее показана при хроническом ушном шуме с преобладанием центральных и когнитивно-эмоциональных механизмов, особенно у пациентов без выраженной тугоухости или при недостаточном эффекте традиционной звуковой терапии [56, 92, 96, 136].

7.10 Алгоритм клинико-аудиологического обследования пациента с ушным шумом

На основании результатов исследования предлагается поэтапный алгоритм обследования пациента с субъективным ушным шумом [7, 9, 11, 30, 38, 73, 92].

Первый этап включает подробный анализ жалоб и анамнеза. Уточняются длительность шума, характер начала заболевания, сторона поражения, постоянство или интермиттирующее течение, зависимость от тишины, сна, стресса, движений головы и нижней челюсти, а также наличие сопутствующих симптомов – снижения слуха, заложенности уха, аутофонии, гиперакузии, головокружения [9, 38].

Второй этап – стандартное оториноларингологическое обследование с обязательной отоскопией и оценкой состояния наружного и среднего уха [9, 38].

Третий этап – базовое аудиологическое исследование, включающее тональную пороговую аудиометрию, речевую аудиометрию, импедансометрию и, при необходимости, дополнительные методы оценки слуховой функции. Именно на этом этапе определяется степень нарушения слуховой функции, которая во многом задает дальнейшую лечебную стратегию [11, 41].

Четвертый этап – обязательная субъективная оценка тяжести симптома с использованием визуально-аналоговой шкалы и опросника ТНН. Это необходимо для разграничения собственно акустических характеристик ушного шума и степени его влияния на качество жизни [67, 73].

Пятый этап – психоакустическая шумометрия с определением частоты основного тона, порога восприятия, уровня перекрытия внешним тоном и возможной многокомпонентности шума. На этом этапе формируется акустический фенотип ушного шума [30, 61, 65].

Шестой этап – оценка состояния среднего уха и функции слуховой трубы. Помимо классической тимпанометрии, целесообразно использование ETF-теста и анализа пика комплианса, особенно у пациентов с жалобами на механический дискомфорт в ухе, аутофонию или переменный характер шума [38].

Седьмой этап – лучевая диагностика и исключение органической патологии, прежде всего при одностороннем ушном шуме, асимметричной тугоухости, сочетании с вестибулярной симптоматикой или при планировании кохлеарной имплантации [19, 36].

Восьмой этап – при наличии показаний применение методов объективной оценки центральных механизмов, включая функциональную ближнюю инфракрасную спектроскопию, что особенно важно при хроническом одностороннем ушном шуме без выраженной тугоухости и при оценке нейромодулирующего лечения (таблица 7.2, рисунок 7.3) [7, 92].

Таблица 7.2 – Диагностические ориентиры при различных патогенетических вариантах субъективного ушного шума

Диагностический блок	Сенсоневрально-депривационный вариант	Тубарно-ассоциированный вариант	Центральный нейропластический вариант
Жалобы и анамнез	Сочетание ушного шума со стойким снижением слуха	Ушной шум, заложенность, аутофония, чувство давления в ухе	Ушной шум при минимальном снижении слуха, выраженная фиксация внимания на симптоме

Продолжение таблицы 7.2

Тональная аудиометрия	Значимое снижение слуха, чаще сенсоневрального типа	Может быть в норме либо иметь смешанный характер	В пределах возрастной нормы или минимальные изменения
Импедансометрия	Нередко без существенных отклонений	Снижение пика комплианса, возможны варианты A/As/Ad	Обычно без значимых изменений
ETF-тест	Как правило, без ведущих изменений	Признаки нарушения функции слуховой трубы	Обычно без ведущих изменений
Психоакустическая шумометрия	Позволяет уточнить акустический фенотип, но не определяет тяжесть заболевания	Дополняет клиническую оценку, не является ведущим тестом	Имеет ключевое значение для построения индивидуального акустического профиля
ВАШ и ТНІ	Отражают клиническую тяжесть и динамику лечения	Используются для контроля симптома	Имеют особое значение ввиду выраженного дистресс-компонента
Лучевая диагностика	Необходима при планировании кохлеарной имплантации	По показаниям	Обязательна при одностороннем шуме, асимметрии или подозрении на органическую патологию
Нейровизуализация (фБИКС)	Дополнительное значение	Обычно не является обязательной	Наиболее информативна для объективизации центральной гиперактивности и контроля нейромодуляции
Ведущий диагностический акцент	Степень слуховой депривации	Состояние среднего уха и слуховой трубы	Корковая гиперактивность и когнитивно-эмоциональная фиксация

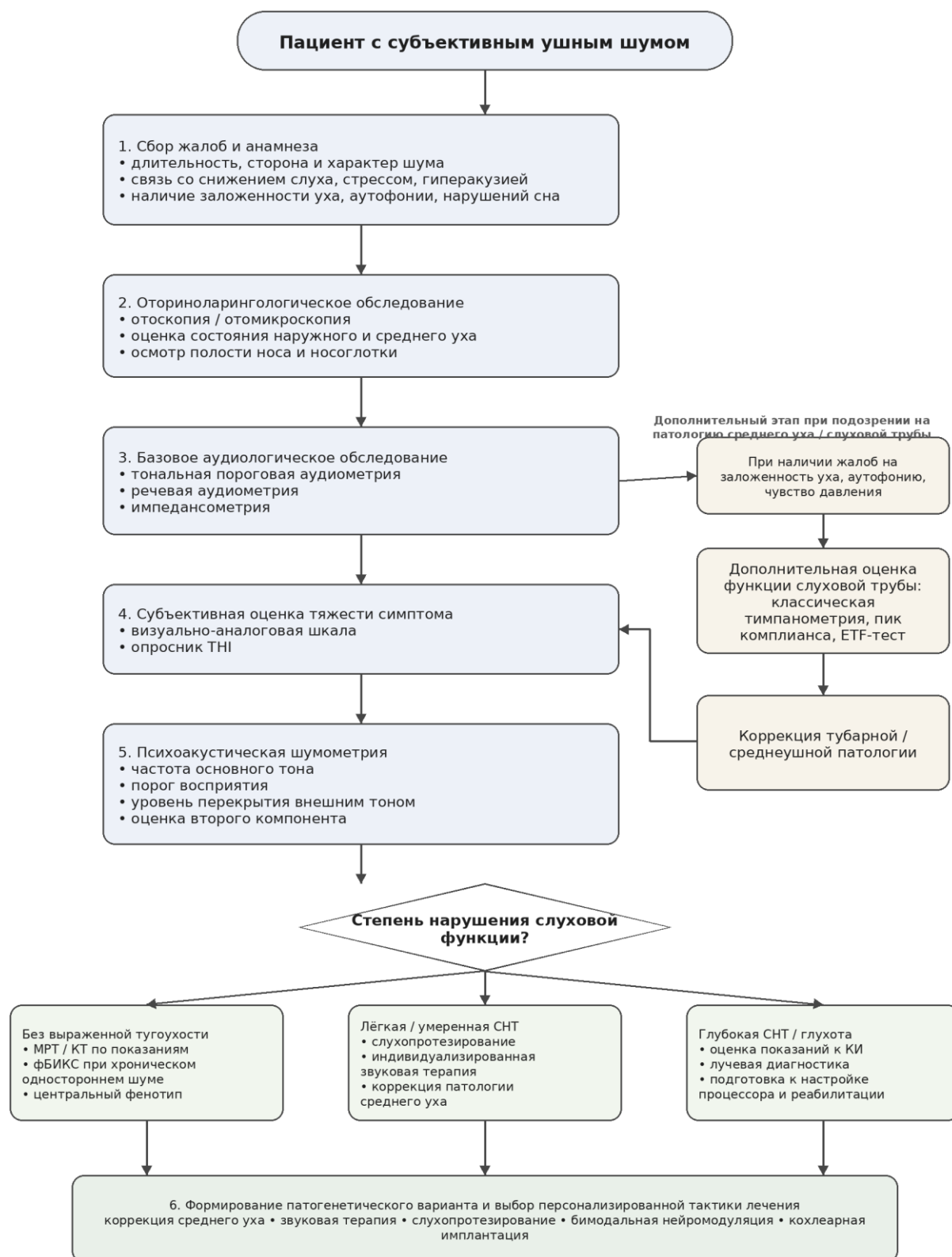


Рисунок 7.3 – Алгоритм клинико-аудиологического обследования пациента с субъективным ушным шумом

Данный алгоритм позволяет не только формально подтвердить наличие ушного шума, но и установить ведущий патогенетический механизм, от которого должен зависеть выбор терапии [114, 188].

7.11 Алгоритм персонализированного выбора лечения в зависимости от степени нарушения слуховой функции

Персонализированный выбор лечебной тактики должен строиться прежде всего на степени снижения слуховой функции, поскольку именно она определяет ведущее патогенетическое звено формирования ушного шума [114, 188].

7.11.1 Пациенты без выраженного снижения слуха

У этой категории больных на первом этапе необходимо исключить патологию среднего уха, слуховой трубы, ретрокохлеарные процессы и скрытые формы кохлеарной дисфункции. Основой лечения должны быть психообразование, индивидуализированная звуковая терапия и методы, уменьшающие центральную фиксацию на шуме. При длительном одностороннем шуме, выраженном дистрессе и недостаточном эффекте звуковой терапии в монорежиме патогенетически обосновано применение бимодальной нейромодуляции. Медикаментозная терапия в этой группе может использоваться как вспомогательная, но не должна рассматриваться как главный компонент лечения [7, 9, 21, 96].

7.11.2 Пациенты с легкой и умеренной сенсоневральной тугоухостью

В данной группе базовым направлением должна быть ранняя коррекция слуховой функции. Слухопротезирование с возможностью акустического обогащения среды и, при необходимости, встроенных маскирующих программ следует рассматривать как основную терапевтическую технологию. Психоакустическое профилирование позволяет индивидуализировать параметры

звуковой стимуляции. При наличии тубарной дисфункции требуется ее обязательная коррекция. Если на фоне адекватного слухопротезирования сохраняется выраженный хронический шум с признаками центральной фиксации, целесообразно добавление индивидуализированной звуковой терапии и нейромодулирующих методов [21, 26, 66, 102].

7.11.3 Пациенты с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой

У пациентов этой категории кохлеарная имплантация является наиболее патогенетически обоснованным методом лечения, способным одновременно решать задачи слуховой и подавляющей шум в ушах терапии. Особенно показана она больным с выраженным исходным шумом и короткой длительностью слуховой депривации. При односторонней глухоте с выраженным инвалидизирующим шумом вопрос о кохлеарной имплантации также должен рассматриваться индивидуально, как вариант целенаправленной терапии шума в ушах. После операции обязательны поэтапная настройка процессора, регулярное использование устройства и полноценная слухоречевая реабилитация (таблица 7.3, рисунок 7.4) [15, 122, 154, 186, 189, 191].

Таким образом, лечение ушного шума должно выбираться не по одному симптому, а по патогенетическому профилю пациента, главным клиническим ориентиром которого служит степень нарушения слуховой функции [57, 114, 188].

Таблица 7.3 – Персонализированный выбор методов лечения субъективного ушного шума в зависимости от степени нарушения слуховой функции и ведущего патогенетического механизма

Категория пациентов	Ведущий патогенетический механизм	Базовый метод лечения	Дополнительные методы	Критерии контроля эффективности
Пациенты без выраженного снижения слуха	Центральная слуховая гиперактивность, когнитивно-эмоциональная фиксация	Индивидуализированная звуковая терапия	Бимодальная нейромодуляция, психообразование	ВАШ, ТНІ, психоакустическая шумометрия, фБИКС
Пациенты с легкой и умеренной сенсоневральной тугоухостью	Периферическая слуховая депривация в сочетании с центральной перестройкой	Слухопротезирование	Звуковая терапия, коррекция функции слуховой трубы, нейромодуляция по показаниям	ВАШ, ТНІ, аудиометрия, психоакустическая шумометрия
Пациенты с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой	Тяжелая слуховая депривация и вторичная центральная гиперактивность	Кохлеарная имплантация	Настройка речевого процессора, Восстановление слуховой функции	ВАШ, ТНІ, динамика слухового восприятия, оценка остаточного подавления
Пациенты с односторонней глухотой и выраженным ушным шумом	Локальная слуховая депривация и патологическая центральная фиксация на шуме	Кохлеарная имплантация по индивидуальным показаниям	Индивидуальная настройка процессора, слуховая и редуцирующая шум коррекция	ВАШ, ТНІ, речевая аудиометрия, длительность остаточного подавления
Пациенты с ушным шумом и дисфункцией слуховой трубы	Нарушение вентиляционной функции среднего уха	Коррекция тубарной дисфункции	Звуковая терапия или иные снижающие шум в ушах методы после стабилизации состояния среднего уха	Жалобы, ETF-тест, пик комплианса, ВАШ

Алгоритм персонализированного выбора лечения субъективного ушного шума в зависимости от степени нарушения слуховой функции



Рисунок 7.4 – Алгоритм персонализированного выбора лечения субъективного ушного шума в зависимости от степени нарушения слуховой функции

7.12 Практическое значение настройки речевого процессора и мероприятий по слухоречевой адаптации у пациентов с кохлеарным имплантом

Результаты исследования показывают, что эффект подавления шума в ушах после кохлеарной имплантации не может рассматриваться изолированно от качества настройки речевого процессора и организации послеоперационного восстановления. У пациента с ушным шумом задача аудиолога состоит не только в обеспечении максимальной разборчивости речи, но и в создании такого профиля

электрической стимуляции, который будет комфортен и одновременно обеспечит стабильное подавление патологического слухового ощущения [15, 24, 34, 55].

Практически это требует обязательной телеметрии состояния электродов на каждой настроечной сессии, использования объективных методов настройки, включая ESRT и ART, а также учета послеоперационных лучевых данных о положении электродной цепочки. Первичное подключение должно проводиться в щадящем режиме с постепенным расширением динамического диапазона стимуляции. Такая тактика особенно важна у пациентов с выраженным ушным шумом, для которых избыточная стимуляция может снижать переносимость лечения [34].

Именно сочетание адекватной настройки процессора, регулярного ношения устройства и поэтапного слухоречевого обучения превращает кохлеарную имплантацию в полноценную систему терапии пациентов с ушным шумом [15, 24, 34, 55].

7.13 Ограничения исследования

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов.

Во-первых, работа объединяет несколько клинических блоков, выполненных на различных выборках пациентов, отличающихся по объему, дизайну и клиническому профилю. Это расширяет охват проблемы, но ограничивает возможности прямого статистического сопоставления между всеми разделами.

Во-вторых, наиболее доказательным является блок кохлеарной имплантации, тогда как исследование бимодальной нейромодуляции выполнено на ограниченной выборке и требует дальнейшего подтверждения на более крупном материале. Блок исследования функции слуховой трубы, несмотря на расширение числа наблюдений до 78 пациентов, по объему и доказательной силе уступает основному массиву данных по кохлеарной имплантации.

В-третьих, значительная часть оценки эффективности лечения основывалась на субъективных шкалах, что неизбежно связано с индивидуальной вариабельностью восприятия симптома. Хотя использование фБИКС позволило частично компенсировать этот недостаток, объективная нейровизуализационная оценка была применена не во всех клинических группах.

В-четвертых, функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия, при всех ее достоинствах, отражает главным образом корковую активность и не позволяет непосредственно оценивать глубинные подкорковые структуры, также участвующие в патогенезе ушного шума.

Наконец, в рамках настоящего исследования не была проведена единая проспективная рандомизированная сравнительная оценка всех возможных методов в зависимости от степени тугоухости, что следует рассматривать как задачу дальнейшей работы.

7.14 Перспективы дальнейших исследований

Перспективным направлением дальнейших исследований является создание и клиническая валидация единого многоуровневого алгоритма ведения пациентов с ушным шумом, интегрирующего клинические, аудиологические, психоакустические и нейрофизиологические данные.

Представляется целесообразным проведение крупных проспективных исследований по бимодальной нейромодуляции с включением контрольных групп и длительным последующим наблюдением. Это позволит уточнить критерии отбора пациентов, оптимальные параметры стимуляции и устойчивость достигнутого эффекта.

Отдельного изучения требует феномен двухкомпонентного ушного шума и его значение для выбора индивидуализированных звуковых стимулов. Разработка более сложных моделей психоакустического профилирования, включая многочастотные и пространственно организованные сигналы, может расширить возможности персонализированной звуковой терапии.

Важным представляется дальнейшее изучение роли скрытых форм кохлеарной дисфункции и высокочастотных нарушений слуха у пациентов с шумом без выраженной тугоухости по стандартной аудиометрии. Это может уточнить механизмы перехода от периферического повреждения к центральной хронизации симптома.

В области кохлеарной имплантации перспективно дальнейшее обоснование показаний к операции у пациентов с односторонней глухотой и выраженным ушным шумом, а также разработка специальных протоколов настройки речевого процессора при шуме в ушах.

Наконец, значительный потенциал имеет расширение применения объективных методов мониторинга лечения, прежде всего функциональной ближней инфракрасной спектроскопии, как инструмента контроля нейропластических изменений при разных вариантах терапии ушного шума.

В целом результаты исследования позволяют заключить, что ушной шум является многофакторным клинико-нейрофизиологическим состоянием, а эффективная терапия возможна только при персонализированном подходе, учитывающем степень снижения слуха, акустический профиль шума, состояние среднего уха и слуховой трубы, а также характер центральной нейропластической перестройки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное исследование позволило обосновать современное представление о субъективном ушном шуме как о многофакторном клинко-нейрофизиологическом синдроме, формирующемся при взаимодействии периферических, центральных, когнитивно-эмоциональных и, в ряде случаев, звукопроводящих механизмов. Полученные данные свидетельствуют о том, что ушной шум не может рассматриваться исключительно как следствие локального поражения улитки либо только как проявление центральной слуховой гиперактивности. В его формировании и хронизации участвуют различные патогенетические звенья, относительный вклад которых определяется степенью снижения слуха, состоянием среднего уха и слуховой трубы, особенностями акустического фенотипа шума и выраженностью центральной нейропластической перестройки.

Результаты психоакустического исследования показали значительную неоднородность акустических характеристик субъективного ушного шума. Частотный спектр основного тона варьировал в широком диапазоне, пороги восприятия и уровни перекрытия внешним тоном демонстрировали существенную межиндивидуальную вариабельность, а у 22,4% пациентов выявлялся двухкомпонентный вариант шума. При этом не установлено статистически значимой прямой связи между большинством психоакустических параметров и выраженностью дистресса по опросникам. Данный факт имеет принципиальное значение и указывает на то, что клиническая тяжесть ушного шума определяется не только его акустическими характеристиками, но и центральной переработкой патологического слухового ощущения, уровнем эмоциональной значимости симптома и вовлечением когнитивных систем внимания. В то же время психоакустическая шумометрия сохраняет высокую ценность как метод акустического профилирования, необходимый для персонализированного подбора звуковой терапии.

Важным результатом работы явилось подтверждение роли состояния среднего уха и слуховой трубы в патогенезе ушного шума. У 39 из 48 пациентов с субъективным ушным шумом выявлены признаки дисфункции слуховой трубы, что составило 81,3%. При сравнительном анализе 75 ушей с ушным шумом и 81 уха без ушного шума статистически значимым дифференцирующим показателем оказался пик комплианса, отражающий снижение податливости системы среднего уха ($0,86 \pm 0,35$ против $1,20 \pm 0,50$ mmho; $p < 0,001$). Проведение ETF-теста позволило выявить нарушения функции слуховой трубы даже в тех случаях, когда при рутинной тимпанометрии не регистрировалось грубых отклонений. Это расширяет клинические представления о механизмах формирования ушного шума и свидетельствует о необходимости обязательного включения оценки среднего уха в диагностический алгоритм.

Наиболее выраженный и клинически значимый эффект получен в группе пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой после кохлеарной имплантации. Установлено, что кохлеарная имплантация оказывает выраженное воздействие на шум в ушах, реализующееся поэтапно. Уже в раннем послеоперационном периоде отмечалось уменьшение ушного шума у значительной части пациентов, однако максимальный эффект формировался после первого подключения речевого процессора. Через 6 месяцев использования кохлеарного импланта положительная динамика сохранялась у подавляющего большинства больных и была стабильной в отдаленном периоде наблюдения. Это позволяет рассматривать кохлеарную имплантацию не только как метод слухоречевой реабилитации, но и как патогенетически обоснованный способ лечения хронического ушного шума у пациентов с тяжелой сенсоневральной тугоухостью.

Анализ предикторов эффективности кохлеарной имплантации показал, что наиболее благоприятными прогностическими факторами уменьшения шума в ушах являются исходно более выраженный ушной шум и меньшая длительность слуховой депривации. При этом возраст пациента и этиология сенсоневральной тугоухости статистически значимого самостоятельного влияния на выраженность

эффекта не показали. Данный результат подтверждает ведущую роль периферической слуховой депривации в формировании ушного шума у этой категории больных и подчеркивает важность своевременного направления пациентов на кохлеарную имплантацию.

Особого внимания заслуживает применение кохлеарной имплантации у пациентов с односторонней глухотой и выраженным инвалидизирующим ушным шумом. Представленное клиническое наблюдение убедительно продемонстрировало, что в данной ситуации имплантация способна обеспечивать не только восстановление слухового восприятия на пораженной стороне, но и быстрый, устойчивый эффект редукции шума. Это позволяет рассматривать одностороннюю глухоту с рефрактерным ушным шумом как самостоятельную клиническую ситуацию, при которой кохлеарная имплантация имеет патогенетическое обоснование.

Результаты применения индивидуализированной звуковой терапии и бимодальной нейромодуляции у пациентов с хроническим ушным шумом без выраженной тугоухости показали, что данная категория больных требует иного подхода, чем пациенты с глубокой слуховой депривацией. В этой группе ведущая роль принадлежит не периферическому выпадению слухового восприятия, а устойчивой центральной гиперактивности слуховых и ассоциативных корковых сетей, а также вовлечению префронтальных зон, связанных с вниманием и эмоциональной оценкой симптома. Применение бимодальной стимуляции сопровождалось клинически значимым уменьшением ушного шума у большинства пациентов и было объективно подтверждено снижением патологической гиперактивации слуховой коры, уменьшением вовлеченности зоны Вернике и префронтальных отделов, а также нормализацией межполушарной латерализации по данным функциональной ближней инфракрасной спектроскопии.

Таким образом, функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия показала себя как информативный и неинвазивный метод объективной оценки нейропластических изменений при хроническом ушном шуме. Применение фБИКС позволило не только подтвердить клинический эффект бимодальной

нейромодуляции, но и выявить его нейрофизиологический субстрат, что существенно усиливает доказательность полученных результатов.

Совокупный анализ всех разделов работы позволил сформировать патогенетическую модель субъективного ушного шума, в которой выделяются три основных взаимосвязанных уровня: периферическая слуховая депривация, нарушения звукопроводящей системы среднего уха и слуховой трубы, а также центральная нейропластическая перестройка с вовлечением слуховых, ассоциативных и префронтальных корковых сетей. На этой основе разработан алгоритм персонализированного подхода к пациентам с ушным шумом, ориентированный прежде всего на степень снижения слуховой функции, акустический профиль шума, состояние среднего уха и данные объективной нейрофизиологической оценки.

Следовательно, цель исследования достигнута. Разработанный клинико-аудиологический и патогенетически обоснованный подход позволяет повысить эффективность лечения пациентов с субъективным ушным шумом за счет перехода от эмпирического назначения терапии к персонифицированному выбору лечения.

ВЫВОДЫ

1. Кохлеарная имплантация у пациентов с глубокой двусторонней сенсоневральной тугоухостью и субъективным ушным шумом обеспечивает выраженное поэтапное уменьшение симптома: средний показатель по визуально-аналоговой шкале снижается с 5,0 балла до операции до 3,7 балла на 7-е сутки после вмешательства, до 2,1 балла при первом подключении речевого процессора и до 1,4 балла через 6 месяцев. Через 6 месяцев полное исчезновение ушного шума отмечается у 18% пациентов, уменьшение – у 69%, отсутствие существенной динамики – у 12%, усиление – у 1%; суммарный положительный эффект достигается у 87% пациентов и сохраняется в отдаленном периоде у 86% обследованных. Наиболее значимыми предикторами анти-тиннитус-эффекта являются исходная выраженность ушного шума и меньшая длительность слуховой депривации, тогда как возраст и этиология сенсоневральной тугоухости самостоятельного статистически значимого влияния на результат не оказывают.

2. Психоакустическая шумометрия позволяет объективизировать акустический профиль субъективного ушного шума, определить частотные характеристики основного тона, порог его восприятия и уровень перекрытия внешним сигналом, а также выявить многокомпонентные варианты, включая двухкомпонентный ушной шум, зарегистрированный у 22,4% обследованных. При этом большинство психоакустических параметров не имеют прямой статистически значимой связи с выраженностью тиннитус-ассоциированного дистресса, что определяет использование данного метода прежде всего для акустического фенотипирования и индивидуального подбора звуковой терапии, а не как самостоятельного критерия клинической тяжести заболевания.

3. У пациентов с субъективным ушным шумом функциональные нарушения среднего уха и слуховой трубы выявляются с высокой частотой и имеют самостоятельное диагностическое значение. Признаки дисфункции слуховой трубы установлены у 39 из 48 пациентов (81,3%). Наиболее информативным объективным показателем состояния среднего уха является пик комплианса,

достоверно сниженный в группе ушей с ушным шумом по сравнению с ушами без ушного шума ($0,86 \pm 0,35$ против $1,20 \pm 0,50$ mmho, $p < 0,001$). Дополнительную диагностическую ценность имеют показатели ETF_P1–P2, ETF_P2 и ETF_P3, что обосновывает обязательное включение исследования функции слуховой трубы в алгоритм обследования пациентов с ушным шумом.

4. Персонализированная звуковая терапия является базовым методом консервативного лечения пациентов с хроническим ушным шумом без выраженной слуховой депривации и должна строиться с учетом психоакустического профиля ушного шума. Бимодальная стимуляция у пациентов с хроническим односторонним ушным шумом без выраженной тугоухости сопровождается клинически значимым уменьшением выраженности симптома: показатель по визуально-аналоговой шкале снижается с $6,7 \pm 1,5$ до $4,1 \pm 1,8$ балла, а показатель ТНІ – с $44,8 \pm 17,3$ до $30,6 \pm 18,5$ балла. Клинически значимое улучшение достигается у 20 из 32 пациентов (62,5%).

5. По данным функциональной ближней инфракрасной спектроскопии хронический ушной шум без выраженной тугоухости сопровождается гиперактивацией первичной и вторичной слуховой коры, зоны Вернике и префронтальных отделов. После курса бимодальной стимуляции отмечается снижение активности A1/A2 на 68%, префронтальной коры – на 70%, а также уменьшение ΔHbO_2 в первичной слуховой коре на стороне шума с 16,3% до 5,3%. Признаки достоверной корковой реорганизации зарегистрированы у 23 из 32 пациентов (71,9%), что подтверждает патогенетически направленный характер нейромодулирующего воздействия.

6. На основании полученных результатов разработан алгоритм персонализированного выбора лечебной тактики у пациентов с субъективным ушным шумом, основанный на степени нарушения слуховой функции, акустическом фенотипе ушного шума, состоянии среднего уха и слуховой трубы, а также признаках центральной нейропластической перестройки. Применение данного алгоритма позволяет дифференцированно выбирать звуковую терапию, слухопротезирование, кохлеарную имплантацию, коррекцию тубарной

дисфункции и бимодальную нейромодуляцию, что обеспечивает патогенетически обоснованный и клинически адресный подход к ведению пациентов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Обследование пациента с субъективным ушным шумом должно включать поэтапную клинико-аудиологическую оценку: анализ жалоб и анамнеза, отоскопию, тональную пороговую аудиометрию, речевую аудиометрию, импедансометрию, визуально-аналоговую шкалу ушного шума и опросник ТНІ.

2. Психоакустическая шумометрия должна применяться у всех пациентов с хроническим ушным шумом, особенно при планировании звуковой терапии, поскольку она позволяет определить акустический профиль шума, уточнить частотный диапазон маскирующего сигнала и выявить многокомпонентные варианты СУШа.

3. При наличии ушного шума необходимо обязательное исследование состояния среднего уха и функции слуховой трубы, включая оценку пика комплианса и проведение ETF-теста, даже при отсутствии грубых отклонений по данным стандартной тимпанометрии. В представленном исследовании признаки дисфункции слуховой трубы выявлены у 39 из 48 пациентов с субъективным ушным шумом (81,3%), что подтверждает целесообразность включения данного этапа в обязательный диагностический алгоритм. Особенно это показано пациентам с жалобами на заложенность уха, аутофонию, чувство давления и переменность шума.

4. У пациентов без выраженного снижения слуха основным направлением лечения следует считать индивидуализированную звуковую терапию. При хроническом одностороннем ушном шуме, выраженном дистрессе и недостаточной эффективности стандартной консервативной терапии целесообразно рассматривать применение бимодальной нейромодуляции.

5. У пациентов с легкой и умеренной сенсоневральной тугоухостью базовым методом терапии должно быть своевременное слухопротезирование с обогащением звуковой среды. При необходимости его следует дополнять индивидуализированной звуковой терапией и, по показаниям, нейромодулирующим воздействием.

6. У пациентов с глубокой сенсоневральной тугоухостью и глухотой кохлеарную имплантацию следует рассматривать не только как метод слухоречевой реабилитации, но и как эффективный способ лечения шума в ушах. Наиболее высокий прогноз эффективности следует ожидать при исходной выраженности шума не менее 4 баллов по ВАШ и длительности слуховой депривации до 2 лет.

7. При односторонней глухоте с выраженным рефрактерным ушным шумом вопрос о проведении кохлеарной имплантации должен решаться индивидуально после полного клинико-аудиологического и лучевого обследования, с учетом степени дезадаптации пациента и недостаточной эффективности консервативной терапии.

8. Настройка речевого процессора у пациентов с ушным шумом должна проводиться поэтапно, с обязательной телеметрией электродов, использованием объективных методов настройки (ESRT, ART), учетом данных послеоперационной рентгенографии или компьютерной томографии височной кости и стремлением к сохранению максимального числа функционирующих электродов.

9. Пациентам с кохлеарным имплантом необходимо разъяснять, что регулярное и длительное использование речевого процессора является обязательным условием не только слухоречевой реабилитации, но и методом коррекции шума в ушах.. Нерегулярное ношение процессора снижает устойчивость достигнутого эффекта.

10. Для оценки эффективности лечения ушного шума в динамике рекомендуется использовать сочетание субъективных и объективных методов: ВАШ, ТНІ, психоакустическую шумометрию, а при проведении нейромодуляции и наличии технической возможности – функциональную ближнюю инфракрасную спектроскопию.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВАШ – визуально-аналоговая шкала

ВСП – внутренний слуховой проход

дБ – децибел

КИ – кохлеарный имплант; кохлеарная имплантация

КТ – компьютерная томография

МКУ – максимальный комфортный уровень электрической стимуляции

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПУ – пороговый уровень электрической стимуляции

ПФК – префронтальная кора

СА – слуховой аппарат

СНТ – сенсоневральная тугоухость

СУШ – субъективный ушной шум

фБИКС – функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия

ФМРТ – функциональная магнитно-резонансная томография

эКСВП – электрический коротколатентный стволомозговой вызванный потенциал

ЭСР – стапедиальный рефлекс на электрическую стимуляцию

A1 – первичная слуховая кора

A2 – вторичная слуховая кора

ART – телеметрия ответа слухового нерва

ВА – поле Бродмана

ETF – тест оценки функции слуховой трубы

HbO₂ – оксигенированный гемоглобин

HbR – дезоксигенированный гемоглобин

THI – Tinnitus Handicap Inventory

TRT – Tinnitus Retraining Therapy

ΔHbO₂ – изменение концентрации оксигенированного гемоглобина

ΔHbR – изменение концентрации дезоксигенированного гемоглобина

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абу-Джамеа, А. Слухопротезирование с учетом особенностей слухового анализатора и возможностей электроакустической коррекции : специальность 14.01.03 "Болезни уха, горла и носа" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Абу-Джамеа Ашраф Харб Халиль. – Санкт-Петербург, 2015. – 22 с.
2. Астащенко, С.В. Причины неудовлетворительных результатов хирургического лечения пациентов с хроническим гнойным средним отитом, перенесших санлирующие вмешательства на среднем ухе. Ретроспективный анализ / С.В. Астащенко, И.А. Аникин, Р.В. Карапетян // Российская оториноларингология. – 2011. – № 52 (3). – С. 3–11.
3. Афонькин, В.Ю. Реабилитация слуха у больных острым средним отитом на фоне применения фенспирида / В.Ю. Афонькин, К.Г. Добрецов, А.В. Сипкин // Вестник оториноларингологии. – 2008. – № 1. – С. 59–61.
4. Бабияк, В.И. Нейрооториноларингология: руководство для врачей / В.И. Бабияк, В.Р. Гофман, Я.А. Накатис. – Санкт-Петербург : Гиппократ, 2002. – 728 с.
5. Балонов, Л.Я. О механизме адаптации слухового прибора к звуковой нагрузке / Л.Я. Балонов, В.Л. Деглин, Д.А. Кауфман // Физиология человека. – 1975. – № 1. – С. 152–159.
6. Балонов, Л.Я. Соотношение изменений некоторых характеристик слуха и электроэнцефалограмм при инсулиновой гипогликемии (к вопросу о значении неспецифических систем для слухового восприятия) / Л.Я. Балонов, А.Е. Личко // Психологический эксперимент в неврологической и психиатрической клинике. – 1969. – № 46. – С. 106–129.
7. Бимодальная стимуляция при хроническом шуме в ушах: динамика изменений корковой активности по данным функциональной ближней инфракрасной спектроскопии / В.В. Дворянчиков, Е.А. Левина, К.О. Самсонова [и др.] // Российская оториноларингология. – 2026. – Т. 25, № 1. – С. 48–58. – doi: 10.18692/1810-4800-2026-1-48-58.

8. Биомеханические и клинические аспекты перилимфатических фистул лабиринта после стапедопластики / А.М. Еловигов, А.А. Селянинов, С.В. Лиленко, Ю.И. Няшин // Российская оториноларингология. – 2012. – № 4. – С. 50–54.
9. Бобошко, М.Ю. Диагностика и лечение ушного шума / М.Ю. Бобошко. – Санкт-Петербург : Изд-во ПСПбГМУ, 2013. – 40 с.
10. Бобошко, М.Ю. Диагностика центральных нарушений слуха / М.Ю. Бобошко, Е.С. Гарбарук, Н.В. Мальцева. – Санкт-Петербург : Изд-во ПСПбГМУ, 2013. – 48 с.
11. Бобошко, М.Ю. Речевая аудиометрия / М.Ю. Бобошко. – Санкт-Петербург : Изд-во ПСПбГМУ, 2012. – 64 с.
12. Вестибулярные нарушения у больных отосклерозом: распространенность, возможности диагностики и терапии / С.В. Морозова, В.Е. Добротин, Л.А. Кулаков [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2009. – № 2. – С. 20–22.
13. Владимирова, Т.Ю. Комплексный подход к лечению тиннитуса у пациентов старшей возрастной группы / Т.Ю. Владимирова, Л.В. Айзенштадт, М.В. Шелыхманова // Российская оториноларингология. – 2023. – Т. 22, № 3. – С. 32–39. – doi: 10.18692/1810-4800-2023-3-32-39.
14. Владимирова, Т.Ю. Особенности тиннитуса у пациентов старших возрастных групп с вегетативной дисфункцией / Т.Ю. Владимирова, Л.В. Айзенштадт // Вестник оториноларингологии. – 2021. – Т. 86, № 3. – С. 9–13. – doi: 10.17116/otorino2021860319.
15. Влияние кохлеарной имплантации на выраженность ушного шума у пациентов с глубоким снижением слуха и глухотой / Ю.К. Янов, А.А. Корнеевков, Е.А. Левина [и др.] // Медицинский академический журнал. – 2017. – Т. 17, № 2. – С. 48–53. – doi: 10.17816/MAJ17248-53.
16. Волошина, О.А. Биоакустическая аудиометрия в диагностике слуховой функции (Клинико-экспериментальное исследование) : специальность 14.00.04 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Волошина Ольга Алексеевна. – Санкт-Петербург, 2005. – 16 с.

17. Гельфанд, С.А. Слух: введение в психологическую и физиологическую акустику / С.А. Гельфанд ; пер. с англ. О.К. Федоровой, О.П. Токарева. – Москва : Медицина, 1984. – 352 с.
18. Говорун, М.И. Кохлеопатии / М.И. Говорун, В.Р. Гофман, В.Е. Парфенов. – Санкт-Петербург : ВМедА, 2003. – 173 с.
19. Дайхес, Н.А. Кохлеарная имплантация – метод хирургической реабилитации слуха при выраженной форме тугоухости и глухоте / Н.А. Дайхес, И.Т. Мухамедов // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 2007. – № 3. – С. 80–81.
20. Загорянская, М.Е. Раннее выявление, профилактика и реабилитация нарушений слуха у лиц старшего возраста с использованием эпидемиологического метода исследования / М.Е. Загорянская, М.Г. Румянцева // Российская оториноларингология. – 2008. – № 4. – С. 107–110.
21. Звуковая терапия при лечении шума в ушах / Е.А. Левина, С.В. Левин, В.В. Дворянчиков, В.Е. Кузовков // Медицинский совет. – 2024. – Т. 18, № 18. – С. 140–148. – doi: 10.21518/ms2024-484.
22. Использование теста обнаружения паузы для оценки временной разрешающей способности слуховой системы человека / М.Ю. Бобошко, Е.С. Гарбарук, Е.В. Жилинская, А. Абу-Джамеа // Российская оториноларингология. – 2012. – № 6. – С. 16–20.
23. Иськив, Б.Г. Динамика приживления некоторых лоскутов, применяемых при тимпанопластике / Б.Г. Иськив // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 1969. – № 1. – С. 33–39.
24. Клинические особенности шума в ушах у пациентов с кохлеарным имплантатом / Ю.К. Янов, А.А. Корнеев, Е.А. Левина [и др.] // Consilium Medicum. – 2017. – Т. 19, № 11. – С. 10–15. – doi: 10.26442/2075-1753_19.11.10-15.
25. Козлов, М.Я. Хирургическая реабилитация слуха у детей / М.Я. Козлов. – Москва : Медицина, 1981. – 240 с.
26. Королева, И.В. Введение в аудиологию и слухопротезирование / И.В. Королева. – Санкт-Петербург : КАРО, 2012. – 400 с.

27. Королёва, И.В. Кохлеарная имплантация – высокотехнологичный метод восстановления слуха у глухих детей / И.В. Королёва, В.Е. Кузовков // *Consilium Medicum*. – 2015. – № 2. – С. 46–50.
28. Королёва, И.В. Современные методы и подходы к реабилитации детей с нарушениями слуха / И.В. Королёва // *Consilium Medicum*. – Приложение: Педиатрия. – 2015. – № 1. – С. 42–46.
29. Лопотко, А.И. Шум в ушах / А.И. Лопотко, Е.А. Приходько, А.М. Мельник. – Санкт-Петербург : Диалог, 2006. – 278 с.
30. Метод психоакустической шумометрии в диагностике шума в ушах / В.В. Дворянчиков, Е.А. Левина, Г.А. Кошкина [и др.] // *Медицинский совет*. – 2025. – Т. 19, № 18. – С. 146–153. – doi: 10.21518/ms2025-376.
31. Милешина, Н.А. Комплексная реабилитация больных хроническим экссудативным средним отитом / Н.А. Милешина, В.В. Володькина // *Российская оториноларингология*. – 2008. – № 5. – С. 97–100.
32. Мухамедов, И.Т. Хирургическая реабилитация слуха методом внутриулитковой имплантации / И.Т. Мухамедов // *Российская оториноларингология*. – 2008. – № 4. – С. 139–142.
33. Нарушения коркового отдела слухового анализатора при взрывной травме / Ю.К. Янов, М.С. Кузнецов, Л.А. Глазников [и др.] // *Вестник оториноларингологии*. – 2022. – Т. 87, № 1. – С. 14–20. – doi: 10.17116/otorino20228701114.
34. Настройка процессора кохлеарного импланта у особых групп пациентов: пособие для врачей / И.В. Королева, В.И. Пудов, Д.С. Клячко [и др.] ; под ред. И.В. Королевой. – Санкт-Петербург : Полифорум Групп, 2019. – 66 с.
35. О факторах, влияющих на успешность слухоречевой реабилитации пациентов с различными имплантами / Я.А. Накатис, Н.Е. Конеченкова, Л.В. Маляр, Е.А. Подоксенова // *Клиническая больница*. – 2014. – № 4 (10). – С. 19–22.
36. Односторонняя глухота: пути решения / Е.А. Левина, С.В. Левин, В.Е. Кузовков [и др.] // *Consilium Medicum*. – 2015. – Т. 17, № 11. – С. 99–102.

37. Особенности комплексной диагностики субъективного ушного шума / Н.Л. Кунельская, Е.В. Байбакова, Ю.В. Левина [и др.] // Российская оториноларингология. – 2020. – Т. 19, № 4. – С. 60–65. – doi: 10.18692/1810-4800-2020-4-60-65.
38. Оценка функции слуховой трубы у пациентов с шумом в ушах / Е.А. Левина, Е.Э. Вяземская, В.В. Бретавская [и др.] // Медицинский совет. – 2025. – Т. 19, № 7. – С. 177–184. – doi: 10.21518/ms2025-041.
39. Петров, С.М. О состоянии центральных отделов слуховой системы при отосклерозе / С.М. Петров // Топическая диагностика поражений слуховой и вестибулярной систем. – Москва, 1987. – С. 91–96.
40. Полякова, С.Д. Отдаленные результаты восстановительной хирургии уха при хронических гнойных средних отитах / С.Д. Полякова, Е.А. Попова // Российская оториноларингология. – 2007. – № 6. – С. 129–134.
41. Применение метода стимуляции блуждающего нерва в комплексной терапии шума в ушах / К.О. Самсонова, Е.А. Левина, С.В. Левин [и др.] // Медицинский совет. – 2025. – Т. 19, № 18. – С. 194–199. – doi: 10.21518/ms2025-469.
42. Принципы дифференциальной диагностики и комплексного лечения ушного шума / С.В. Морозова, Л.М. Шибина, Л.Э. Шемпелева [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2013. – Т. 78, № 6. – С. 95–98.
43. Протасевич, Г.С. Феномен «травматического перекреста» после падающей тимпанопластики у больных хроническим мезотимпанитом / Г.С. Протасевич // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 1976. – № 2. – С. 56–58.
44. Разработка русскоязычной версии диагностического опросника ESIT-SQ / Т.Ю. Владимирова, Л.В. Айзенштадт, Т.В. Рожкова [и др.] // Российская оториноларингология. – 2021. – Т. 20, № 6. – С. 26–34. – doi: 10.18692/1810-4800-2021-6-26-34.
45. Реабилитация пациентов после слухоулучшающих операций: перспективы применения слуховой и вестибулярной тренировок в условиях

неинвазивной нейромодуляции / Ф.А. Сыроежкин, В.В. Дворянчиков, Ю.П. Данилов [и др.] // Российская оториноларингология. – 2016. – Т. 80, № 1. – С. 94–102. – doi: 10.18692/1810-4800-2016-1-94-102.

46. Реабилитация пациентов с хроническим гнойным средним отитом, перенесших радикальную операцию на среднем ухе, в современных условиях / С.В. Астащенко, И.А. Аникин, В.Е. Кузовков, Р.В. Карапетян // Российская оториноларингология. – 2011. – № 53 (4). – С. 22–26.

47. Роземблум, А.С. Кратковременная слуховая адаптация у больных с отосклерозом / А.С. Роземблум // Актуальные проблемы тугоухости: сборник научных трудов. – Москва, 1981. – С. 14–20.

48. Романчук, Н.П. Позитронно-эмиссионная томография и электроэнцефалография: современная диагностика и коррекция когнитивных нарушений / Н.П. Романчук, В.Ф. Пятин, А.Н. Волобуев // Здоровье и образование в XXI веке. – 2016. – № 2 (18). – С. 7–12.

49. Рябинин, А.Г. Реабилитация органа слуха у детей / А.Г. Рябинин, В.В. Дармаков // Российская оториноларингология. – 2002. – № 1. – С. 102–103.

50. Сагалович, Б.С. Методы исследования слуха в клинической практике / Б.С. Сагалович // Тугоухость / Под ред. Н.А. Преображенского. – Москва : Медицина, 1978. – С. 9–167.

51. Современные представления об ушном шуме в аспекте нейропластичности: перспективы применения слуховой тренировки / Ф.А. Сыроежкин, Н.И. Никитин, В.В. Дворянчиков [и др.] // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2015. – № 3(51). – С. 94–98.

52. Таварткиладзе, Г.А. Руководство по клинической аудиологии / Г.А. Таварткиладзе. – Москва : Медицина, 2013. – 676 с.

53. Торопчина, Л.В. Слуховая реабилитация детей со стойкими нарушениями слуха кондуктивного характера / Л.В. Торопчина, Т.А. Полунина, М.М. Полунин // Вопросы современной педиатрии. – 2012. – № 5. – С. 130–136.

54. Цирульников, Е.М. Реабилитация при ограничении возможностей по слуху в русле общего понимания реабилитации / Е.М. Цирульников // Сенсорные системы. – 2009. – Т. 23, № 3. – С. 270–272.
55. Чвиклиньска, И. Слуховая реабилитация пациентов с частичной глухотой, пользующихся кохлеарным имплантом – предложение языкового материала для занятий. Отчёт из логопедической практики / И. Чвиклиньска, А. Панковска, П. Скаржиньски // Голос и речь. – 2014. – № 2 (12). – С. 40–50.
56. A key role of the prefrontal cortex in the maintenance of chronic tinnitus: an fMRI study using a Stroop task / R. Araneda, L. Renier, L. Dricot [et al.] // *NeuroImage: Clinical*. – 2017. – Vol. 17. – P. 325–334. – doi: 10.1016/j.nicl.2017.10.029.
57. A multidisciplinary European guideline for tinnitus: diagnostics, assessment, and treatment / R.F.F. Cima, B. Mazurek, H. Haider [et al.] // *HNO*. – 2019. – Vol. 67, № 1. – P. 10–42. – doi: 10.1007/s00106-019-0633-7.
58. A narrative synthesis of research evidence for tinnitus-related complaints as reported by patients and their significant others / D.A. Hall, K. Fackrell, A.B. Li [et al.] // *Health and Quality of Life Outcomes*. – 2018. – Vol. 16. – P. 61.
59. Aazh, H. Factors associated with depression in patients with tinnitus and hyperacusis / H. Aazh, B.C.J. Moore // *American Journal of Audiology*. – 2019. – Vol. 28, № 4. – P. 921–930.
60. Aazh, H. Tinnitus and hyperacusis therapy in a specialist NHS audiology department: clinical outcomes and predictors / H. Aazh, B.C.J. Moore, K. Lammaing // *International Journal of Audiology*. – 2018. – Vol. 57, № 6. – P. 437–446.
61. Altered parietal multisensory integration in chronic tinnitus: evidence from functional neuroimaging / N. Gninenko, F.T. Husain, S.W. Cheung [et al.] // *Brain Communications*. – 2026. – Vol. 8. – P. fcaf021.
62. An insight into the role of the auditory brainstem in tinnitus: a systematic review / G. Freda, A. Di Stadio, M. Ralli [et al.] // *Audiology Research*. – 2025. – Vol. 15. – P. 74.
63. Analysis and comparison of clinical practice guidelines regarding treatment recommendations for chronic tinnitus in adults: a systematic review / S.M. Meijers, M.M.

Rademaker, I. Stegeman, A.L. Smit // *Otology and Neurotology*. – 2023. – Vol. 44, № 9. – P. 907–915.

64. Anderson, S. Objective evidence of auditory training-induced plasticity in older adults with hearing loss / S. Anderson, H. Karawani // *Seminars in Hearing*. – 2019. – Vol. 40, № 2. – P. 89–103.

65. Application of functional near-infrared spectroscopy in tinnitus research: contemporary insights and perspectives / H. Hu, X. Lin, Z. Ye [et al.] // *Frontiers in Psychology*. – 2024. – Vol. 15. – P. 1334660. – doi: 10.3389/fpsyg.2024.1334660.

66. Association of demographic and hearing-related factors with cochlear implant-related quality of life / T.R. McRackan, B.N. Hand, C.A. Velozo, J.R. Dubno // *JAMA Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. – 2019. – Vol. 145, № 5. – P. 422–430.

67. Auditory training and neural plasticity in older adults with hearing loss / N. Giroud, S. Hirsiger, R. Muri [et al.] // *NeuroImage: Clinical*. – 2020. – Vol. 26. – P. 102204.

68. Auditory-somatosensory bimodal stimulation desynchronizes brain circuitry to reduce tinnitus in guinea pigs and humans / K.L. Marks, D.T. Martel, C. Wu [et al.] // *Science Translational Medicine*. – 2018. – Vol. 10, № 422. – P. eaal3175. – doi: 10.1126/scitranslmed.aal3175.

69. Availability of binaural cues for bilateral implant recipients and bimodal listeners with cochlear implants / R.H. Gifford, M.F. Dorman, S.W. Sheffield [et al.] // *Audiology and Neurotology*. – 2018. – Vol. 23, № 1. – P. 1–10.

70. Baek, W.J. Effectiveness of sound therapy durations in tinnitus management / W.J. Baek, J.H. Lee, H.G. Choi // *Audiology and Speech Research*. – 2024. – Vol. 20, № 3. – P. 211–219.

71. Bimodal neuromodulation combining sound and tongue stimulation reduces tinnitus symptoms in a large randomized clinical study / B. Conlon, B. Langguth, C. Hamilton [et al.] // *Science Translational Medicine*. – 2020. – Vol. 12, № 564. – P. eabb2830. – doi: 10.1126/scitranslmed.abb2830.

72. Bottalico, P. Remote auditory training for adults with hearing loss: clinical outcomes and adherence / P. Bottalico, S. Murgia, G.E. Puglisi // *International Journal of Audiology*. – 2022. – Vol. 61, № 11. – P. 927–936.
73. Brouns, K. Auditory training and music-based rehabilitation for adults with hearing impairment: a systematic review / K. Brouns, A. El Refaie, H. Pryce // *International Journal of Audiology*. – 2021. – Vol. 60, № 9. – P. 671–681.
74. Campbell, J. Compensatory changes in cortical resource allocation in adults with hearing loss / J. Campbell, A. Sharma // *Frontiers in Systems Neuroscience*. – 2019. – Vol. 13. – P. 71.
75. Cardon, G. Plasticity in the developing auditory cortex: evidence from children with cochlear implants / G. Cardon, J. Campbell, A. Sharma // *Neural Plasticity*. – 2018. – Vol. 2018. – P. 8694306.
76. Carlson, M.L. Cochlear implantation in adults / M.L. Carlson // *New England Journal of Medicine*. – 2020. – Vol. 382, № 16. – P. 1531–1542. – doi: 10.1056/NEJMr1904407.
77. Cederroth, C.R. Hearing loss and tinnitus: mechanisms and clinical implications / C.R. Cederroth, B. Canlon, B. Langguth // *Cell and Tissue Research*. – 2020. – Vol. 380. – P. 195–212.
78. Clarke, N. Evidence for auditory training in adult hearing rehabilitation: a systematic review / N. Clarke, D.J. Hoare, E. Killan // *International Journal of Audiology*. – 2021. – Vol. 60, № 7. – P. 481–493.
79. Clinical trial on tonal tinnitus with tailor-made notched music training / A. Stein, R. Wunderlich, P. Lau [et al.] // *BMC Neurology*. – 2016. – Vol. 16. – P. 38. – doi: 10.1186/s12883-016-0558-7.
80. Cobo, P. Sound therapy for tinnitus: contemporary evidence and clinical limitations / P. Cobo, M. Cuesta // *Acta Acustica*. – 2022. – Vol. 6. – P. 16.
81. Cochlear implantation for patients with tinnitus: a systematic review / K.K.S. Assouly, P. van de Heyning, M. Marx [et al.] // *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. – 2021. – Vol. 138, № 4. – P. 295–301.

82. Cochlear implantation for single-sided deafness and tinnitus suppression: clinical outcomes / J.T. Holder, B. O'Connell, A. Hedley-Williams, G. Wanna // *Otology and Neurotology*. – 2020. – Vol. 41, № 1. – P. e1–e7.

83. Cochlear implantation for treatment of tinnitus in single-sided deafness: a systematic review and meta-analysis / D.A. Levy, J.A. Lee, S.A. Nguyen [et al.] // *Otology and Neurotology*. – 2020. – Vol. 41, № 8. – P. e1004–e1012.

84. Cochlear implantation in adults with single-sided deafness: clinical outcomes and patient selection / D. Távara-Vieira, R. Marino, A. Acharya, G.P. Rajan // *Otology and Neurotology*. – 2019. – Vol. 40, № 8. – P. e872–e879.

85. Cochlear implantation in single-sided deafness: a systematic review of the literature / J.P.M. Peters, A.L. Smit, I. Stegeman, W. Grolman // *Laryngoscope*. – 2019. – Vol. 129, № 9. – P. 2212–2221.

86. Cochlear implantation outcomes in adults: a scoping review / I. Boisvert, M. Reis, A. Au [et al.] // *PLoS ONE*. – 2020. – Vol. 15, № 5. – P. e0232421.

87. Cochlear implantation reduces tinnitus prevalence and distress: a multicenter cohort study / K.K.S. Assouly, J. Cochereau, E. Truy [et al.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2022. – Vol. 279, № 8. – P. 3977–3987. – doi: 10.1007/s00405-021-07218-5.

88. Cognitive behavioural therapy for managing tinnitus, hyperacusis and misophonia: contemporary clinical evidence / H. Aazh, B.C.J. Moore, K. Lammaing [et al.] // *International Journal of Audiology*. – 2025. – Vol. 64. – P. 1–12.

89. Cognitive behavioural therapy for tinnitus / T. Fuller, R. Cima, B. Langguth [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2020. – № 1. – P. CD012614. – doi: 10.1002/14651858.CD012614.pub2.

90. Combining sound with tongue stimulation for the treatment of tinnitus: real-world evidence and clinical outcomes / M. Boedts, B. Langguth, M. Schecklmann [et al.] // *Nature Communications*. – 2024. – Vol. 15. – P. 6575.

91. Core outcome set for adults with tinnitus: an international e-Delphi consensus study / L. Handscomb, D.A. Hall, G.W. Shorter [et al.] // *Trials*. – 2022. – Vol. 23. – P. 815.

92. Cortical hemodynamic responses during tinnitus-related attention measured with functional near-infrared spectroscopy / J. Zhang, X. Li, Y. Wang [et al.] // *Frontiers in Neuroscience*. – 2022. – Vol. 16. – P. 913466.

93. De Paula Moreira, R.K. Music therapy and tinnitus treatment: systematic review / R.K. De Paula Moreira, L.M.B. Ferreira, C. Bianchini // *International Archives of Otorhinolaryngology*. – 2026. – Vol. 30. – P. e1–e12.

94. Deep, N.L. Cochlear implantation for single-sided deafness: tinnitus and quality-of-life outcomes / N.L. Deep, E.M. Dowling, D. Jethanamest // *Laryngoscope*. – 2021. – Vol. 131, № 6. – P. 1353–1360.

95. Desikan-Killiany-Tourville atlas compatible version of M-CRIB neonatal parcellated whole brain atlas: the M-CRIB 2.0 / B. Alexander, W.Y. Loh, L.G. Matthews [et al.] // *Frontiers in Neuroscience*. – 2019. – Vol. 13. – P. 34. – doi: 10.3389/fnins.2019.00034.

96. Different bimodal neuromodulation settings reduce tinnitus symptoms in a large randomized trial / B. Conlon, C. Hamilton, E. Meade [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12. – P. 10845. – doi: 10.1038/s41598-022-13875-4.

97. Different bimodal neuromodulation settings reduce tinnitus symptoms in a large randomized trial / B. Conlon, C. Hamilton, E. Meade [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12. – P. 10845.

98. Ding, Y.Q. Personalized music therapy combined with medication as a treatment for chronic subjective tinnitus / Y.Q. Ding, Y. Zhou, X. Zhang // *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. – 2023. – Vol. 27. – P. 10311–10318.

99. Dziendziel, B. Tinnitus reduction after cochlear implantation in adults with single-sided deafness / B. Dziendziel, P.H. Skarzynski, E. Gos // *Journal of Clinical Medicine*. – 2021. – Vol. 10. – P. 4647.

100. Early outcomes after cochlear implantation for adults and children with single-sided deafness / D.P. Sladen, M.L. Carlson, B.P. Dowling [et al.] // *Laryngoscope*. – 2018. – Vol. 128, № 7. – P. 1683–1688.

101. Editorial: towards an understanding of tinnitus heterogeneity / C.R. Cederroth, S. Gallus, D.A. Hall [et al.] // *Frontiers in Aging Neuroscience*. – 2019. – Vol. 11. – P. 53. – doi: 10.3389/fnagi.2019.00053.
102. Effect of cochlear implantation on quality of life in adults with single-sided deafness / M.T. Dillon, E. Buss, M.A. Rooth [et al.] // *Otology and Neurotology*. – 2020. – Vol. 41, № 4. – P. e461–e469.
103. Effect of simultaneous use of neuromodulation and acoustic stimulation in chronic tinnitus / M. Emadi, N. Mansouri, S. Mahmoudian [et al.] // *Iranian Journal of Otorhinolaryngology*. – 2024. – Vol. 36, № 5. – P. 269–279.
104. Effectiveness of alternative listening devices to conventional hearing aids for adults with hearing loss: a systematic review / D.W. Maidment, A.B. Barker, J. Xia, M.A. Ferguson // *International Journal of Audiology*. – 2018. – Vol. 57, № 10. – P. 721–729.
105. Effectiveness of guided internet-based cognitive behavioral therapy versus face-to-face clinical care for treatment of tinnitus: a randomized clinical trial / E.W. Beukes, G. Andersson, P.M. Allen [et al.] // *JAMA Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. – 2018. – Vol. 144, № 12. – P. 1126–1133. – doi: 10.1001/jamaoto.2018.2238.
106. Effects of cochlear implantation on binaural hearing in adults with single-sided deafness / E. Buss, M.T. Dillon, M.A. Rooth [et al.] // *Trends in Hearing*. – 2018. – Vol. 22. – P. 8771173.
107. Efficacy and safety of modified sound therapy for patients with chronic tinnitus: a randomized clinical study / D. Tang, H. Wang, L. Zhou [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2025. – Vol. 14. – P. 2841.
108. Efficacy of sound therapy interventions for tinnitus management: a systematic review and network meta-analysis / H. Liu, X. Chen, J. Li [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2021. – Vol. 10, № 23. – P. 5566.
109. Efficacy of sound therapy on tinnitus in idiopathic sudden sensorineural hearing loss: systematic review and meta-analysis / Q. Ren, Y. Sun, H. Zhang [et al.] // *Frontiers in Neurology*. – 2026. – Vol. 17. – P. 42114875.

110. Ernst, A. Safety and effectiveness of the Vibrant Soundbridge in treating conductive and mixed hearing loss: a systematic review / A. Ernst, I. Todt, J. Wagner // *Laryngoscope*. – 2016. – Vol. 126, № 6. – P. 1451–1457.

111. Everad, F. Are tinnitus burden and tinnitus exacerbation after cochlear implantation predictable? / F. Everad, C. Vincent, M. Marx // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2024. – Vol. 281. – P. 6157–6166.

112. Exploring the therapeutic potential of bimodal stimulation for tinnitus: current concepts and future directions / A.A. Khan, M. Ralli, G. Cianfrone [et al.] // *Brain Sciences*. – 2025. – Vol. 15. – P. 312.

113. Global hearing health care: new findings and perspectives / B.S. Wilson, D.L. Tucci, M.H. Merson, G.M. O'Donoghue // *The Lancet*. – 2019. – Vol. 393. – P. 1895–1908.

114. Global prevalence and incidence of tinnitus: a systematic review and meta-analysis / C.M. Jarach, A. Lugo, M. Scala [et al.] // *JAMA Neurology*. – 2022. – Vol. 79, № 9. – P. 888–900. – doi: 10.1001/jamaneurol.2022.2189.

115. Hearing aids as a treatment for tinnitus: current concepts and clinical evidence / D. Kikidis, E. Vassou, N. Markatos [et al.] // *HNO*. – 2021. – Vol. 69. – P. 215–224.

116. Hearing loss prevalence and years lived with disability, 1990–2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019 / GBD 2019 Hearing Loss Collaborators // *The Lancet*. – 2021. – Vol. 397, № 10278. – P. 996–1009. – doi: 10.1016/S0140-6736(21)00516-X.

117. Henry, J.A. Reevaluating the use of sound therapy for tinnitus management / J.A. Henry, T.L. Zaugg, P.J. Myers // *American Journal of Audiology*. – 2022. – Vol. 31, № 2. – P. 522–534.

118. Henshaw, H. Efficacy of individual computer-based auditory training for people with hearing loss: an updated systematic review / H. Henshaw, M.A. Ferguson // *Seminars in Hearing*. – 2021. – Vol. 42, № 4. – P. 321–346.

119. Herholz, S.C. Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure / S.C. Herholz, R.J. Zatorre // *Neuron*. – 2020. – Vol. 76. – P. 486–502.

120. How does aging affect recognition of spectrally degraded speech? / A.C. Moberly, K.J. Vasil, T.L. Wucinich [et al.] // *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*. – 2018. – Vol. 3, № 6. – P. 517–525.

121. Impact of cochlear implantation on neurocognitive subdomains in older adults / C. Völter, L. Götze, I. Haubitz [et al.] // *Audiology and Neurotology*. – 2021. – Vol. 26, № 4. – P. 236–245.

122. Impact of cochlear implantation on tinnitus in patients with severe to profound hearing loss: a systematic review and meta-analysis / Y. Li, B. Liu, J. Song [et al.] // *Frontiers in Neuroscience*. – 2024. – Vol. 18. – P. 1391549. – doi: 10.3389/fnins.2024.1391549.

123. Improvement of cognitive function after cochlear implantation in elderly patients / I. Mosnier, J.P. Bebear, M. Marx [et al.] // *JAMA Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. – 2018. – Vol. 144, № 9. – P. 790–797.

124. Individuals with tinnitus report more positive experiences following internet-based cognitive behavioral therapy / V. Manchaiah, E.W. Beukes, G. Vlaescu [et al.] // *Internet Interventions*. – 2024. – Vol. 36. – P. 100734.

125. In-vivo data-driven parcellation of Heschl's gyrus using structural connectivity / H. Lee, K. Byeon, B.Y. Park [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12. – P. 11292. – doi: 10.1038/s41598-022-15083-z.

126. Jilla, A.M. Hearing aid use and tinnitus distress: a contemporary review / A.M. Jilla, C.E. Johnson, J.L. Danhauer // *Seminars in Hearing*. – 2020. – Vol. 41, № 1. – P. 61–75.

127. Kasper, C.A. Bimodal neuromodulation for tinnitus in a clinical practice: chart-review outcomes / C.A. Kasper, E.E. McMahan, H.H. Lim // *American Journal of Audiology*. – 2026. – Vol. 35. – P. 1–12.

128. Keir, G.C. Evaluation of tinnitus and hearing loss in the adult / G.C. Keir, T. Steffens, A. Shulman // *Neuroimaging Clinics of North America*. – 2024. – Vol. 34, № 4. – P. 573–590.
129. Kleinjung, T. The current state of tinnitus diagnosis and treatment / T. Kleinjung, B. Langguth, D. De Ridder // *Frontiers in Neurology*. – 2024. – Vol. 15. – P. 1446316.
130. Koehler, S.D. Bimodal auditory-somatosensory stimulation for treatment of tinnitus: a randomized clinical trial / S.D. Koehler, S.E. Shore // *JAMA Network Open*. – 2023. – Vol. 6, № 6. – P. e2315914. – doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.15914.
131. Kral, A. Neuronal development of hearing and language: cochlear implants and critical periods / A. Kral, M.F. Dorman, B.S. Wilson // *Annual Review of Neuroscience*. – 2019. – Vol. 42. – P. 47–65.
132. Kraus, N. The frequency-following response: a window into human communication / N. Kraus, T. White-Schwoch // *Perspectives on Psychological Science*. – 2020. – Vol. 15, № 3. – P. 505–522.
133. Lawrence, B.J. Auditory and cognitive training for cognition in adults with hearing loss: a systematic review / B.J. Lawrence, D.M.P. Jayakody, H. Henshaw // *Trends in Hearing*. – 2018. – Vol. 2018. – P. 92096.
134. Leaver, A.M. Focal transcranial direct-current stimulation of auditory cortex in chronic tinnitus / A.M. Leaver, A. Seydell-Greenwald, J.P. Rauschecker // *Brain Stimulation*. – 2023. – Vol. 16, № 4. – P. 1073–1083.
135. Lee, H.Y. Impact of short-term tinnitus treatment on cognitive function and symptom burden / H.Y. Lee, S.N. Park, H.J. Kim // *Scientific Reports*. – 2025. – Vol. 15. – P. 6232.
136. Lim, H.H. Clinical implementation of bimodal auditory-somatosensory neuromodulation for chronic tinnitus / H.H. Lim, E.E. McMahan, B. Conlon // *Hearing Research*. – 2025. – Vol. 454. – P. 109121.
137. Long-term tinnitus outcomes after cochlear implantation in adults with severe hearing loss / G. Mertens, A. Hofkens, A.K. Punte [et al.] // *Audiology and Neurotology*. – 2021. – Vol. 26, № 5. – P. 374–383.

138. Lorens, A. Tinnitus and quality of life after cochlear implantation in adults / A. Lorens, M. Polak, H. Skarzynski // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2019. – Vol. 276. – P. 367–374.
139. Maidment, D.W. Applying the COM-B model to assess the usability of smartphone-connected listening devices in adults with hearing loss / D.W. Maidment, Y.H.K. Ali, M.A. Ferguson // *Journal of the American Academy of Audiology*. – 2023. – Vol. 34. – P. 82–95.
140. McMahan, E.E. Retrospective chart review demonstrating effectiveness of bimodal neuromodulation for tinnitus treatment in a clinical setting / E.E. McMahan, H.H. Lim // *Communications Medicine*. – 2025. – Vol. 5. – P. 112. – doi: 10.1038/s43856-025-00837-3.
141. Mekki, S.A. The effectiveness of cognitive behavioral therapy versus structured nursing counseling in tinnitus-related distress / S.A. Mekki, A. Abd El-Hamid, A. El-Shafei // *BMC Nursing*. – 2024. – Vol. 23. – P. 682.
142. Mi, T. Music therapy for tinnitus: a systematic review and meta-analysis / T. Mi, J. Lu, Y. Zhao // *International Journal of Audiology*. – 2024. – Vol. 63. – P. 1–12.
143. Migraine associated with tinnitus and hearing loss in adults: a systematic review / C.P. Campello, C.A.A. Lemos, W.T.L. Andrade [et al.] // *International Journal of Audiology*. – 2024. – Vol. 63, № 1. – P. 1–7. – doi: 10.1080/14992027.2022.2151943.
144. Modulation of brain plasticity in sensory and motor systems after deprivation and rehabilitation / G. Di Pino, G. Pellegrino, G. Assenza [et al.] // *Neural Plasticity*. – 2019. – Vol. 2019. – P. 2863674.
145. Multifactorial positive influence of cochlear implantation on tinnitus in single-sided deafness / S.M. Häußler, V. Köpke, S. Knopke [et al.] // *Laryngoscope*. – 2020. – Vol. 130, № 2. – P. 500–506.
146. Neuromodulation for treatment of tinnitus: a systematic review and meta-analysis / L.D. Heiland, J.M. Owen, S.A. Nguyen [et al.] // *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. – 2024. – Vol. 170, № 5. – P. 1234–1245. – doi: 10.1002/ohn.671. PMID: 38353342.

147. Neuromodulation treatments targeting pathological neural synchrony for tinnitus: a systematic review / D.J. Hoare, R.H. Pierzycki, H. Thomas [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2024. – Vol. 13. – P. 4791.
148. NICE. Tinnitus: assessment and management. NICE guideline NG155. – London : National Institute for Health and Care Excellence, 2020.
149. Niu, Y. The effect of music therapy on tinnitus: a systematic review / Y. Niu, Y. You // *Medicine*. – 2023. – Vol. 102, № 50. – P. e36199. – doi: 10.1097/MD.00000000000036199.
150. Nkyekyer, J. The cognitive and psychosocial effects of auditory training and rehabilitation in adults with hearing loss / J. Nkyekyer, D. Meyer, A. Pipingas, N.S. Reed // *Ear and Hearing*. – 2019. – Vol. 40, № 3. – P. 645–661.
151. Olson, A.D. The effect of auditory training on speech-in-noise recognition in adult hearing aid users / A.D. Olson, J.E. Preminger, J.B. Shinn // *American Journal of Audiology*. – 2020. – Vol. 29, № 1. – P. 79–92.
152. Pienkowski, M. Rationale and efficacy of sound therapies for tinnitus and hyperacusis / M. Pienkowski // *Neuroscience*. – 2021. – Vol. 467. – P. 120–134.
153. Prevalence of sleep impairment in patients with tinnitus: a systematic review and single-arm meta-analysis / H. Gu, X. Zhang, W. Jiang [et al.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2022. – Vol. 279. – P. 2211–2221.
154. Prognostic indicators for tinnitus relief after cochlear implantation: a systematic review / G. Mertens, V. Van Rompaey, P. Van de Heyning [et al.] // *Audiology and Neurotology*. – 2017. – Vol. 22, № 1. – P. 37–45.
155. Psychometric properties of the Tinnitus Functional Index: a systematic review / K. Fackrell, D.A. Hall, J.G. Barry, D.J. Hoare // *Ear and Hearing*. – 2019. – Vol. 40, № 3. – P. 555–565.
156. Puschmann, S. Brain networks and neuroplasticity in age-related hearing loss / S. Puschmann, C.M. Thiel, F.T. Husain // *Trends in Hearing*. – 2019. – Vol. 23. – P. 57262.

157. Recommendations for cochlear implant candidacy in adults with postlingual hearing loss / D.M. Zeitler, M.F. Dorman, S.J. Natale [et al.] // *Otology and Neurotology*. – 2021. – Vol. 42, № 10. – P. e1485–e1493.

158. Reis, M. Speech perception and cortical plasticity after hearing rehabilitation in adults / M. Reis, I. Boisvert, V. Looi // *Frontiers in Neuroscience*. – 2020. – Vol. 14. – P. 267.

159. Research trends and hotspots of cognitive behavioral therapy for tinnitus: a bibliometric analysis / Y. He, Y. Deng, X. Chen [et al.] // *Frontiers in Neuroscience*. – 2025. – Vol. 19. – P. 1536224. – doi: 10.3389/fnins.2025.1536224.

160. Saunders, G.H. A randomized controlled trial of auditory training with hearing aids in experienced users / G.H. Saunders, S.L. Smith, T.H. Chisolm // *Ear and Hearing*. – 2018. – Vol. 39, № 4. – P. 620–630.

161. Schoisswohl, S. Single versus combination treatment in tinnitus: a randomized clinical evaluation / S. Schoisswohl, B. Langguth, M. Schecklmann // *Scientific Reports*. – 2025. – Vol. 15. – P. 12055.

162. Schrader, J.K.F. Long-term auditory, tinnitus, and psychological outcomes after cochlear implantation in single-sided deafness / J.K.F. Schrader, G. Mertens, V. Van Rompaey // *Journal of Clinical Medicine*. – 2026. – Vol. 15. – P. 512.

163. Searchfield, G.D. The state of the art of sound therapy for tinnitus: personalization, delivery and clinical translation / G.D. Searchfield, M. Durai, T. Linford // *Frontiers in Psychology*. – 2021. – Vol. 12. – P. 744226.

164. Sedley, W. Tinnitus: does gain explain? / W. Sedley // *Neuroscience*. – 2019. – Vol. 407. – P. 213–228. – doi: 10.1016/j.neuroscience.2019.01.027.

165. Servais, J.J. Unilateral cochlear implantation reduces tinnitus loudness in bimodal hearing: a prospective study / J.J. Servais, K. Hörmann, E. Wallhäusser-Franke // *Frontiers in Neurology*. – 2017. – Vol. 8. – P. 60. – doi: 10.3389/fneur.2017.00060.

166. Sharma, A. Cross-modal re-organization in clinical populations with hearing loss / A. Sharma, H. Glick // *Brain Sciences*. – 2021. – Vol. 11, № 2. – P. 149.

167. Shekhawat, G.S. Role of hearing AIDS in tinnitus intervention: a scoping review / G.S. Shekhawat, G.D. Searchfield, C.M. Stinear // *International Journal of Audiology*. – 2018. – Vol. 57, № 5. – P. 323–332.
168. Shore, S.E. Neural mechanisms underlying somatic tinnitus / S.E. Shore, J. Zhou, S.D. Koehler // *Hearing Research*. – 2023. – Vol. 428. – P. 108688.
169. Short- and long-term effect of cochlear implantation on disabling tinnitus in single-sided deafness patients: a systematic review / S.A. Idriss, P. Reynard, M. Marx [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2022. – Vol. 11, № 19. – P. 5664. – doi: 10.3390/jcm11195664.
170. Skoe, E. Auditory training and neuroplasticity: principles for clinical rehabilitation / E. Skoe, N. Kraus // *Hearing Research*. – 2021. – Vol. 404. – P. 108207.
171. Slade, K. The effects of age-related hearing loss on the brain and cognitive function / K. Slade, C.J. Plack, H.E. Nuttall // *Trends in Neurosciences*. – 2020. – Vol. 43, № 10. – P. 810–821.
172. Smartphone-based cognitive behavioral therapy and customized sound therapy for tinnitus / K. Goshtasbi, M. Abouzari, K. Kaur [et al.] // *JAMA Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. – 2024. – Vol. 150. – P. 1047–1055.
173. Sound therapy using amplification devices or sound generators for tinnitus / M. Sereda, J. Xia, A. El Refaie [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2018. – № 12. – P. CD013094. – doi: 10.1002/14651858.CD013094.pub2.
174. Standardised profiling for tinnitus research: the European School for Interdisciplinary Tinnitus Research Screening Questionnaire / E. Genitsaridi, M. Partyka, S. Gallus [et al.] // *Hearing Research*. – 2019. – Vol. 377. – P. 353–359.
175. Surr, R.K. Effect of hearing aid use on tinnitus handicap in adults with sensorineural hearing loss / R.K. Surr, A.A. Montgomery, H.G. Mueller // *Trends in Hearing*. – 2020. – Vol. 104, № 5. – P. 233121.
176. Sutanegara, S.W.D. Effectiveness of tinnitus treatment using music de-tinnitus song: clinical outcomes / S.W.D. Sutanegara, A.R. Asthuta, K.A. Saputra // *Clinical Medicine Insights*. – 2023. – Vol. 17. – P. 124–131.

177. Taitelbaum-Swead, R. Auditory training in adults with hearing loss: benefits for speech perception and cognition / R. Taitelbaum-Swead, L. Fostick // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. – 2020. – Vol. 63, № 4. – P. 1224–1235.
178. Task- and talker-specific gains in speech-in-noise training for adults with hearing loss / J. Barcroft, B. Spehar, N. Tye-Murray, M. Sommers // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. – 2022. – Vol. 65, № 4. – P. 1591–1606.
179. The COMiTID study: developing core outcome domains for trials of sound, psychology-, and pharmacology-based tinnitus interventions / D.A. Hall, H. Smith, A. Hibbert [et al.] // *Trials*. – 2018. – Vol. 19. – P. 87.
180. The effect of cochlear implantation on tinnitus in patients with postlingual bilateral profound hearing loss / M.R. Anari, S.K. Agrawal, L.S. Parnes [et al.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2024. – Vol. 281. – P. 4599–4608.
181. The influence of aging, hearing and tinnitus on the morphology of cortical auditory regions / O. Profant, A. Škoch, J. Tintěra [et al.] // *Frontiers in Aging Neuroscience*. – 2020. – Vol. 12. – P. 553.
182. The long-term effect of cochlear implantation on tinnitus: a systematic review and meta-analysis / Y. Li, Y. Deng, B. Liu [et al.] // *Diagnostics*. – 2024. – Vol. 14, № 18. – P. 2028. – doi: 10.3390/diagnostics14182028.
183. The state of the art of sound therapy for subjective tinnitus in adults / H. Wang, D. Tang, Y. Wu [et al.] // *Therapeutic Advances in Chronic Disease*. – 2020. – Vol. 11. – P. 20406. – doi: 10.1177/2040622320956426.
184. Tinnitus and hyperacusis: current knowledge and future perspectives / M. Ralli, A. Greco, M. De Vincentiis [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2021. – Vol. 10. – P. 5720.
185. Tinnitus and its comorbidities: a comprehensive analysis of population-based data / S. Maihoub, A. Singh, J.H. Jang [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2025. – Vol. 14. – P. 1094.
186. Tinnitus neuroimaging / M.E. Adams, T.C. Huang, S.S. Nagarajan, S.W. Cheung // *Otolaryngologic Clinics of North America*. – 2020. – Vol. 53, № 4. – P. 583–603.

187. Tinnitus outcomes after cochlear implantation: multicenter prospective data / C. Dorbeau, M. Marx, I. Mosnier [et al.] // *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. – 2020. – Vol. 137. – P. S49–S55.

188. Tinnitus prevalence in Europe: a multi-country cross-sectional population study / R. Biswas, A. Lugo, M.A. Akeroyd [et al.] // *Lancet Regional Health Europe*. – 2021. – Vol. 12. – P. 100250. – doi: 10.1016/j.lanepe.2021.100250.

189. Tinnitus prevalence in the adult population: results from a cross-sectional population-based survey / B. Hackenberg, K. O'Brien, J. Döge [et al.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2023. – Vol. 280. – P. 1913–1923.

190. Tinnitus prevalence, associated characteristics, and related distress in adults / A.A. Alanazi, T.M. Alshammari, M. Alharbi [et al.] // *Journal of Multidisciplinary Healthcare*. – 2024. – Vol. 17. – P. 4255–4265.

191. Tinnitus suppression in a prospective cohort of 45 cochlear implant recipients: occurrence, degree and correlates / K.D. Rasmussen, N.C. West, M. Bille [et al.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2023. – Vol. 280, № 9. – P. 4073–4082.

192. Toward a diagnostic imaging algorithm for undifferentiated pulsatile tinnitus / C. Cavarocchi, K. Wong, A.C. Cao [et al.] // *Otology and Neurotology*. – 2024. – Vol. 45, № 8. – P. 895–900. – doi: 10.1097/MAO.0000000000004254.

193. Tremblay, K.L. Auditory training and neural plasticity in adult listeners: contemporary evidence / K.L. Tremblay, K.C. Backer, N.M. Russo // *Seminars in Hearing*. – 2020. – Vol. 41, № 4. – P. 349–362.

194. Turning down the noise: the benefit of musical training on the aging auditory brain / C. Alain, B.R. Zendel, S. Hutka, G.M. Bidelman // *Hearing Research*. – 2021. – Vol. 408. – P. 108322.

195. Tyler, R.S. Tinnitus treatment and sound therapy: clinical evidence and patient-centered outcomes / R.S. Tyler, A. Perreau, T. Powers // *Journal of the American Academy of Audiology*. – 2020. – Vol. 31, № 8. – P. 562–573.

196. Unilateral cochlear implants for severe, profound, or moderate sloping to profound bilateral sensorineural hearing loss: a systematic review and consensus

statements / C.A. Buchman, R.H. Gifford, D.S. Haynes [et al.] // JAMA Otolaryngology–Head and Neck Surgery. – 2020. – Vol. 146, № 10. – P. 942–953. – doi: 10.1001/jamaoto.2020.0998.

197. Van de Heyning, P. Cochlear implantation for incapacitating unilateral tinnitus: long-term outcomes / P. Van de Heyning, G. Mertens, V. Topsakal // Frontiers in Neurology. – 2020. – Vol. 11. – P. 791.

198. Velde, A. Adult cochlear implant rehabilitation: a systematic review of outcome measures and training approaches / A. Velde, V. Topsakal, G. Mertens // European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. – 2022. – Vol. 279. – P. 3009–3020.

199. Vickers, D.A. International survey of cochlear implant rehabilitation practices in adults / D.A. Vickers, L. De Raeve, J. Graham // International Journal of Audiology. – 2020. – Vol. 59, № 9. – P. 663–672.

200. Waechter, S. Hearing aids and tinnitus therapy: a 25-year evidence update / S. Waechter // Journal of Clinical Medicine. – 2021. – Vol. 10. – P. 4449.

201. Walter, U. Continuous improvement of chronic tinnitus through a smartphone-based cognitive behavioral therapy: randomized controlled clinical trial / U. Walter, P. Brueggemann, B. Mazurek // JMIR mHealth and uHealth. – 2025. – Vol. 13. – P. e56211.

202. Wang, Q. A prospective cohort study of cochlear implantation and tinnitus outcomes in adults with severe hearing loss / Q. Wang, X. Chen, Y. Liu // Otology and Neurotology. – 2024. – Vol. 45. – P. 1137–1145.

203. Why is there no cure for tinnitus? / D.J. McFerran, D. Stockdale, R. Holme [et al.] // Frontiers in Neuroscience. – 2019. – Vol. 13. – P. 802. – doi: 10.3389/fnins.2019.00802.

204. Why is tinnitus a problem?: a qualitative analysis of problems reported by tinnitus patients / E.J. Watts, K. Fackrell, S. Smith [et al.] // Trends in Hearing. – 2018. – Vol. 22. – P. 812250.

205. World Health Organization. World report on hearing. – Geneva : World Health Organization, 2021. – 252 p.

206. Yakunina, N. Personalized sound therapy based on the tinnitus pitch-matching test using a smartphone application / N. Yakunina, E.C. Nam // *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology*. – 2020. – Vol. 13, № 2. – P. 144–152. – doi: 10.21053/ceo.2019.01611.

207. Yoo, S. Does listening to tinnitus frequency-filtered music relieve tinnitus?: a randomized controlled trial / S. Yoo, S.H. Kim, S.N. Park // *Journal of Audiology and Otology*. – 2022. – Vol. 26, № 4. – P. 209–216. – doi: 10.7874/jao.2022.00010.

208. Zeng, F.G. Tinnitus and hyperacusis: central noise, gain and variance / F.G. Zeng // *Current Opinion in Physiology*. – 2020. – Vol. 18. – P. 123–129. – doi: 10.1016/j.cophys.2020.10.009.

209. Zwolan, T.A. Development of a 60/60 guideline for referring adults for a traditional cochlear implant candidacy evaluation / T.A. Zwolan, K.C. Schwartz-Leyzac, T. Pleasant // *Otology and Neurotology*. – 2020. – Vol. 41, № 7. – P. 895–900.

ПРИЛОЖЕНИЕ А**ВИЗУАЛЬНО-АНАЛОГОВАЯ ШКАЛА ОЦЕНКИ УШНОГО ШУМА**

Фамилия, имя, отчество пациента _____

Дата обследования _____

Возраст _____ Пол _____

Сторона ушного шума _____

Диагноз _____

Инструкция пациенту

Пожалуйста, оцените выраженность ушного шума на момент обследования.

0 баллов соответствует полному отсутствию ушного шума.

10 баллов соответствует максимально сильному, нестерпимому ушному шуму.

Поставьте отметку на линии в том месте, которое наиболее точно отражает интенсивность вашего ушного шума:

0 _____ 10

шума нет максимально

сильный, нестерпимый

шум

Оценка пациента по ВАШ _____ баллов

Интерпретация результатов

0–3 балла – слабый ушной шум.

4–6 баллов – умеренный ушной шум.

7–10 баллов – выраженный (сильный) ушной шум.

Примечание

Для целей динамического наблюдения клинически значимым считается изменение показателя не менее чем на 2 балла.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б**ОПРОСНИК THI****(TINNITUS HANDICAP INVENTORY)**

Фамилия, имя, отчество пациента _____

Дата обследования _____

Инструкция

Цель данного опросника – выявить и количественно оценить трудности, которые пациент испытывает вследствие ушного шума. Необходимо ответить на все вопросы, выбрав один вариант ответа на каждый вопрос.

Варианты ответа:

Нет – 0 баллов.

Иногда – 2 балла.

Да – 4 балла.

Вопросы:

1. Вам трудно сосредоточиться из-за вашего шума в ушах?
2. Мешает ли вам громкость вашего шума в ушах слышать людей?
3. Ваш шум в ушах выводит вас из себя?
4. Ваш шум в ушах заставляет вас чувствовать себя сбитым с толку?
5. Чувствуете ли вы отчаяние из-за своего шума в ушах?
6. Вы часто жалуетесь на свой шум в ушах?
7. Из-за вашего шума в ушах у вас возникают проблемы со сном по ночам?
8. Чувствуете ли вы, что не можете избавиться от своего шума в ушах?
9. Мешает ли ваш шум в ушах вашей способности получать удовольствие от общения, например от похода на ужин или в кино?
10. Чувствуете ли вы разочарование из-за своего шума в ушах?
11. Чувствуете ли вы, что у вас ужасная болезнь из-за вашего шума в ушах?
12. Мешает ли вам ваш шум в ушах наслаждаться жизнью?
13. Мешает ли ваш шум в ушах вашей работе или домашним обязанностям?
14. Часто ли вы бываете раздражительны из-за своего шума в ушах?

15. Вам трудно читать из-за вашего шума в ушах?
16. Вас расстраивает ваш шум в ушах?
17. Считаете ли вы, что ваша проблема с шумом в ушах повлияла на ваши отношения с членами вашей семьи и друзьями?
18. Вам трудно переключить свое внимание с вашего шума в ушах на другие вещи?
19. Чувствуете ли вы, что не можете контролировать свой шум в ушах?
20. Часто ли вы чувствуете усталость из-за шума в ушах?
21. Чувствуете ли вы депрессию из-за вашего шума в ушах?
22. Вызывает ли у вас беспокойство ваш шум в ушах?
23. Чувствуете ли вы, что больше не можете справиться со своим шумом в ушах?
24. Усиливается ли ваш шум в ушах, когда вы находитесь в состоянии стресса?
25. Заставляет ли вас ваш шум в ушах чувствовать себя неуверенно?

Суммарный балл ТНІ _____

Интерпретация результатов

0–16 баллов – незначительная степень выраженности ушного шума или ее отсутствие (класс 1).

18–36 баллов – легкая степень выраженности ушного шума (класс 2).

38–56 баллов – умеренная степень выраженности ушного шума (класс 3).

58–76 баллов – тяжелая степень выраженности ушного шума (класс 4).

78–100 баллов – критическая степень выраженности ушного шума (класс 5).

Заключение:

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПРОТОКОЛ ПСИХОАКУСТИЧЕСКОЙ ШУМОМЕТРИИ

Фамилия, имя, отчество пациента _____

Дата обследования _____

Возраст _____ Пол _____

Диагноз _____

Сторона ушного шума _____

Длительность ушного шума _____

Характер ушного шума

тональный / шумоподобный / многокомпонентный / иной _____

I. Данные базового аудиологического обследования

Тональная пороговая аудиометрия _____

Импедансометрия _____

Речевая аудиометрия _____

II. Психоакустическая шумометрия основного компонента ушного шума

1. Частота основного тона ушного шума _____ Гц
2. Порог восприятия основного тона ушного шума _____ дБ
3. Уровень перекрытия основного тона ушного шума внешним тоном _____ дБ
4. Разница между уровнем перекрытия и порогом восприятия _____ дБ
5. Субъективная характеристика основного тона
6. чистый тон / узкополосный шум / широкополосный шум / смешанный вариант

III. Исследование второго компонента ушного шума

(заполняется при наличии второго субъективно различимого компонента)

1. Частота второго компонента ушного шума _____ Гц
2. Порог восприятия второго компонента ушного шума _____ дБ
3. Уровень перекрытия второго компонента внешним тоном _____ дБ
4. Разница между уровнем перекрытия и порогом восприятия _____ дБ
5. Субъективная характеристика второго компонента

6. чистый тон / узкополосный шум / широкополосный шум / смешанный вариант

IV. Дополнительные параметры

Минимальный уровень маскировки _____ дБ

Остаточное подавление после маскировки:

не определяется / определяется _____

Продолжительность остаточного подавления _____

V. Субъективная оценка ушного шума

ВАШ _____ баллов

ТНІ _____ баллов

VI. Заключение

Акустический фенотип ушного шума _____

Предполагаемый характер звукового стимула для терапии

чистый тон / узкополосный шум / широкополосный шум / комбинированный
стимул

Рекомендуемая зона частот для звуковой терапии _____

Рекомендуемая интенсивность звукового стимула _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИИ СЛУХОВОЙ ТРУБЫ

Фамилия, имя, отчество пациента _____

Дата обследования _____

Возраст _____ Пол _____

Жалобы _____

Диагноз _____

I. Отоскопическое исследование

Правое ухо _____

Левое ухо _____

II. Классическая тимпанометрия

(зондирующий тон 226 Гц, диапазон давления от +200 daPa до –400 daPa)

Правое ухо

Тип тимпанограммы по James Jerger _____

Пиковое тимпанометрическое давление _____ daPa

Пик комплианса _____ mmho

Тимпанометрический градиент _____ daPa

Левое ухо

Тип тимпанограммы по James Jerger _____

Пиковое тимпанометрическое давление _____ daPa

Пик комплианса _____ mmho

Тимпанометрический градиент _____ daPa

III. Исследование функции слуховой трубы в режиме ETF

Порядок проведения исследования

1. Исходная регистрация тимпанограммы в покое – показатель P1.
2. Регистрация тимпанограммы после пробы Тойнби – показатель P2.
3. Регистрация тимпанограммы после пробы Вальсальвы – показатель P3.

Правое ухо

P1 _____ daPa

P2 _____ daPa

P3 _____ daPa

Разница P1–P2 _____ daPa

Разница P2–P3 _____ daPa

Левое ухо

P1 _____ daPa

P2 _____ daPa

P3 _____ daPa

Разница P1–P2 _____ daPa

Разница P2–P3 _____ daPa

Критерии интерпретации

Сохранная функция слуховой трубы:

разница между P1 и P2 более 10 daPa;

разница между P2 и P3 более 15 daPa.

Признаки дисфункции слуховой трубы:

разница между P1 и P2 10 daPa и менее;

и/или разница между P2 и P3 15 daPa и менее.

IV. Заключение

Правое ухо: функция слуховой трубы сохранена / нарушена.

Левое ухо: функция слуховой трубы сохранена / нарушена.

Дополнительные замечания _____

Подпись врача _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Д**ПРОТОКОЛ фБИКС-ИССЛЕДОВАНИЯ**

Фамилия, имя, отчество пациента _____

Дата исследования _____

Возраст _____ Пол _____

Диагноз _____

Сторона ушного шума _____

Длительность ушного шума _____

Этап исследования:

до начала лечения / после завершения курса лечения

I. Аппаратурное обеспечение

Метод исследования – функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия.

Система регистрации – CortiVision Photon Cap.

Программное обеспечение для обработки – Homer3, CortiPrism.

Длины волн – 760 и 850 нм.

Частота сбора данных – 10 Гц.

Короткобазисные каналы – 8 мм.

II. Размещение оптодов и зоны интереса

Источник S1–S2: Fp1 / Fp2 – фронтополярная кора (BA10).

Источник S3–S4: F7 / F8 – дорсолатеральная префронтальная кора (BA9/46).

Источник S5–S6: T7(T3) / T8(T4) – первичная слуховая кора A1 (BA41/42).

Источник S7–S8: P7 / P8 – ассоциативная теменно-височная кора (BA40).

Детектор D1–D2: F3 / F4 – дорсолатеральная префронтальная кора.

Детектор D3–D4: C3 / C4 – инсулярно-височные области, вторичная слуховая зона.

Детектор D5–D6: P3 / P4 – зона Вернике (BA22).

Детектор D7–D8: Fz / Pz – короткобазисные поверхностные каналы.

III. Условия проведения исследования

Исследование выполняется в затемненном тихом помещении.

Пациент находится в положении сидя.

Перед началом активных проб проводится 5-минутная фоновая запись с закрытыми глазами.

Во время исследования пациенту разъясняются этапы функциональных проб.

IV. Протокол функциональных проб

1. Фоновая запись в покое – 5 минут.
2. Проба «шум-фокус» – 5 минут.
3. Пациенту предлагается мысленно сконцентрироваться на собственном ушном шуме, фиксируя внимание на его высоте, громкости и субъективном восприятии.
4. Проба «контрольная звуковая стимуляция».
5. В ухо, противоположное стороне ушного шума, подается звуковой стимул той частоты, которая ранее была определена как наиболее близкая по высоте к субъективному шуму.
6. Интенсивность стимула устанавливается на уровне порога дискомфорта минус 10 дБ.
7. Стимул предъявляется в циклическом режиме:
8. 20 секунд звук – 20 секунд тишина.
9. Количество циклов – 5.
10. Общая продолжительность пробы – около 5 минут.

V. Анализируемые показатели

1. Изменение концентрации оксигенированного гемоглобина (ΔHbO_2).
2. Изменение концентрации дезоксигенированного гемоглобина (ΔHbR).
3. Выраженность активации в первичной слуховой коре (A1).
4. Выраженность активации во вторичной слуховой коре (A2).
5. Выраженность активации в зоне Вернике (BA22).
6. Выраженность активации в префронтальной коре (BA9, BA10, BA46).
7. Характер межполушарной латерализации ответа.

VI. Итоговая форма регистрации

Активация A1 справа _____

Активация A1 слева _____

Активация A2 справа _____

Активация A2 слева _____

Активация зоны Вернике справа _____

Активация зоны Вернике слева _____

Активация префронтальной коры справа _____

Активация префронтальной коры слева _____

Характер латерализации _____

Заключение _____

Подпись врача _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Е**ПРОТОКОЛ ОЦЕНКИ РЕДУКЦИИ ШУМА В УШАХ ПОСЛЕ КОХЛЕАРНОЙ
ИМПЛАНТАЦИИ**

Фамилия, имя, отчество пациента _____

Дата операции кохлеарной имплантации _____

Импантированное ухо _____

Дата первого подключения речевого процессора _____

Диагноз _____

I. Оценка ушного шума по этапам наблюдения

(визуально-аналоговая шкала от 0 до 10 баллов)

Этап I – до операции _____ баллов

Этап II – 7-е сутки после операции _____ баллов

Этап III – первое подключение речевого процессора _____ баллов

Этап IV – через 6 месяцев после подключения _____ баллов

Этап V – через 60 месяцев после подключения _____ баллов

II. Качественная оценка динамики ушного шума

На 7-е сутки после операции:

шум исчез / уменьшился / не изменился / усилился

При первом подключении процессора:

шум исчез / уменьшился / не изменился / усилился

Через 6 месяцев после подключения:

шум исчез / уменьшился / не изменился / усилился

Через 60 месяцев после подключения:

шум исчез / уменьшился / не изменился / усилился

III. Критерии оценки результата

Клинически значимое уменьшение ушного шума – снижение показателя ВАШ не менее чем на 2 балла.

Исход классифицируется следующим образом:

полное исчезновение ушного шума;

уменьшение ушного шума;
отсутствие существенной динамики;
усиление ушного шума.

IV. Оценка остаточного подавления ушного шума

Ушной шум при включенном процессоре:

не определяется / определяется частично / определяется полностью

Ушной шум после выключения процессора:

возвращается немедленно / возвращается в течение 5 минут / возвращается в течение 1 часа / возвращается позже 1 часа / не возвращается

Продолжительность остаточного подавления _____

V. Дополнительные показатели

(по показаниям)

ТНІ до операции _____ баллов

ТНІ после подключения _____ баллов

Разборчивость речи до операции _____

Разборчивость речи после реабилитации _____

Средняя продолжительность ежедневного использования процессора _____

VI. Заключение

Редукция шума в ушах после кохлеарной имплантации:

выраженный / умеренный / отсутствует

Признаки остаточного подавления: есть / нет

Подпись врача _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

АЛГОРИТМ НАСТРОЙКИ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССОРА У ПАЦИЕНТОВ С УШНЫМ ШУМОМ

1. Этап до подключения РП КИ
 - 1.1. Осмотр пациента перед первым подключением речевого процессора.
 - 1.2. Оценка состояния послеоперационной раны.
 - 1.3. Исключение остаточного воспалительного процесса наружного и среднего уха.
 - 1.4. Анализ данных предоперационного обследования, интраоперационного тестирования и послеоперационного лучевого контроля.
2. Телеметрия состояния кохлеарного импланта
 - 2.1. Проверка электромагнитной связи внешней и внутренней частей системы.
 - 2.2. Контроль работоспособности электроники импланта.
 - 2.3. Измерение сопротивления каждого активного и заземляющего электродов.
 - 2.4. Выявление электродов с высоким сопротивлением, коротким замыканием или экстракохлеарным положением.
3. Анализ послеоперационной визуализации
 - 3.1. Оценка полноты введения электродной цепочки по данным рентгенографии или компьютерной томографии височной кости.
 - 3.2. Временное либо постоянное отключение электрода при подтвержденном экстракохлеарном расположении или стойком высоком сопротивлении.
 - 3.3. Стремление к сохранению максимально возможного числа функционирующих электродов.
4. Формирование первичной карты стимуляции
 - 4.1. Выбор базовой стратегии кодирования звука.
 - 4.2. Определение пороговых уровней электрической стимуляции.
 - 4.3. Определение максимальных комфортных уровней электрической стимуляции.
 - 4.4. Построение индивидуальной карты процессора.
5. Использование объективных методов настройки
 - 5.1. Регистрация стапедиального рефлекса на электрическую стимуляцию (ЭСР).

- 5.2. Телеметрия ответа слухового нерва (ART/NRT).
- 5.3. Сопоставление объективных и субъективных данных пациента.
- 5.4. Предотвращение недостаточной и избыточной стимуляции.
6. Особенности первичной настройки у пациентов с ушным шумом
 - 6.1. Предпочтение щадящему режиму первичной активации.
 - 6.2. Постепенное увеличение уровней стимуляции по мере адаптации пациента к новым слуховым ощущениям.
 - 6.3. Допустимость записи нескольких программ различной громкости или для разных акустических условий.
 - 6.4. Оценка ушного шума при включенном и выключенном процессоре.
7. Повторные настроечные сессии
 - 7.1. Коррекция карты в течение первых 5–7 дней после первичного подключения.
 - 7.2. Плановые визиты для повторной настройки.
 - 7.3. Оценка динамики ушного шума по ВАШ и, при необходимости, по ТНІ.
 - 7.4. Оценка разборчивости речи и качества слухового восприятия.
8. Слухоречевая реабилитация
 - 8.1. Обязательное регулярное использование речевого процессора.
 - 8.2. Развитие обнаружения, различения и узнавания звуков окружающей среды.
 - 8.3. Формирование и развитие слухового восприятия речи.
 - 8.4. Динамическое наблюдение сурдолога и, при необходимости, сурдопедагога.
9. Контроль динамики шума в ушах после КИ
 - 9.1. Уменьшение ушного шума только при включенном процессоре расценивается как стимул-зависимый эффект.
 - 9.2. Сохранение уменьшения ушного шума после выключения процессора расценивается как остаточное подавление.
 - 9.3. Оценка динамики шума проводится в сроки: до операции, 7-е сутки после операции, первое подключение, 6 месяцев, 60 месяцев.
10. Итоговое решение
 - 10.1. При устойчивом уменьшении шума и хорошем слуховом результате карта стабилизируется.

10.2. При наличии дискомфорта, выраженных неслуховых ощущений или недостаточном подавлении ушного шума проводится повторная коррекция параметров стимуляции.

10.3. Пациент получает индивидуальные рекомендации по режиму ношения процессора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПАТЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА И МАТЕРИАЛЫ АПРОБАЦИИ

1.1. Патентные материалы

1.1.1. Патент Российской Федерации № 2 838 812 С1 «Способ коррекции ушного шума у пациентов с нарушением слуховой функции».

Дата приоритета: 20.08.2024.

Дата регистрации: 22.04.2025.

Патентообладатель: ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Минздрава России.

1.2. Публикации автора по теме диссертации

Примечание. Статус индексирования указан по открытым карточкам журналов и публикаций; при отсутствии открыто подтвержденных сведений использована формулировка «не заявлено». РИНЦ/eLIBRARY указан отдельно от RSCI, поскольку эти обозначения не являются полностью тождественными.

1. Янов Ю.К., Корнеев А.А., Левина Е.А. и др. Влияние кохлеарной имплантации на выраженность ушного шума у пациентов с глубоким снижением слуха и глухотой // Медицинский академический журнал. 2017. Т. 17, № 2. С. 48–53. DOI: 10.17816/MAJ17248-53. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: формирование клинического материала, анализ динамики шума после КИ, интерпретация результатов. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 5, 7.

2. Янов Ю.К., Корнеев А.А., Левина Е.А. и др. Клинические особенности шума в ушах у пациентов с кохлеарным имплантатом // Consilium Medicum. 2017. Т. 19, № 11. С. 10–15. DOI: 10.26442/2075-1753_19.11.10-15. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: сбор и анализ клинических данных, участие в подготовке текста статьи. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 5, 7.

3. Левина Е.А., Левин С.В., Кузовков В.Е. и др. Односторонняя глухота: пути решения // Consilium Medicum. 2015. Т. 17, № 11. С. 99–102. DOI: не указан. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: анализ литературы и клинических подходов к реабилитации пациентов с односторонней глухотой. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 5.5, 7.

4. Левин С.В., Наркевич А.Н., Янов Ю.К. и др. Настройка речевых процессоров с использованием алгоритмов нейросетевой системы // Consilium Medicum. 2018. Т. 20, № 3. С. 73–76. DOI: не указан. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: участие в клинико-аудиологической интерпретации данных настройки КИ. Соответствие разделам диссертации: разделы 2.12, 5.7, 7.12.

5. Левин С.В., Левина Е.А., Кузовков В.Е., Королева И.В., Дворянчиков В.В. Алгоритм отбора пациентов на кохлеарную имплантацию. Лекция для врачей // Consilium Medicum. 2023. Т. 25, № 3. С. 198–203. DOI: 10.26442/20751753.2023.3.202108. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: участие в формировании критериев отбора и клинической интерпретации показаний к КИ. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 5, 7.

6. Левина Е.А., Левин С.В., Дворянчиков В.В., Кузовков В.Е. Звуковая терапия при лечении шума в ушах // Медицинский совет. 2024. Т. 18, № 18. С. 140–148. DOI: 10.21518/ms2024-484. Индексирование/перечень: ВАК; Scopus; RSCI/РИНЦ. Личный вклад автора: концепция обзора, анализ методов звуковой терапии, подготовка клинических рекомендаций. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 6, 7.

7. Левин С.В., Дворянчиков В.В., Кузовков В.Е., Воронов В.А., Левина Е.А. и др. Применение технологий искусственного интеллекта в кохлеарной имплантации от анализа КТ и МРТ изображений до послеоперационной реабилитации // Российская оториноларингология. 2025. Т. 24, № 6. С. 93–102. DOI: 10.18692/1810-4800-2025-6-93-102. Индексирование/перечень: ВАК;

РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: участие в клинической интерпретации технологий послеоперационной реабилитации КИ. Соответствие разделам диссертации: разделы 2.12, 5.7, 7.12.

8. Левина Е.А., Вяземская Е.Э., Бретавская В.В. и др. Оценка функции слуховой трубы у пациентов с шумом в ушах // Медицинский совет. 2025. Т. 19, № 7. С. 177–184. DOI: 10.21518/ms2025-041. Индексирование/перечень: ВАК; Scopus; RSCI/РИНЦ. Личный вклад автора: разработка протокола обследования, анализ ETF-теста и пика комплианса, интерпретация результатов. Соответствие разделам диссертации: главы 2, 4, 7.

9. Дворянчиков В.В., Левина Е.А., Кошкина Г.А. и др. Метод психоакустической шумометрии в диагностике шума в ушах // Медицинский совет. 2025. Т. 19, № 18. С. 146–153. DOI: 10.21518/ms2025-376. Индексирование/перечень: ВАК; Scopus; RSCI/РИНЦ. Личный вклад автора: участие в разработке диагностического протокола и интерпретации психоакустических данных. Соответствие разделам диссертации: главы 2, 3, 7.

10. Самсонова К.О., Левина Е.А., Левин С.В., Дворянчиков В.В., Янов Ю.К., Сугарова С.Б. Применение метода стимуляции блуждающего нерва в комплексной терапии шума в ушах // Медицинский совет. 2025. Т. 19, № 18. С. 194–199. DOI: 10.21518/ms2025-469. Индексирование/перечень: ВАК; Scopus; RSCI/РИНЦ. Личный вклад автора: клинико-аудиологическая интерпретация нейромодулирующего подхода при хроническом ушном шуме. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 6, 7.

11. Левина Е.А., Самсонова К.О., Дворянчиков В.В., Дахадаева П.М. Принципы применения меатотимпанальных блокад при лечении шума в ушах // Эффективная фармакотерапия. 2025. Т. 21, № 40. С. 44–47. DOI: 10.33978/2307-3586-2025-21-40-44-47. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: формирование клинической концепции, анализ лечебных подходов, подготовка текста. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 6, 7.

12. Дворянчиков В.В., Левина Е.А., Самсонова К.О., Левин С.В., Кузовков В.Е., Сугарова С.Б. Бимодальная стимуляция при хроническом шуме в ушах: динамика изменений корковой активности по данным функциональной ближней инфракрасной спектроскопии // Российская оториноларингология. 2026. Т. 25, № 1. С. 48–58. DOI: 10.18692/1810-4800-2026-1-48-58. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: участие в проспективном блоке бимодальной стимуляции, анализ фБИКС, интерпретация нейропластических изменений. Соответствие разделам диссертации: главы 2, 6, 7.

13. Дворянчиков В.В., Ховрина Е.П., Левина Е.А., Самсонова К.О., Абдурахманов М.А. Особенности психоэмоционального состояния и качества жизни пациентов с хроническим тиннитусом // Российская оториноларингология. 2026. Т. 25, № 2. С. 61–68. DOI: 10.18692/1810-4800-2026-2-61-68. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: клиническая интерпретация связи хронического шума, тревожности и качества жизни. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 3, 6, 7.

14. Левина Е.А., Левин С.В., Храмов А.В., Сугарова С.Б., Воронов В.А. Гиперакузия у детей: обзор // Consilium Medicum. 2022. Т. 24, № 9. С. 659–664. DOI: 10.26442/20751753.2022.9.201959. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: анализ литературы по нарушениям слухового восприятия и коморбидным сенсорным феноменам. Соответствие разделам диссертации: глава 1.

15. Храмов А.В., Петров С.К., Левин С.В., Левина Е.А. Может ли длительное ношение наушников увеличить риск развития гиперакузии? // Noise Theory and Practice. 2020. Т. 6, № 19. С. 60–65. DOI: не указан. Индексирование/перечень: РИНЦ/eLIBRARY; ВАК/Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: участие в клинической интерпретации факторов риска нарушений слухового восприятия. Соответствие разделам диссертации: глава 1.

16. Корнеев А.А., Рязанцев С.В., Левин С.В., Храмов А.В., Вяземская Е.Э., Скирипичников И.Н., Левина Е.А., Павлова С.С. Пространственно-

статистический анализ данных о нарушениях слуха у жителей Челябинской области // Российская оториноларингология. 2021. Т. 20, № 3. С. 39–50. DOI: 10.18692/1810-4800-2021-3-39-50. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: участие в анализе данных о нарушениях слуха и клинической интерпретации эпидемиологических результатов. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 2.

17. Корнеев А.А., Левина Е.А., Вяземская Е.Э., Левин С.В., Сирпичников И.Н. Пространственный кластерный анализ в моделировании доступности медицинской помощи пожилым пациентам с нарушениями слуха // Российская оториноларингология. 2021. Т. 20, № 6. С. 8–19. DOI: 10.18692/1810-4800-2021-6-8-19. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: участие в анализе организационных аспектов помощи пациентам с нарушениями слуха. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 7.

18. Левина Е.А. Сенсоневральная тугоухость – общие принципы медикаментозного подхода // Consilium Medicum. 2013. Т. 15, № 11. С. 64–67. DOI: не указан. Индексирование/перечень: ВАК; РИНЦ/eLIBRARY; Scopus/WoS/RSCI – не заявлено. Личный вклад автора: анализ подходов к лечению сенсоневральной тугоухости и подготовка текста. Соответствие разделам диссертации: главы 1, 5.

1.3. Материалы апробации

1.3.1. Заявка на апробацию «Оказание медицинской помощи пациентам старше 18 лет обоих полов, страдающим ушным шумом (H93.1) в сочетании с нейросенсорной тугоухостью (H90.3, H90.4, H90.5, H90.6, H90.7, H90.8), с применением преформированных физических факторов».

Статус: одобрена.

1.3.2. Копии программ конференций, тезисов, сертификатов участия и иных материалов, подтверждающих апробацию результатов исследования на научно-практических конференциях, конгрессах и форумах.