

Ф.А. Сыроежкин, Г.А. Кочергин,
В.В. Дворянчиков, М.В. Морозова

Коррекция слуховых нарушений после хирургического лечения пациентов, страдающих хроническими заболеваниями уха, на этапе медицинской реабилитации

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. С целью оценки эффективности реабилитации пациентов после слухоулучшающих операций посредством слуховой тренировки, проводимой в условиях неинвазивной нейромодуляции, проанализированы результаты лечения 31 пациента (45 ушей). Помимо показателей пороговой тональной аудиометрии оценивался уровень разборчивости речи на комфортном уровне громкости в тишине и на фоне речевой помехи с отношением сигнал/шум 0 дБ. Пациентам экспериментальной группы (25 наблюдений) проводился комплекс слуховой реабилитации, который включал в себя слуховую тренировку, проводимую одновременно с электротактильной стимуляцией языка. Начало реабилитации осуществлялось через 1 месяц после операции. Слуховая тренировка представляла собой прослушивание записанной речи. Неинвазивная нейромодуляция осуществлялась посредством электротактильной стимуляции языка с помощью аппарата «BrainPort». Реабилитационный комплекс проводился дважды в день по 20 мин в течение 10 суток. Динамика показателей слуховой функции оценивались до операции, перед началом курса слуховой реабилитации, после завершения курса, через 3 и 12 месяцев после операции. Через 1 месяц после операции получена прибавка слуха у большинства пациентов за счет улучшения восприятия звуков по воздуху. После окончания курса слуховой реабилитации показатели пороговой тональной аудиометрии не изменились, однако у большинства пациентов в экспериментальной группе разборчивость речи достоверно ($p < 0,01$) улучшилась. Через 3 месяца после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп как при исследовании порогов слышимости по воздуху, так и по кости, а также увеличение уровня разборчивости речи. Через 12 месяцев показатели слуха практически не изменились и остались на уровне 3-месячных. Таким образом, сенсорный компонент тугоухости, определяющийся центральными нарушениями в слуховой системе, имеет обратимый характер и может быть частично устранен в результате слухоулучшающей операции и в послеоперационном периоде на этапе реабилитации.

Ключевые слова: стапедопластика, тимпанопластика, пороговая тональная аудиометрия, речевая аудиометрия, нейропластичность, слуховая система, неинвазивная нейромодуляция.

Введение. В настоящее время хирургическое лечение пациентов со слуховыми нарушениями, предусматривающее восстановление трансформационного аппарата среднего уха, является эффективным средством коррекции кондуктивной тугоухости. Сообщается о хороших функциональных результатах лечения пациентов с хроническим гнойным средним отитом, отосклерозом и другой патологией уха, приводящей к нарушению механизма звукопроводения. Однако, при наличии сенсорного компонента тугоухости, результаты коррекции слуховых нарушений после ушной хирургии остаются не всегда полностью удовлетворительными. В таких случаях единственным методом компенсации сенсорной потери слуха является слухопротезирование. Эффективность коррекции слуховых нарушений даже с помощью современных слуховых аппаратов невысока и может значительно снижаться по причине различного восприятия тональных и речевых звуков, когда повышение интенсивности звукового сигнала не вызывает улучшения разборчивости речи. Считается, что невозможность достижения 100% разборчивости речи при максимальной интенсивности сигнала объясняется наличием феномена ускоренного нарастания громкости, т.е. нарушениями, имеющими место на уровне рецепторного аппарата внутреннего уха. Также показано, что различия в тональном и речевом слухе является

характерным признаком центральных нарушений слуха [5]. В силу значительной противоречивости результатов надпороговых проб и невозможности выявления каких-либо четких аудиологических особенностей, характерных исключительно для периферического поражения слуховой системы, М.И. Говорун с соавт. [1] стали рассматривать кохлеопатии как морфологический субстрат всех слуховых расстройств, отводя процессам в улитке главенствующую роль, а возможные последующие нарушения в центральных отделах слуховой системы – лишь результаты дегенеративных процессов, происходящих на кохлеарном уровне. А.Р. Möller [11], опираясь на результаты исследований, выполненных с помощью современных методов нейровизуализации, считает неверным деление слуховых нарушений на периферические и центральные в силу пластичности слуховой системы. Таким образом, «центральный» компонент тугоухости может присутствовать при различных заболеваниях уха, сопровождающихся тугоухостью, и функциональные результаты слухоулучшающих операций зависят не только от качества выполнения реконструктивного этапа, но и состояния центральных отделов слуховой системы.

Работы различных авторов последних лет [11, 16–18] показывают, что функциональный дефицит при некоторых неврологических нарушениях восполним благодаря включению компенсаторно-восстановительных

механизмов головного мозга. Одним из основных процессов при этом является нейропластичность, под которой подразумевается способность центральной нервной системы к реорганизации за счет функциональных изменений в веществе мозга [2]. Механизмы пластичности мозга реализуются на различных уровнях: молекулярном, ультраструктурном, нейрофизиологическом и др. В слуховой системе проявления нейропластичности обнаруживаются при длительной слуховой депривации (например, в случае прогрессирующей сенсоневральной тугоухости) или, наоборот, после восстановления слуховой функции (например, в случаях слухопротезирования или кохлеарной имплантации) [18]. Известно также, что слуховая тренировка может способствовать развитию структурных перестроек в слуховой системе, что является актуальным для повышения эффективности слуховой реабилитации [19]. Другим методом неспецифической индукции нейропластичности является технология неинвазивной нейромодуляции [17]. В основе метода находится электротактильная стимуляция рецепторов языка, которая способствует процессам нейромодуляции в различных структурно-функциональных элементах ствола мозга и вышерасположенных центров.

Цель исследования. Оценить эффективность реабилитации пациентов после слухоулучшающей операции с помощью слуховой тренировки, проводимой в условиях неинвазивной нейромодуляции.

Материалы и методы. Критерием включения пациентов со слуховыми нарушениями в исследование являлось наличие у них сенсорного компонента тугоухости до операции. Выполнение этого условия требовало допущения того, что функциональные расстройства на уровне центральных структур слуховой системы, ответственных за преобразование, кодирование, обработку и распознавание речевых сигналов, влияют на помехоустойчивость слуховой системы и определяют снижение разборчивости речи. В этой связи для оценки изменений состояния центральных отделов слуховой системы использовалось исследование разборчивости речи в условиях речевых помех, которое проводилось на комфортном уровне громкости в тишине и на фоне речевой помехи с отношением сигнал/шум 0 дБ. В качестве фонетического материала использовались односложные слова из сбалансированной таблицы.

После отбора пациентов в исследовании состояния слуховой функции участвовал 31 человек. Средний возраст пациентов составил 42 года (от 18 до 73 лет). 17 (54,8%) пациентам была выполнена операция на одном ухе, остальным 14 (45,2%) пациентам поэтапно выполнялось оперативное вмешательство на обоих ушах, среди них 26 (83,7%) перенесли стапедопластику, 4 (12,9%) – тимпанопластику, 1 (3,4%) – мастоидотомию с мастоидопластикой. Первое вмешательство осуществлялось на хуже слышащем ухе. Перерыв между этапами составлял от 3 до 18 месяцев и, в среднем, составил 7,5 месяцев. Таким образом, в итоге оценивались результаты лечения 45 случаев (ушей).

Для оценки эффективности предлагаемого комплекса слуховой реабилитации пациенты были разделены в случайном порядке на две группы: экспериментальную группу и группу контроля (25 и 20 наблюдений, соответственно). Пациентам экспериментальной группы проводился комплекс слуховой реабилитации, который включал в себя слуховую тренировку, проводимую одновременно с электротактильной стимуляцией языка. Начало реабилитации осуществлялось через 1 месяц после операции, т.е. по истечении периода, когда можно ожидать наступление гистологических сроков заживления в среднем ухе и восстановление гидродинамики внутреннего уха. Динамика показателей слуховой функции после операции оценивались в следующие сроки: до начала курса слуховой реабилитации (через 1 месяц после операции), после завершения курса, через 3 и 12 месяцев после операции. Для сравнения показателей разборчивости речи в динамике уровень громкости, на котором проводились исследования после операции, рассчитывался путем вычитания из начального (дооперационного) уровня комфортной громкости значения прибавки слуха, полученной как разница средних порогов восприятия речевых частот (0,25; 0,5; 1 и 2 кГц) по воздуху до и после операции. В последующих исследованиях это значение не меняется и для расчета уровня комфортной громкости после операции прибавляется к среднему порогу восприятия речевых частот на момент проведения исследования.

Слуховая тренировка представляла собой прослушивание записанной речи, подаваемой через головной телефон аудиометра на прооперированное ухо, в условиях речевой помехи. Акустическим материалом полезного сигнала и речевой помехи являлись отрывки различных текстов, зачитываемых дикторами, причем аудиофрагменты каждый сеанс менялись для уменьшения фактора догадки. Интенсивность акустической стимуляции подбиралась для каждого пациента индивидуально и регулировалась перед каждым сеансом по следующему принципу: полезный сигнал подавался на комфортной громкости, речевая помеха – на том же уровне звуковой энергии. Электротактильная стимуляция языка проводилась с помощью аппарата для вестибулярной реабилитации «BrainPort». Использовался его внутриротовой электродный дисплей как генератор электрических импульсов. Интенсивность стимуляции подбиралась перед каждым сеансом до ощущения пощипывания на языке по типу «пузырьков шампанского». Реабилитационный комплекс проводился дважды в день по 20 мин. Общая продолжительность исследования составляла 10 суток. Процедура слуховой реабилитации показана на рисунке 1.

Пациенты по степени и виду тугоухости распределились следующим образом: I степень тугоухости (7 наблюдений), II степень тугоухости (17 наблюдений), III степень тугоухости (15 наблюдений), IV степень тугоухости (6 наблюдений); смешанная тугоухость (40 наблюдений), перцептивная тугоухость (5 наблюдений). В зависимости от длительности заболевания структура обследованных выглядела следующим



Рис. 1. Пациент во время слуховой реабилитации через 1 месяц после тимпаноластики

образом: с длительностью заболевания до 1 года – 3 наблюдения, 1–3 года – 17 наблюдений, 3–7 лет – 19 наблюдений, более 7 лет – 9 наблюдений.

Статистическая обработка осуществлялась с помощью программы «Statistica 6.0» на персональном компьютере. Распределение показателей разборчивости речи не соответствовало закону нормального распределения, поэтому сравнение между группами проводилось с помощью непараметрических методов статистики, результаты представлялись в виде показателей разборчивости речи (в %), соответствующих медиане и диапазону интерквартильного размаха.

Результаты и их обсуждение. Через 1 месяц после операции прибавка слуха получена у 43 (95,6%) пациентов, которая отражалась в уменьшении порогов слышимости по воздуху и, соответственно, сокращении костно-воздушного интервала. У 2 (4,4%) пациентов слух не изменился. У 17 (37,8%) пациентов имелись признаки снижения порогов восприятия звуков по кости на различных частотах. Однако анализ динамики этого параметра не выявил существенных отличий от его дооперационного уровня ($p > 0,05$). По завершению курса слуховой реабилитации аудиометрические характеристики пороговой тональной аудиометрии пациентов обеих групп не отличались от начальных. У 9 (36%) пациентов из экспериментальной группы зафиксирован сдвиг порогов восприятия звуков по кости на некоторых частотах, однако эти изменения не оказали влияния на величину усредненного уровня слышимости в группе при сравнении с группой контроля. Через 3 месяца после операции прибавка слуха у пациентов обеих групп как при исследовании порогов слышимости по воздуху, так и по кости. Воздушные пороги понизились у 20 (80%) пациентов экспериментальной группы и 15 (75%) человек контрольной группы соответственно для каждой группы. В целом, эти изменения обнаружены у 35 (77,8%)

человек. Вместе с тем, значения костно-воздушного интервала остались на прежнем уровне. Различия усредненных показателей слышимости звука по уровню восприятия звуков по воздуху и по кости между группами отсутствовали, хотя у пациентов экспериментальной группы снижение порогов восприятия по кости было на большем диапазоне частот. Через 12 месяцев после операции усредненные показатели костной и воздушной проводимости практически не изменились и остались на уровне 3-месячных. При сравнении между группами отличий в тональном пороговом восприятии звуков не получено.

Моноуральная разборчивость речи в тишине на комфортном уровне громкости до операции составляла 75%. Наименьшие ее показатели были у пациентов с длительностью заболевания более 7 лет (65–70%). Разборчивость речи на фоне помех находилась на уровне 55%, худшие ее показатели были также у пациентов с длительностью заболевания более 7 лет. Через 1 месяц после операции у половины пациентов отмечалась прибавка разборчивости речи в тишине. В среднем уровень этого показателя составил 75% (75–80%), однако в сравнении с дооперационным значением различий по этому показателю не получено. Такая же динамика наблюдалась и при исследовании разборчивости речи в шуме. Несмотря на улучшение у 15 (33,3%) пациентов, при сравнении с исходными значениями достоверных различий получено не было. Уровень громкости, на котором предъявлялись речевые сигналы, был ниже на разницу средних порогов восприятия по воздуху. После окончания курса слуховой реабилитации разборчивость речи у 24 (96%) пациентов экспериментальной группы достоверно ($p < 0,01$) улучшилась как в тишине, так и на фоне помех, составив соответственно 80 и 60%. Состояние разборчивости речи у пациентов контрольной группы не изменилось. Динамика разборчивости речи до и после реабилитационного курса у пациентов

экспериментальной группы представлена на рисунке 2.

Через 3 месяца получено увеличение уровня разборчивости речи как в тишине, так и на фоне предъявления помехи у лиц обеих групп: 12 (48%) пациентов экспериментальной группы и 7 (35%) пациентов контрольной группы. В экспериментальной группе среднее ее значение составило 85% (75–85%) в тишине и 65% (55–70%) на фоне помехи, что было достоверно ($p < 0,05$) выше, чем у пациентов контрольной группы (80 и 60% соответственно). В целом, ее уровень составил 80 и 65% соответственно, что наблюдалось у 19 (42,2%) пациентов от общего количества. Исследование разборчивости речи через 12 месяцев показало уменьшение разборчивости речи в шуме у лиц экспериментальной группы, однако в тишине этот показатель не изменился по сравнению с исследованием через 3 месяца после операции. У пациентов контрольной группы показатели разборчивости речи также не изменились. Межгрупповое отличие по уровню разборчивости речи в тишине выявлено за счет более высокого ее уровня только у пациентов экспериментальной группы.

Устранение кондуктивного компонента тугоухости является одной из главных целей слухоулучшающих операций. Однако еще на заре ушной хирургии, когда стал накапливаться материал длительных наблюдений за результатами лечения больных после различных вариантов стапедопластики, исследователи стали изучать роль центральной нервной системы в генезе тугоухости при отосклерозе. В качестве примера участия центральной нервной системы в патогенезе отосклероза приводилось наблюдение восстановления функции серных желез после операций на лабиринте, что возможно только при участии трофического влияния высших отделов центральной нервной системы. Другими наблюдениями, относящимся непосредственно к слуховой системе, стали случаи улучшения слуха у некоторых больных не только

на оперированное, но и на неоперированное ухо. Объяснением этому авторы считали «растормаживающее» влияние соответствующих отделов слуховой системы, хотя и отмечали, что это «растормаживание – явление функциональное, нестойкое» [6].

А. Epstein, D. Bower [8] показали, что длительность восстановления исходной пороговой чувствительности при исследовании долговременной адаптации значительно различается в норме и у больных отосклерозом. Обнаружение схожих закономерностей восстановления пороговой чувствительности у больных с поражениями диэнцефальных и стволовых структур мозга и у больных отосклерозом позволило предположить наличие у них центральных нарушений в слуховой системе в 40% случаев помимо обычных периферических нарушений слуха [4]. А.С. Роземблюм [3] показал, что у больных отосклерозом имеется слуховая депривация, которая приводит к изменению функционального состояния ретикулярной формации ствола мозга. Возросший в результате успешной стапедопластики афферентный поток активизирует ее, что способствует нормализации адаптационных характеристик слуховой системы.

В нашем исследовании слухоулучшающий эффект, полученный практически у пациентов через 1 месяц после операции, проявлялся в снижении порогов восприятия звуков по воздуху, что свидетельствует о хорошем функциональном результате проведенного хирургического вмешательства, т.е. восстановлении механизма звукопроводения. Однако состояние костной проводимости и разборчивости речи на этом сроке наблюдения не изменились и в целом, не отличались от дооперационных значений. Исходя из того, что оперативное вмешательство предусматривало коррекцию состояния звукопроводения, ожидать изменений со стороны состояния костной проводимости можно было только в случае нормализации изначально нарушенной гидродинамики внутреннего уха. Такие предпосылки могли быть в случаях, например,

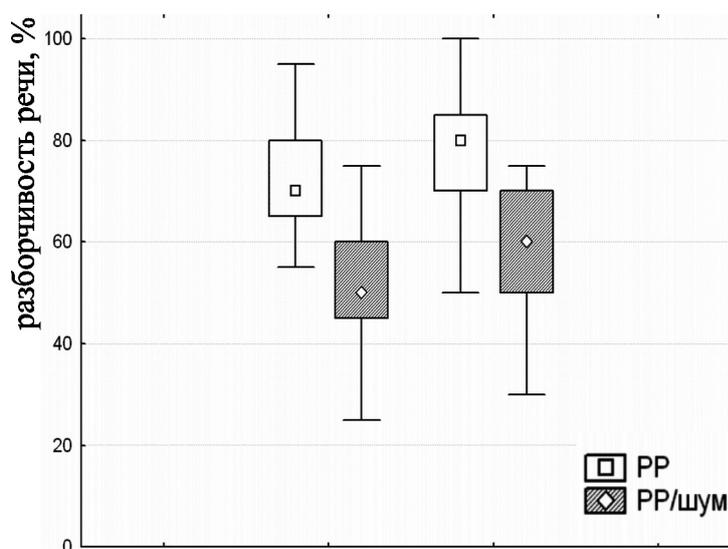


Рис. 2. Динамика показателей разборчивости речи до и после окончания курса слуховой реабилитации:
PP – разборчивость речи; PP/шум – разборчивость речи на фоне помехи

функциональной блокады круглого окна, которая могла быть причиной нарушения механизмов звукопроводения во внутреннем ухе. Исходя из анализа данных протоколов операций, различные варианты патологических изменений в области ниши круглого окна присутствовали у 12 (26,7%) пациентов. Однако снижение костных порогов восприятия звука были зафиксированы лишь у трех пациентов, что не повлияло на уровень костной проводимости у обследованных пациентов через 1 месяц после операции. Сведения различных авторов относительно динамики костного восприятия после стапедопластики расходятся. R. Vincent [15] на большом количестве клинического материала сообщает о неизменности аудиометрических показателей в послеоперационном периоде. Имеются данные о зависимости степени улучшения костной проводимости от применяемой методики (полная или частичная стапедэктомия) [13], использования CO₂-лазера [12]. Установлена обратная корреляция между возрастом и улучшением костной проводимости после стапедопластики и прямая – между возрастом и большей чувствительностью лабиринта к травме во время операции [7].

Разборчивость речи, как интегративный показатель состояния слуха, у обследованных пациентов имела более низкий уровень у пациентов с длительностью заболевания более 3 лет. Отсутствие различий по этому показателю у пациентов с длительностью заболевания менее года и от 1 года до 3 лет свидетельствует об однородности состояния центральных отделов слуховой системы у пациентов с нарушением слуха до 3-летнего срока. Наименьшие показатели разборчивости речи были получены у пациентов с длительностью заболевания более 7 лет, которые были ниже даже при сравнении с пациентами, у которых длительность заболевания была от 3 до 7 лет. Таким образом, в срок до трех лет компенсаторные механизмы слуховой системы позволяют стабилизировать эффекты слуховой депривации, однако впоследствии появляются признаки сенсорных нарушений слуховой системы центрального уровня. Значительное ухудшение, своего рода «декомпенсация высших слуховых функций», наступает у больных, страдающих тугоухостью более семи лет. В связи с понижением порогов восприятия звуков по воздуху у большинства пациентов, уровень громкости, при котором проводилось исследование разборчивости речи через 1 месяц после операции, изменился на значение, соответствующее полученной прибавке слуха по воздуху. Как указывалось, показатели разборчивости речи в тишине изменились в большую сторону у части пациентов, но, в целом, не отличались от исходных показателей, что свидетельствует об отсутствии каких-либо функциональных изменений на центральном уровне слуховой системы. Таким образом, через 1 месяц после слухоулучшающих операций основной функциональный эффект определялся состоянием трансформационного механизма среднего и внутреннего уха. Каких-либо функционально значимых изменений в слуховых центрах на этом сроке, несмотря на восстановление или увеличение сенсорного потока звуковой информации, не происходит.

Через 3 месяца после операции почти у трети пациентов помимо улучшения слухового восприятия по воздуху, получена прибавка слуха при исследовании костной проводимости и разборчивости речи. Отсутствие существенных изменений уровня костно-воздушного интервала свидетельствует, о завершенности процессов адаптации элементов трансформационного аппарата среднего и внутреннего уха к вновь созданным анатомическим условиям. На этом сроке также маловероятно ожидать наличия каких-либо процессов, связанных с дальнейшим улучшением гидродинамики внутреннего уха. Полученная прибавка разборчивости речи у пациентов обеих групп свидетельствует об участии общих компенсаторно-восстановительных процессов, которые, вероятно, реализуются, в том числе, и на уровне слуховых центров головного мозга. Свидетельством этого является возросшая помехоустойчивость слуховой системы у более чем трети пациентов, что проявляется в улучшении разборчивости речи на фоне речевой помехи. Восстановление этого свойства слуховой системы возможно благодаря функциональным изменениям на уровне высших интегративных центров слуховой системы, так как облегчение обработки звукового сигнала, поступающего со спектральными искажениями, обеспечивается различными компенсаторными механизмами слуховой системы за счет большой ее пластичности. Похожие данные получены при исследовании пациентов, страдающих отосклерозом в течение длительного времени, когда при исходном низком уровне слуха наблюдался рост разборчивости речи почти на 33% на протяжении 2-летнего срока наблюдения [10].

Обнаруженный нами эффект слуховой тренировки, проводимой на фоне неинвазивной нейромодуляции, проявляется в улучшении разборчивости речи как в тишине, так и на фоне речевой помехи, что свидетельствует о реализации механизмов нейропластичности в слуховой системе. Другие объяснения полученных результатов затруднительны, так как наличие каких-либо механизмов восстановления слуховой рецепции на уровне рецепторов внутреннего уха возможно только при участии эфферентных влияний со стороны центров слуховой системы. Дополнительным аргументом в пользу центрального уровня функциональных изменений в слуховой системе может стать факт увеличения разборчивости речи не только в тишине, но и на фоне речевой помехи, что свидетельствует о возросшей помехоустойчивости слуховой системы. Эффект слуховой тренировки получен при исследовании организации корковых полей слуховой системы в экспериментах на животных [14] и у людей [16], что указывает на возможность быстрой индукции нейропластичности в слуховой системе посредством этого подхода и достаточно продолжительное сохранение ее эффекта. В настоящее время слуховую тренировку рассматривают как неотъемлемый элемент слуховой реабилитации, который повышает эффективность слухопротезирования как с помощью слуховых аппаратов, так и с помощью кохлеарных имплантов [9]. Таким образом, слуховую тренировку в условиях неинвазивной нейромодуляции можно рассматривать как перспективное

средство улучшения слуховых нарушений после ушных операций. Дальнейшее исследование продолжительности сохранения эффекта слуховой тренировки сделает возможными разработку рекомендаций по применению указанного комплекса на этапе реабилитации после слухоулучшающих операций.

Выводы

Пациенты с хирургической патологией уха, сопровождающиеся тугоухостью более 3 лет, имеют признаки ухудшения звуковосприятия за счет эффектов сенсорной депривации в слуховой системе, проявляющиеся в снижении разборчивости речи на фоне речевой помехи.

Сенсорный компонент тугоухости у таких пациентов определяется центральными нарушениями в слуховой системе, имеет обратимый характер и может быть частично устранен в результате слухоулучшающей операции, а также в период реабилитации.

Комплекс слуховой тренировки на фоне нейромодуляции позволяет достичь улучшения функциональных результатов слухоулучшающих операций за счет индукции механизмов нейропластичности в слуховой системе, что проявляется улучшением разборчивости речи в тишине и на фоне речевых помех.

Литература

1. Говорун, М.И. Кохлеопатии / М.И. Говорун, В.П. Гофман, В.Е. Парфенов. – СПб.: ВМА, 2003. – 173 с.
2. Живолупов, С.А. Современная концепция нейропластичности (теоретические аспекты и практическая значимость) / С.А. Живолупов, И.Н. Самарцев, Ф.А. Сыроежкин // Журн. неврологии и психиатрии. – 2013. – № 10. – С. 102–108.
3. Петров, С.М. О состоянии центральных отделов слуховой системы при отосклерозе / С.М. Петров // Топическая диагностика поражений слуховой и вестибулярной систем: сб. научных трудов. – М., 1987. – С. 91–96.
4. Роземблум, А.С. Кратковременная слуховая адаптация у больных с отосклерозом / А.С. Роземблум // Актуальные проблемы тугоухости: сб. научн. трудов. – 1981. – Т. 24. – С. 14–20.
5. Симеонов, К.В. Особенности нарушения коркового отдела слухового анализатора при функциональных расстройствах / К.В. Симеонов // Вестн. оториноларингологии. – 1976. – № 4. – С. 37–39.
6. Хилов, К.Л. Отосклероз / К.Л. Хилов, Н.А. Преображенский. – М: Медицина, 1965. – 239 с.
7. Awengen, D.F. Change of bone conduction thresholds by total footplate stapedectomy in relation to age / D.F. Awengen // American journal of otolaryngology. – 1993. – Vol. 14, № 2. – P. 105–110.
8. Epstein, A. Auditory fatigue in differentiation aural pathology / A. Epstein, D. Bower // Ann. Otol. – 1962. – Vol. 71, № 4. – P. 970–988.
9. Henshaw, H. Efficacy of individual computer-based auditory training for people with hearing loss: a systematic review of the evidence / H. Henshaw, M. Ferguson // PloS one. – 2013. – Vol. 8, № 5. – P. e62836.
10. Lippy, W.H. Word recognition score changes after stapedectomy for far advanced otosclerosis / W.H. Lippy, J.M. Burkey, P.N. Arkin // The American journal of otology. – 1998. – Vol. 19, № 1. – P. 56–58.
11. Möller, A.R. Neural Plasticity and Disorders of the Nervous System / A.R. Möller. New York: Cambridge University Press, 2006. – 394 p.
12. Moschillo, L. Bone conduction variation post stapedotomy / L. Moschillo [et al.] // Am. journal of otolaryngology. – 2006. – Vol. 27, № 5. – P. 330–333.
13. Quaranta, N. Air and bone conduction change after stapedotomy and partial stapedectomy for otosclerosis / N. Quaranta [et al.] // Otolaryngology-head and neck surgery. – 2005. – Vol. 133, № 1. – P. 116–120.
14. Recanzone, G.H. Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys. / G.H. Recanzone, C.E. Schreiner, M.M. Merzenich // The Journal of neuroscience. – 1993. – Vol. 13, № 1. – P. 87–103.
15. Vincent, R. Surgical findings and long-term hearing results in 3,050 stapedotomies for primary otosclerosis / R. Vincent [et al.] // Otol Neurotol. – 2006. – Vol. 27. – P. 525–547.
16. Weinberger, N.M. New perspectives on the auditory cortex: learning and memory / N.M. Weinberger // Handbook of clinical neurology. – 2015. – Vol. 129. – P. 117–147.
17. Wildenberg, J.C. Sustained cortical and subcortical neuromodulation induced by electrical tongue stimulation / J.C. Wildenberg [et al.] // Brain Imaging and Behavior. – 2010. – Vol. 4, № 3–4. – P. 199–211.
18. Willott, J.F. Anatomic and physiologic aging: a behavioral neuroscience perspective / J.F. Willott // Journal of the American Academy of Audiology. – 1996. – Vol. 7, № 3. – P. 141–151.
19. Woods, D.L. Speech perception in older hearing impaired listeners: benefits of perceptual training / D.L. Woods [et al.] // PloS one. – 2015. – Vol. 10, № 3. – P. e0113965.

F.A. Syroezhkin, G.A. Kochergin, V.V. Dvorianchikov, M.V. Morozova

Correction of hearing outcome after ear surgery at medical rehabilitation stage

Abstract. The goal was to estimate ear surgery outcomes after auditory training combined with non-invasive neuromodulation at the stage of rehabilitation. 31 patients (45 ears) were examined. Pure tone and speech-in-noise audiometry were used. Hearing rehabilitation complex was provided to patients from experimental group (25 cases). The procedure included auditory training with non-invasive neuromodulation. The beginning of the rehabilitation was in 1 month after surgery. Auditory training represented a listening of audio scripts which contained speech fragments. Non-invasive neuromodulation was excited by electrostatic stimulation of tongue. BrainPort device was used as stimulator. The duration of the rehabilitation course was 10 days twice a day for 20 min. Hearing levels were estimated before surgery, and 1, 3 and 12 months after surgery. Hearing gain was detected in 1 month after surgery as a result of air conduction improvement in majority of patients. There were no any changes in pure audiometric indices after rehabilitation course but word recognition was improved in majority of patients from experimental group. There was hearing gain in patient of both groups in all tests after 3 months. Hearing level didn't change significantly after 12 months comparing to those of 3 months. So, we concluded that sensory component of hearing loss due to central disturbances in auditory system is reversible and can be improved by ear surgery and rehabilitation procedures after surgery.

Key words: stapedotomy, tympanoplasty, pure ton audiometry, speech audiometry, neural plasticity, auditory system, non-invasive neuromodulation.

Контактный телефон: +7-981-777-00-49; e-mail: sir_fedor@mail.ru