УДК 616.21-001-089
DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-2-25-33

Ф. А. Сыроежкин, М. В. Морозова

СЛУХОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПОСТРАДАВШИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМ, СОЧЕТАННЫХ С ТРАВМАМИ УХА

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

С целью оценки эффективности комплекса слуховой реабилитации проанализированы результаты лечения 25 пациентов (32 наблюдения) после реконструктивных операций на ухе. Пациентам экспериментальной группы (12 наблюдений) с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха, в послеоперационном периоде проводился комплекс слуховой реабилитации, который включал в себя слуховую тренировку и электротактильную стимуляцию языка. Контрольную группу (20 наблюдений) составили пациенты после хирургического лечения хронической патологии уха. Помимо показателей пороговой тональной аудиометрии, оценивали уровень разборчивости речи на комфортном уровне громкости в тишине и на фоне речевой помехи с отношением сигнал/шум 0 дБ. Начало реабилитации осуществлялось через 1 мес 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 сут. Динамика показателей слуховой функции оценивалась до операции, перед началом курса слуховой реабилитации, по завершению курса, через 3 и 12 мес после операции. Через 1 мес после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп ($p < 0,01$) за счет улучшения восприятия звуков по воздуху. После завершения курса слуховой реабилитации показатели пороговой тональной аудиометрии в обеих группах не изменились ($p > 0,05$), но в 11 наблюдениях (91,7 %) экспериментальной группы отмечено улучшение разборчивости речи ($p < 0,01$) при сохранении этого показателя на прежнем уровне у лиц контрольной группы ($p > 0,05$). Через 3 мес после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп при исследовании порогов слышимости как по воздуху, так и по кости ($p < 0,05$), а также увеличение уровня разборчивости речи ($p < 0,01$). Через 12 мес показатели слуха практически не изменились и остались на уровне 3 мес ($p > 0,05$). Таким образом, можно утверждать, что сенсорный компонент тугоухости, возникающий в слуховой системе после черепно-мозговой травмы, является следствием центральных нарушений, имеет обратимый характер и может быть частично устранен в результате реконструктивной операции на ухе и в последующем на этапе реабилитации. Предлагаемый метод комбинированной слуховой реабилитации позволяет повысить эффективность лечения пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, тугоухость, тимпанопластика, речевая аудиометрия, нейропластичность, слуховая система, неинвазивная нейромодуляция.

Введение

В настоящее время последствия травмы головы являются основной причиной инвалидизации гражданского населения и военнослужащих. Нарушения слуха различной степени тяжести развиваются у 15 % пострадавших с травмой головы в мирное время и до 60 % – вследствие минно-взрывных ранений, полученных в ходе современных военных конфликтов [3, 4, 10]. Таким образом, проведение эффективной реабилитации пострадавших с нарушениями слуха является актуальной задачей.

Хирургическое лечение, предусматривающее восстановление поврежденной в результате травмы барабанной перепонки и оссикулярной системы, является эффективным средством коррекции кондуктивной тугоухости. Сообщается о хороших функциональных результатах лечения пациентов с дислокацией и разрывом цепи слуховых косточек, устранения рубцово-спаечного процесса, пластики перилимфатической фистулы лабиринта. Однако наличие сенсорного компонента тугоухости вследствие контузионных поражений слуховой системы ограничивает возможности хирургической коррекции слуховых нарушений, и результаты реконструктивных операций на ухе остаются не всегда полностью удовлетворительными. В таких случаях единственным методом компенсации сенсорной потери слуха является слухопротезирование.

Эффективность коррекции слуховых нарушений даже с помощью современных слухо-

Сыроежкин Федор Анатольевич – канд. мед. наук, докторант каф. отоларингологии Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: sir_fedor@mail.ru;

Морозова Мария Владимировна – зав. акустико-вестибулярной лаб. клиники отоларингологии Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: mariia.v.morozova@gmail.com.

вых 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 было показано, что различия в тональном и речевом слухе являются характерным признаком центральных нарушений слуха [5]. В силу значительной противоречивости результатов надпороговых тестов и невозможности выявления каких-либо четких аудиологических особенностей, характерных исключительно для периферического поражения слуховой системы, некоторые авторы 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 [1].

Другие авторы, опираясь на результаты исследований, выполненных с помощью современных методов нейровизуализации, считают деление слуховых нарушений на периферические и центральные в силу пластичности слуховой системы неверным [8]. 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 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 структурных изменений в веществе мозга [2].

В настоящее время особую актуальность приобретают исследования по разработке инструментов управления этими процессами, что в перспективе позволит значительно улучшить исходы восстановительного лечения заболеваний, сопровождающихся различными функциональными расстройствами, в том числе сенсорными нарушениями. 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) [14]. Также было отмечено, что слуховая тренировка может потенцировать механизмы нейропластичности [9], что является актуальным для повышения эффективности слуховой реабилитации.

Другим методом неспецифической индукции нейропластичности, получившим известность в последнее время, является технология неинвазивной нейромодуляции [13]. В основе метода находится электротактильная стимуляции рецепторов языка электрическими стимулами, по своим характеристикам схожими с нервными импульсами основных нервных путей в центральной нервной системе. Стимуляция осуществляется посредством пластины со встроенными электродами (всего 121 электрод), которая устанавливается на переднюю поверхность языка. Во время стимуляции происходит одновременное раздражение язычного нерва (ветвь V пары черепных нервов) и барабанной струны (ветвь VII пары черепных нервов) с последующим возбуждением в соответствующих ядрах ствола мозга (сенсорная часть тройничного ядра и ядро солитарного тракта). В дальнейшем, как предполагается, происходит долгосрочное потенцирование компенсаторно-восстановительных механизмов разных структурно-функциональных элементов ствола мозга и вышерасположенных центров.

Цель исследования – оценка эффективности слуховой реабилитации после реконструктивных операций на ухе у пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха.

Материал и методы

Обследовали 25 человек, из них 11 военнослужащих. Средний возраст пациентов был 45 лет (от 18 до 56 лет). Для оценки эффективности комплекса слуховой реабилитации сформировали 2 группы:

– в экспериментальную группу (ЭГ) вошли пациенты, у которых черепно-мозговая травма в анамнезе сочеталась с травмой уха и формированием впоследствии хронического среднего отита, а также пациенты, страдающие заболеваниями уха на момент получения травмы,

у которых слуховая функция в результате травмы ухудшилась (10 человек, 12 наблюдений);

– группу контроля (КГ) составили пациенты после хирургического лечения хронической патологии уха (15 человек, или 20 наблюдений).

В связи с тем, что 2 пациентам из ЭГ и 5 пациентам из КГ оперативное вмешательство было выполнено поэтапно на обоих ушах, результаты лечения оценивались по числу клинических наблюдений (ушей). Критерием включения пациентов в исследование явилось наличие у них сенсорного компонента тугоухости. Выполнение этого условия требовало допущения того, что функциональные расстройства на уровне центральных структур слуховой системы после черепно-мозговой травмы 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.

В ЭГ вошли пациенты с хроническим средним отитом (9 наблюдений), дислокацией слуховых косточек/разрывом оссикулярной цепи (2 наблюдения), перилимфатической фистулой лабиринта (1 наблюдение). Давность черепно-мозговой травмы к моменту этапа хирургического вмешательства на ухе была от 1 года до 7 лет. В зависимости от этого параметра структура обследованных пациентов выглядела следующим образом: до 1 года – 1 человек, 1–3 года – 7 человек, 3–7 лет – 2 человека. Основными причинами черепно-мозговой травмы были дорожно-транспортные происшествия (4 человека), бытовые травмы (3 человека), ранения из травматического оружия (2 человека), минно-взрывные ранения (1 человек).

У всех пациентов ЭГ диагностировали черепно-мозговую травму легкой степени (сотрясение головного мозга либо ушиб головного мозга легкой степени). У 5 человек травма сопровождалась переломом основания черепа (переломом височной кости). Все пациенты ЭГ на момент хирургического вмешательства были неврологически компенсированы, динамически наблюдались у невролога и не требовали дополнительного лечения. На хирургическом этапе коррекции слуховых нарушений выполняли следующие реконструктивные вмешательства на ухе: миринготомию (2 наблюдения), оссикулопластику (3 наблюдения), пластику перилимфатической фистулы лабиринта (1 наблюдение); в остальных случаях (6 наблюдений) производили тимпанопластику, включающую восстановление как барабанной перепонки, так и трансформационного аппарата среднего уха.

КГ составили пациенты, имеющие хронические заболевания уха: отосклероз (10 наблюдений) и хронический средний отит (5 наблюдений). Давность заболевания у пациентов контрольной группы была менее 1 года (3 наблюдения), 1–3 года (12 наблюдений), 3–7 лет (3 наблюдения) и более 7 лет (2 наблюдения). Выполнили поршневую стапедопластику (15 наблюдений), тимпанопластику (3 наблюдения) и тимпанопластику с мастоидопластикой (2 наблюдения).

Обследование пациентов, помимо общего осмотра ЛОР-органов, предполагало отоскопию под микроскопом, пороговую тональную аудиометрию, импедансометрию и исследование разборчивости речи, которую проводили на комфортном уровне громкости в тишине и на фоне речевой помехи с отношением сигнал/шум 0 дБ (на одном уровне звуковой энергии). В качестве фонетического материала использовали фонетически сбалансированные односложные слова из списка, разработанного в лаборатории слуха и речи Первого Санкт-Петербургского медицинского университета им. акад. И. П. Павлова, в качестве речевой помехи – отрывки аудиотекста, подаваемые ипсилатерально через головной телефон аудиометра, после предварительной калибровки уровня предъявляемых сигналов. При необходимости противоположное ухо заглушалось белым шумом. Результаты оценивали в процентах, как отношение правильно повторенных слов к общему количеству предъявленных слов.

Динамику показателей слуховой функции после операции оценивали в следующие сроки: до начала курса слуховой реабилитации (через 1 мес после операции), по завершению курса, через 3 и 12 мес после операции. Для исключения влияния изменений уровня слуха в послеоперационном периоде, связанного с восстановлением механизма звукопроведения, сравнения показателей разборчивости речи в динамике проводили на уровне громкости, рассчитанном по формуле:

$$УГi = ВПi + (УКГ_0 – ВП_0),$$

где УГi – рассчитываемый уровень громкости для i-го исследования;

ВПi – средний порог восприятия речевых частот (0,25 кГц, 0,5 кГц, 1 кГц и 2кГц) по воздуху в i-м исследовании;

$УКГ_0$ – уровень комфортной громкости до операции;

$ВП_0$ – средний порог восприятия речевых частот до операции.

Комплекс слуховой реабилитации включал в себя слуховую тренировку, проводимую одновременно с электротактильной стимуляцией языка. Начало реабилитации осуществляли через 1 мес после операции, т. е. при наступлении гистологических сроков заживления в среднем ухе и завершении процессов восстановления гидродинамики внутреннего уха. 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 в каждом сеансе меняли для уменьшения фактора догадки. Интенсивность акустической стимуляции подбирали для каждого пациента индивидуально и регулировали перед каждым сеансом по следующему принципу: полезный сигнал подавался на комфортной громкости, речевая помеха – на том же уровне. Электротактильную стимуляцию языка проводили с помощью аппарата для вестибулярной реабилитации «BrainPort» (фирма «WiCab», США). Использовали его внутриротовой электродный дисплей как генератор электрических импульсов. Интенсивность стимуляции подбирали перед каждым сеансом до ощущения пощипывания на языке по типу «пузырьков шампанского». Реабилитационный комплекс проводили дважды в день по 20 мин. Общая продолжительность исследования составляла 10 сут.

Проведение работы одобрено этическим комитетом при Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол № 143 от 24.12.2013 г.).

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 6.0 на персональном компьютере. Для проверки характера распределения исследуемых признаков в группах использовался W-тест Шапиро–Уилка. Распределение показателей разборчивости речи не соответствовало закону нормального распределения, поэтому сравнение между группами проводилось с помощью непараметрических методов статистики. В тексте представлены медиана и интерквартильный размах.

Результаты и их анализ

Анализ жалоб показал, что, помимо снижения слуха, пациентов беспокоили ушной шум (1 наблюдение), шум в голове (2 наблюдения), головокружение (5 наблюдений), нарушение походки и равновесия (4 наблюдения), головная боль (2 человека) и нарушения сна (1 человек). Указанные жалобы, за исключением ушного шума, присутствовали непостоянно и были проявлениями последствий черепно-мозговой травмы. Предоперационные данные отоскопии соответствовали нозологическим формам, по поводу которых пациенты получали хирургическое лечение. По степени и виду тугоухости пациенты распределились следующим образом: I степень тугоухости – 4 наблюдения, II степень тугоухости – 12 наблюдений, III степень тугоухости – 9 наблюдений, IV степень тугоухости – 7 наблюдений; смешанная тугоухость – 29 наблюдений, перцептивная тугоухость – 3 наблюдения. В связи с наличием дефектов барабанной перепонки в 14 наблюдениях тимпанометрия и исследование акустического рефлекса не проводились. А-тип тимпанометрических кривых зарегистрирован в 10 случаях, AS-тип – в 5, AD-тип – в 2 и С-тип – в 1 случае. Акустический рефлекс отсутствовал в 16 наблюдениях.

Через 1 мес после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп ($p < 0,01$), которая отражалась в уменьшении порогов слышимости по воздуху и, соответственно, сокращении костно-воздушного интервала. Всего в обеих группах улучшение слуха отмечалось в 30 наблюдениях (95,6%). У 2 пациентов (6,7%) слух не изменился. У 3 пациентов (9%) имелись признаки снижения порогов восприятия звуков по кости на различных частотах, однако, анализ динамики этого параметра не показал существенных отличий от его дооперационного уровня ($p > 0,05$).

После завершения курса слуховой реабилитации (на 40-е сутки после операции) оценка слуха, по данным пороговой тональной аудиометрии, показала, что аудиометрические характеристики у пациентов обеих групп не различались между собой и соответствовали уровням на момент начала эксперимента. Следует отметить, что в 10 наблюдениях ЭГ зафиксирован сдвиг порогов восприятия звуков по кости на некоторых частотах, однако эти изменения не оказали влияния на величину усредненного уровня восприятия по кости в этой группе при сравнении с КГ ($p > 0,05$).

Через 3 мес после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп при исследовании порогов слышимости как по воздуху, так и по кости ($p < 0,05$). Воздушные пороги понизились в 9 наблюдениях (75%) ЭГ и в 15 наблюдениях (75%) КГ. Вместе с тем, значения костно-воздушного интервала оста-

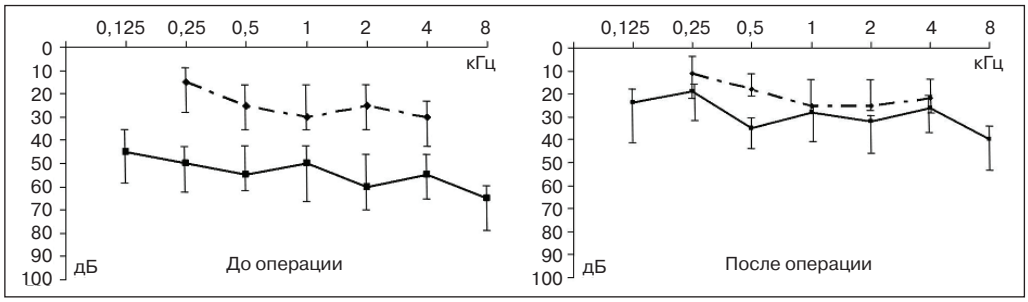


Рис. 1. Динамика показателей тональной аудиометрии до операции и через 3 мес после операции.

лись на прежнем уровне ($p > 0,05$). Проведенное сравнение усредненных показателей слышимости звука между группами показало отсутствие различий по уровню восприятия звуков по воздуху ($p > 0,05$), однако восприятие по кости было лучше у пациентов экспериментальной группы за счет большего диапазона частот, на которых отмечено улучшение слуховой функции ($p < 0,05$).

Через 12 мес после операции проведена оценка данных отоскопии. Признаки реперфорации барабанной перепонки были зафиксированы в 1 случае (3%) в ЭГ, латерализация неотимпанальной мембраны присутствовала в 2 наблюдениях (6,3%) в КГ. Импедансометрические характеристики стали доступны у большинства пациентов: тип А тимпанометрических кривых зарегистрирован в 17 наблюдениях (78%), As-тип – в 14. Акустический рефлекс появился у 2 пациентов после оссикулопластики, у которых он отсутствовал до операции. Усредненные показатели костной и воздушной проводимости практически не изменились и остались на уровне 3 мес. При сравнении между группами отличий в тональном пороговом восприятии звуков не получено. Динамика показателей тональной аудиометрии до операции и через 3 мес после операции представлена на рис. 1.

Моноуральная разборчивость речи в тишине на комфортном уровне громкости до операции составляла 75% (70–80). Наименьшие ее показатели были у пациентов с длительностью заболевания более 7 лет – 65% (60–70). Разборчивость речи на фоне помехи находилась на уровне 55% (45–65), и худшие ее показатели были также у пациентов с длительностью заболевания более 7 лет.

Через 1 мес после операции в 4 наблюдениях в ЭГ и 7 наблюдениях в КГ отмечалась прибавка разборчивости речи в тишине. В обеих группах уровень этого показателя составил 75% (75–80), однако, в сравнении с дооперационным значением различий по этому показателю не получено ($p > 0,05$). Такая же динамика наблюдалась и при исследовании разборчивости речи в шуме. Несмотря на улучшение в 3 наблюдениях в ЭГ и в 5 наблюдениях в КГ, при сравнении с исходными значениями достоверных различий получено не было.

По окончанию курса слуховой реабилитации анализ разборчивости речи показал ее улучшение в 11 наблюдениях (91,7%) ЭГ как в тишине, так и на фоне помехи ($p < 0,01$), которая составила 80 (70–85) и 60% (50–70) соответственно. Состояние разборчивости речи у пациентов КГ не изменилось ($p > 0,05$). Динамика разборчивости речи до и после реабилитационного курса представлена на рис. 2.

Через 3 мес получено увеличение уровня разборчивости речи как в тишине, так и на фоне предъявления помехи у лиц обеих групп: в 5 (41,7%) наблюдениях в ЭГ и в 7 (35%) – в КГ. В ЭГ среднее ее значение составило 85% (75–85) в тишине и 65% (55–70) на фоне помехи, что было выше ($p < 0,05$), чем у пациентов КГ (80 и 60% соответственно). В целом ее уровень составил 80 (70–85) и 65% (50–70)

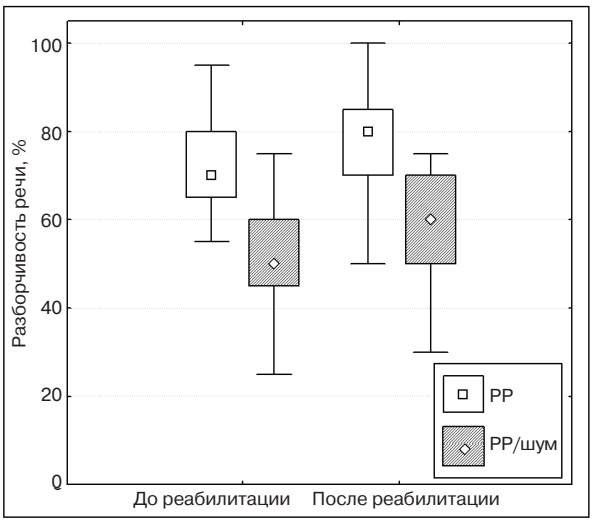


Рис. 2. Динамика показателей разборчивости речи (PP) у пациентов ЭГ до и после окончания курса слуховой реабилитации.

соответственно, что наблюдалось в 11 наблюдениях (34,4 % от общего количества).

Исследование разборчивости речи через 12 мес показало уменьшение ее показателей в шуме у лиц ЭГ, однако в тишине этот показатель не изменился по сравнению со значением, полученным через 3 мес после операции. У пациентов КГ показатели разборчивости речи также не изменились. Межгрупповое сравнение показало наличие различия только по уровню разборчивости речи в тишине за счет более высокого ее уровня у пациентов ЭГ ($p < 0,05$).

Слуховые нарушения в структуре патологии, сопровождающие черепно-мозговую травму, занимают одно из ведущих мест. Основными последствиями со стороны слуховой системы являются повреждения структур уха, определяющие нарушения звукопроведения, и центральные расстройства слуха, являющиеся причиной сенсорных расстройств. Устранение кондуктивного компонента тугоухости является одной из главных целей реконструктивных операций на ухе.

В нашем исследовании слухоулучшающий эффект, полученный практически у всех пациентов через 1 мес после операции, проявлялся в снижении порогов восприятия звуков по воздуху, что свидетельствует о хорошем функциональном результате проведенного хирургического этапа, т. е. восстановлении механизма звукопроведения. 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 звукопроведения, 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, функциональной блокады круглого окна, которая является причиной нарушения механизмов звукопроведения во внутреннем ухе. Исходя из анализа данных протоколов операций, различные варианты посттравматических изменений в области ниши круглого окна присутствовали в 10 наблюдениях (31,3 %). Однако снижение костных порогов восприятия звука были зафиксированы лишь в 3 случаях, что не повлияло на уровень костной проводимости у обследованных пациентов через 1 мес после операции.

Разборчивость речи, как интегративный показатель состояния слуха, у обследованных пациентов до операции имела более низкий уровень у пациентов с длительностью заболевания более 3 лет. Отсутствие различий по этому показателю у пациентов с длительностью заболевания менее 1 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, можно утверждать, что в срок до 3 лет компенсаторные механизмы слуховой системы позволяют стабилизировать эффекты слуховой депривации, однако впоследствии появляются признаки сенсорных нарушений слуховой системы центрального уровня.

Показатели разборчивости речи в тишине через 1 мес после операции 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 мес 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 происходило.

Через 3 мес после операции почти у ⅓ 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, в целом, 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 являет-

ся возросшая помехоустойчивость слуховой системы у более чем ⅓ пациентов, что проявилось 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 после стапедопластики наблюдался рост разборчивости речи почти на 33 % на протяжении 2-летнего срока наблюдения [7].

Обнаруженный нами эффект слуховой тренировки у пациентов с последствиями сочетанных черепно-мозговых травм проявлялся в улучшении разборчивости речи как в тишине, так и на фоне речевой помехи, что, возможно, свидетельствует об индукции механизмов нейропластичности в слуховой системе. Другие механизмы улучшения показателей слуховой функции на этом сроке послеоперационного периода маловероятны, так как восстановление слухового восприятия 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.

Кроме того, отсутствие динамики состояния слуха, по данным речевой аудиометрии, у лиц КГ исключает спонтанный механизм восстановления слуха за период слуховой реабилитации. Эффект слуховой тренировки получен при исследовании организации корковых полей слуховой системы в экспериментах на животных [11] и у людей [12], что указывает на возможность быстрой индукции механизмов 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 имплантатов [6]. Полученные в нашем исследовании данные позволяют рассматривать слуховую тренировку в условиях неинвазивной нейромодуляции как перспективное средство слуховой реабилитации для пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, имеющих слуховые нарушения.

Выводы

1. Пациенты с хирургической патологией уха, сопровождающейся 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.

2. Сенсорный компонент тугоухости у таких пациентов определяется, в том числе, центральными нарушениями в слуховой системе, имеет обратимый характер и может быть частично устранен в результате слухоулучшающей операции, а также в послеоперационном периоде.

3. Комплекс слуховой тренировки, проводимой в условиях неинвазивной 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., Гофман В. Р., Парфенов В. Е. Кохлеопатии. СПб. : ВМедА, 2003. 173 с.

2. Живолупов С. А., Самарцев И. Н., Сыроежкин Ф. А. Современная концепция нейропластичности (теоретические аспекты и практическая значимость) // Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2013. № 10. С. 102–108.

3. Захаров Ю. М., Цыган В. Н., Тыренко В. В. [и др.]. Перспективы использования современных информационных технологий в обработке медицинской информации о раненых и больных на основании опыта Великой Отечественной войны и боевых действий в Афганистане // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2015. № 2. С. 210–216.

4. Миронов В. Г., Григорьев С. Г., Евдокимов В. И., Гаврилов Е. К. Анализ боевых повреждений ЛОР-органов у военнослужащих при проведении контртеррористической операции на Северном Кавказе (1999–2002 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2015. № 2. С. 61–67.

5. Симеонов К. В. Особенности нарушения коркового отдела слухового анализатора при функ-

циональных расстройствах // Вестн. оториноларингологии. 1976. № 4. С. 37–39.

6. Henshaw H., Ferguson M.A. Efficacy of individual computer-based auditory training for people with hearing loss: a systematic review of the evidence // PLoS One. Public Library of Science, 2013. Vol. 8, N5. P. e62836.

7. Lippy W.H., Burkey J.M., Arkis P.N. Word recognition score changes after stapedectomy for far advanced otosclerosis. // Am. J. Otol. 1998. Vol. 19, N1. P. 56–58.

8. Møller A.R. Neural plasticity and disorders of the nervous system. Cambrige University Press. 2006. 394 p.

9. Musiek F., Shinn J., Hare C. Plasticity, Auditory Training, and Auditory Processing Disorders // Semin. Hear. 2002. Vol. 23, N 4. P. 263–275.

10. Oleksiak M. [et al.] Audiological issues and hearing loss among Veterans with mild traumatic brain injury // J. Rehabil. Res. Dev. 2012. Vol. 49, N7. P. 995–1004.

11. Recanzone G.H., Schreiner C.E., Merzenich M.M. Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys // J. Neurosci. 1993. Vol. 13, N1. P. 87–103.

12. Weinberger N.M. New perspectives on the auditory cortex: learning and memory // Handb. Clin. Neurol. 2015. Vol. 129. P. 117–147.

13. Wildenberg J.C. [et al.] Sustained cortical and subcortical neuromodulation induced by electrical tongue stimulation // Brain Imaging Behav. 2010. Vol. 4, N3/4. P. 199–211.

14. Willott J.F. Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects, and acclimatization // Ear Hear. 1996. Vol. 17, N3, Suppl. P. 66–77.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Поступила 15.12.2015

Для цитирования. Сыроежкин Ф.А., Морозова М.В. Слуховая реабилитация пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 25–33. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-2-25-33

Auditory rehabilitation in head-injured patients

Syroezhkin F.A., Morozova M.V.

Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia)

Fedor Anatolyevich Syroezhkin – PhD Med. Sci., Doctorate student of the Department of Otolaryngology; e-mail: sir_fedor@mail.ru;

Maria Vladimirovna Morozova – Audiologist of the Department of Otolaryngology; e-mail: mariia.v.morozova@gmail.com.

Abstract. 25 patients (32 ears) were examined to evaluate the effectiveness of auditory rehabilitation after ear surgery. Patients of experimental group with head injury in the past (12 cases) received comprehensive auditory rehabilitation including auditory training combined with non-invasive neuromodulation by electrotactile stimulation on the tongue. Control group consisted of 20 patients after ear surgery without any treatment. Pure tone audiometry and speech-in-noise auditory tests with signal-noise ratio of 0 dB were used. Rehabilitation began 1 month after surgery. Auditory training represented a listening to audio scripts which contained speech fragments. Non-invasive neuromodulation was performed via electrotactile stimulation on the tongue with BrainPort device. Rehabilitation was performed twice a day for 20 min over 10 days. Hearing levels were estimated before surgery, and 1, 3 and 12 months after surgery. There was a hearing gain in majority of patients from both groups 1 month after surgery due to improved air conduction ($p < 0.01$). After auditory rehabilitation, pure tone levels did not change in both groups ($p > 0.05$), and word recognition improved in 11 patients (91.7%) from experimental group ($p < 0.01$) compared to no changes in control group ($p > 0.05$). Three months after ear surgery there was hearing gain of pure tone levels in all tests both via air and bone in patients from both groups ($p < 0.05$). Word recognition also improved $p < 0.01$). Hearing level didn't change significantly after 12 months from ear surgery compared to 3-month levels. So, we concluded that sensory component of hearing loss due to central disturbances in auditory system after head trauma is reversible and can be improved by ear surgery and rehabilitation procedures. The proposed method of combined auditory rehabilitation improves the effectiveness of treatment in case of head injuries combined with ear trauma.

Keywords: head trauma, hearing loss, tympanoplasty, speech audiometry, neural plasticity, auditory system, non-invasive neuromodulation.

References

1. Govorun M.I., Gofman V.R., Parfenov V.E. Kokhleopatii [Cochlearpathy]. Saint-Petersburg. 2003. 173 p. (In Russ)

2. Zhivolupov C.A., Samartsev I.N., Syroezhkin F.A. Sovremennaya kontseptsiya neiroplastichnosti (teoreticheskie aspekty i prakticheskaya znachimost') [Current concepts of neural plasticity]. *Zhurnal nevrologii i psikhiatrii im. S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2013. N10. Pp. 102–108. (In Russ)

3. Mironov V.G., Grigoriev S.G., Evdokimov V.I., Gavrilov E.K. Analiz boevykh povrezhdenii LOR-organov u voennosluzhashchikh pri provedenii kontrterroristicheskoi operatsii na Severnom Kavkaze (1999–2002 gg.) [Analysis of ENT battle

injuries in servicemen during the counter-terrorist operation in the North Caucasus (1999–2002)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 2. Pp. 61–67. (In Russ)

4. Zaharov Ju.M., Cygan V.N., Tyrenko V.V., Galomzik N.S., Borisov D.N. Perspektivy ispol'zovanija sovremennyh informacionnyh tehnologij v obrabotke medicinskoj informacii o ranenyh i bol'nyh na osnovanii opyta Velikoj Otechestvennoj vojny i boevyh dejstvij v Afganistane [Prospects of using modern technology in processing of medical information on wounded and sick based on experience of the Great Patriotic war and war in Afghanistan]. *Vestnik Rossijskoj Voenno-medicinskoj akademii* [The Russian Military-Medical Academy's Bulletin]. 2015. N 2. Pp. 210–216. (In Russ)

5. Simeonov K.V. Osobennosti narusheniya korkovogo otdela slukhovogo analizatora pri funktsional'nykh rasstroistvakh [Cortical area disturbances of auditory analyzer in functional disorders]. *Vestn. otorinolaringologii.* 1976. N 4. Pp. 37–39. (In Russ)

6. Henshaw H., Ferguson M.A. Efficacy of individual computer-based auditory training for people with hearing loss: a systematic review of the evidence. *PLoS One. Public Library of Science*, 2013. Vol. 8, N 5. Pp. e62836. DOI: 10.1371/journal.pone.0062836.

7. Lippy W.H., Burkey J.M., Arkis P.N. Word recognition score changes after stapedectomy for far advanced otosclerosis. *Am. J. Otol.* 1998. Vol. 19, N 1. Pp. 56–58.

8. Møller A.R. neural plasticity and disorders of the nervous system. 2006. 394 p.

9. Musiek F., Shinn J., Hare C. Plasticity, Auditory Training, and Auditory Processing Disorders. *Semin. Hear*. 2002. Vol. 23, N 4. Pp. 263–275.

10. Oleksiak M. [et al.]. Audiological issues and hearing loss among veterans with mild traumatic brain injury. *J. Rehabil. Res. Dev*. 2012. Vol. 49, N 7. Pp. 995–1004. DOI: 10.1682/JRRD.2011.01.0001.

11. Recanzone G.H., Schreiner C.E., Merzenich M.M. Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys. *J. Neurosci*. 1993. Vol. 13, N 1. Pp. 87–103.

12. Weinberger N.M. New perspectives on the auditory cortex: learning and memory. *Handb. Clin. Neurol.* 2015. Vol. 129. P. 117–147. DOI: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00007-X.

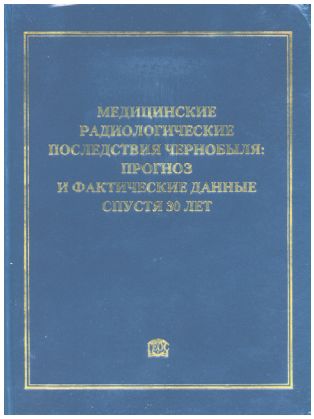
13. Wildenberg J.C. [et al.]. Sustained cortical and subcortical neuromodulation induced by electrical tongue stimulation. *Brain Imaging Behav*. 2010. Vol. 4, N 3/4. Pp. 199–211. DOI: 10.1007/s11682-010-9099-7.

14. Willott J.F. Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects, and acclimatization. *Ear Hear.* 1996. Vol. 17, N 3, Suppl. Pp. 66–77.

Received 15.12.2015

For citing. Syroezhkin F.A., Morozova M.V. Slukhovaya reabilitatsiya postradavshikh s posledstviyami cherepno-mozgovykh travm, sochetannykh s travmami uha. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2016. N 2. Pp. 25–33. **(In Russ.)**

Syroezhkin F.A., Morozova M.V. Auditory rehabilitation in head-injured patients. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 25–33. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-2-25-33



Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет [монография] / [Степаненко В.Ф., Скворцов В.Г., Иванников А.И. и др.] ; под общ. ред. В.К. Иванова, А.Д. Каприна. – М. : ГЕОС, 2015. – 449 с.

ISBN 978-5-89118-688-0. Тираж 300 экз.

Анализируются фактические данные, накопленные в результате изучения последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), приводится обзор дозиметрических, медицинских, радиационно-эпидемиологических результатов обследования лиц, подвергшихся радиационному облучению в результате аварии.

1-я часть монографии содержит сведения по экспериментальной радиологии: дозиметрический мониторинг и ретроспективнная дозиметрия населения в ранний и отдаленный периоды после аварии на Чернобыльской АЭС; реконструкция индивидуальных накопленных доз у населения и ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС методом ЭПР-спектроскопии эмали зубов; роль цитогенетического обследования для оценки последствий неконтролируемого воздействия радиации на человека; индивидуальная реакция на радиационное воздействие в малых дозах по результатам исследования соматического мутагенеза на генном уровне.

Во 2-й части представлены данные по клинической радиологии: анализ официальной статистики по заболеваемости раком щитовидной железы в России после аварии на Чернобыльской АЭС и результаты морфологической верификации диагноза; роли специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи в выявлении и профилактике онкопатологии в гинекологической сфере.

3-я часть монографии содержит сведения по радиационной эпидемиологии: создание, функционирование, текущее состояние национального радиационно-эпидемиологического регистра, оценка радиационных рисков у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и населения, проживающего (проживавшего) на радиоактивно загрязненных территориях.