

© А. А. Белимова¹
Г. Н. Пономаренко², Ю. К. Янов³

¹ ГОУ ВПО СПб Государственная
педиатрическая медицинская академия,

² Военно-медицинская академия
им. С. М. Кирова,

³ СПбНИИ уха, горла, носа и речи

Резюме. Для повышения эффективности ТЭС в лечении СНТ был разработан новый метод импульсной электротерапии, сочетающийся с акустической нагрузкой (АН) — аудиоселективная транскраниальная электростимуляция (АТЭС), обладающая избирательностью воздействия на волосковые клетки улитки. Установлены и научно обоснованы лечебные эффекты аудиоселективной транскраниальной электростимуляции. АТЭС вносит существенный вклад в формирование лечебного эффекта в комплексе с медикаментозной терапией больных СНТ. АТЭС, включенная в комплекс с медикаментозной терапией, существенно превышает терапевтическое действие медикаментозной терапии в лечении больных с ОСНТ и ХСНТ.

Ключевые слова: аудиоселективная транскраниальная электростимуляция; сенсоневральная тугоухость.

СОЧЕТАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ (ТЭС) И АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ (АВ) В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ

Сенсоневральная тугоухость (СНТ) является актуальной проблемой современной оториноларингологии. Данная патология характеризуется неуклонным ростом заболеваемости, имеет тенденцию к омоложению и поражает лиц различных возрастных групп. Число больных с нарушением слуха в Российской Федерации превышает 13 миллионов человек, из них более 1 миллиона составляют дети. Из 1000 новорожденных 1 ребенок рождается с нарушением слуховой функции. В течение первых 2–3 лет жизни теряют слух еще 2–3 ребенка. По прогнозам ВОЗ, к 2020 году более 30 % всей популяции земного шара будут иметь нарушения слуха [8, 9, 21].

СНТ — форма снижения слуха, при которой поражаются различные отделы слухового анализатора, начиная от волосковых клеток спирального органа и заканчивая корковым представителем в височной доле коры головного мозга [14].

Причины поражения слухового анализатора при СНТ очень разнообразны и носят гетерогенный характер. Наиболее частыми причинами, вызывающим это заболевание, являются: инфекционные заболевания; интоксикации лекарственными препаратами; отравления токсическими веществами и травмы. Важную роль в развитии СНТ играют нарушения мозгового кровообращения, особенно в сосудах вертебробазилярной системы [13]. Немаловажное значение имеют вирусные, эндокринные заболевания, нарушения обмена веществ, отосклероз, молекулярно-генетические предрасполагающие факторы и некоторые другие заболевания. Большую группу составляют больные, у которых причины развития СНТ не установлены [3, 5, 13, 14]. По течению заболевания различают хроническую, острую и внезапную СНТ [3, 13].

Вследствие большого разнообразия причин, вызывающих СНТ, морфофункциональные изменения, возникающие в слуховом анализаторе и приводящие к нарушению слуха, носят полиморфный характер (дистрофический, воспалительный, атрофический, дегенеративный, деструктивный), который зависит от стадии патологического процесса.

Однако разнообразие многочисленных этиологических факторов, определяющих гамму различных звеньев патогенеза, не исключает наличие ряда общих механизмов формирования и развития СНТ, которые в конечном итоге приводят к однотипным нарушениям слуха [5] и характеризуются следующими ведущими симптомами: прогрессирующим снижением слуха, преимущественно на высоких частотах по воздушной и костной проводимости, отсутствием костно-воздушного интервала на аудиограмме, субъективным ушным шумом, различной интенсивности и частотной характеристики. Реже наблюдаются вестибулярные нарушения, обусловленные вовлечением в процесс задних отделов лабиринта.

Установлено, что нарушения проводящих путей слуховой системы частично обратимы [3, 5, 6, 13, 14, 19] и улучшение слуха может быть достигнуто при отсутствии изменений функциональных свойств волокон слухового нерва, несмотря на угнетение волосковых клеток [17, 19]. Доказана эффективность применения нейропептидов в лечении пациентов с СНТ, которые активируют регенерацию центральных и периферических нервных проводников, в том числе нервных элемен-

УДК: 616.28-008.14-08

тов органа слуха [9,11], регулируют мозговую гемодинамику, микроциркуляцию, повышают устойчивость к гипоксии, оказывают трофостимулирующее, нейростимулирующее, анальгетическое действие.

Транскраниальная электростимуляция (ТЭС), проводимая у больных с СНТ, воздействует на эндорфинэргические структуры ствола головного мозга, что приводит к значительному увеличению концентрации β -эндорфинов и других нейропептидов в мозге, спинно-мозговой жидкости и крови, снижает пороги слухового восприятия. Однако данный метод, как и другие физические методы лечения СНТ (электрофорез, ультрафонофорез, магнитотерапия, дарсонвализация и др.), не обладает селективностью воздействия на различные отделы кортиева органа, обеспечивающие слуховое восприятие звуков различного частотного диапазона [6, 13].

Для повышения эффективности ТЭС в лечении СНТ был разработан новый метод импульсной электротерапии, сочетающийся с акустической нагрузкой (АН) — аудиоселективная транскраниальная электростимуляция (АТЭС), обладающая избирательностью воздействия на волосковые клетки улитки. Биофизической основой сочетания ТЭС с акустической стимуляцией послужили данные о положительном влиянии рездукации в лечении поражений нервного аппарата органа слуха [2, 4]. Предпосылкой создания такого метода послужили также данные о высокой эффективности терапии у тех больных СНТ, которые дополнительно подвергались разнообразным акустическим воздействиям (использование слухового аппарата, аудио плеера, занятия музыкой и другое).

Цель работы составило изучение лечебных эффектов аудиоселективной транскраниальной электростимуляции в комплексном лечении у больных с острой (ОСНТ) и хронической (ХСНТ) сенсоневральной тугоухостью.

Исследование выполнено на 81 больном (40 мужчин и 41 женщина), в возрасте от 22 до 65 лет (средний возраст 30 ± 7 лет), с различной степенью тугоухости; 29 пациентов имели ОСНТ (от 5 сут. до 3 мес.), у 20 из них выявлен нисходящий тип аудиограммы, а костно-воздушный интервал у больных этой группы не превышал 10 дБ. Потеря слуха по воздушной проводимости на исследуемых частотах (125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Гц) составила от 20 до 60 дБ и более; 24 пациента с ОСНТ предъявляли жалобы не только на снижение слуха, но и на субъективные ушные шумы.

У 52 пациентов была выявлена ХСНТ продолжительностью от 1 до 20 лет, 41 из них имели нисходящий тип аудиограммы. Костно-воздушный интервал у больных этой группы также не превышал 10 дБ,

а потеря слуха на исследуемых частотах составляла от 20 до 70 дБ; 38 пациентов с ХСНТ предъявляли жалобы на субъективные ушные шумы.

Методом рандомизации все пациенты были разделены на группу наблюдения (19 больных с ОСНТ и 33 больных с ХСНТ) и сравнения (10 больных с ОСНТ и 19 больных с ХСНТ соответственно), получавшую только медикаментозную терапию. Отсутствие кондуктивного процесса у всех пациентов с СНТ было подтверждено данными акустической импедансометрии: кривая типа А, податливость барабанной перепонки от 0,5 до 1 мл водн. ст (сс), давление в среднем ухе от 10 до 50 мм (даПа). По степени выраженности жалоб, продолжительности заболевания и характеристикам потери слуха пациенты группы наблюдения и сравнения были сопоставимы ($p > 0,05$).

Процедуры АТЭС проводили на аппарате «ТРАНСАИР-07», в котором транскраниальную электростимуляцию сочетали с акустическими сигналами специальной характеристики.

Сущность метода заключается в транскраниальном воздействии на пациентов с СНТ импульсным токами малой амплитуды (до 3 мА), длительностью 4 мс с прямоугольной биполярной асимметричной формой импульсов, следующих с частотой 77,5 имп. с⁻¹. Силу тока для каждого пациента подбирали индивидуально, по пороговым ощущениям «слабой вибрации». Акустические сигналы подавали во время проведения электростимуляции отдельно в каждое ухо пациента при помощи головных телефонов в виде последовательно генерируемых чистых тонов на частотах от 125 до 8000 Гц. Интенсивность каждого тона регулировали автоматически, с учетом порога дискомфорта и в соответствии с порогами слуха, предварительно выявленными на аудиограмме конкретного больного. АТЭС выполняли по лобно-ретромастоидальной методике. Курс лечения составил 10 процедур, ежедневно в течение 30 мин. Помимо АТЭС больные с ОСНТ и ХСНТ группы наблюдения получали консервативную терапию: препараты, улучшающие сосудистую микроциркуляцию, ангиодилататоры периферического действия, витамины группы В, биостимуляторы, антихолинэстеразные препараты.

Эффективность лечения определяли путем балльной оценки клинического статуса, субъективной оценки разборчивости речи, инструментальных исследований: тональной пороговой аудиометрии, шумометрии (с использованием аудиометра МА-31), проводимых до и после курса АТЭС. Улучшение слуховой функции считали достоверным, при понижении слуховых порогов не менее 10 дБ на трех и более частотах, или 15 дБ на двух и более частотах. Для объективного подтверждения динамических изменений порогов слуха применяли регистрацию ко-

ротколатентных стволовых акустических вызванных потенциалов мозга — КСВП (проводимую с использованием системы Nikolet Bravo-EP). Для исключения у больных с СНТ кондуктивного процесса проводили акустическую импедансометрию на аппарате 20-2020 Immittance system (Дания). Статистическую обработку проводили методами вариационной статистики с использованием программного пакета Statistika 6.0 for Windows. Для оценки данных использовали параметрический критерий Стьюдента.

После курса АТЭС у пациентов с ОСНТ отмечено улучшение общего самочувствия и уменьшение сопутствующих функциональных расстройств (дискомфорта в ухе, головокружения, головной боли, частоты подъема артериального давления, общей слабости, раздражительности, повышенной утомляемости, бессонницы, болей в области сердца, эмоциональных переживаний по поводу снижения слуха). Сумма баллов клинической оценки после лечения уменьшилась с $6,50 \pm 0,26$ до $1,21 \pm 0,10$ баллов ($p < 0,05$). Напротив, в группе сравнения выявлено менее выраженное уменьшение суммы баллов с $6,63 \pm 0,24$ до $4,76 \pm 0,16$ ($p < 0,05$).

Улучшение клинического состояния было более выражено и проявлялось чаще у больных, которым проводили АТЭС в комплексе с медикаментозной терапией. В группе сравнения, получавшей только медикаментозную терапию, наблюдается менее выраженное улучшение клинических показателей.

В группе наблюдения улучшение слуха наступило у 17 (89%) пациентов с ОСНТ. В группе сравнения улучшение слуха наступило у 7 (70%) пациентов.

Под действием АТЭС у больных ОСНТ установлено значимое ($p < 0,05$) снижение порогов слуха на всех исследуемых частотах (125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц) по воздушной проводимости составившее в среднем $18,1 \pm 4,8$ дБ (табл. 1) и по костной проводимости, составившее в среднем $13,4 \pm 2,3$ дБ. У отдельных пациентов прирост слуха достигал более значительных величин — 30–50 дБ.

В группе сравнения прирост слуха составил в среднем по воздушной проводимости $12,3 \pm 5,8$ дБ и $9,6 \pm 3,7$ дБ по костной проводимости.

Полученные данные свидетельствуют, что в группе наблюдения положительный эффект на функцию звуковосприятия проявляется у большего числа пациентов и степень улучшения слуха по воздушной и костной проводимости больше, чем в группе сравнения, получавшей только медикаментозную терапию.

Изменения во всем диапазоне частот (от 125 до 8000 Гц) в группе наблюдения были отмечены у 7 пациентов; на низких частотах (125–250 Гц) — у 3; на средних частотах (500–1000 Гц) — у 4 пациентов и на высоких — (2000–8000 Гц) — у 3; 18 пациентов

(95%) с ОСНТ после лечения отмечали субъективное улучшение разборчивости речи.

В группе сравнения улучшение слуха во всем диапазоне частот (от 125 до 8000 Гц) наблюдали у 1 пациента; на низких частотах (125–250 Гц) — у 3; на средних частотах (500–1000 Гц) — у 2 пациентов и на высоких — (2000–8000 Гц) — у 1; 5 пациентов (50%) с ОСНТ, у которых медикаментозная терапия не дала положительного эффекта, подтвержденного данными пороговой тональной аудиометрии и КСВП, отмечали субъективное улучшение разборчивости речи.

Анализ динамики снижения порогов слухового восприятия по частотам показал, что под действием АТЭС улучшение слуха наблюдается во всем частотном диапазоне (рис. 1), что, вероятно, связано с акустической стимуляцией, оказывающей селективное стимулирующее действие на различные пораженные структуры слухового анализатора. В группе сравнения изменения наблюдаются на низких и средних частотах (рис. 2). Достоверные различия улучшения порогов слуха между группой наблюдения и сравнения выявлены преимущественно на высоких частотах (табл. 1).

Изменения порогов звуковосприятия, выявленные путем проведения повторной пороговой тональной аудиометрии, подтверждали объективным методом аудиометрии по слуховым вызванным потенциалам мозга (рис. 5). Оценку результатов лечения проводили путем сравнения минимальной величины акустического сигнала, на которой регистрируется V волна КСВП до и после курса АТЭС. Процедура определения порогов слуха при регистрации КСВП заключается в последовательной регистрации КСВП на звуки разной громкости. При этом определяется минимальный уровень громкости звука, при котором обнаруживается КСВП. Регистрацию КСВП начинают с громких звуков (60–70 дБ над нормальным порогом слышимости), при которых при нормальном слухе регистрируется хорошо выраженный потенциал. При наличии выраженного потенциала громкость звука последовательно уменьшают на 10–20 дБ, производя регистрацию на этот звук. Выделение КСВП основано на обнаружении V пика, сохраняющегося при самых низких уровнях звука. В результате проведенного исследования улучшение слуховой функции было объективно подтверждено у всех пациентов в группе наблюдения и составило $21,3 \pm 5,3$ дБ ($p < 0,001$).

Субъективный ушной шум прекратился у 6 (35%) больных ОСНТ, поменял тональность, стал периодическим, или менее интенсивным на 5–10 дБ — у 10 (59%). В группе сравнения динамика аналогичного показателя была менее выражена: ушной шум прекратился у 2 (28%) больных, поменял тональность и стал менее интенсивным на 5–10 дБ — у 3 (43%).

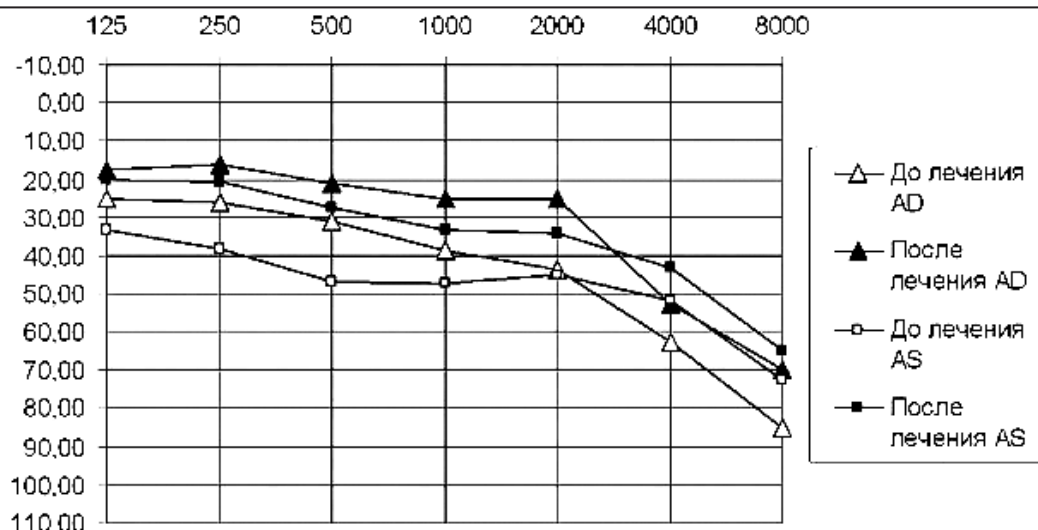


Рис. 1. Динамика слуховых порогов у больных ОСНТ группы наблюдения.
По оси абсцисс – частота тона в Гц. По оси ординат – потеря слуха в дБ

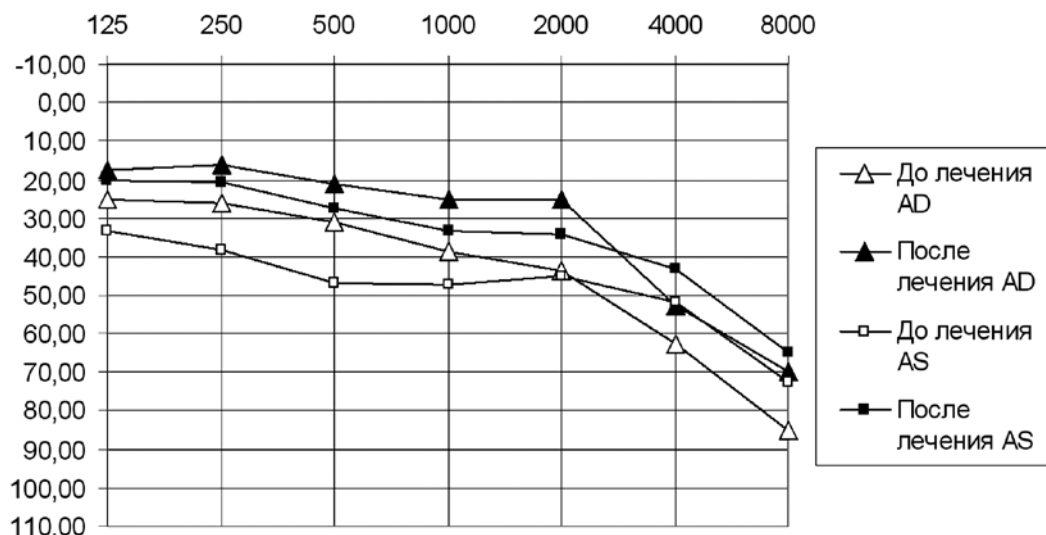


Рис. 2. Динамика слуховых порогов у больных ОСНТ группы сравнения.
По оси абсцисс – частота тона в Гц. По оси ординат – потеря слуха в дБ.

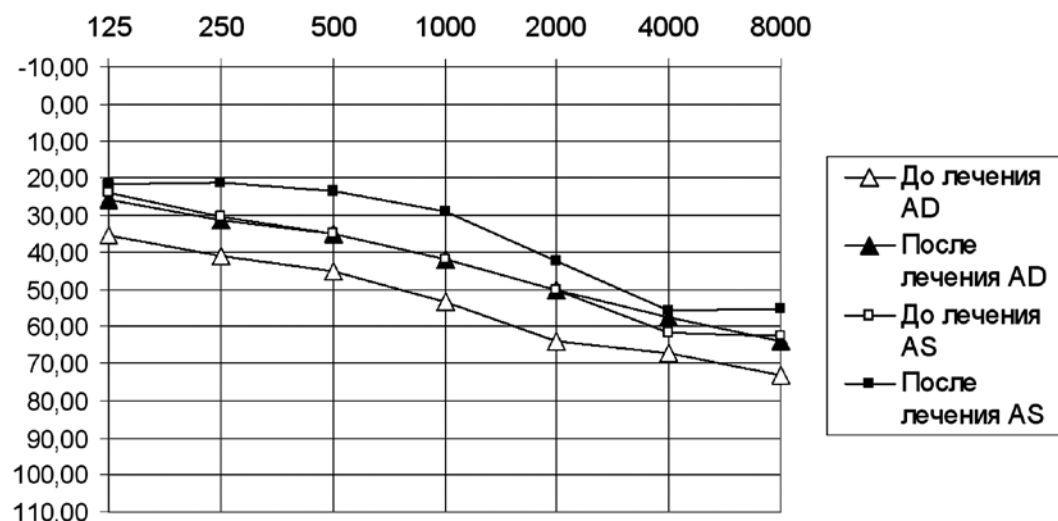


Рис. 3. Динамика слуховых порогов у больных ХСНТ группы наблюдения.
По оси абсцисс – частота тона в Гц. По оси ординат – потеря слуха в дБ

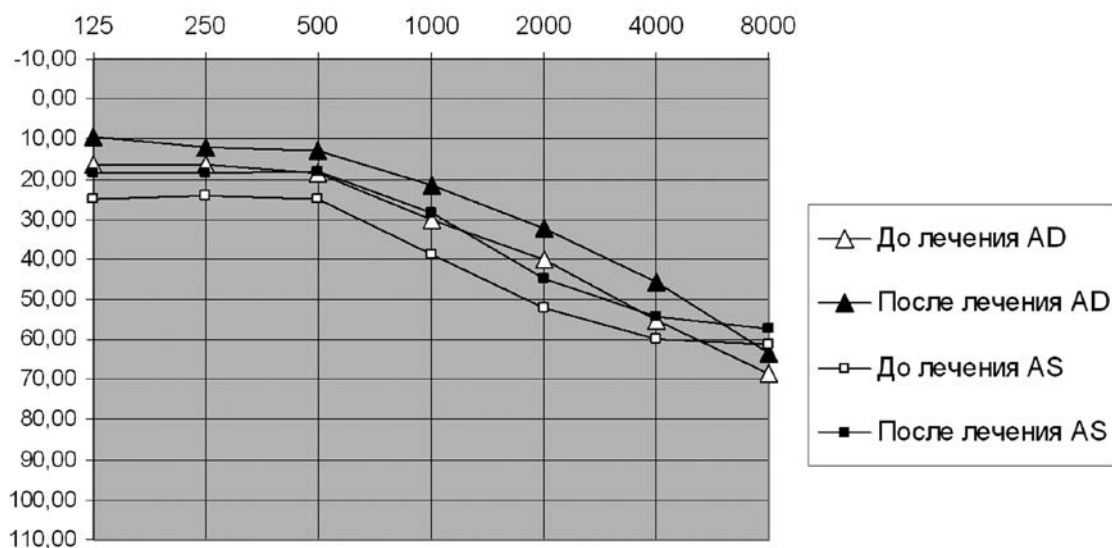


Рис. 4. Динамика слуховых порогов у больных ХСНТ группы сравнения. По оси абсцисс — частота тона в Гц. По оси ординат — потеря слуха в дБ

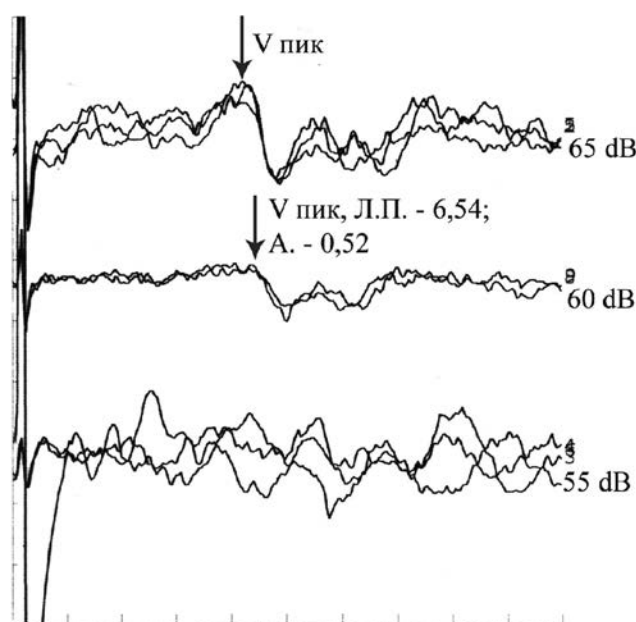


Рис. 5. Коротковолновые слуховые вызванные акустические потенциалы больного Н. группы наблюдения до лечения. Л.П. — латентный период; А. — амплитуда V пика; порог визуализации V пика зарегистрирован при минимальной интенсивности акустического стимула 60 дБ

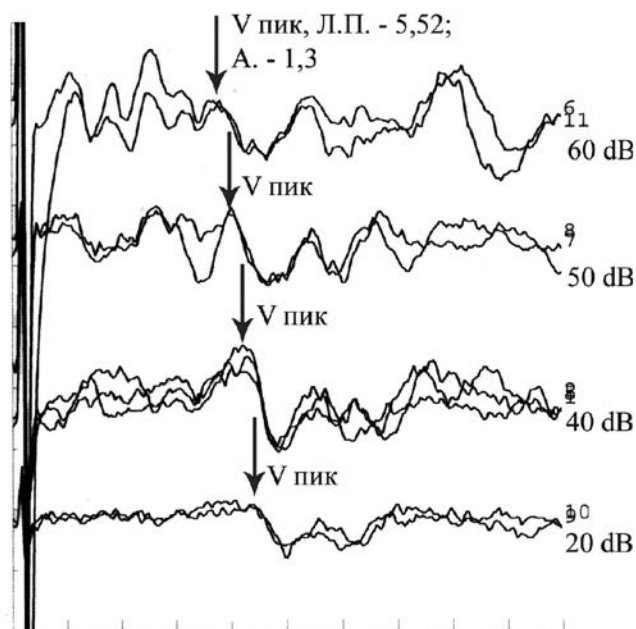


Рис. 6. Коротковолновые слуховые вызванные акустические потенциалы больного Н. группы наблюдения после лечения. Л.П. — латентный период; А. — амплитуда V пика; порог визуализации V пика зарегистрирован при минимальной интенсивности акустического стимула 20 дБ

Таким образом, АТЭС оказывает положительное действие на выраженность, спектральные характеристики и продолжительность субъективного ушного шума.

У пациентов группы наблюдения с ХСНТ отмечено улучшение общего самочувствия и исчезновение сопутствующих функциональных расстройств,

нормализация систолического и диастолического артериального давления. Сумма баллов клинической оценки с $6,33 \pm 0,11$, перед лечением, уменьшилась до $1,76 \pm 0,07$ баллов после лечения ($p < 0,05$). В группе сравнения выявлено меньшее изменение суммы баллов клинической оценки с $6,25 \pm 0,09$ по $5,27 \pm 0,12$ ($p < 0,05$).

Таблица 1

Динамика слуховых порогов у больных СНТ под действием АТЭС и у больных контрольной группы

Частоты		Пороги слуха (дВ)						Достовер- ность разницы между группами
		До лечения		После лечения		Динамика		
		Группа наблюдения	Группа сравнения	Группа наблюдения	Группа сравнения	Группа наблюдения	Группа сравнения	
Больные ОСНТ								
125	AD	34,38±6,31	25,00±6,12	18,44±3,25	17,50±4,79	16,56**±4,19	7,50**±1,44	#
	AS	28,50±6,95	33,33±7,71	11,50±1,98	20,00±6,06	17,00*±5,69	13,33*±4,22	#
250	AD	38,44±7,48	26,25±4,73	20,94±3,85	16,25±3,75	16,87***±4,89	10,00*±2,04	#
	AS	29,50±7,40	38,33±10,46	11,50±2,11	20,83±6,38	17,50*±5,59	17,50±6,80	
500	AD	43,75±7,71	31,25±3,75	21,88±4,33	21,25±2,39	21,87***±4,72	10,00±5,40	#
	AS	32,00±7,64	46,67±12,89	13,00±2,13	27,50±7,16	19,00*±5,81	19,17±10,60	
1000	AD	47,19±7,83	38,75±6,25	26,56±5,08	25,00±5,40	20,00***±4,81	13,75±8,26	#
	AS	34,50±7,28	47,50±12,96	14,00±2,96	33,33±9,19	19,09*±5,10	14,17±7,35	#
2000	AD	51,25±7,74	43,75±3,15	31,88±5,46	25,00±6,45	18,75***±3,08	18,75*±6,25	
	AS	36,00±9,12	45,00±11,18	21,00±6,49	34,17±8,80	15,00*±5,27	10,83*±7,79	#
4000	AD	56,56±7,88	62,50±8,78	37,81±6,32	52,50±9,46	17,81***±3,59	10,00±8,42	#
	AS	47,50±10,60	51,67±8,82	32,50±8,34	43,33±8,72	15,00**±4,71	8,33±4,94	#
8000	AD	63,13±8,09	85,00±11,90	42,81±6,44	70,00±8,42	20,93***±4,70	11,25**±3,15	#
	AS	50,50±9,65	72,50±12,23	36,50±7,34	65,00±8,06	14,00*±4,70	5,83**±4,17	#
Больные ХСНТ								
125	AD	35,38±5,70	11,43±2,86	25,77±4,77	9,29±2,53	9,61***±1,65	7,14±4,98	
	AS	23,83±6,64	22,14±6,35	21,83±5,92	18,57±6,22	6,79±2,38	5,71±2,62	
250	AD	41,15±6,87	16,43±3,51	31,15±6,10	12,14±4,00	4,32***±1,83	4,28*±1,56	
	AS	30,36±4,96	22,14±5,65	21,07±4,77	18,57±4,43	8,92**±2,63	5,71±2,12	
500	AD	45,38±6,34	18,57±4,30	35,00±5,88	12,86±4,28	10,38***±2,00	5,71*±2,19	#
	AS	35,00±4,60	25,00±4,28	23,36±3,85	17,86±3,22	11,28***±2,39	7,14*±2,23	
1000	AD	53,46±7,06	30,00±6,73	41,92±6,42	21,43±5,99	12,30***±2,63	8,57**±1,60	
	AS	41,79±4,79	38,57±4,03	29,29±4,22	28,57±4,80	12,50***±1,72	10,00***±1,54	
2000	AD	63,85±6,51	40,00±7,72	50,00±5,94	32,14±8,64	13,84**±3,68	7,85***±3,55	#
	AS	50,36±5,07	52,14±4,95	42,50±5,61	45,00±3,78	7,85***±1,46	7,14**±2,35	
4000	AD	67,31±5,85	55,00±7,60	57,69±5,45	45,71±8,21	9,61*±3,27	7,85**±1,49	
	AS	61,79±4,53	60,00±7,20	55,71±5,24	54,29±8,50	8,21***±1,71	5,71±2,02	#
8000	AD	73,08±5,53	68,57±9,54	63,85±5,25	63,57±8,82	9,23**±2,71	5,00±4,01	#
	AS	62,86±5,07	61,43±7,85	55,36±4,11	55,00±9,91	7,85***±1,79	4,29±3,01	#
Условные обозначения: *** – p<0,001, ** – p<0,01, * – p<0,05, # – достоверная разница между группами								

Условные обозначения: *** – $p < 0,001$, ** – $p < 0,01$, * – $p < 0,05$, # – достоверная разница между группами

Комплексное применение АТЭС и медикаментозной терапии оказывает более выраженное положительное действие на функциональное состояние больных с ХСНТ, чем применение только медикаментозной терапии.

Улучшение слуха выявлено у 20 (60%) пациентов в группе наблюдения, а в группе сравнения только у 10 (53%) пациентов.

После курса АТЭС при проведении пороговой тональной аудиометрии в группе больных ХСНТ выявлены достоверные ($p < 0,01$) различия между порогами слуха до лечения и после лечения во всем исследуемом частотном диапазоне, составившие в

среднем по воздушной проводимости $9,5 \pm 2,3$ дБ (табл. 1), по костной $7,8 \pm 1,9$ дБ. У некоторых пациентов на отдельных частотах они были более значительны — 25–50 дБ. В группе сравнения прирост слуха составил в среднем по воздушной проводимости $6,6 \pm 2,5$ дБ и $5,4 \pm 1,6$ дБ по костной проводимости.

Полученные данные свидетельствуют, что в группе наблюдения положительный эффект, оказываемый на функцию звуковосприятия по костной и воздушной проводимости, проявляется у большего числа пациентов и степень улучшения слуха более значима, чем в группе сравнения.

Во всем диапазоне частот (от 125 до 8000 Гц) изменения слуховых порогов наблюдали у 12 (60%) пациентов из группы наблюдения; на низких частотах (125–250 Гц) — у 3 (15%); на средних частотах (500–1000 Гц) — у 4 (20%) пациентов и на высоких (2000–8000 Гц) — у одного (5%). У двух пациентов на некоторых частотах было улучшение, на других — ухудшение на 5–15 дБ. Среди 13 пациентов, у которых АТЭС не дала положительного эффекта, подтвержденного данными пороговой тональной аудиометрии и КСВП, 6 (46%) человек отмечали субъективное улучшение разборчивости речи. В группе сравнения изменения во всем диапазоне частот (от 125 до 8000 Гц) наблюдались у 2 (20%) пациентов; на низких частотах (125–250 Гц) — у 3 (30%); на средних частотах (500–1000 Гц) — у 4 (40%) и на высоких — (2000–8000 Гц) — у одного (10%). Среди 9 пациентов с ХСНТ группы сравнения, пролеченных без улучшения, 5 пациентов (55%) после лечения отмечали субъективное улучшение разборчивости речи.

Динамика слуховой функции по частотам показала, что в группе наблюдения чаще всего слух улучшается на всем диапазоне частот (рис. 3), тогда как в группе сравнения изменения наблюдаются в основном на средних частотах (рис. 4). Различия улучшения порогов слуха между группой наблюдения и сравнения выявлены преимущественно на высоких частотах (табл. 1).

По данным КСВП объективное улучшение слуха объективно подтверждено у всех пациентов в группе наблюдения и составило $10,3 \pm 2,6$ дБ ($p < 0,001$).

Субъективный ушной шум после проведения АТЭС, прекратился у 9 (39%); стал периодическим у 3 (13%); изменение тональности ушного шума и снижение его интенсивности на 5–10 дБ наступило у 6 (26%) пациентов. В группе сравнения субъективный ушной шум прекратился у 4 (27%); стал периодическим у 1 (7%); изменил тональность и интенсивность у 4 (27%).

Более выраженное снижение интенсивности субъективного ушного шума, изменение его спектральных характеристик наблюдается чаще у пациентов группы наблюдения, чем у пациентов получавших медикаментозную терапию без воздействия АТЭС.

Таким образом, на фоне проводимого лечения с применением АТЭС у пациентов с ОСНТ и ХСНТ групп наблюдения отмечалась положительная динамика клинических и инструментальных показателей. Однако более положительные результаты наблюдались в группе пациентов с ОСНТ.

АТЭС в комплексе с медикаментозной терапией у больных ОСНТ и ХСНТ вызывает улучшение остроты слуха и снижение порогов воздушной и костной проводимости во всем диапазоне частот,

при этом улучшение чаще наблюдается в диапазоне высоких частот. Преимущество АТЭС в сравнении с медикаментозной терапией проявляется в более выраженном улучшении слуха на высоких частотах.

Применение АТЭС в комплексном лечении больных с СНТ приводит к положительной динамике клинических симптомов заболевания, что может быть связано с активацией эндогенной опиоидной системы под действием АТЭС и усиленным выбросом нейропептидов.

У больных с СНТ АТЭС оказывает положительное действие на выраженность, спектральные характеристики и продолжительность субъективного ушного шума.

АТЭС оказывает положительный эффект в лечении больных с ОСНТ и ХСНТ с более выраженной положительной динамикой клинических и инструментальных показателей в группе больных с ОСНТ.

В результате проведенных исследований установлены следующие эффекты воздействия АТЭС: слухоулучшающий, шумоподавляющий и частотно-моделирующий.

Слухоулучшающий эффект связан с активацией регенераторных процессов в волосковых клетках, афферентных и эфферентных нервных волокнах слухового нерва, обусловленной стимулирующим влиянием электровоздействий на эндорфинэргические структуры головного мозга, активизирующим, растормаживающим действием акустических сигналов и с повышением функциональной активности различных отделов слухового анализатора.

На периферическом уровне слухоулучшающий эффект может быть объяснен тем, что под влиянием транскраниальной электростимуляции ускоряется регенерация эпителиальных тканей различного типа [7, 8] и учитывая, что рецепторные клетки улитки имеют также эктодермальное происхождение, логично предположить, что они будут реагировать сходным образом. Слухоулучшающий эффект на периферии также связан с избирательной стимуляцией волосковых клеток органа Корти индивидуально подобранными акустическими стимулами различной характеристики.

В проводниковой части слухоулучшающий эффект обусловлен увеличением скорости распространения импульса из рецепторного аппарата в центральные отделы, так как эндогенное опиоидное воздействие, индуцируемое АТЭС, существенно ускоряет регенерацию и проведение по афферентным волокнам периферической нервной системы [10]. Данное утверждение подтверждается обнаружением опиоидных пептидов и их рецепторов в нервных элементах улитки и оливо-кохлеарной системе [16]. Также при увеличении интенсивности звукового сигнала на 20–40 дБ над порогом слуха, что обеспечивается

акустическим компонентом АТЭС, возрастает частота импульсации слуховых нервных волокон [17].

В корковых слуховых центрах положительный эффект АТЭС может быть обоснован тем, что в обычных условиях при тугоухости звуковые сигналы не доходят до слуховых центров, и в результате недостаточной интенсивности поступающих звуковых сигналов в центральные отделы происходит их торможение. Звуковые сигналы могут достигать ЦНС лишь после усиления громкости звуков; в ходе сеансов акустических воздействий, превышающих порог слуха, центральные структуры слухового анализатора адаптируются к указанному характеру импульсов и происходит растормаживание слуховых центров, в связи с чем у пациентов улучшается разборчивость речи [18]. На основании данных о значительной роли эфферентной иннервации в регуляции функций слуховой системы [17], можно предположить, что растормаживание корковых отделов (под действием АТЭС), обладающих трофической функцией, восстанавливает нарушенную трофику наружных волосковых клеток, с которыми имеет непосредственные эфферентные связи и опосредованно восстанавливает трофику внутренних волосковых клеток.

Помимо перечисленных возможных механизмов формирования эффектов АТЭС, установлено, что электростимуляция эндорфинэргических структур вызывает расширение мозговых сосудов и нормализует гемодинамику, а следовательно усиливает кровоток в улитке, который зависит от мозгового кровотока [7, 17], что также способствует восстановлению регенераторных и трофических процессов в органе Корти.

На основании литературных данных [1, 3], можно высказать предположение, что формирование шумоподавляющего эффекта происходит под влиянием воздействия звука. В акустическом анализаторе наступает снятие торможения, способствующее прекращению или уменьшению интенсивности субъективного ушного шума.

Частотномоделирующий эффект, вероятно, связан с сочетанным воздействием эндорфинэргического действия АТЭС и избирательной стимуляции волосковых клеток органа Корти. Индивидуально подобранные акустические стимулы различной характеристики, соответствующие инвертированной аудиограмме, оказывают максимальное действие на наружные волосковые клетки, отвечающие за восприятие звуков высоких частот.

Таким образом, становится очевидным механизм формирования и разрыва «порочного круга СНТ» под действием АТЭС. С одной стороны разрыв, «порочного круга СНТ» обусловлен эндорфинэргическим действием АТЭС, оказывающей регенераторное, трофическое,

цитопротекторное действие на эпителиальные волосковые клетки и афферентные нервные волокна, в результате чего снижается тормозное влияние с периферии на слуховые зоны коры головного мозга. С другой стороны, за счет растормаживающего действия звуковых сигналов, ведущего через активацию эфферентного влияния к усилению трофики волосковых клеток.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что АТЭС является патогенетически обоснованным методом лечения СНТ и оказывает воздействие на различные звенья этого патологического процесса.

АТЭС вносит существенный вклад в формирование лечебного эффекта в комплексе с медикаментозной терапией больных СНТ.

АТЭС, включенная в комплекс с медикаментозной терапией, существенно превышает терапевтическое действие медикаментозной терапии в лечении больных с ОСНТ и ХСНТ.

Метод аудиоселективной транскраниальной электростимуляции может быть рекомендован для лечения острой и хронической СНТ у детей начиная с 5-летнего возраста. Проводить процедуры следует по индивидуальной программе, при меньшей силе тока и меньшей продолжительности. В середине курса необходимо провести контрольную аудиометрию с целью корректировки параметров звуковой стимуляции на каждой из частот и оценки динамики состояния слуха. Помимо общих противопоказаний для проведения физических методов воздействия, АТЭС противопоказана при: закрытых травмах головного мозга, эпилепсии, дизэнцефальном синдроме, нарушении ритма сердца, повреждении кожи в местах расположения электродов, экземе и дерматите на коже лица, острых респираторных заболеваниях, при индивидуальной непереносимости тока, истерическом неврозе, наличии металлических предметов в тканях мозга.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Альтман Я. А.* Слуховая система. — Ленинград, «Наука», 1990. — С. 166–168, 267–270, 311–322.
2. *Антипов В. И., Розенблюм С. А.* Докл. АН СССР, 1986. — Т. 286 №4. — С. 1013–10163.
3. *Бабияк В. И., Гофман В. Р., Накатис А. Я.* Нейрооториноларингология. Руководство для врачей. — СПб., Гиппократ, 2002. — С. 728
4. *Велицкий А. П.* Ушные шумы — М.: Медицина, 1978. — С. 117–122
5. *Гаппоев Э. Т., Георгиади Г. А.* Материалы XVI съезда отоларингологов РФ. — 2000.
6. *Дмитриев Н. С., Таварткиладзе Г. А.* Медико-социальная экспертиза пациентов с нарушениями слуха // Материалы 17-го съезда оториноларингологов России, 7–9 июня 2006 г. — С. 20–21.

7. Евдощенко Е. А. Нейросенсорная тугоухость. — Киев: Здоровье, 1989. — С. 1–15, 112.
8. Журавский С. Г., Лопатко А. И., Тараскина А. Е. Молекулярно-генетические аспекты сенсоневральных слуховых расстройств // Материалы 17-го съезда оториноларингологов России, 7–9 июня 2006 г. — С. 25.
9. Загорянская М. Е., Румянцева М. Г. Эпидемиология нарушений слуха у детей и потребность детского населения в слуховых аппаратах // Нарушение слуховой и вестибулярной функции (диагностика, прогноз, лечение). — СПб, 1993. — С. 4–9.
10. Ильинский О. Б., Лебедев В. П., Медведев О. С., Фан А. Б. Транскраниальная электростимуляция. — СПб.: Искусство России, 1998. — С. 194–195, 198–200.
11. Ланцов А. А. Морфология. — 1998. — С. 50–53.
12. Лебедев В. П. Транскраниальная электростимуляция. Сборник статей. — СПб., 2001. — С. 462–465.
13. Лебедев В. П. Транскраниальная электростимуляция. — СПб., Искусство России, 2001 — С. 207.
14. Краева Н. И., Лебедев В. П., Пудов В. И., Цирульников Е. М. Транскраниальная электростимуляция. Сборник статей. — СПб.: Искусство России, 1998. — С. 462–467.
15. Линьков В. И. Острая нейросенсорная тугоухость — вопросы этиологии, патогенеза и роль антигипоксанта в ее ранней терапии (клинико-экспериментальные исследования); автореф. дисс... доктора мед. наук. — СПб., 1991. — 49 с.
16. Пальчун В. Т., Крюков А. И. Оториноларингология: Руководство для врачей. — М.: Медицина, 2001. — 616 с.
17. Розенблюм С. А., Цирульников Е. М., Шатилов М. С. и др. Журн. ушн. нос. и горл. бол. — 1991, №1, С. 31–36.
18. Солдатов И. Б. Шум в ушах как симптом патологии слуха. — М., Медицина, 1984. — С. 170–175.
19. Таварткиладзе Г. А. Журн. ушн. нос. и горл. бол. — 2001. — № 3. — С. 38–41.
20. Хиллов К. Л. Отосклероз. — Лен., Медицина, 1965. — С. 2745.
21. Цирульников Е. М., Пудов В. И. Топическая диагностика нарушений слуховой и вестибулярной систем. — М., Медицина, 1987. — С. 7581.
22. Грачев К. В., Лопатко А. И. К вопросу о тактике детской пороговой аудиометрии // Нарушение слуховой и вестибулярной функции (диагностика, прогноз, лечение): Сб. трудов / Под ред. А. А. Ланцова и Е. М. Цирульникова. — СПб: НИИ уха, горла, носа и речи, 1993. — С. 232–240.
23. Sahley T. L., Kalish R. B. Hear Res. 1991, 55(1): 133–142.21.
21. Swanepoel D., Hugo R., Brenda L. Infant Hearing Loss — Silent Epidemic of the Developing World // The Bulletin of the American Academy of Audiology. — 2005. — Vol. 17, № 4. — P. 12–17.

COMBINED EFFECT OF TRANSCRANIAL ELECTROSTIMULATION (TES) AND ACOUSTIC EFFECTS (AB) IN THE COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH SENSORINEURAL HEARING LOSS

Belimova A. A., Ponomarenko G. N., Janov J. K.

◆ **Resume.** Sensorineural hearing loss (SNT) is a topical problem of modern otolaryngology. It was established that violations of pathways auditory system partially reversible, and improvement of hearing can be achieved in the absence of changes in functional properties of auditory nerve fibers, in spite of the oppression of the hair cells. To improve the efficiency thermal power plants in the treatment of the CNT has developed a new method of pulse electrotherapy, combined with the acoustic load (AN) - audioselektivnaya transcranial electrostimulation (APEC), which has selective effects on hair cells of the cochlea. The purpose of the work was the study of therapeutic effects audioselektivnoy transcranial electrostimulation in the combined treatment of patients with acute (SWNTs) and chronic (HSNT) sensorineural hearing loss. The essence of the method is transcranial impact on patients with CNT pulse currents of small amplitude (up to 3 mA), duration of 4 ms with a rectangular bipolar asymmetrical form of pulses, following with a frequency of 77.5 imp.s⁻¹.

◆ **Key words:** sensorineural hearing loss; audioselective transcranial electrostimulation.

◆ Информация об авторах

Белимова Анна Алексеевна — к. м. н., доцент. Кафедра лечебной физкультуры физиотерапии и врачебного контроля ГБОУ ВПО СПбГПМА Минздравсоцразвития России. 194100, СПб, Литовская ул., д. 2. E-mail: a_belimova@mail.ru.

Пономаренко Геннадий Николаевич — д. м. н., профессор заведующий. Кафедра курортологии физиотерапии и врачебного контроля. ВМА им. С. М. Кирова. 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6. E-mail: a_belimova@mail.ru.

Янов Юрий Константинович — д. м. н., профессор, директор. ФГУ ЛОР-НИИ. 190013, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9. E-mail: a_belimova@mail.ru.

Belimova Anna A. — since mc., Assistant professor of medical physical education and physical therapy medical monitoring. GOU VPO SPbGPMA Medical. Litovskaya street 2, Saint-Petersburg, 194100. E-mail: a_belimova@mail.ru.

Ponomarenko Gennady N. — MD, Professor of institu Department of Health Resort blowing physiotherapy and medical Control Military Medical Academy. Kirov. 194044, Saint-Petersburg, Akademika Lebedeva st., 6. E-mail: a_belimova@mail.ru.

Jan Yuri K. — MD, Professor. Director, Federal ENT research institute. 190013, Saint-Petersburg, Bronnickaya st., 9. E-mail: a_belimova@mail.ru.