

Читать
онлайн
Read
online

Сухова А.В., Преображенская Е.А.

Эффективность транскраниальной электростимуляции при коморбидном течении профессиональной тугоухости и гипертонической болезни

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия

Введение. Заболевания сердечно-сосудистой системы, являющиеся дополнительным неблагоприятным фактором развития и прогрессирования профессиональной нейросенсорной тугоухости (ПНСТ), должны учитываться при проведении лечебно-профилактических мероприятий среди работников шумовых профессий.

Цель исследования — оценить эффективность транскраниальной электростимуляции (ТЭС) при коморбидном течении ПНСТ и гипертонической болезни (ГБ) для сохранения здоровья и трудового долголетия.

Материалы и методы. Обследованы две группы больных ПНСТ в сочетании с ГБ. Группа 1 (128 человек) получала только базисную лекарственную терапию, в группе 2 (126 человек) наряду с базисной терапией проводили ТЭС. Динамику лечения оценивали по суточному мониторингованию артериального давления (СМАД), аудиологическим параметрам и показателям качества жизни по опроснику SF-36.

Результаты. В результате лечения у больных группы 2, получавших ТЭС, отмечалась более выраженная положительная динамика показателей СМАД и нормализация суточного профиля артериального давления, установлено повышение адаптационных возможностей организма с уровня «функциональное перенапряжение» до уровня «достаточная, удовлетворительная адаптация». ТЭС способствовала улучшению слуха, что подтверждалось данными тональной пороговой аудиометрии и отоакустической эмиссии и показателями качества жизни SF-36.

Ограничения исследования. Исследование ограничено изучением эффективности применения ТЭС у больных ПНСТ лёгкой и умеренной степени выраженности на фоне ГБ I–II стадий с мягкой и умеренной артериальной гипертензией.

Заключение. Полученные результаты дают основание рекомендовать методику ТЭС в комплексе лечебно-профилактических мероприятий для больных с ПНСТ в сочетании с ГБ для обеспечения наиболее адекватной терапии и эффективной профилактики, направленной на сохранение здоровья и трудового долголетия.

Ключевые слова: производственный шум; профессиональная нейросенсорная тугоухость; гипертоническая болезнь; транскраниальная электростимуляция; лечебно-профилактические мероприятия; суточное мониторирование артериального давления; аудиометрия; качество жизни

Соблюдение этических стандартов. Программа исследования одобрена Комитетом по биомедицинской этике ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (протокол № 16 от 18 февраля 2021 г.).

Согласие пациентов. Каждый участник исследования (или его законный представитель) дал информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании и публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Гигиена и санитария».

Для цитирования: Сухова А.В., Преображенская Е.А. Эффективность транскраниальной электростимуляции при коморбидном течении профессиональной тугоухости и гипертонической болезни. *Гигиена и санитария.* 2022; 101(12): 1493-1498. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1493-1498>
<https://elibrary.ru/gzpwuz>

Для корреспонденции: Сухова Анна Владимировна, доктор мед. наук, зав. отд. восстановительного лечения и медицинской реабилитации ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи. E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

Участие авторов. Все соавторы внесли равнозначный вклад в исследование и подготовку статьи к публикации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 15.07.2022 / Принята к печати: 08.12.2022 / Опубликовано: 12.01.2023

Anna V. Sukhova, Elena A. Preobrazhenskaya

Effectiveness of transcranial electrical stimulation in the comorbid course of occupational hearing loss and hypertension

F.F. Erisman Federal Research Center of Hygiene of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation

Introduction. Diseases of the cardiovascular system, which are an additional unfavourable factor for the development and progression of occupational sensorineural hearing loss (OSNHS), should be taken into account when carrying out therapeutic and preventive measures among workers of noise professions.

The aim of the study was to evaluate the effectiveness of transcranial electrical stimulation (TES) in the comorbid course of OSNHS and arterial hypertension (AH).

Materials and methods. Two groups of OSNHS patients in combination with AH were examined. Group 1 (128 people) received only basic drug therapy, in group 2 (126 people), TES was carried out along with basic therapy. The dynamics of treatment was assessed by daily monitoring of blood pressure (DMBP), audiological parameters, and indicators of the quality of life according to the SF-36 questionnaire.

Results. As a result of treatment, in group 2 of patients receiving TES, there was a more pronounced positive dynamics of DMBP indicators and normalization of the daily blood pressure profile, an increase in the adaptive capabilities of the body from the level of “functional overstrain” to “sufficient, satisfactory adaptation” was found. TES contributed to the improvement of hearing, which was confirmed by the data of tonal threshold audiometry and otoacoustic emission, and indicators of quality of life according to the SF-36 questionnaire.

Limitations. The study is limited to the study of the effectiveness of the use of TES in patients with mild and moderate OSNHS on the background of stage 1-2 AH with mild and moderate arterial hypertension.

Conclusion. The results obtained give grounds to recommend the TPP methodology in a complex of therapeutic and preventive measures for OSNHS patients in combination with AH to ensure the most adequate therapy and effective prevention aimed at preserving health and longevity.

Keywords: industrial noise; professional sensorineural hearing loss; hypertension; transcranial electrical stimulation; therapeutic and preventive measures; daily monitoring for blood pressure; audiometry; quality of life

Compliance with ethical standards. The research program was approved by the Committee on Biomedical Ethics of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, (Protocol No. 16 of February 18, 2021).

Patient consent. Each participant of the study (or his/her legal representative) gave informed voluntary written consent to participate in the study and publish personal medical information in an impersonal form in the journal "Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)".

For citation: Sukhova A.V., Preobrazhenskaya E.A. Effectiveness of transcranial electrical stimulation in the comorbid course of occupational hearing loss and hypertension. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(12): 1493–1498. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1493-1498> <https://elibrary.ru/gzpwuz> (In Russian)

For correspondence: Anna V. Sukhova, MD, PhD, DSci., Head of the Department of Rehabilitation, F.F. Erisman Federal Research Center of Hygiene of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

Information about the authors:

Sukhova A.V., <https://orcid.org/0000-0002-1915-1138> Preobrazhenskaya E.A., <https://orcid.org/0000-0003-1941-0491>

Contribution: All co-authors made an equal contribution to the research and preparation of the article for publication.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: July 15, 2022 / Accepted: December 8, 2022 / Published: January 12, 2023

Введение

Актуальность изучения коморбидности обусловлена её широкой распространённостью в клинике общесоматической и профессиональной патологии. Коморбидность у лиц, страдающих профессиональной нейросенсорной тугоухостью (ПНСТ), является малоизученной проблемой. Вместе с тем производственный шум, будучи биологически активным фактором, обладающим стрессогенной активностью и про-гипертоническим действием, вызывает целый ряд неспецифических реакций со стороны органов и систем, вследствие чего формируется сочетанная патология как ответная реакция организма на данное воздействие [1, 2]. У лиц с ПНСТ гипертоническая болезнь (ГБ) встречается значительно чаще, чем у лиц, имеющих нейросенсорную тугоухость, не связанную с воздействием шума [3].

Ряд исследований свидетельствует, что коморбидная патология в виде таких соматических заболеваний, как ГБ, ИБС, остеохондроз шейного отдела позвоночника, сахарный диабет, оказывает патогенетически значимое синергическое действие на формирование ПНСТ, повышая риск её развития, сокращая сроки возникновения заболевания и усугубляя его течение [2]. По данным Праф В.Ф. и соавт. [4], ГБ увеличивает риск ПНСТ в 1,5 раза, дислипидемия – в 2,8 раза. Наиболее распространённой сопутствующей патологией у лиц лёгких профессий с ПНСТ являлась артериальная гипертензия (АГ) (47,5% обследованных пациентов), что даёт основание расценивать АГ как фактор прогрессирования ПНСТ [5]. Исходя из этого предлагается рассматривать АГ в качестве профессионально обусловленного заболевания у лиц, работающих в условиях производственного шума [6–10].

Следовательно, заболевания сердечно-сосудистой системы, являющиеся дополнительным неблагоприятным фактором, должны учитываться при проведении лечебно-профилактических мероприятий среди работников шумовых профессий.

В последние годы одним из наиболее перспективных методов лечения, направленно влияющих на нормализацию гомеостатических процессов, является транскраниальная электростимуляция (ТЭС), в основе которой лежит воздействие импульсного тока низкой частоты, подавляющее активирующее влияние ретикулярной формации на кору головного мозга и гиппокамп, что приводит к снижению сосудистого тонуса и восстановлению метаболических процессов [11].

Цель исследования – оценить эффективность транскраниальной электростимуляции при коморбидном течении профессиональной тугоухости и гипертонической болезни для сохранения здоровья и трудового долголетия.

Материалы и методы

Обследованы 254 больных с ПНСТ, имеющих лёгкую и умеренную степень снижения слуха в сочетании с ГБ I и II стадии и мягкую и умеренную артериальную гипертензию по степени повышения артериального давления.

Критерии исключения: ГБ III стадии, тяжёлая АГ, перенесённые черепно-мозговые травмы, острые нарушения мозгового кровообращения и транзиторные ишемические атаки в анамнезе, нарушение сердечного ритма, заболевания в стадии декомпенсации, противопоказания к проведению ТЭС.

После первичного обследования больные были разделены на две группы, сопоставимые по возрасту, стажу работы в контакте с шумом, степени выраженности ПНСТ и ГБ (табл. 1).

Группа 1 (128 больных) получала только базисную терапию. Больным группы 2 (126 человек) наряду с базисной терапией проводили ТЭС на аппарате «Трансаир-01»: методика лобно-сосцевидная, воздействие прямоугольными импульсными токами частотой 1000 Гц, сила тока до появления ощущений лёгкого покалывания или безболезненной вибрации под электродами, 30 мин, ежедневно, курс из 10–12 процедур.

Базисное лечение включало медикаментозную сосудистую, метаболическую, антиоксидантную терапию. Все пациенты были консультированы терапевтом (кардиологом), им проводили гипотензивную терапию (бета-блокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (АПФ), антагонисты рецепторов АПФ, мочегонные препараты), и они получили рекомендации по поддержанию здорового образа жизни.

Оценка эффективности лечения основывалась на результатах обследования пациентов до и после курса лечения по показателям суточного мониторирования артериального давления (СМАД) (монитор МДП-НС-02с, «ДМС», Россия), адаптационных возможностей организма по индексу функциональных изменений (ИФИ) [12]. Динамику аудиологических показателей оценивали по данным тональной пороговой аудиометрии (аудиометр GSI-61, США) и отоакустической эмиссии (Eclipse (DPOAE), Interacoustics, Дания). Качество жизни определяли по опроснику SF-36 [13].

Таблица 1 / Table 1

Характеристика обследованных групп
Characteristics of the surveyed groups

Показатель Indicators	Группа 1 – базисное лечение Group 1 Basic treatment n = 128	Группа 2 – базисное лечение + ТЭС Group 2 Basic treatment + transcranial electrical stimulation n = 126
	Возраст, лет / Age, years	45.8 ± 5.3
Стаж работы, лет / Work experience, years	17.7 ± 4.6	18.2 ± 5.5
ПНСТ лёгкой степени, число пациентов (%) Occupational hearing loss of mild degree, patients (%)	84 (65.6)	80 (63.5)
ПНСТ умеренной степени, число пациентов (%) Occupational hearing loss (OHL) of moderate degree, patients (%)	44 (34.4)	46 (36.5)
ГБ I стадии, мягкая АГ, число пациентов (%) Hypertension 1, mild arterial hypertension, patients (%)	23 (18.0)	20 (15.8)
ГБ I стадии, умеренная АГ, число пациентов (%) Hypertension 1, moderate arterial hypertension, patients (%)	16 (12.5)	18 (14.5)
ГБ II стадии, мягкая АГ, число пациентов (%) Hypertension 2, mild arterial hypertension, patients (%)	32 (25.0)	36 (28.6)
ГБ II стадии, умеренная АГ, число пациентов (%) Hypertension 2, moderate arterial hypertension, patients (%)	57 (44.5)	52 (41.3)

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Excel, Statistica 10.0. Для оценки достоверности различий использовали критерий χ^2 и критерий Уилкоксона. Достоверными считались различия при $p < 0,05$.

Соблюдение этических стандартов. Программа исследования одобрена Комитетом по биомедицинской этике ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (протокол № 16 от 18 февраля 2021 г.). Исследования проводились с информированного согласия обследованных пациентов.

Результаты

После курса лечения отмечалось улучшение клинического состояния обследованных пациентов, более выраженное в группе 2. Головная боль, головокружение, нарушение сна, раздражительность уменьшились у 55,6% пациентов в группе 2 и у 35,2% пациентов в группе 1 ($p < 0,05$).

По данным СМАД, на фоне терапии наблюдалось достоверное снижение среднесуточных показателей систолического и диастолического артериального давления (ССАД и СДАД) (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Динамика показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы в процессе лечебно-профилактических мероприятий

Dynamics of indicators of the functional state of the cardiovascular system in the process of therapeutic and preventive measures

Показатель Indicators	Группа 1 – базисное лечение Group 1 Basic treatment		Группа 2 – базисное лечение + ТЭС Group 2 Basic treatment + transcranial electrical stimulation	
	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
<i>Суточное мониторирование артериального давления / Daily monitoring of blood pressure</i>				
ССАД, мм рт. ст. (AVSAD, mm Hg)	145.4 ± 20.5	135.2 ± 17.2*	143.4 ± 15.7	122.7 ± 7.49* #
СДАД, мм рт. ст. (AVDAD, mm Hg)	95.8 ± 8.87	86.6 ± 6.51*	94.3 ± 7.8	82.6 ± 6.7*
ГИВ САД, % (HTI SAD, %)	64.6 ± 3.7	37.8 ± 2.2*	65.8 ± 2.7	24.5 ± 3.3* #
ГИВ ДАД, % (HTI DAD, %)	58.0 ± 2.3	38.0 ± 2.3*	57.7 ± 2.3	23.8 ± 2.5* #
ВУП САД, мм рт. ст. (VMR SAD, mm Hg)	54.3 ± 2.4	45.1 ± 1.2	54.3 ± 2.4	36.4 ± 2.5*
ВУП ДАД, мм рт. ст. (VMR DAD, mm Hg)	37.4 ± 1.5	29.2 ± 1.4	37.4 ± 1.5	22.7 ± 1.3*
СУП САД, мм рт. ст. (SMR SAD, mm Hg)	34.7 ± 0.8	25.1 ± 0.2*	36.6 ± 0.8	19.5 ± 0.3*
СУП ДАД, мм рт. ст. (SMR DAD, mm Hg)	38.5 ± 0.6	22.5 ± 0.3*	38.5 ± 0.6	15.1 ± 0.2*
СИ САД, % (DI SAD, %)	5.3 ± 1.2	11.2 ± 1.7	5.1 ± 1.2	18.2 ± 1.4*
СИ ДАД, % (DI DAD, %)	6.8 ± 1.5	11.3 ± 1.5	5.8 ± 1.5	16.2 ± 1.2*
<i>Оценка адаптационных возможностей организма / Assessment of the adaptive capabilities of the body</i>				
ИФИ IFC	3.15	2.4	3.10	2.1*

Примечание. Здесь и в табл. 3: * – достоверность различия показателей до и после лечения при $p < 0,05$; # – показатели после лечения, достоверно различающиеся в группах 1 и 2; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ССАД – среднесуточное САД; СДАД – среднесуточное ДАД; ГИВ – гипертонический индекс времени; ВУП – величина утреннего подъёма; СУП – скорость утреннего подъёма; СИ – суточный индекс; ИФИ – индекс функциональных изменений.

Note: Here and in Table 3: * – the reliability of the difference in indicators before and after treatment at $p < 0.05$; # – indicators after treatment that significantly differ in groups 1 and 2; SAD – systolic blood pressure; DAD – diastolic blood pressure; AVSAD – average daily SAD; AVDAD – average daily DAD; HTI – hypertensive time index; VMR – value of morning rise; SMR – speed of morning rise; DI – daily index; IFC – index of functional changes.

Таблица 3 / Table 3

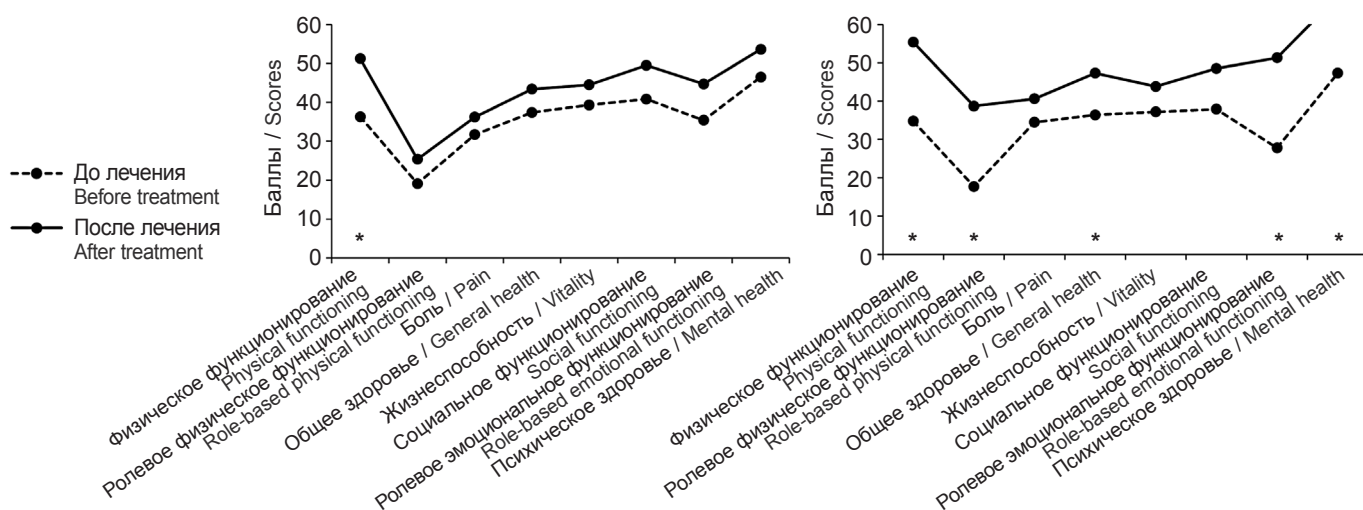
Динамика аудиологических показателей в процессе лечебно-профилактических мероприятий
Dynamics of audiological indicators in the process of therapeutic and preventive measures

Среднегеометрические частоты, Гц Average geometric frequencies, Hz	Группа 1 – базисное лечение Group 1 Basic treatment		Группа 2 – базисное лечение + ТЭС Group 2 Basic treatment + transcranial electrical stimulation	
	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
<i>Показатели тональной аудиометрии – пороги слуха по воздушной проводимости, дБ / Indicators of tonal audiometry – hearing thresholds for air conduction, dB</i>				
125	11.1 ± 0.8	10.8 ± 0.6	10.6 ± 0.8	10.4 ± 0.7
250	11.1 ± 0.7	10.7 ± 0.8	10.6 ± 0.7	10.2 ± 0.8
500	11.1 ± 0.8	10.8 ± 0.8	10.6 ± 0.9	10.3 ± 0.8
1000	11.3 ± 1.3	10.2 ± 1.1	12.5 ± 1.2	9.2 ± 0.9
2000	26.2 ± 1.2	24.8 ± 1.0	27.2 ± 1.3	22.8 ± 1.1*
4000	51.4 ± 2.8	48.6 ± 2.2	54.9 ± 2.9	48.9 ± 2.4*
6000	53.4 ± 3.1	49.9 ± 2.8	56.8 ± 3.0	48.9 ± 2.9*
8000	50.6 ± 3.1	48.6 ± 2.8	53.2 ± 3.2	50.6 ± 2.8
<i>Показатели отоакустической эмиссии (ОАЭ) – величина амплитуды ОАЭ, дБ / Indicators of otoacoustic emission (IOE) – the magnitude of the amplitude of the IOE, dB</i>				
1000	8.1 ± 0.6	8.36 ± 0.68	7.9 ± 0.66	8.19 ± 0.76
2000	3.2 ± 0.85	4.1 ± 0.78	2.9 ± 0.92	4.5 ± 0.72*
4000	-4.6 ± 0.72	-2.59 ± 0.77	-4.2 ± 0.91	-1.5 ± 0.82*
6000	-6.3 ± 0.9	-6.51 ± 0.88	-6.8 ± 0.93	-7.1 ± 0.9

Гипертонический индекс времени (ГИВ) САД и ДАД, оценивающий время, в течение которого регистрируется повышенное артериальное давление (АД), на фоне лечения снизился в обеих группах. Однако у пациентов, которые прошли курс лечения с применением ТЭС (группа 2), установлена более выраженная положительная динамика ($p < 0,05$). Положительная динамика по показателям величины утреннего подъёма (ВУП) и скорости утреннего подъёма (СУП) САД и ДАД отмечена у больных группы 2, получавших ТЭС ($p < 0,05$). Суточный индекс (СИ), который оценивает суточный ритм и степень ночного снижения АД и характеризует риск развития сердечно-сосудистых осложнений, достоверно увеличился в группе 2 на 11–13% ($p < 0,05$), тогда как в группе 1 СИ САД и ДАД увеличился только на 5–6%.

На фоне лечения доля больных с нормальным суточным ритмом АД («дипперы») стала больше в группе 2, получавшей ТЭС (с 45 до 65%), по сравнению с группой 1 (с 43 до 50%). Одновременно снизилась доля пациентов, относящихся к категориям «нондипперы» (недостаточная степень ночного снижения АД, СИ более 10%) и «овердипперы» (избыточная степень ночного снижения АД, СИ более 20%).

В результате лечения у больных, получавших ТЭС (группа 2), отмечалась более выраженная положительная динамика адаптационных возможностей организма ($p < 0,05$). По уровню ИФИ больные этой группы перешли из категории «функциональное перенапряжение» в категорию «достаточная, удовлетворительная адаптация» (см. табл. 2).



Показатели опросника качества жизни SF-36 до и после лечения.

* – достоверность различия показателей до и после лечения при $p < 0,05$.

Indicators of the SF-36 quality of life questionnaire before and after treatment.

* – the reliability of the difference in indicators before and after treatment at $p < 0.05$.

Применение ТЭС в лечении больных ПНСТ на фоне ГБ способствовало улучшению слуховой функции, уменьшению субъективной симптоматики (шума в ушах), повышению разборчивости речи у 40% больных группы 2 и 25% больных группы 1.

Улучшение слуха, по данным тональной пороговой аудиометрии, выявлено у 50% больных в группе 2 и у 30% в группе 1 ($p < 0,05$). Средние величины порогов слуха по воздушной проводимости достоверно снизились в группе больных, получавших ТЭС: прирост слуха в области разговорных частот составил 5,6 дБ ($p < 0,05$), в диапазоне высоких частот — 6–8 дБ ($p < 0,05$). У пациентов группы 1 достоверной динамики порогов слуха отмечено не было, что сочеталось с сохранением жалоб на шум в ушах и снижение разборчивости речи. При этом в обеих сравниваемых группах улучшение слуха наблюдалось преимущественно у пациентов, имевших лёгкую степень снижения слуха. Положительный эффект ТЭС-терапии подтверждался данными регистрации отоакустической эмиссии (ОАЭ) на частоте продукта искажения. После лечения у пациентов группы 2 регистрировалось статистически значимое увеличение амплитуды ответного сигнала ОАЭ на частотах 2000 и 4000 Гц, тогда как в группе 1 достоверной динамики этого показателя выявлено не было (табл. 3).

Комбинированная терапия с применением ТЭС оказала положительное влияние на основные параметры качества жизни больных. У больных группы 2 отмечено достоверное повышение показателей, отражающих физическую составляющую здоровья (физическое функционирование, ролевое физическое функционирование, общее здоровье; $p < 0,05$), а также отмечали нормализацию показателей психического здоровья ($p < 0,05$). У больных группы 1 достоверной оказалась только положительная динамика по показателю физического функционирования ($p < 0,05$) (см. рисунок).

Обсуждение

Для ПНСТ на фоне ГБ характерно прогрессирующее течение даже после прекращения контакта с шумом, что приводит к ограничению жизнедеятельности и трудоспособности, снижению качества жизни, ограничению социального функционирования [14]. Современная медицина труда диктует необходимость комплексного подхода к разработке профилактических мероприятий, позволяющих эффективно воздействовать на течение профессиональной и коморбидной общесоматической патологии с учётом патогенетической взаимосвязи имеющихся нарушений [15].

Общность патофизиологических механизмов ПНСТ и ГБ позволяет объяснить эффективность ТЭС при коморбидном течении этих заболеваний. Производственный шум является фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний, сопровождающихся развитием преимущественно обусловленной эндотелиальной дисфункцией [6], которая в свою очередь приводит к изменению реологических свойств крови и системы гомеостаза, нарушению микроциркуляции в структурах внутреннего уха, что является одним из патогенетических механизмов ПНСТ [16]. ТЭС-терапия признана

одним из действенных методов улучшения состояния эндотелиальной функции сосудов [11].

Одним из механизмов положительного эффекта ТЭС в нашем исследовании может быть активация эндорфинных структур антиноцицептивной системы, которая приводит к увеличению синтеза оксида азота, оказывающего прямое воздействие на тонус сосудов. Следствием становится повышение активности протеинкиназы С и тирозинкиназы, играющих важную роль во внутриклеточной передаче сигнала, что улучшает регуляторные взаимоотношения структур головного мозга [17], восстанавливает центральную регуляцию гемодинамики и приводит к нормализации периферического кровообращения [18, 19]. Гипотензивный эффект при применении ТЭС можно объяснить улучшением показателей адаптационных реакций, снижением уровня кортизола и β -адренергической реактивности мембран эритроцитов (β -АРМ) [20]. В другом исследовании установлено, что ТЭС повышает эффективность восстановительного лечения больных ГБ работников социальной сферы [17] и лечения психосоматических расстройств у работников промышленных предприятий [21] за счёт коррекции психоэмоционального статуса, нормализации деятельности вегетативной нервной системы, улучшения функционального состояния организма.

При обсуждении вопроса об эффективности ТЭС в коррекции нарушений слуховой функции при ПНСТ следует отметить несколько моментов. Во-первых, морфологическим субстратом шумовой тугоухости являются дегенеративно-дистрофические изменения волосяных клеток кортиевого органа. Во-вторых, в патогенезе ПНСТ имеют место изменения церебрального гомеостаза дезадаптационного характера, проявляющиеся нарушениями межполушарных и корково-подкорковых взаимосвязей головного мозга [19, 22, 23]. В нашем исследовании репаративный и антигипоксический эффекты ТЭС [8, 18] проявились в улучшении регуляторных взаимоотношений структур головного мозга [17] и функции слуховых рецепторов внутреннего уха, о чём свидетельствовали показатели тональной пороговой аудиометрии и ОАЭ на фоне проводимой терапии.

Ограничения исследования. Исследование ограничено изучением эффективности применения ТЭС у больных ПНСТ лёгкой и умеренной степени выраженности на фоне ГБ I и II стадий с мягкой и умеренной АГ.

Заключение

Транскраниальная электростимуляция даёт выраженный клинический эффект при коморбидном течении ПНСТ и гипертонической болезни, поскольку способствует снижению АД и нормализации его суточного профиля, повышению адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы, улучшению слуха, а также улучшает качество жизни больных. Полученные результаты дают основание рекомендовать методику ТЭС в комплексе лечебно-профилактических мероприятий для больных с ПНСТ в сочетании с ГБ для обеспечения наиболее адекватной терапии и эффективной профилактики, направленной на сохранение здоровья и трудового долголетия.

Литература

(п.п. 7–9, 13 см. References)

1. Спирин В.Ф., Старшов А.М. К некоторым проблемам хронического воздействия производственного шума на организм работающих (обзор литературы). *Анализ риска здоровью*. 2021; (1): 186–96. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.19>
2. Федина И.Н., Преображенская Е.А., Серебряков П.В., Панкова В.Б. Экстраауральные эффекты при профессиональной тугоухости. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(6): 531–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-531-536>
3. Ильяева Е.Н. Медико-социальные аспекты потери слуха в трудоспособном возрасте. *Медицина труда и промышленная экология*. 2009; 49(12): 32–8.
4. Пфаф В.Ф., Горохова С.Г., Лузина К.Э., Янушкина Е.С., Пригоровская Т.С., Мурасева Е.В. и др. Профессиональная тугоухость у работников локомотивных бригад и её ассоциация с факторами риска. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; 56(2): 33–7.
5. Харитонов О.И., Потеряева Е.Л., Кругликова Н.В. Профессиональная нейросенсорная тугоухость у членов экипажей воздушных судов гражданской авиации. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; 55(6): 12–4.
6. Землянова М.А., Зайцева Н.В., Кирьянов Д.А., Шляпников Д.М., Лебедева Т.М. Биомаркеры производственно-обусловленной

- эндотелиальной дисфункции у работников рудо-обогатительных производств в условиях длительной экспозиции шума. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 56–62. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-56-62>
10. Тиунова М.И., Власова Е.М., Носов А.Е., Устинова О.Ю. Влияние производственного шума на развитие артериальной гипертензии у работников металлургических производств. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(4): 264–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-4-264-267>
 11. Токарева С.В., Токарев А.Р., Панышина М.В. Способы выявления кардиометаболического риска у людей с висцеральным ожирением и возможности его комплексной коррекции методами лазерного излучения и транскраниальной электростимуляции (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2019; (4): 152–67. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16496>
 12. Баевский Р.М., Берсенева А.П. *Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний*. М.: Медицина; 1997.
 14. Дьякович М.П., Семенikhин В.А., Раудина С.Н. Качество жизни, связанное со здоровьем, у пациентов с сенсоневральной тугоухостью профессионального генеза. *Медицина в Кузбассе*. 2017; 16(4): 80–5.
 15. Казимирова О.В., Газалиева М.А. Перспективы изучения коморбидных состояний в клинической медицине. *Медицина и экология*. 2017; (3): 8–16.
 16. Благинина Т.Ф., Болотнова Т.В. Нейросенсорная тугоухость – предиктор эндотелиальной дисфункции при некоторых неинфекционных заболеваниях у работающих (обзор междисциплинарных исследований). *Кубанский научный медицинский вестник*. 2020; (2): 113–26. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-113-126>
 17. Смирнова И.Н., Алайцева С.В., Антипова И.И., Тицкая Е.В., Бредихина Е.Ю. Транскраниальная электростимуляция в коррекции адаптационно-психологического статуса у больных гипертонической болезнью с хроническим эколого-производственным психоэмоциональным напряжением. *Медицина и образование в Сибири*. 2013; (6): 31.
 18. Андреева И.Н., Акишина И.В. Транскраниальная электростимуляция. *Астраханский медицинский журнал*. 2012; 7(1): 22–7.
 19. Зюзина Н.А., Елисеева Л.Н., Каде А.Х. Повышение эффективности гипотензивной терапии с помощью транскраниальной электротерапии В кн.: *Транскраниальная электростимуляция: экспериментально-клинические исследования*. СПб.; 2005: 237–43.
 20. Смирнова И.Н., Люберцева Е.И., Бредихина Е.Ю., Барабаш Л.В. Транскраниальная и нейроадаптивная электростимуляция в лечении больных с гипертонической болезнью: сравнительный анализ эффективности. *CardioSomatika*. 2017; 8(1): 70–1.
 21. Хадартцев А.А., Токарев А.Р., Токарева С.В., Хромушин В.А. Транскраниальная электростимуляция в лечении психосоматических расстройств у работников промышленного предприятия. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019; (2): 39–44. <https://doi.org/10.17116/kurort20199602139>
 22. Дроздова Т.В., Моренко В.М. Межполушарное взаимодействие биопотенциалов головного мозга при нейросенсорной тугоухости профессионального генеза. *Медицина труда и промышленная экология*. 2008; 48(4): 19–24.
 23. Рукавишников В.С., Панков В.А., Кулешова М.В., Катаманова Е.В., Картаполова Н.В., Русанова Д.В. и др. Теории сенсорного конфликта при воздействии физических факторов: основные положения и закономерности формирования. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; 55(4): 1–6.
-
- ### References
1. Spirin V.F., Starshov A.M. On certain issues related to chronic exposure to occupational noise and impacts exerted by it on workers' bodies (literature review). *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (1): 186–96. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.19> (in Russian)
 2. Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Serebryakov P.V., Pankova V.B. Extraaural effects in the occupational hearing loss. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(6): 531–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-531-536> (in Russian)
 3. Il'kaeva E.N. Medical and social aspects of deafness at able bodied age. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2009; 49(12): 32–8. (in Russian)
 4. Pfaf V.F., Gorokhova S.G., Luzina K.E., Yanushkina E.S., Prigorovskaya T.S., Muraseeva E.V., et al. Occupational deafness in workers of locomotive crew and its association with risk factors. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016; (2): 33–7. (in Russian)
 5. Kharitonova O.I., Poteryaeva E.L., Kir'yanov D.A., Shlyapnikov D.M., Lebedeva T.M. Biomarkers of work-related endothelial dysfunction in employees of ore-dressing production occupied in conditions of long-term noise exposure. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(1): 56–62. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-56-62> (in Russian)
 7. Chen S., Ni Y., Zhang L., Kong L., Lu L., Yang Z., et al. Noise exposure in occupational setting associated with elevated blood pressure in China. *BMC Public Health*. 2017; 17(1): 107. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4050-0>
 8. Stokholm Z.A., Bonde J.P., Christensen K.L., Hansen A.M., Kolstad H.A. Occupational noise exposure and the risk of hypertension. *Epidemiology*. 2013; 24(1): 135–42. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31826b7f76>
 9. Li X., Dong Q., Wang B., Song H., Wang S., Zhu B. The influence of occupational noise exposure on cardiovascular and hearing conditions among industrial workers. *Sci. Rep*. 2019; 9(1): 11524. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47901-2>
 10. Tiunova M.I., Vlasova E.M., Nosov A.E., Ustinova O.Yu. Influence of industrial noise on the development of arterial hypertension in workers of metallurgical manufactures. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(4): 264–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-4-264-267> (in Russian)
 11. Tokareva S.V., Tokarev A.R., Pan'shina M.V. Methods to identify cardiometabolic risk in people with visceral obesity and the possibilities of its complex correction by methods of laser radiation and transcranial electrostimulation (literature review). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie*. 2019; (4): 152–67. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16496> (in Russian)
 12. Baevskiy R.M., Berseneva A.P. *Assessment of the Adaptive Capabilities of the Body and the Risk of Developing Diseases [Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i risk razvitiya zabolevaniy]*. Moscow: Meditsina; 1997. (in Russian)
 13. Ware J.E., Kosinski M., Keller S.D. *SF-36 Physical and Mental Health Summary Scales: A User's Manual*. The Health Institute, New England Medical Center. Boston, Mass. 1994.
 14. D'yakovich M.P., Semikhin V.A., Raudina S.N. Health-related quality of life in the patients with the sensorineural hearing loss of professional genesis. *Meditsina v Kuzbasse*. 2017; 16(4): 80–5. (in Russian)
 15. Kazimirova O.V., Gazaliev M.A. Prospects for the study of comorbid states in clinical medicine. *Meditsina i ekologiya*. 2017; (3): 8–16. (in Russian)
 16. Blaginina T.F., Bolotnova T.V. Sensorineural hearing loss as a predictor of endothelial dysfunction in some non-communicable diseases in the working population (a review of interdisciplinary studies). *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*. 2020; (2): 113–26. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-113-126> (in Russian)
 17. Sмирнова И.Н., Алайцева С.В., Антипова И.И., Тицкая Е.В., Бредихина Е.Ю. Transcranial electrical stimulation in correction of adaptic and psychological status at patients with idiopathic hypertension with chronic ecological occupational psychoemotional stress. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*. 2013; (6): 31. (in Russian)
 18. Андреева И.Н., Акишина И.В. The transcranial electrostimulation. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2012; 7(1): 22–7. (in Russian)
 19. Zyuuzina N.A., Eliseeva L.N., Kade A.Kh. Improving the effectiveness of antihypertensive therapy with transcranial electrotherapy. In: *Transcranial Electrical Stimulation: Experimental and Clinical Studies [Transkranial'naya elektrostimulyatsiya: eksperimental'no-klinicheskie issledovaniya]*. St. Petersburg; 2005: 237–43. (in Russian)
 20. Sмирнова И.Н., Люберцева Е.И., Бредихина Е.Ю., Барабаш Л.В. Transcranial and neuroadaptive electrical stimulation in the treatment of patients with hypertension: a comparative analysis of effectiveness. *CardioSomatika*. 2017; 8(1): 70–1. (in Russian)
 21. Khadartsev A.A., Tokarev A.R., Tokareva S.V., Khromushin V.A. The role of transcranial electrostimulation in the treatment of psychosomatic disorders in industrial workers. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 2019; (2): 39–44. <https://doi.org/10.17116/kurort20199602139> (in Russian)
 22. Drozdova T.V., Morenko V.M. Interhemispheric interaction of brain potentials in neurosensory deafness due to occupational factors. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2008; 48(4): 19–24. (in Russian)
 23. Rukavishnikov V.S., Pankov V.A., Kuleshova M.V., Katamanova E.V., Kartapol'tseva N.V., Rusanova D.V., et al. On theory of sensory conflict under exposure to physical factors: main principles and concepts of formation. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015; 55(4): 1–6. (in Russian)