https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1323-1327

Original article

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2021

Читать онлайн

Волгарева А.Д.[1], Шайхлисламова Э.Р.[1,2], Галлямова С.А.[1], Гимранова Г.Г.[1,2], Шаповал И.В.[1], Чудновец Г.М.[1], Хафизова А.С.[1]

Совершенствование методов диагностики профессиональной потери слуха

[1]ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа, Россия;
[2]ФГБОУ ВО«Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 450008, Уфа, Россия

Введение. *Поскольку доля нейросенсорной тугоухости в структуре профессиональной заболеваемости в Российской Федерации увеличилась в 2018 году в 1,5 раза по сравнению с 2007 годом, крайне важно обеспечить достоверность результатов диагностических исследований для установления факта нарушения слуха в результате действия производственного шума.*
Материалы и методы. *Ретроспективно за период 2008–2017 гг. проведён анализ распространённости и динамики профессиональной потери слуха в Республике Башкортостан (РБ). Объективизация состояния слухового сенсорного анализатора проведена 30 пациентам с профессиональной потерей слуха с помощью тональной пороговой аудиометрии и регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов.*
Результаты. *В РБ количество профессиональных заболеваний, вызванных воздействием физических факторов, возросло в 2 раза, в основном за счёт профессиональной потери слуха с лёгкой степенью течения процесса. Полученные показатели коротколатентных слуховых вызванных потенциалов определили различие латентностей зарегистрированных потенциалов, амплитуд и интервалов у лиц с нарушением слуховой функции профессионального генеза и у лиц из контрольной группы, не имеющих производственный акустический контакт.*
Заключение. *Рост числа больных с профессиональной потерей слуха требует разработки мероприятий по их своевременной и объективной диагностике и медицинскому обслуживанию. Метод регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов является чувствительным и достаточно информативным при диагностике потерь слуха от воздействия производственного шума.*

Ключевые слова: *производственный шум; профессиональная нейросенсорная тугоухость; тональная пороговая аудиометрия; коротколатентные слуховые вызванные потенциалы*

Для цитирования: Волгарева А.Д., Шайхлисламова Э.Р., Галлямова С.А., Гимранова Г.Г., Шаповал И.В., Чудновец Г.М., Хафизова А.С. Совершенствование методов диагностики профессиональной потери слуха. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1323-1327. https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1323-1327

Для корреспонденции: *Волгарева Альфия Динисламовна*, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа. E-mail: ad-volgareva@yandex.ru

Участие авторов: *Волгарева А.Д.* – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; *Шайхлисламова Э.Р.*, *Гимранова Г.Г.* – концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; *Галлямова С.А.* – сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста; *Шаповал И.В.* – сбор и обработка материала, статистическая обработка; *Чудновец Г.М.*, *Хафизова А.С.* – сбор и обработка материала.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 06.05.2021 / Принята к печати: 28.09.2021 / Опубликована: 30.11.2021

Alfiya D. Volgareva[1], Elmira R. Shaikhlislamova[1,2], Svetlana A. Gallyamova[1], Galina G. Gimranova[1,2], Inna V. Shapoval[1], Guzel M. Chudnovets[1], Alsu S. Hafizova[1]

Improving methods for diagnosing occupational hearing loss

[1]Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation;
[2]Bashkir State Medical University, Ufa, 450008, Russian Federation

Introduction. *Since the share of sensorineural hearing loss in the structure of occupational morbidity in the Russian Federation increased by 1.5 times in 2018 compared to 2007, it is essential to ensure the reliability of the results of diagnostic studies to establish the fact of hearing impairment as a result of occupational noise.*
Materials and methods. *Retrospectively for the period 2008-2017 the analysis of the prevalence and dynamics of occupational hearing loss in the Republic of Bashkortostan (RB) was carried out. Objectification of the state of the auditory sensory analyzer was carried out in 30 patients with occupational hearing loss using tonal threshold audiometry and registration of short-latency auditory evoked potentials.*
Results. *In the RB, the number of occupational diseases caused by exposure to physical factors has doubled, mainly due to occupational hearing loss with a mild course of the process. The obtained indicators of short-latency auditory evoked potentials determined the difference in the latencies of the recorded potentials, amplitudes and intervals in persons with impaired auditory function of professional origin and in a group of persons from the control group who did not have industrial acoustic contact.*
Conclusion. *The increase in the number of patients with occupational hearing loss requires the development of measures for their timely and objective diagnosis and medical care. The method of recording short-latency auditory evoked potentials is sensitive and quite informative in diagnosing hearing loss from exposure to occupational noise.*

Keywords: *occupational noise; professional sensorineural hearing loss; tonal threshold audiometry; short-latency auditory evoked potentials*

For citation: Volgareva A.D., Shaikhlislamova E.R., Gallyamova S.A., Gimranova G.G., Shapoval I.V., Chudnovets G.M., Hafizova A.S. Improving methods for diagnosing occupational hearing loss. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(11): 1323-1327. https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1323-1327 (In Russ.)

https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1323-1327

Оригинальная статья

For correspondence: *Alfiya D. Volgareva*, MD, PhD, Senior Researcher of the Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation. E-mail: ad-volgareva@yandex.ru

Information about authors:

Volgareva A.D., https://orcid.org/0000-0002-4875-1247
Shapoval I.V., https://orcid.org/0000-0002-3258-2477
Gimranova G.G., https://orcid.org/0000-0002-8476-1223
Hafizova A.S., https://orcid.org/0000-0002-3428-0085
Gallyamova S.A., https://orcid.org/0000-0001-9457-1274
Shaikhlislamova E.R., https://orcid.org/0000-0002-6127-7703
Chudnovets G.M., https://orcid.org/0000-0002-5807-2037

Contribution. *Volgareva A.D.* — concept and design of research, writing, editing; *Shaykhlislamova E.R.; Gimranova G.G.* — concept and study design, editing; *Gallyamova S.A.* — collection and processing, statistical analysis, writing of the text; *Shapoval I.V.* — collection and processing, statistical processing; *Chudnovets G.M., Hafizova A.S.* — collection and processing of the material. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: May 6, 2021 / Accepted: September 28, 2021 / Published: November 30, 2021

Введение

В Российской Федерации (РФ) наибольший удельный вес в структуре профессиональной патологии занимают заболевания, связанные с воздействием физических факторов. Их доля в общей структуре заболеваемости в 2019 году увеличилась и составила 51,15%. При этом по-прежнему превалирует профессиональная нейросенсорная тугоухость (ПНСТ) – 54,38% (по данным 2019 года) от числа всех заболеваний в группе, в то время как в общей структуре профессиональных заболеваний (ПЗ) удельный вес этой патологии достигает 26,02% [1–6].

С одной стороны, это связано с ростом механизации и автоматизации современного производства и, как следствие, с увеличением контингента лиц, подвергающихся их влиянию, с другой – длительным использованием устаревшего оборудования, не отвечающего санитарным нормам. Износ основных производственных средств на многих предприятиях сегодня достигает 60–70% [7, 8].

Расстройства слуховой функции, возникающие при действии шума, имеют как медицинские, так и социально-экономические аспекты. Для установления диагноза, решения вопроса связи заболевания с профессией и профессиональной пригодности работника необходимо обеспечить достоверность результатов исследований. В связи с этим большое значение имеют аудиометрические исследования, которые позволяют дифференцировать тип тугоухости и сравнить результаты, полученные ранее. Но зачастую сопутствующая патология у стажированных рабочих маскирует типичную клинико-аудиологическую картину ПНСТ, вызывая затруднения при решении экспертных вопросов относительно этиологии заболевания [9–11].

В случаях затруднительной дифференциальной диагностики и исключения симуляции и аггравации при решении экспертных вопросов широкое применение нашли современные методы исследований, такие как отоакустическая эмиссия, импедансометрия, высокочастотная аудиометрия. Достаточно информативным методом, позволяющим достоверно выявить нарушения слуха, является исследование коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (КСВП).

Ключевым отличием исследования КСВП от тональной пороговой аудиометрии (ТПА) считается её объективность, так как результаты не зависят от воли пациента, поскольку информация о состоянии слухового анализатора и уровне его поражения возникает в ответ на звуковую стимуляцию с поверхности головы [12–15].

В норме КСВП состоит из 7 пиков (потенциалов). Источником генерации I потенциала является слуховая порция восьмого черепно-мозгового нерва у входа в ствол, II потенциала – слуховое ядро. III потенциал генерируется по ходу нервных путей через верхние оливы. Генераторы IV и V потенциалов находятся в верхней части моста и нижней части среднего мозга, VI и VII потенциалов – в медиальном коленчатом ядре и дистальной части слуховой радиации. При низких пороговых уровнях стимуляции первым из всех пиков КСВП регистрируется пик V, его особенностью является то, что он самый высокоамплитудный, в то время как регистрация остальных пиков происходит только при надпороговых уровнях стимуляции. В случае отсутствия КСВП-ответа при стимуляции тонами уровнем звукового давления 90 дБ нПС можно думать о наличии грубых нарушений в центральных отделах слухового анализатора [16–19].

Цель работы – анализ распространённости профессиональной потери слуха в Республике Башкортостан за десятилетний период (2008–2017 гг.) и оценка состояния слухового сенсорного анализатора у пациентов с помощью метода КСВП.

Материалы и методы

Изучение распространённости и динамики профессиональной потери слуха выполнено по журналам регистрации впервые зарегистрированных ПЗ в клинике ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» за период с 2008 по 2017 год. Информационной базой также служили статистические материалы Росстата и Башкортостанстата, Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Аудиологическое обследование включало проведение ТПА на аппаратуре фирмы Interacoustics (Дания).

Регистрацию КСВП проводили на многофункциональном комплексе «Нейро-МВП» фирмы Нейрософт (Россия) у 30 пациентов с профессиональной потерей слуха. Контрольную группу составили 30 человек, не подвергавшихся воздействию шума на рабочих местах. КСВП регистрировали с поверхности головы: активные электроды располагали на сосцевидных отростках с обеих сторон. В качестве референта использовали вертекс – в точке Cz или на лбу – в точке Fpz. Заземление фиксировали на лбу в точке Fpz. В качестве стимула использовали короткий акустический щелчок длительностью 0,1 мс, с интенсивностью стимула, превышающей предполагаемый порог слуха на 20–30 дБ нПС. Диапазон интенсивностей стимула по воздушной проводимости составлял от 10 до 100 дБ нПС. Стимул подавался через наушники. Окно (эпоха) анализа для КСВП составляло 10–15 мс, число усреднений – 2000. Для оценки степени снижения слуха при определении порогов КСВП ориентировались на порог обнаружения пика V. Порог КСВП на короткие тональные посылки являлся показателем оценки снижения слуха. Обследование проводили, начиная с уровня стимула 60 дБ нПС, постепенно снижая его до уровня полного отсутствия. Порогом потенциала считали последний уровень, при котором отмечено его присутствие. При отсутствии потенциала при стимуле 60 дБ нПС уровень повышали до его обнаружения. Анализировали следующие факторы: порог возникновения/отсутствия пика, их латентность, межпиковые интервалы, морфологию волн, межушную симметрию/асимметрию латентности пика V.

Статистические методы анализа включали оценку вероятности различий между сравниваемыми величинами по *t*-критерию Стьюдента общепринятыми методами вариационной статистики.

Original article

Результаты

В течение анализируемого периода клиникой ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» установлено 1235 случаев ПЗ. Удельный вес заболеваний, связанных с воздействием физических факторов производства, в общей структуре ПЗ составил 28,5%, среди которых ПНСТ принадлежало лидирующее место, а показатели увеличились в 1,5 раза – с 35,1% (в 2008–2012 гг.) до 53,6% (в 2013–2017 гг.). Кроме того, наметилась тенденция роста удельного веса ПНСТ в общей структуре профессиональной патологии с 25,6 до 31,9%. Чаще профессиональную потерю слуха устанавливали у лиц, чья деятельность связана с вождением различных транспортных средств, – 24,3%, работников агропромышленного комплекса – 22,1%, проходчиков – 9,4%, слесарей механосборочных работ – 8,5%, бурильщиков – 5%.

Риску развития ПНСТ в 97,5% случаев подвержены мужчины. Средний возраст пациентов с ПНСТ составил 55,8 ± 0,4 года, средний стаж работы на момент установления тугоухости – 24,4 ± 0,6 года. Лёгкая степень тугоухости была установлена в 75,2% случаев, при этом средний возраст пациентов составил 55,6 ± 0,47 года, стаж работы – 23 ± 0,6 года. Умеренная степень потери слуха составила 18,5% при среднем возрасте 56,8 ± 0,85 года и стаже 28,8 ± 1,2 года; значительная степень тугоухости – 6,4% при среднем возрасте 55,4 ± 1,2 года и стаже работы 31,3 ± 2,4 года. Заболевание в 91,1% случаев регистрировали в предпенсионном и пенсионном возрасте (по возрасту в 79,6% и по стажу в 20,4% случаев).

Анализ результатов ТПА у работников различных видов экономической деятельности выявил повышение порогов слуха как на высоких, так и на речевых и низких частотах. Наибольшее повышение порогов наблюдалось на высоких частотах.

У пациентов с ПНСТ порог регистрации КСВП чётко идентифицировался при минимальном уровне акустического стимула от 30 дБ нПС и более, в зависимости от степени тугоухости. Основными ориентирами при определении порога КСВП служили III и V пики, которые позволили оценить топику поражения. Происходило уменьшение амплитуды пиков КСВП и увеличение латентных периодов КСВП при снижении интенсивности стимула. Средние значения показателей КСВП приведены в таблице.

Сравнительный анализ средних значений КСВП выявил достоверные увеличения по всем латентностям зарегистрированных потенциалов у пациентов с ПНСТ по сравнению с контрольной группой. Более значимое увеличение латентности было характерно для I и II потенциалов ($p < 0,001$), источником генерации которых являются дистальная и проксимальные части слухового нерва. Данные признаки КСВП соответствовали нарушениям на периферическом уровне, что дало основание исключить наличие центрального поражения слухового анализатора.

Показатели латентности III, IV, V потенциалов незначительно отличались от показателей контрольной группы ($p < 0,01$, $p < 0,05$), что может свидетельствовать о лёгком нарушении стволовых структур слухового анализатора.

Отмечалась низкая амплитуда выделяемых потенциалов у основной группы ($p < 0,001$), межпиковые интервалы I–III ($p < 0,001$), I–V были длиннее, а соотношение амплитуд V/I у лиц с ПНСТ превышало 250% ($p < 0,001$).

Средние значения показателей коротколатентных слуховых вызванных потенциалов

Average values of indicators of short-latency auditory evoked potentials (SLAEP)

Параметр КСВП SLAEP parameters	Потенциал Potential	Группа Group	
		контрольная Control *n* = 30	основная Main *n* = 30
Латентность, мс Latency, ms	I	1.50 ± 0.03	2.03 ± 0.04***
	II	2.22 ± 0.05	3.40 ± 0.20***
	III	3.60 ± 0.04	3.98 ± 0.06**
	IV	4.90 ± 0.07	5.01 ± 0.07
	V	5.50 ± 0.03	5.60 ± 0.04*
Амплитуда, мкВ Amplitude, μV	I	0.28 ± 0.006	0.23 ± 0.005***
	III	0.23 ± 0.20	0.18 ± 0.10
	V	0.40 ± 0.20	0.37 ± 0.20
Интервалы, мс Intervals, ms	I–III	1.83 ± 0.04	2.01 ± 0.05***
	I–V	3.82 ± 0.05	3.88 ± 0.04
Соотношение амплитуд, V/I, мкВ Amplitudes ratio, V/I, MV		0.85 ± 0.02	2.52 ± 0.07***

Примечание. Note. * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.001$.

Обсуждение

Длительное воздействие высокого уровня шума представляет серьёзную проблему для здоровья работников предприятий, поскольку является прямой причиной развития индуцированной шумом потери слуха [20], а также связано с риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, артериальной гипертензии [21, 22], ишемической болезни сердца, нарушения обменных процессов, повышения уровня холестерина [23] и др.

В 2010 году Всемирная организация здравоохранения сообщила о 16%-й распространённости вызванной шумом профессиональной потери слуха [24]. По данным проведённых в США и Скандинавии исследований, отраслью с наибольшей долей работников, подвергающихся воздействию шума выше 85 дБ, является добыча полезных ископаемых [20, 25–27]. В Южной Африке около 73,2% работников шахт подвергались воздействию шума, уровень которого превышал 85 дБА [28]; при этом шумовая болезнь является третьим наиболее часто регистрируемым профессиональным заболеванием [29].

В РБ в структуре профессиональной патологии, связанной с воздействием физических факторов, наблюдается общероссийская тенденция увеличения доли ПНСТ. Особенностями формирования и течения ПНСТ явились преобладание лёгкой степени потери слуха (75,2%), удлинение сроков её развития (более 22 лет), а также увеличение возраста больных на момент установления тугоухости.

Как правило, вызывают определённые трудности диагностика и установление причинно-следственных связей нарушений слуха с профессиональной деятельностью у пациентов старших возрастных групп с сопутствующей патологией системы кровообращения. В данном случае эффекты воздействия шума, возрастные и возникающие сосудистые нарушения органа слуха развиваются одновременно и оказывают влияние на профиль аудиометрической кривой и степень выраженности тугоухости. Результатами исследования зарубежных авторов показано, что вызванная шумом потеря слуха у мужчин – рабочих авиастроения может быть связана с риском развития артериальной гипертензии. При этом выявлена положительная корреляция между продолжительностью трудовой деятельности и риском развития артериальной гипертензии у работников со средними значениями потери слуха (HLVs ⩾ 15 дБ при частоте 4 и 6 кГц) [30] – сотрудников угольной компании Китая, среди которых при 8-часовом непрерывном воздействии шума от 60 до 110 дБ риск двусторонней потери слуха повышался на всех частотах [31].

https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1323-1327

Оригинальная статья

Влияние возраста на пороги слуха установлено авторами в исследованиях, проведённых в южноафриканских шахтах [32–36]. Данными Фернандеса и соавт., Либерман, Леони М. Гроблер и соавт. получено подтверждение как возрастного, так и профессионального воздействия шума на пороговые значения слуха и прогрессирование потери слуха с течением времени [37–39].

Имеется ряд исследований отечественных авторов, в которых обсуждается методика регистрации КСВП, позволяющая оценить функциональное состояние стволовых и корковых структур слухового анализатора, провести топическую диагностику слуховых нарушений различного генеза, в том числе среди работников, испытывающих шумовую нагрузку в угольной, машиностроительной, пищевой отраслях промышленности [40–44].

С целью объективной информации о состоянии слухового сенсорного анализатора, а также дифференциальной диагностики при решении сложных экспертных вопросов нами применён метод регистрации порога КСВП у пациентов с потерей слуха. При этом основные значения имели I–V межпиковый интервал от VIII черепно-мозгового нерва до среднего мозга, I–III интервал от VIII черепно-мозгового нерва до нижней части моста, III–V интервал от моста до среднего мозга. По сравнению с амплитудными значениями отдельных волн более значимыми являются их соотношения, в частности, амплитуды V/I пика. В пользу периферического поражения слухового нерва свидетельствует, как правило, уменьшение пика I и, как следствие, увеличение соотношения I/V более 250%.

При анализе полученных показателей КСВП у 80% обследованных пациентов выявлено увеличение латентности всех пиков, что говорит о замедлении проведения импульса по слуховым путям. Сравнительный анализ средних значений КСВП у лиц с нарушением слуховой функции профессионального генеза и у группы здоровых лиц выявил достоверные увеличения по всем латентностям зарегистрированных потенциалов. КСВП-признаки нарушений слухового анализатора имели двусторонний характер, асимметрия отмечалась в 15% случаев.

Заключение

Рост числа работников с потерей слуха требует разработки дополнительных мероприятий по своевременной и объективной диагностике ПНСТ и медицинского обслуживания. Настоящим исследованием показано, что тест КСВП обладает достаточной информативностью не только при ранней диагностике акустических расстройств у работников, подвергающихся воздействию шума на рабочем месте, но и, что особенно важно, при решении сложных вопросов экспертизы у стажированных пациентов, имеющих к этому возрасту коморбидную патологию органов крово-обращения. Кроме того, тест КСВП может быть рекомендован к использованию для дифференциальной диагностики поражения центральных отделов слухового анализатора при расхождении с результатами ТПА.

Литература

(п.п. 20–39 см. References)

1. Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(9): 527–32. https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532
2. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н., Сокур О.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(7): 424–9. https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году». М.; 2019.
4. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году». М.; 2018.
5. Сюрин С.А., Горбанев С.А. Профессиональная патология на предприятиях Ненецкого автономного округа: факторы риска, структура, распространённость. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(6): 652–6. https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-652-656
6. Ракитский В.Н. Актуальные проблемы воздействия физических факторов на здоровье населения. В кн.: *Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. М.-СПб.; 2017: 5–10.
7. Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Чистов С.Д. Клинические аспекты профессиональной сенсоневральной тугоухости акустического генеза. *Вестник оториноларингологии*. 2015; 80(6): 65–70.
8. Преображенская Е.А., Яцына И.В., Синева Е.Л., Федина И.Н., Липатова Л.В. Ретроспективный анализ и закономерности формирования профессиональной тугоухости в современных условиях. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; (10): 31–5.
9. Панкова В.Б., Скрябина Л.Ю., Каськов Ю.Н. Распространенность и особенности экспертных решений при профессиональной тугоухости у работников транспорта (на примере железнодорожного и воздушного транспорта). *Вестник оториноларингологии*. 2016; 81(1): 13–8. https://doi.org/10.17116/otorino201681113-18
10. Панкова В.Б. Значение количественной оценки потери слуха у лиц, работающих в условиях воздействия повышенной шумовой нагрузки. *Вестник оториноларингологии*. 2018; 83(3): 33–6. https://doi.org/10.17116/otorino201883333
11. Бабанов С.А., Будаш Д.С., Байкова А.Г., Бараева Р.А. Периодические медицинские осмотры и профессиональный отбор в промышленной медицине. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; 302(5): 48–53. https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-48-53
12. Преображенская Е.А., Сухова А.В., Ильницкая А.В., Зорькина Л.А. Сравнительная оценка диагностической чувствительности современных методов исследования слуха у рабочих «шумоопасных» профессий. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; (2): 38–42.
13. Панкова В.Б., Федина И.Н., Волгарева А.Д. *Профессиональная нейросенсорная тугоухость: диагностика, профилактика, экспертиза трудоспособности: Монография*. М.; 2017.
14. Панкова В.Б., Преображенская Е.А., Федина И.Н. Профессиональный риск нарушений слуха на фоне сердечно-сосудистой патологии у работников «шумовых» производств. *Вестник оториноларингологии*. 2016; 81(5): 45–9. https://doi.org/10.17116/otorino201681545-49
15. Панкова В.Б., Аденинская Е.Е., Федина И.Н., Преображенская Е.А. Профессиональная тугоухость: старые проблемы – новые вопросы. *Вестник оториноларингологии*. 2015; 80(S5): 118–9.
16. Александров Н.Ю. *Вызванные потенциалы в диагностике поражений нервной системы*. СПб.: Медицинские системы; 2001.
17. Терютин Ф.М., Конникова Э.Э., Копырина А.И., Сосина А.А. Слуховые вызванные потенциалы в диагностике потери слуха, вызванной шумом: пилотное исследование. *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Медицинские науки*. 2017; (4): 105–8.
18. Шишкинская Е.В., Беляева И.А., Бомбардирова Е.П., Семенова Н.Ю. Нарушение слуха у новорожденных с перинатальными поражениями центральной нервной системы. *Вопросы современной педиатрии*. 2012; 11(3): 90–3.
19. Сюрин С.А., Сорокин Г.А. Оценка возрастной и стажевой динамики риска нарушений здоровья у горняков Арктической зоны России. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1198–202. https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1198-1202
40. Шидловский А.Ю. Коротколатентные слуховые вызванные потенциалы в топической диагностике сенсоневральной тугоухости у больных с вертебрально-базилярной сосудистой недостаточностью. *Российская оториноларингология*. 2009; 38(1): 166–70.
41. Шидловский А.Ю. Временные показатели коротколатентных слуховых вызванных потенциалов у больных с сенсоневральной тугоухостью при шейном остеохондрозе. *Российская оториноларингология*. 2012; 58(3): 183–7.
42. Шидловская Т.В., Шидловская Т.А., Шевцова Т.В., Яворовский А.П., Брухно Р.П. Временные показатели коротко- и длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов у операторов автоматизированного розлива безалкогольных и слабоалкогольных напитков. *Проблемы здоровья и экологии*. 2017; 52(2): 85–9.
43. Шидловская Т.А., Гвоздецкий В.А. Показатели коротколатентных слуховых вызванных потенциалов у рабочих различных профессиональных групп угольной промышленности. *Российская оториноларингология*. 2015; 76(3): 146–50.
44. Яворовский О.П., Вертеленко М.В., Шидловская Т.В., Шевцова Т.В., Куренева К.Ю. Гигиеническая оценка шума на рабочих местах и характеристика начальных нарушений в слуховом анализаторе у рабочих «шумовых» профессий авиационного машиностроения. *Украинский журнал по проблемам медицины труда*. 2008; (3): 63–70.

Original article

References

1. Bukhtiyarov I.V. Current state and main directions of preservation and strengthening of health of the working population of Russia. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(9): 527–32. https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532 (in Russian)
2. Bukhtiyarov I.V., Chebotarev A.G., Kur'erov N.N., Sokur O.V. Topical issues of improving working conditions and preserving the health of employees of mining enterprises. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(7): 424–9. https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429 (in Russian)
3. State Report «On the state of sanitary and epidemiological well-being Population in the Russian Federation in 2018». Moscow; 2019. (in Russian)
4. State Report «On the state of sanitary and epidemiological well-being Population in the Russian Federation in 2017». Moscow; 2018. (in Russian)
5. Syurin S.A., Gorbanev S.A. Occupational pathology at the enterprises of the nenets autonomous district: risk factors, structure, prevalence. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(6): 652–6. https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-652-656 (in Russian)
6. Rakitskiy V.N. Actual problems of the impact of physical factors on the health of the population. In: *Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference [Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. Moscow-St. Petersburg; 2017: 5–10. (in Russian)
7. Zinkin V.N., Sheshegov P.M., Chistov S.D. The clinical aspects of occupational sensorineural impairment of hearing of the acoustic origin. *Vestnik otorinolaringologii*. 2015; 80(6): 65–70. (in Russian)
8. Preobrazhenskaya E.A., Yatsyna I.V., Sineva E.L., Fedina I.N., Lipatova L.V. Retrospective analysis and principles of occupational deafness formation nowadays. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015; (10): 31–5. (in Russian)
9. Pankova V.B., Skryabina L.Yu., Kas'kov Yu.N. The prevalence of hearing impairment in transport workers and peculiarities of management of occupational loss of hearing (as exemplified by the situation in the air and railway transport). *Vestnik otorinolaringologii*. 2016; 81(1):13–8. https://doi.org/10.17116/otorino201681113-18 (in Russian)
10. Pankova V.B. The importance of the quantitative assessment of the hearing impairment in the subjects employed under conditions of enhanced noise. *Vestnik otorinolaringologii*. 2018; 83(3): 33–6. https://doi.org/10.17116/otorino201883333 (in Russian)
11. Babanov S.A., Budash D.S., Baykova A.G., Baraeva R.A. Periodic medical examinations and occupational selection in industrial medicine. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; 302(5): 48–53. https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-48-53 (in Russian)
12. Preobrazhenskaya E.A., Sukhova A.V., Il'nitskaya A.V., Zor'kina L.A. Comparative evaluation of diagnostic sensitivity of contemporary audiometry methods in occupations exposed to noise. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; (2): 38–42. (in Russian)
13. Pankova V.B., Fedina I.N., Volgareva A.D. *Professional Sensorineural Hearing Loss: Diagnosis, Prevention, Examination of Working Capacity. Monograph [Professional'naya neyrosensornaya tugoukhost': diagnostika, profilaktika, ekspertiza trudosposobnosti. Monografiya]*. Moscow; 2017. (in Russian)
14. Pankova V.B., Preobrazhenskaya E.A., Fedina I.N. The occupational risk of hearing impairment associated with cardiovascular pathologies in the subjects engaged in "noisy" industries. *Vestnik otorinolaringologii*. 2016; 81(5): 45–9. https://doi.org/10.17116/otorino201681545-49 (in Russian)
15. Pankova V.B., Adeninskaya E.E., Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A. Professional hearing loss: old problems-new questions. *Vestnik otorinolaringologii*. 2015; 80(S5): 118–9. (in Russian)
16. Aleksandrov N.Yu. *Evoked Potentials in the Diagnosis of Nervous System Disorders [Vyzvannye potentsialy v diagnostike porazheniy nervnoy sistemy]*. St. Petersburg: Meditsinskie sistemy; 2001. (in Russian)
17. Teryutin F.M., Konnikova E.E., Kopyrina A.I., Sosina A.A. Auditory evoked potentials in the diagnosis of noise-induced hearing loss: a pilot study. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya: Meditsinskie nauki*. 2017; 09(4): 105–8. (in Russian)
18. Shishkinskaya E.V., Belyaeva I.A., Bombardirova E.P., Semenova N.Yu. Hearing impairment in children with perinatal injuries of central nervous system. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2012; 11(3): 90–3. (in Russian)
19. Syurin S.A., Sorokin G.A. Evaluation of age and seniority dynamics of the risk of health disturbances in miners of the arctic zone of Russia. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(12): 1198–202. https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1198-1202 (in Russian)
20. Nelson D.I., Nelson R.Y., Concha-Barrientos M., Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am. J. Ind. Med.* 2005; 48(6): 446–58. https://doi.org/10.1002/ajim.20223
21. Kerns E., Masterson E.A., Themann C.L., Calvert G.M. Cardiovascular conditions, hearing difficulty, and occupational noise exposure within US industries and occupations. *Am. J. Ind. Med.* 2018; 61(6): 477–91. https://doi.org/10.1002/ajim.22833
22. Wang D., Zhou M., Li W., Kong W., Wang Z., Guo Y., et al. Occupational noise exposure and hypertension: the Dongfeng-Tongji Cohort Study. *J. Am. Soc. Hypertens.* 2018; 12(2): 71–9.e5. https://doi.org/10.1016/j.jash.2017.11.001
23. Eriksson H.P., Andersson E., Schiöler L., Söderberg M., Sjöström M., Rosengren A., et al. Longitudinal study of occupational noise exposure and joint effects with job strain and risk for coronary heart disease and stroke in Swedish men. *BMJ Open*. 2018; 8(4): e019160. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019160
24. World Health Organization (WHO). Burden of disease from environmental noise. Copenhagen: Retrieved Quantification of healthy life years lost in Europe; 2010. Available at: https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf
25. Engdahl B., Tambs K. Occupation and the risk of hearing impairment – results from the Nord-Trøndelag study on hearing loss. *Scand. J. Work Environ. Health*. 2010; 36(3): 250–7. https://doi.org/10.5271/sjweh.2887
26. Masterson E.A., Deddens J.A., Themann C.L., Bertke S., Calvert G.M. Trends in worker hearing loss by industry sector, 1981-2010. *Am. J. Ind. Med.* 2015; 58(4): 392–401. https://doi.org/10.1002/ajim.22429
27. Tak S., Calvert G.M. Hearing difficulty attributable to employment by industry and occupation: an analysis of the National Health Interview Survey – United States, 1997 to 2003. *J. Occup. Environ. Med.* 2008; 50(1): 46–56. https://doi.org/10.1097/jom.0b013e3181579316
28. Edwards A., Dekker J., Franz A.M. Profiles of noise exposure levels in South African mining. *J. South. Afr. Inst. Min. Metall.* 2011; 111(5): 315–22.
29. Balfour-Kaipa T. *Occupational health milestones and Chamber's response to key health issue. Paper presented at MMPA 17h Annual Congress*. Kloofzicht, Johannesburg; 2014.
30. Chang T.Y., Liu C.S., Huang K.H., Chen R.Y., Lai J.S., Bao B.Y. High-frequency hearing loss, occupational noise exposure and hypertension: a cross-sectional study in male workers. *Environ. Health*. 2011; 10: 35. https://doi.org/10.1186/1476-069x-10-35
31. Liu J., Xu M., Ding L., Zhang H., Pan L., Liu Q., et al. Prevalence of hypertension and noise-induced hearing loss in Chinese coal miners. *J. Thorac. Dis.* 2016; 8(3): 422–9. https://doi.org/10.21037/jtd.2016.02.59
32. Khoza-Shangase K. Hearing function of gold miners with and without a history of tuberculosis treatment: a retrospective data review. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 2020; 86(3): 294–9. https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.12.003
33. Strauss S., Swanepoel D., Becker P., Eloff Z., Hall J.W. Prevalence and degree of noise induced hearing loss in South African gold miners. *Occup. Health South. Afr.* 2012; 18(6): 5.
34. Strauss S., Swanepoel D.W., Becker P., Eloff Z., Hall J.W. Noise and age-related hearing loss: a study of 40 123 gold miners in South Africa. *Int. J. Audiol.* 2014; 53(Suppl. 2): S66–75.
35. Ntlhakana L., Nelson G., Khoza-Shangase K. Estimating miners at risk for occupational noise-induced hearing loss: A review of data from a South African platinum mine. *S. Afr. J. Commun. Disord.* 2020; 67(2): e1–e8. https://doi.org/10.4102/sajcd.v67i2.677
36. Moroe N.F. Occupational noise induced hearing loss in the mining sector in South Africa: Perspectives from occupational health practitioners on how mineworkers are trained. *S. Afr. J. Commun. Disord.* 2020; 67(2): e1–e6. https://doi.org/10.4102/sajcd.v67i2.676
37. Fernandez K.A., Jeffers P.W., Lall K., Liberman M.C., Kujawa S.G. Aging after noise exposure: acceleration of cochlear synaptopathy in „recovered" ears. *J. Neurosci.* 2015; 35(19): 7509–20. https://doi.org/10.1523/jneurosci.5138-14.2015
38. Liberman M.C. Noise-induced and age-related hearing loss: new perspectives and potential therapies. *F1000Res*. 2017; 6: 927. https://doi.org/10.12688/f1000research.11310.1
39. Grobler L.M., Swanepoel W., Strauss S., Becker P., Eloff Z. Occupational noise and age: A longitudinal study of hearing sensitivity as a function of noise exposure and age in South African gold mine workers. *S. Afr. J. Commun. Disord.* 2020; 67(2): e1–e7. https://doi.org/10.4102/sajcd.v67i2.687
40. Shidlovskiy A.Yu. Short-latency auditory evoked potentials in the topical diagnosis of sensorineural hearing loss in patients with vertebral-basilar vascular insufficiency. *Rossiyskaya otorinolaringologiya*. 2009; 38(1): 166–70. (in Russian)
41. Shidlovskiy A.Yu. Temporal parameters of short-latency auditory evoked potentials in patients with sensorineural hearing loss in cervical osteochondrosis. *Rossiyskaya otorinolaringologiya*. 2012; 58(3): 183–7. (in Russian)
42. Shidlovskaya T.V., Shidlovskaya T.A., Shevtsova T.V., Yavorovskiy A.P., Brukhno R.P. The temporal parameters of short and long-latent auditory evoked potentials in operators of automated bottling of non-alcoholic and low-alcoholic drinks. *Problemy zdorov'ya i ekologii*. 2017; 52(2): 85–9. (in Russian)
43. Shidlovskaya T.A., Gvozdetskiy V.A. Indices of brainstem auditory evoked potentials in workers of different professional groups in coal industry. *Rossiyskaya otorinolaringologiya*. 2015; 76(3): 146–50. (in Russian)
44. Yavorovskiy O.P., Vertelenko M.V., Shidlovskaya T.V., Shevtsova T.V., Kureneva K.Yu. Hygienic estimation of noise at workplaces and characteristics of initial disorders of the auditory analyzer in aeronautical industry workers engaged in noisy work. *Ukrainskiy zhurnal po problemam meditsiny truda*. 2008; (3): 63–70.