ISSN 2223-6775, Ukrainian Journal of Occupational Health, 2019, 15 (3), 247–254

УДК 616.28.001.5+613.62(622+669) https://doi.org/10.33573/ujoh2019.03.247

СПОСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОРУШЕНЬ СЛУХУ В ПРАЦІВНИКІВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ

Ковальчук Т. А., Дедунов С. В.

Державна установа «Український науково-дослідний інститут промислової медицини», м. Кривий Ріг

Вступ. Натепер для виявлення ранніх ознак професійної шумової сенсоневральної туговухості та прогнозу несприятливого перебігу захворювання в працівників застосовують різні за точністю та об'єктивністю методи. Але ще до початку змін в органі слуху проявляється неспецифічний вплив шуму: невротичний і астенічний синдроми в поєднанні з вегетативною дисфункцією, порушення секреторної та моторної функції шлунково-кишкового тракту. Внаслідок впливу шуму високої інтенсивності зміни виникають одночасно в серцево-судинній, нейроендокринній та імунній системах. Розвитку клінічних форм захворювань передують цілком визначені порушення функціонального стану організму, що мають межовий характер. Для профілактики професійних захворювань важливе своєчасне виявлення донозологічних станів, встановлення та усунення факторів ризику їхнього виникнення. Ці своєчасні заходи здатні попередити розвиток патологічного процесу.

Мета дослідження – визначити та оцінити індивідуальний ризик виникнення порушень слуху та спрогнозувати можливі (імовірні) порушення слуху в працівників гірничо-металургійної галузі на підставі змін тонусу голосових зв'язок.

Матеріали та методи дослідження. При проведенні періодичних медичних оглядів було досліджено 90 чоловіків, які мають стаж роботи в умовах дії підвищеного рівня виробничого шуму. Спосіб здійснювали наступним чином. Для числової характеристики функціональних голосових порушень використовували коефіцієнт гармонійності голосу працівника ($K_{гар}$), визначали максимальний час фонації (МЧФ) звуків «З» і «С» ($t_з$ і $t_с$) у секундах. Ці показники доповнили показниками функціонального стану серцево-судинної системи, антропометричними вимірами та показниками загального аналізу крові.

Результати. Для числової характеристики функціональних голосових порушень було розраховано $K_{гар}$ працівника. При здоровому гармонійному голосі він має значення 1,309. Відхилення від цього значення більше ніж на 2 % вказує на патологію. Аналіз аудіограм працівників, проведених при періодичних медичних оглядах, показав, що в працівників, які мали зниження слухової чутливості у високочастотній ділянці наступні показники мали такі статистично достовірні (P > 95 %) значення: $K_{гар}$ – < 1,282, діастолічний артеріальний тиск (ДАТ) – > 85 мм рт. ст., нормована ентропія лейкоцитарної формули ($h_н$) – > 60 %, індекс адаптації за Л. Х. Гаркаві (ІГ) – > 0,49 ум. од., лейкоцитарний індекс (ЛІ) – > 0,46 ум. од., порівняльна довжина четвертого пальця (L_4) > порівняльної довжини другого пальця (L_2). Як показав статистичний аналіз, якщо значення $K_{гар}$ < 1,282 і якщо або ДАТ > 85 мм рт. ст., або hн > 60 %, або ІГ > 0,49 ум. од., або ЛІ > 0,46 ум. од., або $L_4 > L_2$, то можна прогнозувати зміни порога слухової чутливості відповідно до рівня діючого виробничого шуму на робочому місці працівника в наступні 5 років. Таких працівників відносять до групи «несприятливого прогнозу». Якщо значення $K_{гар}$ > 1,335 і якщо $t_з$ < 9 с або $t_з / t_с \leq 0,74$, то у працівника надмірний ризик порушення слухової чутливості на високих частотах – його відносять до групи «преморбіду». Якщо $K_{гар}$ > 1,282 і < 1,335, то ризик змін слуху є середньопопуляційним, строк настання змін слухової чутливості розтягується в часі відповідно до рівня діючого виробничого шуму на робочому місці працівника.

Висновки. Визначено залежність імовірних порушень слуху в працівників гірничо-металургійної галузі зі станом тонусу голосових зв'язок ($K_{гар}$). За даними періодичних медичних оглядів можна провести розрахунки показників адаптації організму, за якими визначити ризик порушення та прогнозувати настання імовірних змін порога слухової чутливості в працівника та віднести його до однієї з груп ризику.

Ключові слова: працівники гірничо-металургійної галузі, коефіцієнт гармонійності голосу працівника, прогноз імовірних змін порога слухової чутливості, індивідуальний ризик виникнення порушень слуху, донозологічні стани, виробничий шум

Вступ

Сьогодні для виявлення ранніх ознак професійної шумової сенсоневральної приглухуватості (СНП) і прогнозу несприятливого перебігу захворювання в працівників гірничо-металургійного комплексу застосовують різні за точністю та об'єктивністю методи. Це зазвичай огляд ЛОР-органів, дослідження слуху шепітної мови, мовна аудіометрія, акустична імпедансометрія, отоакустична емісія,

© Колектив авторів, 2019

ISSN 2223-6775, Ukrainian Journal of Occupational Health, 2019, 15 (3), 247–254

також проводять дослідження диференціального порога сприйняття сили звуку — проба Люшера, яка, в основному, використовується для визначення топіки процесу, тобто відмінності ураження рецептора равлика внутрішнього вуха від ретрокохлеарних вражень, визначення рівня слухового дискомфорту в звичайному (конвенціональному) діапазоні частот, дослідження сприйняття приросту інтенсивності звуку (тест SISI), тональну порогову, високочастотну та надпорогову аудіометрію, а також приділяють увагу вивченню анамнезу життя та захворювання, стажу роботи в шкідливих умовах праці (в умовах впливу інтенсивного виробничого шуму).

Тональна порогова аудіометрія — це обов'язковий стандарт діагностики в практиці ЛОР-лікарів, так як дозволяє визначити порушення в системі звукосприйняття та визначити ступінь зниження слуху.

Однак стандартна тональна порогова аудіометрія не може виявити ранні ознаки нейросенсорних порушень слуху, цей спосіб дозволяє констатувати стан слуху на момент обстеження, а висновок щодо прогнозу перебігу, прогресування приглухуватості можливий лише за динамічного дослідження та аналізу аудіограм за кілька років.

Недоліками цих методів є економічні та технічні труднощі. Вони потребують високої кваліфікації персоналу, певних умов при проведенні дослідження: застосування спеціально обладнаного приміщення та застосування складної апаратури.

Значна кількість працівників (близько 13 %) різних галузей промисловості, в особливості працівники вугільної, машинобудівної та транспортної галузей, працюють в умовах інтенсивного виробничого шуму.

Професійна СНП розвивається, в основному, серед осіб працездатного віку (42—52 років) і призводить до втрати працездатності та інвалідизації працівників, тому проблема порушення слуху залишається актуальною й сьогодні [1].

Відомо що вплив підвищених рівнів шуму (як пряме — на орган слуху, так і опосередковане — через вищі регуляторні системи) викликає порушення нервової та серцево-судинної систем, органів травлення, порушення регуляції мозкового кровообігу та інше [2].

Чисельні дослідження підтверджують те, що за впливу на організм шуму зміни відбуваються в усіх органах і системах і, отже, викликають відповідь усіх наявних систем, виявляючи специфічний і неспецифічний характер ураження [3].

Шум активує структури ретикулярної формації, за його впливу відбувається порушення кірково-підкіркових взаємозв'язків. Зміни відбуваються як в корі головного мозку, так і в надсегментарних вегетативних структурах.

Характерними проявами за впливу шуму на організм працюючих є м'язова слабкість, дрібний тремор пальців витягнутих рук, спостерігається легке зниження порога поверхневої, більшою мірою больової чутливості в дистальних відділах рук і ніг, що виникає в результаті пригнічення функції шкірних рецепторів.

Відзначається схильність до спазму капілярів кінцівок, підвищується периферичний опір судин [4, 5].

Крім того, ще до початку змін в органі слуху проявляється неспецифічний вплив шуму: невротичний і астенічний синдроми в поєднанні з вегетативною дисфункцією, порушення секреторної та моторної функції шлунково-кишкового тракту. У результаті впливу шуму високої інтенсивності виникають одночасні зміни в серцево-судинній, нейроендокринній та імунній системах. Усе це знайшло підтвердження в новітніх дослідженнях тезіограмм біологічних рідин (кров, лімфа), у яких було виявлено суттєву зміну структури та самоорганізацію їхніх елементів у здорових осіб уже після 20-хв впливу низькочастотного широкосмугового шуму (до 25 Гц) інтенсивністю понад 110 дБ [6].

На наш погляд в гігієнічних дослідженнях менше уваги приділяється зв'язку слуху та голосу. Гіпотезу відносно єдності структурно-функціональної організації акустико-мовної системи мозку, яка включає сенсорну, моторну та мотиваційну частини, обґрунтували І. А. Вартанян, Т. В. Черніговська, Б. І. Сагалович. Їхньою метою було використати оцінку слухової функції для діагностики голосових порушень. Вони вважають, що дослідження слухової функції в розширеному діапазоні частот, особливо в області 14—16 кГц, може бути в пригоді в разі визначення межі переходу від норми до патології при функціональних голосових порушеннях [7, 8].

Підвищення порогів слухової чутливості на частотах 12 і 16 кГц є самою ранньою ознакою розвитку ураження рецептора, коли на звичайній аудіограмі ще відсутні ознаки патології. Є. Ю. Куреньова показала зв'язок порогів слуху на тонах у конвенціональному (125—8000 Гц) та розширеному (9000—

ISSN 2223-6775, Ukrainian Journal of Occupational Health, 2019, 15 (3), 247–254

16 000 Гц) діапазонах частот з функціональною гіпотонусною дистонією. На відміну від них ми хотіли використати оцінку голосових дисфункцій для діагностики патології слухової функції.

Розвитку клінічних форм захворювань передують цілком визначені порушення функціонального стану організму, що мають межовий характер. Для профілактики професійних захворювань важливе своєчасне виявлення донозологічних станів, встановлення та усунення факторів ризику їхнього виникнення. Ці своєчасні заходи здатні попередити розвиток патологічного процесу. Донозологічні стани виникають внаслідок дисфункції тих адаптаційних систем, які нині покликані забезпечувати стійке функціонування організму, у зв'язку з чим донозологічна діагностика ґрунтується на визначенні якісних і кількісних показників адаптаційного процесу, які вимірюються і (або) розраховуються в результаті профілактичного обстеження [9].

Мета дослідження – визначити та оцінити індивідуальний ризик виникнення порушень слуху та спрогнозувати можливі (імовірні) порушення слуху в працівників гірничо-металургійної галузі на підставі змін тонусу голосових зв'язок.

Матеріали та методи дослідження

При проведенні періодичних медичних оглядів було досліджено 90 осіб, які працюють або працювали в умовах підвищеного рівня виробничого шуму. Серед досліджених 39 осіб не мали порушень слуху (група порівняння); 16 – з початковими ознаками порушень слуху; 14 – з I ступенем СНП; 11 – з II ступенем СНП; 10 – з III ступенем СНП.

Досліджування здійснювали наступним чином: в умовах тиші (з шумовим фоном не більше ніж 50 дБА) працівник виголошує звук «З» і звук «С» у комфортному для себе стані з максимальною тривалістю. За допомогою інтегруючого шумоміра (шумомір-аналізатор спектра «ОКТАВА-110А) записували спектр голосу в октавних частотах. Мікрофон шумоміра направляли на працівника і він знаходився на відстані 15 см від його рота. Із цього спектра були відібрані три рівня шуму в октавних смугах, а саме: 63, 125 і 250 Гц. Це резонансна частота основного тону 125 Гц і два обертони. Резонансну частоту основного тону визначали за формулою $\lambda = V / (K \cdot L)$, де λ – частота основного тону (Гц), V – швидкість звуку в повітрі (м/сек), L – довжина хребта, що виступає як анатомічний резонатор (м), K – коефіцієнт типу голосу, для стандартного чоловічого голосу (баритон) він дорівнює K = 8/2. Визначали максимальний час фонації (МЧФ) звуків «З» і «С» ($t_з$ і $t_с$) у секундах.

Були проведені виміри антропометричних параметрів (зріст, вага, зріст сидячи, ширина плечового пояса та стегон, обхват талії та стегон).

Оцінку функціонального стану серцево-судинної системи та гемодинаміки проводили за такими показниками: систолічний, діастолічний тиск, частота серцевих скорочень, середній діастолічний тиск, ударний об'єм, хвилинний об'єм кровообігу, загальний периферичний опір судин.

За даними загального аналізу крові було розраховано:

1. Ентропію лейкоцитарної формули h за формулою Шеннона:

$$h = \Sigma(a_i/100) \cdot \log_2 (a_i/100),$$

де a_i – процентний вміст групи лейкоцитів (моноцити, базофіли, нейтрофіли паличкоядерні та сегментоядерні, лімфоцити).

2. Нормовану ентропію лейкоцитарної формули за формулою:

$$h_н = h/h_{max} \cdot 100\ \%,$$

де $h_{max} = \log_2 n = 2{,}58$ (де n – кількість показників).

3. Сумарний показник неспецифічної резистентності (СПНР)/індекс адаптації за Л. Х. Гаркаві (ІГ) з співавторами (1990 р., 1998 р.) за наступною формулою:

$$ІГ = Л\ (\%)/С\ (\%),$$

де Л – лімфоцити, С – сегментоядерні нейтрофіли.

4. Лейкоцитарний індекс (ЛІ) за наступною формулою:

$$ЛІ = Л\ (\%)/Н\ (\%),$$

де Л – лімфоцити, Н – нейтрофіли за Г. І. Казинцем і В. А. Монрову (1997 р.).

Для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між розвитком захворювань і впливом шуму на працівників гірничо-металургійного комплексу була застосована методологія оцінки професійного ризику пошкодження здоров'я з розрахунком показників відношення шансів (OR). Критерії

ISSN 2223-6775, Ukrainian Journal of Occupational Health, 2019, 15 (3), 247–254

оцінки значущості відмінностей результатів залежно від впливу фактора ризику та критерії оцінки сили зв'язку між фактором ризику і результатом проводили відповідно до рекомендацій Rea & Parker. Статистичну обробку матеріалу здійснювали з використанням програмних продуктів SPSS 20.0 фірми IBM for Windows і Microsoft Excel. Під час досліджень було вжито заходів щодо збереження медичної таємниці про хворих. Працівники, які брали участь у дослідженні були проінформовані про хід, мету та характер досліджень.

Результати дослідження та їх обговорення

На підставі проведеного дослідження функціонального стану голосових зв'язок для числової характеристики функціональних голосових порушень ми пропонуємо використовувати коефіцієнт гармонійності голосу працівника ($K_{гар}$). У разі здорового гармонійного голосу він має значення 1,309. Відхилення від цього значення більше ніж на 2 % вказує на патологію.

Коефіцієнт визначається наступним чином: визначені в дБ рівні звуку в октавних смугах 63, 125 і 250 Гц (L_{63}, L_{125}, L_{250} для звуку «З») розташовуються в наступному порядку: L_{min}, L_{med}, L_{max}. Потім визначається значення $K_{гар}$ працівника за наступною формулою:

$$K_{гар} = \frac{(L_{min} + L_{med}) \cdot (L_{med} + L_{max})}{L_{med} \cdot (L_{min} + L_{med} + L_{max})}.$$

При дослідженні показників функціонального стану серцево-судинної системи та гемодинаміки інформативним виявився лише діастолічний артеріальний тиск (ДАТ).

При дослідженні антропометричних параметрів інформативним виявилась порівняльна довжина другого (L_2) і четвертого пальця (L_4).

При дослідженні показників загального аналізу крові найінформативнішими в дослідженні виявились ентропія лейкоцитарної формули (h), ІГ і лейкоцитарний індекс (ЛІ).

Ці показники в працівників основної групи статистично значимо (95 %, $p < 0,05$) відрізнялись від групи порівняння. Аналіз аудіограм працівників, проведених при періодичних медичних оглядах, показав, що в працівників, які мали зниження слухової чутливості у високочастотній ділянці наступні показники мали статистично достовірну ($P > 95$ %) різницю: $K_{гар}$, ДАТ, $h_н$, ІГ, ЛІ, співвід-

Таблиця

Відношення шансів появи критичного значення параметра при порушенні слуху працівника та оцінки сили зв'язку прогнозованих змін постійного порога слухової чутливості ($p < 0,05$)

Параметр	Допустиме значення	Відношення шансів OR ± m	Оцінка значущості за критеріями *φ*, *V* Крамера, *K* Чупрова	Оцінка сили зв'язку прогнозованих змін постійного порога слухової чутливості з параметром
t_3, с	< 9	6,0 ± 0,8	0,4	Відносно сильна
t_3/t_4	≤ 0,74	5,2 ± 1,2	0,257	Середня
Діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.	≥ 85	2,5 ± 0,8	0,162	Слабка
Сумарний показник неспецифічної резистентності (індекс адаптації за Л. Х. Гаркаві), ум. од.	> 0,49	5,5 ± 0,8	0,4	Відносно сильна
Лейкоцитарний індекс, ум. од.	> 0,46	3,3 ± 0,8	0,283	Середня
Нормована ентропія лейкоцитарної формули, %	> 60	2,8 ± 0,8	0,250	Середня
Порівняльна довжина четвертого пальця > Порівняльної довжини другого пальця	-	1,8 ± 0,6	0,141	Слабка

ISSN 2223-6775, Ukrainian Journal of Occupational Health, 2019, 15 (3), 247–254

ношення довжин L_4 і L_2, максимальна тривалість звуку «З» і його відношення до максимальної тривалості звуку «С». Це дало змогу визначити межові значення цих параметрів і оцінити ризик втрати слуху (таблиця).

Отже, за даними голосу працівника, можна впевнено прогнозувати зміни в слуховій чутливості. Як показує статистичний аналіз, якщо значення $K_{гар} < 1,282$ і якщо або ДАТ > 85 мм рт. ст., або $h_н$ > 60 %, або ІГ > 0,49 ум. од., або ЛІ > 0,46 ум. од., або $L_4 > L_2$), то можна прогнозувати зміни порога слухової чутливості відповідно до рівня діючого виробничого шуму на робочому місці працівника в наступні 5 років. Таких працівників відносять до групи «несприятливого прогнозу».

Якщо значення $K_{гар} > 1,335$ і якщо $t_з < 9$ с або $t_з/t_с \leq 0,74$, то в працівника надмірний ризик порушення слухової чутливості на високих частотах — його відносять до групи «преморбіду».

Для працівників, що віднесені до групи з донозологічними станом органів слуху — «преморбіду» необхідно суворо дотримуватись використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) органів слуху від шуму, проводити постійну боротьбу з факторами ризику розвитку артеріальної гіпертонії, атеросклерозу, шийного остеохондрозу, патології судин головного мозку (ожирінням, шкідливими звичками, порушенням дієти та ін.), дотримуватись режимів праці та відпочинку. Один раз на рік необхідно проводити медичну реабілітацію (у відділеннях оздоровлення та профілактики), метою якої є інтенсифікація обмінних, енергетичних, окиснювально-відновних процесів клітинного та тканинного метаболізму; застосування засобів, що поліпшують церебральну гемодинаміку.

Якщо значення $K_{гар} > 1,282$ і $< 1,335$, то ризик змін слуху є середньопопуляційним, строк настання змін слухової чутливості розтягується в часі відповідно до рівня діючого виробничого шуму на робочому місці працівника.

Висновки

1. Визначено залежність імовірних порушень слуху в працівників гірничо-металургійної галузі зі станом тонусу голосових зв'язок ($K_{гар}$).
2. Визначено межові значення інформативних показників для прогнозу порушень слухової чутливості працівників гірничо-металургійної галузі, що дорівнюють: $K_{гар} < 1,282$, ДАТ > 85 мм рт.ст., $h_н$ > 60 %, ІГ > 0,49 ум. од., ЛІ > 0,46 ум. од., $L_4 > L_2$.
3. За даними періодичних медичних оглядів можна провести розрахунки показників адаптації організму, за якими визначити ризик порушення та прогнозувати настання імовірних змін порога слухової чутливості в працівника та віднести його до однієї з груп ризику.
4. Отримані дані дозволяють розробити ефективну комплексну систему керування ризиками, спрямовану на оптимізацію умов праці, нормалізацію факторів трудового процесу, профілактику захворюваності працівників, зменшення темпів старіння, підвищення адаптаційних можливостей організму.

Література

1. Остапкович В. Є., Суворов Г. А. Профілактика професійної приглухуватості. Вісник отоларингології. 1983. № 5. С. 5–8

2. Васильев А. В. Проблемы оценки сочетанного влияния шума и других физических факторов на здоровье человека. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 6. С. 158–165.

3. Панкова В. Б. Влияние импульсного шума на слуховую функцию. Современные методы диагностики, лечения и реабилитации больных с патологией внутреннего уха: тез. докл. науч.-практ. конф. Москва. 1997. С. 106–107.

4. Измеров Н. Ф. Руководство по профессиональным заболеваниям. Т. 2. Москва, 1996. 336 с.

5. Картапольцева Н. В. Дифференциальная диагностика нейросенсорной тугоухости профессионального и непрофессионального генеза. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2011. № 3. С. 16–20.

6. Количественная оценка вредного воздействия производственного шума и вибрации на здоровье человека. А. Г. Хрупачев, А. А. Хадарцев, Л. А. Седова, Л. В. Кашинцева. Угрозы и безопасность. 2013. № 28. С. 44–52. https:// doi.org/10.1260/0957-4565.44.3.28.

7. Шилдловская Т. А. Електрофізіологічні показники стану різних відділів слухового аналізатора в осіб з нормальним голосом та з функціональними його порушеннями. Фізіологічний журнал. 1997. Т. 43, № 5–6. С. 50–52.

8. Стан церебральної гемодинаміки у хворих з функціональними порушеннями голосу в залежності від ступеня розладів у голосовому апараті. Т. А. Шидловська, Т. В. Шидловська, М. С. Козак, К. В. Овсяник. Журнал вушних, носових і горлових хвороб. 2013. № 3. С. 36–40.

9. Лесовой В. Н., Капустник В. А., Коробчанский В. А. Медицина пограничных состояний: теория и практика донозологической диагностики. Науковий журнал МОЗ України. 2013. № 2 (3). С. 49–60.

ISSN 2223-6775, Ukrainian Journal of Occupational Health, 2019, 15 (3), 247–254

Ковальчук Т. А., Дедунов С. В.

СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАРУШЕНИЙ СЛУХА ПО ТОНУСУ ГОЛОСОВЫХ СВЯЗОК У РАБОТНИКОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Государственное учреждение «Украинский научно-исследовательский институт промышленной медицины», г. Кривой Рог

Введение. В настоящее время для выявления ранних признаков профессиональной шумовой сенсоневральной тугоухости и прогноза неблагоприятного течения заболевания у работников применяют различные по точности и объективности методы. Но еще до начала изменений в органе слуха проявляется неспецифическое влияние шума: невротический и астенический синдромы в сочетании с вегетативной дисфункцией, нарушения секреторной и моторной функции желудочно-кишечного тракта. В результате воздействия шума высокой интенсивности изменения возникают одновременно в сердечно-сосудистой, нейроэндокринной и иммунной системах. Развитию клинических форм заболеваний предшествуют вполне определенные нарушения функционального состояния организма, имеющие пограничный характер. Для профилактики профессиональных заболеваний важно своевременное выявление донозологических состояний, установление и устранение факторов риска их возникновения. Эти своевременные меры способны предупредить развитие патологического процесса.

Цель исследования – определить и оценить индивидуальный риск возникновения нарушений слуха и спрогнозировать возможные (вероятные) нарушения слуха у работников горно-металлургической отрасли при проведении периодических медицинских осмотров по данным исследований условий труда.

Материалы и методы исследования. При проведении периодических медицинских осмотров было обследовано 90 человек, имеющих стаж работы в условиях действия повышенного уровня производственного шума. Для числовой характеристики функциональных голосовых нарушений использовали коэффициент гармоничности голоса работника ($K_{гар}$), определяли максимальное время фонации (МВФ) звуков «З» и «С» ($t_з$ и $t_с$) в секундах. Эти показатели дополнили показателями функционального состояния сердечно-сосудистой системы, антропометрическими измерениями и биохимическим показателем.

Результаты. Для числовой оценки функциональных голосовых нарушений был рассчитан $K_{гар}$. При здоровом гармоничном голосе он имеет значение 1,309. Отклонение от этого значения более чем на 2 % указывает на патологию. Анализ аудиограмм рабочих, проведенных при периодических медицинских осмотрах показал, что у рабочих, которые имели снижение слуховой чувствительности в высокочастотной области, следующие показатели имели такие статистически достоверные (P > 95 %) значения: $K_{гар}$ – < 1,282, диастолическое артериальное давление (ДАД) – > 85 мм рт. ст., нормированная энтропия лейкоцитарной формулы ($h_н$) – > 60 %, индекс адаптации по Л. Х. Гаркави (ИГ) – > 0,49 у. е., лейкоцитарный индекс (ЛИ) – > 0,46 у. е., сравнительная длина четвертого пальца (L_4) > сравнительной длины второго пальца (L_2). Как показал статистический анализ при значении $K_{гар}$ < 1,282 и если/или ДАД > 85 мм рт. ст., или $h_н$ > 60 %, или ИГ > 0,49 у. е., или ЛИ > 0,46 у. е., или L_4 > L_2, то можно прогнозировать изменения порога слуховой чувствительности в соответствии с уровнем действующего производственного шума на рабочем месте рабочего в следующие 5 лет. Таких работников относят к группе «неблагоприятного прогноза». Если значение $K_{гар}$ > 1,335 и если $t_з$ < 9 с или $t_з$ / $t_с$ ≤ 0,74, то у рабочего чрезмерный риск нарушения слуховой чувствительности на высоких частотах – его относят к группе «преморбида». При значении $K_{гар}$ > 1,282 и $K_{гар}$ < 1,335 риск изменений слуха –среднепопуляционный, срок наступления изменений слуховой чувствительности растягивается во времени в соответствии с уровнем действующего производственного шума на рабочем месте рабочего.

Выводы. Выявлена зависимость возможных нарушений слуха у рабочих горно-металлургической отрасли с состоянием тонуса голосовых связок (коэффициентом гармоничности голоса). По данным периодических медицинских осмотров можно провести расчеты показателей адаптации организма, по которым определить риск нарушения и прогнозировать наступление возможных изменений порога слуховой чувствительности у рабочего и отнести его к одной из групп риска.

Ключевые слова: работники горно-металлургической отрасли, коэффициент гармоничности голоса работника, прогноз вероятных изменений порога слуховой чувствительности, индивидуальный риск возникновения нарушений слуха, донозологические состояния, производственный шум

ISSN 2223-6775, Ukrainian Journal of Occupational Health, 2019, 15 (3), 247–254

Kovalchuk T. A., Dedunov S. V.

METHOD OF PROGNOSING HEARING DISORDERS IN WORKERS OF MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY

State Institution «Ukrainian Scientific Research Institute of Industrial Medicine», Kryvyi Rig

Introduction. At present, different precise and objective methods are used in order to define early signs of occupational sensorineural hearing loss induced by noise and to prognose the unfavorable course of diseases in workers. But even before changes are occurred in the organ of hearing, non-specific effects of noise can be recorded: neurotic and asthenic syndromes in combination with vegetative dysfunction, disorders of secretory and motor functions in the gastrointestinal tract. Due to the exposure to noise of high intensity, changes can occur simultaneously in the cardiovascular, neuroendocrine and immune systems. The development of clinical types of diseases is preceded by well-defined disorders in the functional state of the body, being of a border character. For prevention of occupational diseases, it is important to timely identify pre-morbid states, to establish and eliminate the risk factors of their occurrence. Such timely measures can prevent the development of the pathological process.

Purpose of the study – to determine and evaluate an individual risk of development of hearing disorders and to predict possible (probable) hearing losses in workers of mining and metallurgical industry by conducting periodic medical examinations, according to the studies of working conditions.

Materials and methods. 90 people with a long-term work experience in conditions of the high level of production noise were investigated in periodic medical examinations, For numerical characteristics of the functional vocal disorders, a harmony coefficient of the worker's voice (K_{har}) was used, the maximum time of phonation of sounds «Z» and «S» in seconds was determined. Those indicators were supplemented by indices of the functional state of the cardiovascular system, anthropometric measurements and the biochemical data.

Results. For the numerical characteristics of the functional vocal disturbances, a harmony coefficient of the worker's voice (K_{har}) was calculated. For healthy harmonic voices it made 1,309. The deviation from the value by more than 2 % pointed to pathological state. The analysis of audiograms in workers after periodic medical examinations showed that the workers with the decreased hearing sensitivity in the high frequency area had the following statistically significant meanings (P > 95 %): K_{har} less than 1,282, diastolic arterial pressure > 85 mm Hg or h_n > 60 %, or Garkavi index > 0,49 c. u., leukocyte index > 0,46 c. u., $L_4 > L_2$. As it is shown in the statistical analysis when K_{har} is less than 1,282 and when/or diastolic arterial pressure is > 85 mm Hg or hn > 60%, or Garkavi index > 0,49 c. u., or leykocyte index > 0,46 c. u., or $L_4 > L_2$, it is possible to predict changes in the threshold of the auditory sensitivity in accordance with the level of active production noise at workplace for the next five years. Such workers can be referred to the group of «unfavorable prognosis». If K_{har} is more than 1,335 and if $t_z < 9$ s or $t_z/t_s \leq 0,74$, a worker has a great risk of hearing sensitivity at high frequencies and can be referred to a «premorbid» group. With Khar is more than 1,282 and less than 1,335 the risk of hearing changes is a middle for the population, a period of the increased changes in auditory sensitivity is stretched in time, according to the level of acting production noise at workplace.

Conclusions. The dependence of probable hearing disorders in workers of mining and metallurgy industry on the state of the tone of the vocal cords (coefficient of voice harmony) has been defined. According to periodic medical examinations, it is possible to calculate indicators of the body adaptation, which determine the risk of disorders, and to predict the development of probable changes in the threshold of the auditory sensitivity in workers and to refer him/her to one of risk groups.

Key words: workers of mining and metallurgical industry, a harmony coefficient of a worker's voice, prognosis of probable changes in the threshold of the auditory sensitivity, individual risk of hearing loss, pre-nosological states, production noise

References

1. Ostapkovych V. E. and Suvorov G. A. (1983), «Prevention of occupational hearing loss», *Visnyk otolaryngologiyi*, 5, 5–8.

2. Vasiliev A. V. (2012), «Problems of estimating the combined influence of noise and other physical factors on human health», *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rosiyskoi Akademiyi Nauk*, 14 (6), 158–165.

3. Pankova V. B. (1997), «Impact of impulse noise on the auditory function», Abstracts of papers of the sci. conf. «Modern methods of diagnostics, treatment and rehabilitation of patients with pathology of the inner ear», Moscow, Russia, 106–107.

4. Izmerov N. F. (1996), Rukovodstvo po professionalnym zabolevaniyam [Guide on occupational diseases], Vol. II, Moscow, Russia.

5. Kartopoltseva N. V. (2011), «Differential diagnostics of neurosensory hearing loss of occupational and non-occupational genesis», *Bulleten Samarskogo nauchnogo tsentra Rosiyskoi Akademiyi Nauk*, 3, 16–20.

6. Khrupachev A. G., Khadartsev A.A., Sedova L. A. and Kashintseva L. V. (2013), «Quantitative assessment of the harmful effects of industrial noise and vibration on

ISSN 2223-6775, Ukrainian Journal of Occupational Health, 2019, 15 (3), 247–254

the human health», *Ugrozy i bezopasnost*, 28, 44–52. https://doi.org/10.1260/0957-4565.44.3.28.

7. Shyldlovskaya T. A. (1997), «Electrophysiological indices of the state of different parts of the auditory analyzer in individuals with normal voice and with its functional disorders», *Fiziologichnyi zhurnal*, 43 (5–6), 50–52.

8. Shydlovska T. A., Shydlovska T. V., Kozak M. S. and Ovsianyk K. V. (2013), «State of cerebral hemodynamics in patients with functional voice disorders depending on the degree of disorders in the vocal apparatus», *Zhurnal vushnykh, nosovykh i horlovykh khvorob*, 3, 36-40.

9. Lesovoi V. N., Kapustnik V. A. and Korobchanskiy V. A. (2013), «Medicine of boundary states: theory and practice of pre-nosological diagnostics», *Naukovyi zhurnal Minystersva okhorony zdorovya Ukrainy*, 3 (2), 49–60.

ORCID ID співавторів та їхній внесок у підготовку та написання статті:
Ковальчук Т. А. (ORCID ID 0000-0002-2580-3032) – написання вступу з висвітленням проблеми в загальному її вигляді, аналізом останніх досліджень і публікацій, формування цілей статті, складання висновків за результатами дослідження;
Дедунов С. В. (ORCID ID 0000-0001-9828-8900) – вибір методів дослідження, проведення дослідження, статистична обробка матеріалів дослідження, написання розділу «Результати дослідження».

Інформація щодо джерел фінансування дослідження: дослідження виконано за темою «Керування ризиком розвитку найбільш поширених професійних захворювань у працівників гірничо-металургійної галузі України» (№ держреєстрації 018U001146).

Надійшла: 14 грудня 2018 р.
Прийнята до друку: 29 липня 2019 р.

Контактна особа: Дедунов Сергій Володимирович, молодший науковий співробітник, ДУ «Український науково-дослідний інститут промислової медицини», буд. 40, вул. Виноградова, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська область, 50096. Тел.: + 38 0 96 225 71 04. Електронна пошта: dedunov.sergey@ukr.net