ZASADY ORZEKANIA O PREDYSPOZYCJACH ZAWODOWYCH DO PRACY W NARAŻENIU NA HAŁAS LUB NADMIERNY WYSIŁEK GŁOSOWY ORAZ DIAGNOSTYKA I PROFILAKTYKA CHORÓB NARZĄDU SŁUCHU I NARZĄDU GŁOSU

Redakcja:
prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

Warszawa 2011

Przygotowanie oraz wydruk podręcznika współfinansowane
przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego

AUTORZY:

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz
Dr nauk tech. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska
Dr med. Ewa Zamysłowska-Szmytke
Lek. med. Piotr Kotyło
Mgr Adam Dudarewicz
Mgr Ewelina Woźnicka
Mgr Małgorzata Zamojska

Prawa autorskie:
Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego w Warszawie

Wydawca:
Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego
01-813 Warszawa
ul. Marymoncka 99/103
tel. 22 56 93 700
fax 22 56 93 712
www.cmkp.edu.pl

Wydanie I
ISBN 978-83-62110-31-5

Druk i oprawa:
Oficyna Drukarska
ul. Sokołowska 12a
01-142 Warszawa
tel./fax 22 632 83 52



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Spis treści

1. ZAWODOWE USZKODZENIE SŁUCHU
– DEFINICJA, ASPEKTY EPIDEMIOLOGICZNE 5
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

2. OCENA NARAŻENIA NA HAŁAS 11
Dr nauk tech. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska

3. PATOFIZJOLOGIA USZKODZEŃ SŁUCHU SPOWODOWANYCH HAŁASEM 21
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

4. METODY OCENY NARZĄDU SŁUCHU 29
Lek. med. Piotr Kotyło

5. METODY OCENY UKŁADU RÓWNOWAGI 41
Dr med. Ewa Zamysłowska-Szmytke

6. OBRAZ KLINICZNY USZKODZEŃ SŁUCHU SPOWODOWANYCH PRZEZ HAŁAS 53
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

7. ORZEKANIE O ZAWODOWYM USZKODZENIU SŁUCHU 63
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska
Lek. med. Piotr Kotyło

8. ŁĄCZNE DZIAŁANIE CZYNNIKÓW FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH NA NARZĄD SŁUCHU I RÓWNOWAGI 71
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska
Dr med. Ewa Zamysłowska-Szmytke

9. OCENA PREDYSPOZYCJI ZDROWOTNYCH DO PRACY W NARAŻENIU NA HAŁAS 79
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

10. PROFILAKTYKA ZAWODOWEGO USZKODZENIA SŁUCHU 85
Lek. med. Piotr Kotyło

11. OCHRONNIKI SŁUCHU 91
Dr nauk techn. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska
Mgr Małgorzata Zamojska

12. SZACOWANIE RYZYKA ZAWODOWEGO USZKODZENIA SŁUCHU 99
Dr nauk tech. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska
Mgr Adam Dudarewicz

13. KOMPLEKSOWY PROGRAM OCHRONY SŁUCHU 109
Dr nauk techn. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska
Mgr Adam Dudarewicz
Dr med. Ewa Zamysłowska-Szmytke
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

14. CHOROBY ZAWODOWE NARZĄDU GŁOSU
– ASPEKTY EPIDEMIOLOGICZNE, DEFINICJA 119
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

15. PATOFIZJOLOGIA CHORÓB NARZĄDU GŁOSU O PODŁOŻU ZAWODOWYM 123
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

16. METODY BADANIA NARZĄDU GŁOSU 131
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

17. OBRAZ KLINICZNY CHORÓB NARZĄDU GŁOSU O PODŁOŻU ZAWODOWYM 139
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

18. ORZEKANIE O CHOROBACH ZAWODOWYCH NARZĄDU GŁOSU 147
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

19. PROFILAKTYKA CHORÓB ZAWODOWYCH NARZĄDU GŁOSU 157
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz
Mgr Ewelina Woźnicka

20. OCENA PREDYSPOZYCJI ZDROWOTNYCH DO PRACY W NARAŻENIU NA NADMIERNY WYSIŁEK GŁOSOWY 165
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

1. Zawodowe uszkodzenie słuchu
– definicja, aspekty epidemiologiczne

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

Hałas jest jednym z najpowszechniej występujących zagrożeń zdrowotnych w środowisku pracy i życia człowieka. Szacunkowo na hałas o poziomach stwarzających ryzyko uszkodzenia słuchu narażonych może być aż 500 mln osób na świecie, przy czym, zgodnie z raportem Światowej Organizacji Zdrowia, 16% uszkodzeń słuchu w całej populacji osób dorosłych związanych jest z ekspozycją zawodową; odsetek ten waha się od 7% do 21% w zależności od regionu [4]. Uszkodzenia słuchu spowodowane hałasem w miejscu pracy dotyczą ok. 30 mln pracowników w USA [2] i podobnej liczby pracowników w Europie. Do liczb tych należy dodać przypadki ostrego urazu akustycznego związanego ze służbą wojskową oraz narażeniem pozazawodowym na hałas (koncerty muzyki rockowej, dyskoteki, wybuchy fajerwerków etc.) [1].

W Polsce w narażeniu na hałas stwarzający ryzyko uszkodzenia słuchu zatrudnionych jest szacunkowo ok. 750 tys. osób. Zgodnie z danymi GUS współczynniki narażenia w 2007 r. wynosiły 85/100 000 zatrudnionych ogółem i 141/100 000 zatrudnionych w przemyśle [8].

Definicja

Uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem (*noise-induced hearing loss* – NIHL) jest to symetryczny, powolnie postępujący, odbiorczy ubytek słuchu, dotyczący w szczególności wysokich częstotliwości, z typowym załamkiem dla 3–6 kHz. Ubytek słuchu rozwija się na przestrzeni wielu lat narażenia na wysokie poziomy hałasu. Dynamika uszkodzenia słuchu jest stosunkowo szybka w ciągu pierwszych 10 lat ekspozycji, po czym ulega spowolnieniu. Po 15 latach pracy w hałasie krzywa przyrostu ubytku słuchu ulega wysyceniu.

Zgodnie z aktualnie obowiązującym wykazem chorób zawodowych (pozycja 21 Załącznika do Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 30.06.2009; DzU Nr 105, poz. 869), zawodowe uszkodzenie słuchu definiowane jest jako:

„Obustronny trwały odbiorczy ubytek słuchu typu ślimakowego lub czuciowo-nerwowego spowodowany hałasem, wyrażony podwyższeniem progu słuchu o wielkości co najmniej 45 dB w uchu lepiej słyszącym, obliczony jako średnia arytmetyczna dla częstotliwości audiometrycznych 1, 2 i 3 kHz" [5].

Definicja ta zawiera szereg sformułowań, które wymagają szczegółowych wyjaśnień, tak aby lekarz orzecznik rozumiał zarówno ich znaczenie, jak i przesłanki leżące u podstaw ich wyboru (tab. I).

Tabela I. Definicja choroby zawodowej narządu słuchu

Określenie	Wyjaśnienie znaczenia/genezy
Ubytek słuchu	pogorszenie słuchu = podwyższenie progu słuchu
obustronny	przewlekły hałas uszkadza oba uszy
trwały	uszkodzenie jest nieodwracalne
odbiorczy	przewodzenie dźwięku jest niezaburzone, uszkodzone są elementy odbiorcze
typu ślimakowego	uszkodzone są komórki słuchowe zewnętrzne ślimaka
lub czuciowo-nerwowego	uszkodzone są komórki słuchowe zewnętrzne i wtórnie inne struktury ślimaka, w tym zwłaszcza dendryty nerwu słuchowego
Spowodowany hałasem	a/ charakterystyczny kształt krzywej audiometrycznej b/ poziomy równoważne ekspozycji na hałas ≥ 85 dB(A)
Podwyższenie progu słuchu o wielkości co najmniej 45 dB w uchu lepiej słyszącym, średnio dla 1, 2, i 3 kHz	wybór częstotliwości i głębokości ubytku słuchu podyktowany jest ich znaczeniem dla społecznej wydolności narządu słuchu

Wieloletnie narażenie na hałas w miejscu pracy powoduje pogorszenie słuchu. Ponieważ hałas oddziałuje jednocześnie na oba uszu, ubytek słuchu jest obustronny. Uszkodzenie słuchu jest trwałe, ponieważ, na dzień dzisiejszy, procesy zniszczenia dotyczące elementów zmysłowych, zachodzące pod wpływem hałasu, są nieodwracalne (brak możliwości farmakoterapii czy też regeneracji).

Hałas uszkadza receptor narządu słuchu znajdujący się w ślimaku, stąd określenie – odbiorczy typu ślimakowego. Oznacza to jednocześnie, że przewodzenie dźwięku od jego źródła (np. hałaśliwej maszyny) przez ucho zewnętrzne (małżowina uszna i przewód słuchowy zewnętrzny) oraz ucho środkowe (błona bębenkowa, łańcuch kosteczek słuchowych) jest niezaburzone. Upośledzony jest natomiast odbiór dźwięku, tj. proces polegający na zamianie bodźca dźwiękowego w impuls elektryczny. Proces ten zachodzi w uchu wewnętrznym, a konkretnie w jego przednio-dolnej części zwanej ślimakiem (tylno-górną część ucha wewnętrznego stanowi błędnik, będący częścią układu przedsionkowego).

Określenie „czuciowo-nerwowy" ubytek słuchu pojawiło się po raz pierwszy w znowelizowanym w czerwcu br. Rozporządzeniu Rady Ministrów. Może być ono, z pewnym przybliżeniem, traktowane również jako uszkodzenie słuchu o typie ślimakowym. Oznacza zniszczenie zarówno komórek zmysłowych ślimaka (element czuciowy), jak i zakończeń (dendrytów) nerwu ślimakowego oraz częściowo jąder zwoju spiralnego (I neuron drogi słuchowej), do degeneracji których dochodzi wtórnie po wielu latach narażenia na hałas. Praktycznie uzupełnienie definicji choroby zawodowej narządu słuchu o czuciowo-nerwowe uszkodzenie słuchu jest ważne. Wskazuje bowiem, że z biegiem lat narażenia uszkodzenie słuchu spowodowane przez hałas traci swój „czysto ślimakowy" charakter, stąd niektóre testy audiometryczne stosowane w diagnostyce tego typu uszkodzenia słuchu (np. próba SISI) mogą nie być patognomiczne.

Określenie uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem ma dwojakiego rodzaju znaczenie – medyczne i higieniczne. Medycznie oznacza ono, że ubytek słuchu ma nie tylko charakter odbiorczy-ślimakowy lub czuciowo-nerwowy, lecz również kształt krzywej audiometrycznej jest typowy dla uszkodzeń słuchu spowodowanych hałasem. Musi on wskazywać na uszkodzenie słuchu głównie w wysokich częstotliwościach (krzywa audiometryczna opadająca powyżej 2 kHz,

z załamkiem, tj. najgłębszym ubytkiem słuchu – dla 4–6 kHz). Natomiast z punktu widzenia higieny pracy, aby móc rozpoznać uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem, zgodnie z aktualnie obowiązującymi wartościami NDN (najwyższych dopuszczalnych natężeń), narażenie zawodowe na stanowisku pracy musi przekraczać poziom równoważny hałasu 85 dB(A) (patrz rozdział 2).

Podstawowym testem audiometrycznym stosowanym dla oceny stanu słuchu jest audiometria tonalna (patrz rozdział 4). Podwyższenie progu słuchu w tym badaniu oznacza pogorszenie słuchu. Wybór częstotliwości i głębokości uszkodzenia słuchu dla celów rozpoznania choroby zawodowej uwarunkowany jest właściwościami fizjologicznymi narządu słuchu człowieka. Dla rozumienia mowy istotne są częstotliwości z zakresu 0,5–4 kHz – stąd wybór częstotliwości środkowych z tego przedziału, tj. 1, 2 i 3 kHz. Ubytki słuchu do 40 dB uważane są, zgodnie z kategoryzacją Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), za ubytki słuchu niewielkiego stopnia, zwykle niewymagające protezowania słuchu dla utrzymania jego społecznej wydolności (poza zawodami wymagającymi specjalnej ostrości słuchu). Biorąc pod uwagę 5-dB skok w badaniu audiometrii tonalnej, próg uszkodzenia słuchu istotny dla zaburzeń rozumienia mowy wyznaczono w definicji choroby zawodowej na poziomie co najmniej 45 dB (w uchu lepiej słyszącym).

Okres, w którym wystąpiły udokumentowane objawy uszkodzenia słuchu związanego z narażeniem zawodowym na hałas od momentu zaprzestania pracy w narażeniu nie może przekraczać 2 lat. Zasadniczo stan słuchu po zaprzestaniu narażenia na hałas nie pogarsza się, a obserwowane czasem dość dynamiczne pogorszenia odbiorcze słuchu w wieku powyżej 65 lat (tj. w wieku przechodzenia mężczyzn na emeryturę) należy wiązać z procesem starzenia się narządu słuchu (*presbyacusis*).

Aspekty epidemiologiczne

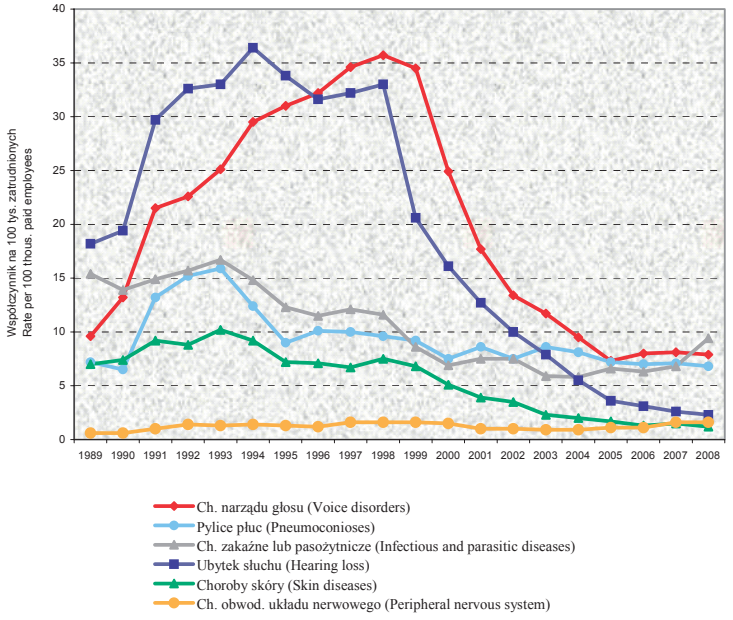
Częstość zachorowań na choroby zawodowe narządu słuchu zmieniała się znacząco na przestrzeni ostatnich 20 lat (ryc. 1). Szczyt zachorowań obserwowano w latach 90. ubiegłego stulecia; sięgał on nawet wskaźnika 25 na 100 000 zatrudnionych. Od początku obecnego stulecia częstość tych chorób gwałtownie spadała. Obecnie zawodowe uszkodzenie słuchu jest czwartą w kolejności najczęściej rozpoznawaną chorobą zawodową. W 2008 roku zanotowano 240 nowych przypadków, co stanowiło 6,7% wszystkich chorób w Polsce.

Spadek częstości występowania zawodowych uszkodzeń słuchu związany był z jednej strony z transformacją gospodarczą kraju po 1989 roku (m.in. upadek przemysłu włókienniczego), z drugiej zaś strony z rozwojem skutecznych programów ochrony słuchu.

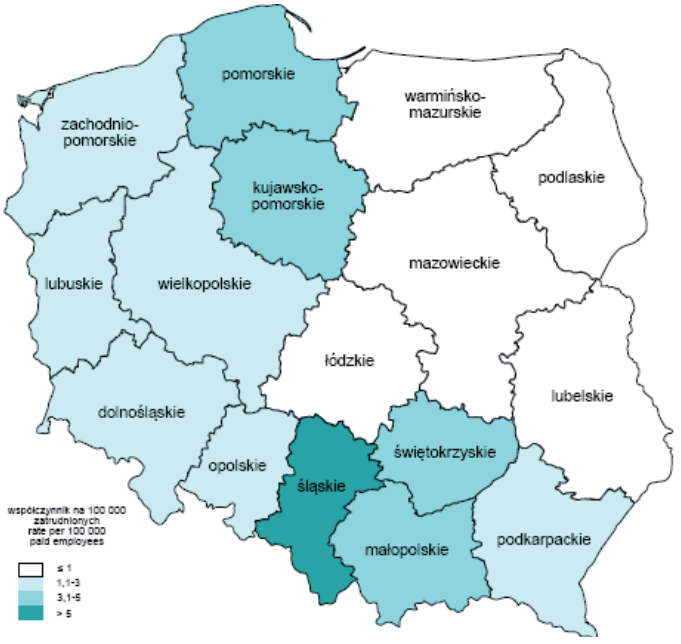
Mimo spadku bezwzględnej liczby chorób zawodowych narządu słuchu, niepokojący jest fakt, że większość rozpoznań dotyczy osób w okresie pełnej aktywności zawodowej (poniżej 60 r.ż.). W latach 1996–2005 ok. 47% przypadków stanowiły osoby w wieku 50–59 lat, 36% przypadków stanowiły osoby w przedziale wieku 40–49 lat, a 4% przypadków dotyczyło osób poniżej 40 r.ż. Znacznie mniej zachorowań dotyczy natomiast osób po 60 r.ż. (ok. 13% przypadków w dziesięcioleciu 1996–2005). Biorąc pod uwagę, że praktycznie choroby zawodowe narządu słuchu dotyczą wyłącznie mężczyzn (w 2008 r. – 100%), liczby te oznaczają istotny ubytek potencjału pracowników czynnych zawodowo.

Najwięcej ubytków słuchu w 2008 r. rozpoznano u osób zatrudnionych w takich działach gospodarki, jak: przetwórstwo przemysłowe (116), górnictwo (75) i budownictwo (22) [7]. Najbardziej zagrożone województwa to śląskie (powyżej 5 osób na 100 000 zatrudnionych) oraz małopolskie, świętokrzyskie, kujawsko-pomorskie i pomorskie (3–5 osób na 100 000 zatrudnionych) (ryc. 2).

Piśmiennictwo



Rycina 1. Zmiany współczynników zachorowań na choroby zawodowe narządu słuchu na 100 000 zatrudnionych, na przestrzeni lat 1989–2008 ([według 6], przedrukowano za zgodą Oficyny Wydawniczej IMP)



Rycina 2. Odsetkowa struktura chorób zawodowych w Polsce w 2008 roku ([według 7], przedrukowano za zgodą Oficyny Wydawniczej IMP)

1. Biassoni E.C., Serra M.R., Richtert U., Joekes S., Yacci M.R., Carignani J.A., Abraham S., Minoldo G., Franco G.: Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part II: development of hearing disorders. Int J Audiol, 2005, nr 44(2), s. 74–85.
2. Franks J.R., Stephenson M.R., Merry C.J.: Preventing occupational hearing loss – A practical guide. USDHHS (NIOSH) Publication, Cincinnati, OH: National Institute for Ocupational Safety and Health, 1996, nr 96–110, s. 1–106.
3. ISO 1999 Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment – International Organization for Standardization, Geneva 1990.
4. 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.
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 30 czerwca 2009 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzania chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach (DzU z 2009 Nr 105, poz. 869).
6. Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U.: Choroby zawodowe w Polsce. Statystyka i epidemiologia. Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, IMP, Łódź 2007.
7. Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U., Szymczak W.: Choroby zawodowe w Polsce w 2008 r. Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, IMP, Łódź 2009.
8. Warunki Pracy w 2007 r. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2008.

2. Ocena narażenia na hałas

Dr nauk tech. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska

Hałas są to dźwięki o dowolnym charakterze akustycznym, niepożądane w danych warunkach i dla danej osoby. Inna, bardziej ogólna, definicja określa hałasem wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania ośrodka sprężystego, działające za pośrednictwem powietrza na narząd słuchu i pośrednio na wybrane części organizmu człowieka.

W świetle obowiązujących w Polsce przepisów prawnych i normatywnych rozróżnia się trzy rodzaje hałasu, obejmujące różne zakresy częstotliwości, tj.:

- hałas, w domyśle słyszalny – obejmujący przedział częstotliwości słyszalnych (20–20 000 Hz),
- hałas infradźwiękowy – przedział częstotliwości infradźwiękowych (1–20 Hz),
- hałas ultradźwiękowy – przedział wysokich częstotliwościach słyszalnych (powyżej 10 000 Hz) i niskich ultradźwiękowych (do 40 000 Hz).

Do niedawna wszystkie ww. rodzaje hałasu znajdowały się w wykazie szkodliwych czynników fizycznych środowiska pracy; w czerwcu 2009 r. wyłączono z tego wykazu hałas infradźwiękowy [11]. W niniejszym rozdziale omówione zostaną zasady oceny narażenia na wszystkie rodzaje hałasu, ale najwięcej uwagi poświęcone będzie hałasowi (w domyśle słyszalnemu).[1]

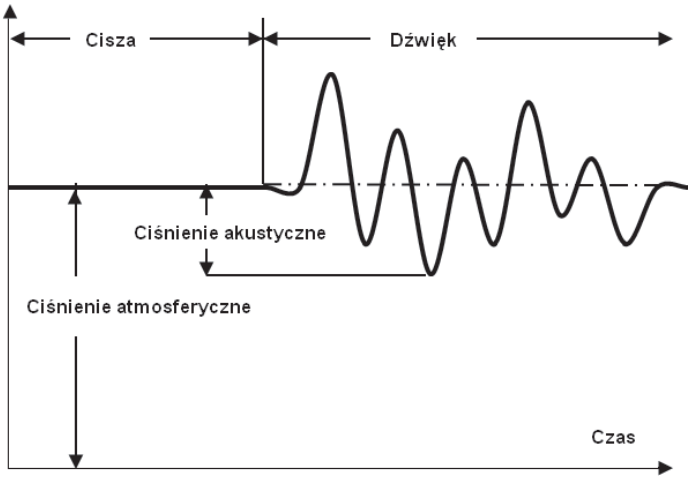
Podstawowe pojęcia

Drgania i fale akustyczne

Drgania akustyczne mogą być rozpatrywane jako drgania mechaniczne polegające na ruchu cząstek ośrodka sprężystego względem położenia równowagi. Środowiskiem, w którym występują drgania, może być dowolny sprężysty ośrodek materialny (płynny lub stały), a w szczególności powietrze i wtedy są to tzw. drgania akustyczne powietrzne. Zwykle źródłem drgań akustycznych są drgające układy mechaniczne o określonych wymiarach przestrzennych, które przekazują drgania otaczającemu je powietrzu.

1 Regulacje prawne Unii Europejskiej oraz przepisy większości krajów europejskich koncentrują się jedynie na ocenie narażenia na hałas słyszalny.

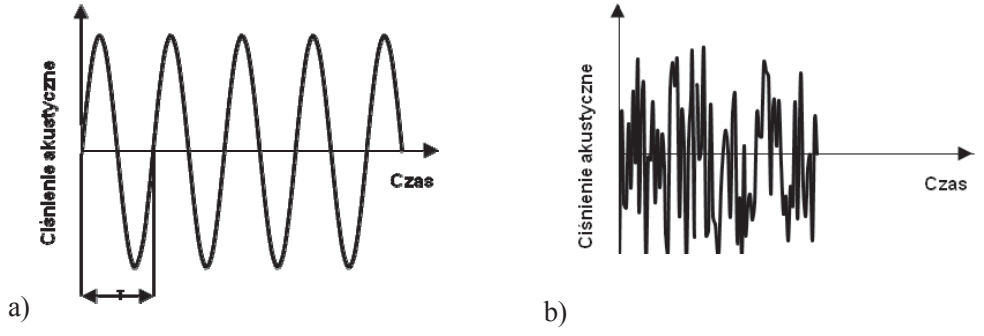
Przejawem drgań ośrodka powietrznego są lokalne zagęszczenia i rozrzedzenia powietrza, których wynikiem są lokalne zmiany ciśnienia (względem ciśnienia atmosferycznego) nazywane ciśnieniem akustycznym[2] (ryc. 1).



Rycina 1. Ciśnienie akustyczne a ciśnienie atmosferyczne

Najprostszym przykładem drgań akustycznych są tony, czyli okresowe drgania harmoniczne (ryc. 2a). Odstęp czasu, w ciągu którego zachodzi jeden cykl drgań, nazywany jest okresem T i jest wyrażany w sekundach (s). Liczba pojedynczych cykli drgań akustycznych przypadająca na jednostkę czasu nazywana jest częstotliwością f i jest wyrażana w hercach (Hz) (f=1/T).

W życiu codziennym rzadko spotyka się drgania harmoniczne (tony). Typowe zjawiska akustyczne (np. mowa, muzyka i hałas) mają bardziej złożony przebieg czasowy (ryc. 2b). Można je traktować jako sumę wielu składowych harmonicznych (tonów) o różnych częstotliwościach

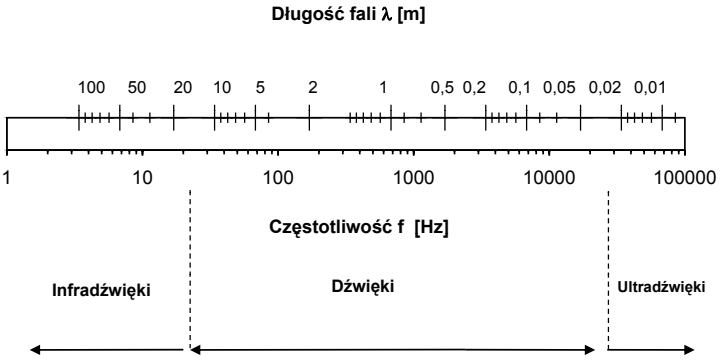


Rycina 2. Przykładowe przebiegi czasowe sygnałów akustycznych ilustrujące, jak zmienia się w czasie ciśnienie akustyczne w wybranym punkcie; a) ton o częstotliwości f=1/T, b) hałas szerokopasmowy

2 Jednostką ciśnienia akustycznego i atmosferycznego w Międzynarodowym Układzie Jednostek SI jest paskal ($Pa=N/m^2$).

i amplitudach oraz mówić o tzw. widmie częstotliwościowym. Rozróżnienie składu widmowego umożliwia analiza widmowa, np. analiza widmowa w pasmach tercjowych.

Drgania akustyczne rozchodzą się w środowisku w postaci fal. Oznacza to, że zaburzenie równowagi ośrodka (zagęszczenie/rozrzedzenie ośrodka), które powstało w danej chwili w określonym punkcie przestrzeni, przenosi się na obszar coraz bardziej oddalony od tego miejsca (źródła drgań), wskutek wzajemnego przekazywania energii sąsiednim cząstkom (propagacja zaburzenia w ośrodku). Droga, jaką przebywa zaburzenie w ciągu jednego okresu, nosi nazwę długości fali akustycznej λ. W powietrzu rozchodzą się tzw. fale akustyczne podłużne, tj. drgania cząstek ośrodka (zagęszczenia i rozrzedzenia) odbywają się w kierunku zgodnym z kierunkiem propagacji (rozchodzenia się) fali. Fale akustyczne zdolne wywołać wrażenia słuchowe nazywane



Rycina 3. Klasyfikacja fal akustycznych w zależności od ich długości λ i częstotliwości f

są dźwiękami. Klasyfikację fal akustycznych w zależności od ich długości i częstotliwości obrazuje rycina 3.

Skala decybelowa

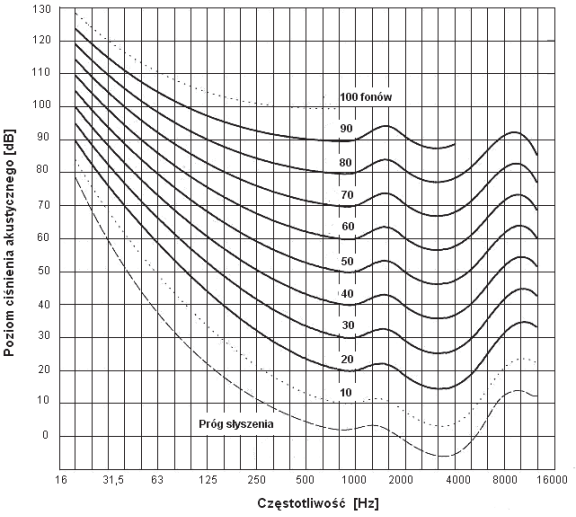
Ucho ludzkie reaguje na cykliczne zmiany ciśnienia powietrza (ciśnienie akustyczne) w bezpośrednim otoczeniu ucha w zakresie od 20 μPa do 200 Pa. Stosunek wielkości granicznych wynosi więc 1:10 000 000. Tak duża skala wartości jest niewygodna w użyciu i z tego względu wartości ciśnienia akustycznego wyrażane są nie w skali liniowej, lecz w logarytmicznej skali decybelowej. Poziom ciśnienia akustycznego (w skrócie poziom dźwięku) w decybelach opisany jest wzorem (1):

$$L = 10\lg\left(\frac{p}{p_o}\right)^2; \qquad (1)$$

gdzie: L – poziom ciśnienia akustycznego wyrażony w jednostkach względnych, w decybelach (dB); p – wartość ciśnienia akustycznego wyrażona w jednostkach bezwzględnych, w paskalach (Pa); $p_o=20\times10^{-6}$ Pa= 20 μPa – wartość ciśnienia akustycznego odniesienia, tj. próg percepcji słuchowej.

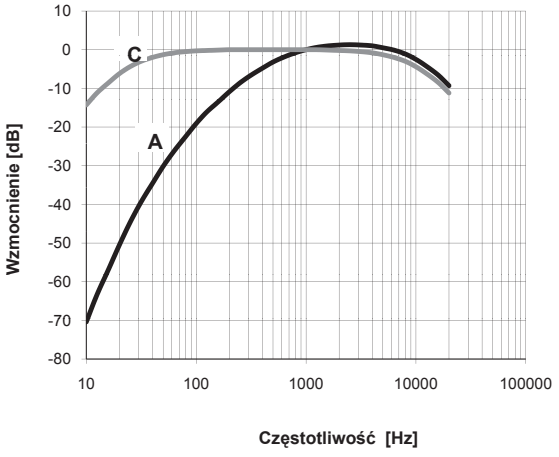
Percepcja dźwięków i charakterystyki częstotliwościowe

Narząd słuchu nie reaguje tak samo na dźwięki o takim samym poziomie ciśnienia akustycznego, lecz o różnej częstotliwości, co ilustrują tzw. krzywe izofoniczne, czyli krzywe jednakowej względnej głośności (ryc. 4).



Rycina 4. Krzywe izofoniczne wg ISO 226:2003 (dany dźwięk ma poziom głośności N fonów, jeśli jest odbierany jako tak samo głośny jak dźwięk o częstotliwości wzorcowej 1 kHz i poziomie N dB)

Zjawisko zróżnicowanego w funkcji częstotliwości, subiektywnego odczuwania głośności dźwięków uwzględniono przy opracowywaniu specjalnych charakterystyk częstotliwościowych (filtrów korekcyjnych) typu A i C, które są powszechnie stosowane w pomiarach hałasu słyszalnego.



Rycina 5. Charakterystyki częstotliwościowe A i C

Opracowując ww. charakterystyki w latach 40. XX wieku zakładano, że charakterystyka A odpowiada reakcji ucha ludzkiego na dźwięki o niskich poziomach, czyli jest wzorowana na krzywej izofonicznej 40 fonów (stanowi jej odbicie zwierciadlane). Z kolei charakterystyka częstotliwościowa C odpowiada reakcji ucha ludzkiego na dźwięki o wysokich poziomach ciśnienia akustycznego (krzywej izofonicznej 100 fonów). Zalecano przy tym stosowanie tych charakterystyk dla wybranych zakresów poziomu ciśnienia akustycznego, np. charakterystyki częstotliwościowej A w zakresie poziomów dźwięków od 20 do 55 dB. Obecnie przyjmuje się, że charakterystyki te są umowne i stosuje się je niezależnie od wartości poziomu ciśnienia akustycznego.

Poziom ciśnienia akustycznego skorygowanego wg charakterystyki częstotliwościowej A przyjęto nazywać w skrócie poziomem dźwięku A[3], zaś poziom ciśnienia akustycznego skorygowanego wg charakterystyki częstotliwościowej C – poziomem dźwięku C.

Charakterystyka częstotliwościowa A silnie tłumi występujące w widmie hałasu składowe niskoczęstotliwościowe z przedziału od 10 do 200 Hz i minimalnie wzmacnia składowe o częstotliwościach powyżej 1000 Hz, podczas gdy charakterystyka C jest płaska w zakresie częstotliwości od 80 do 3000 Hz i nie tłumi składowych z tego przedziału. Dlatego różnica pomiędzy poziomem dźwięku C i A, czyli tzw. wskaźnik oceny widma pozwala na określenie, jaki zakres częstotliwości dominuje w widmie hałasu, co jest m.in. wykorzystywane przy doborze ochronników słuchu (patrz rozdz. 11).

Podstawy oceny narażenia na hałas

Klasyfikacja hałasu

W zależności od zmienności w czasie poziomu dźwięku A rozróżnia się następujące typy hałasu:

- hałas ustalony – gdy wahania poziomu dźwięku A w czasie nie przekraczają 5 dB;
- hałas nieustalony – gdy wahania poziomu dźwięku A w czasie przekraczają 5 dB;
- hałas impulsowy – złożony z pojedynczych lub ciągów zdarzeń dźwiękowych o czasie trwania krótszym niż 1 s.

Specyficzną odmianą hałasu impulsowego jest hałas impulsowy quasi-stacjonarny – złożony z ciągu impulsów z odstępami między impulsami krótszymi niż 1 s, czyli o częstotliwości powtarzania impulsów większej niż 1 Hz.

Obecnie, bez względu na rodzaj hałasu, sposób postępowania przy ocenie narażenia na hałas jest taki sam, ale przy szacowaniu ryzyka upośledzenia słuchu wywołanego hałasem w przypadku hałasu impulsowego uwzględnia się dodatkową poprawkę (patrz rozdz. 9). Wytyczne metodyczne dotyczące zasad przeprowadzania pomiarów hałasu na stanowiskach pracy określają Polskie Normy PN-N-01307:1994 i PN-EN ISO 9612:2009 [2, 3].

Zasada równej energii

Ujemny wpływ hałasu na narząd słuchu jest proporcjonalny do całkowitej pochłoniętej energii, która z kolei zależy od kwadratu ciśnienia akustycznego i efektywnego czasu ekspozycji. Na tej zależności oparta jest zasada równej (równoważnej) energii. Zgodnie z nią odpowiednie zmniejszenie jednego z parametrów hałasu (poziomu dźwięku lub czasu trwania ekspozycji) i zwiększenie drugiego, przy zachowaniu stałości energii, zapewnia, że skutki działania hałasu na narząd słuchu są takie same. Zatem, jeśli narząd słuchu toleruje poziom dźwięku A równy 85 dB w ciągu 8 godzin, to może również tolerować tę samą ilość energii w czasie dwukrotnie krótszym, czyli

3 Poziom dźwięku A to podstawowa powszechnie stosowana miara hałasu.

poziom 88 dB przez 4 godziny (inaczej skrócenie dziennego czasu narażenia o połowę pozwala na zwiększenie poziomu dźwięku o 3 dB).

Zasada równej energii budzi jednak wiele wątpliwości. Istnieją dowody doświadczalne, że dłuższe ekspozycje bardziej uszkadzają słuch niż krótkie, a hałas przerywany powoduje mniejsze uszkodzenia niż ciągły. Kontrowersyjne jest również stosowanie tej zasady w odniesieniu do hałasu impulsowego. Ten rodzaj hałasu jest szczególnie szkodliwy, gdyż charakteryzuje się tak szybkim narastaniem ciśnienia akustycznego, że mechanizmy ochronne narządu słuchu (odruch strzemiączkowy), charakteryzujące się pewną bezwładnością, są w tym przypadku mało efektywne. Pomimo ograniczeń, zasada równej energii wykorzystywana jest przy wyznaczaniu podstawowej wielkości stosowanej przy ocenie narażenia na hałas – równoważnego poziomu dźwięku A ($L_{Aeq,Te}$).

Wartości dopuszczalne hałasu w środowisku pracy

Kontrola narażenia na hałas w środowisku pracy ma przede wszystkim na celu zabezpieczenie przed jego szkodliwym działaniem na narząd słuchu. Uważa się, że o powstaniu uszkodzeń słuchu decyduje przede wszystkim równoważny poziom dźwięku A, a także maksymalny poziom dźwięku A (czyli maksymalna wartość skuteczna poziomu dźwięku A w czasie narażenia) i szczytowy poziom dźwięku C (czyli maksymalna wartość chwilowa poziomu dźwięku C występująca w czasie narażenia). Szczytowy poziom dźwięku C jest szczególnie istotny w przypadku występowania hałasu impulsowego.

Równoważny poziom dźwięku A w przeliczeniu na znormalizowany dzienny lub tygodniowy wymiar czasu pracy nazywany jest poziomem ekspozycji na hałas odniesionym do 8-godzinnego dnia pracy ($L_{EX,\,8h}$) lub tygodnia pracy ($L_{EX,\,w}$).

Obowiązujące w Polsce dopuszczalne wartości hałasu ze względu na ochronę słuchu podano w tabeli I. Odnoszą się one do ogółu zatrudnionych, z wyłączeniem kobiet ciężarnych i osób młodocianych. W odniesieniu do ww. grup ryzyka mają zastosowanie niższe wartości dopuszczalne, określone w oddzielnych przepisach (tab. II).

Tabela I. Wartości dopuszczalne hałasu ze względu na ochronę słuchu – wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu [6].

Wyznacznik ekspozycji na hałas	Wartość dopuszczalna
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy $L_{EX,\,8h}$ /do tygodnia pracy $L_{EX,\,w}$ [dB]	85
Maksymalny poziom dźwięku A, $L_{A\,max}$, [dB]	115
Szczytowy poziom dźwięku C, $L_{C\,peak}$, [dB]	135

Tabela II. Wartości dopuszczalne hałasu w odniesieniu do kobiet ciężarnych i osób młodocianych [7, 8].

Wyznacznik ekspozycji na hałas	Wartość dopuszczalna	
	Kobiety ciężarne	Osoby młodociane
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy $L_{EX,\,8h}$ /do tygodnia pracy $L_{EX,\,w}$ [dB]	65	80
Maksymalny poziom dźwięku A, $L_{A\,max}$, [dB]	110	110
Szczytowy poziom dźwięku C, $L_{C\,peak}$, [dB]	130	130

Przyjęty w Polsce jako wartość NDN poziom ekspozycji na hałas równy 85 dB nie jest poziomem zupełnie bezpiecznym z punktu widzenia ochrony słuchu. Wykazano, że 40-letnia zawodowa

ekspozycja na hałas o poziomie 85 dB stwarza u około 4% mężczyzn ryzyko upośledzenia słuchu wyrażone średnim progiem słuchu dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz wyższym od 25 dB HL (patrz rozdz. 12).

Niezależnie od wartości NDN hałasu i wartości dopuszczalnych dla grup zwiększonego ryzyka, Polska Norma PN-N-01307:1994 określa wartości dopuszczalne ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań na wybranych typach stanowisk pracy [2]. Wartości te są wyrażone w postaci równoważnego poziomu dźwięku A za efektywny czas ekspozycji ($L_{Aeq,Te}$).

Hałas infradźwiękowy

Źródłem hałasu infradźwiękowego w środowisku pracy są środki transportu oraz niektóre maszyny i urządzenia przemysłowe, w tym sprężarki tłokowe, pompy próżniowe, dmuchawy, piece hutnicze, młoty kuźnicze, kraty wstrząsowe, formierki maszynowe, urządzenia energetyczne elektrowni cieplnych (młyny, kominy, kotły i wentylatory kotłowe), wentylatory przemysłowe, maszyny drogowe, silniki odrzutowe testowane w hamowniach oraz urządzenia młynów zbożowych (przesiewacze zbożowe).

Najbardziej powszechnym, błędnym wyobrażeniem na temat infradźwięków jest założenie, że są one niesłyszalne, ze względu na brak w narządzie Cortiego odpowiednich komórek receptorowych. Tezę tę zweryfikowano już w latach 30. ubiegłego stulecia. Okazało się, że percepcja infradźwięków opiera się nie tylko na słyszeniu klasyczną drogą słuchową, ale również na odczuwaniu drgań. Progi słuchu gwałtownie wzrastają wraz ze spadkiem częstotliwości, przykładowo od 65 dB dla 35 Hz do 95 dB dla 16 Hz, 100 dB dla 3 Hz i 140 dB dla 1 Hz.

Dominującym skutkiem ekspozycji zawodowej na hałas infradźwiękowy jest uciążliwość, występująca już przy niewielkich przekroczeniach progu słyszenia, przejawiająca się subiektywnie odczuwanymi stanami nadmiernego zmęczenia, dyskomfortu, senności oraz zaburzeniami sprawności psychomotorycznej i wybranych funkcji fizjologicznych.

Podstawą higienicznej oceny narażenia na hałas infradźwiękowy są pomiary równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową G. Zalecane wartości dopuszczalne hałasu infradźwiękowego wg kryterium uciążliwości zawiera Polska Norma PN-Z-01338:2010 [4]. Zgodnie z ustaleniami ww. normy równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{Geq,\ 8h}$ /$L_{Geq,w}$ nie powinien przekraczać wartości 102 dB. Natomiast na stanowiskach do wykonywania prac koncepcyjnych, wymagających szczególnej koncentracji uwagi, równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy, $L_{Geq\ Te}$ nie powinien przekraczać wartości 86 dB.

Hałas ultradźwiękowy

Typowymi źródłami hałasu ultradźwiękowego w środowisku pracy są tzw. technologiczne urządzenia ultradźwiękowe niskich częstotliwości, takie jak: myjki, zgrzewarki, ultradrążarki, lutownice ręczne i wanny do cynowania (cynkowania) detali. Hałas ultradźwiękowy jest również emitowany przez sprężarki wysokoobrotowe, palniki, zawory, narzędzia pneumatyczne oraz maszyny wysokoobrotowe, w tym strugarki, frezarki, szlifierki, piły tarczowe i niektóre maszyny włókiennicze.

W świetle nielicznych wyników badań laboratoryjnych i środowiskowych, wchodzące w skład hałasu ultradźwiękowego wysokie częstotliwości słyszalne (10–20 kHz) mogą powodować uciążliwość, szumy uszne, bóle głowy, zmęczenie i nudności.

Kontrola narażenia na hałas ultradźwiękowy ma na celu zabezpieczenie przed wystąpieniem ww. skutków. Podstawą higienicznej oceny ekspozycji jest analiza widmowa w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych z przedziału częstotliwości 10–40 kHz. Obowiązujące w Polsce wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń hałasu ultradźwiękowego, odnoszące się do ogółu zatrudnionych z wyłączeniem grup zwiększonego ryzyka, podano w tabeli III.

Dla osób młodocianych dopuszczalne wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych z przedziału częstotliwości 10–40 kHz są o 5 dB niższe niż w odniesieniu do ogółu zatrudnionych, a dla kobiet ciężarnych – o 3 dB niższe. Natomiast maksymalne wartości dopuszczalne poziomu ciśnienia akustycznego są takie same [7, 8].

Tabela III. Wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu ultradźwiękowego odnoszące się do ogółu zatrudnionych z wyłączeniem kobiet ciężarnych i osób młodocianych [6].

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych [kHz]	**Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{f_i\ eq,8h}$ lub $L_{f_i\ eq,w}$ [dB]**	**Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego $L_{f_i\ max}$ [dB]**
10; 12,5; 16	80	100
20	90	110
25	105	125
31,5; 40	110	130

Zasady kontroli narażenia na hałas

Tryb, metody, rodzaj i częstotliwość wykonywania pomiarów i badań czynników szkodliwych w środowisku pracy określa Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 roku [9].

Pracodawca, nie później niż w terminie 30 dni od dnia rozpoczęcia działalności, jest zobowiązany do wykonania pomiarów i badań czynników szkodliwych. Kolejne pomiary i badania są uzależnione od rodzaju szkodliwego czynnika, w przypadku hałasu przeprowadza się je:

- co najmniej raz na dwa lata – przy stwierdzeniu w ostatnio przeprowadzonym badaniu wartości wielkości charakteryzujących hałas powyżej 0,2 do 0,5 wartości najwyższego dopuszczalnego natężenia (NDN) (78 dB$<L_{EX,8h}\leq$82 dB oraz 101 dB$<L_{A\ max}\leq$109 dB i 121dB$<L_{C\ peak}\leq$129 dB),
- co najmniej raz w roku – przy stwierdzeniu w ostatnio przeprowadzonym badaniu wartości wielkości charakteryzujących hałas powyżej 0,5 wartości NDN ($L_{EX,8h}$>82 dB lub $L_{A\ max}$>109 dB lub $L_{C\ peak}$>129 dB),
- w każdym wypadku wprowadzenia zmiany w warunkach występowania tego czynnika, np. w przypadku zmian w procesie technologicznym.

Pracodawca jest zwolniony z obowiązku przeprowadzania pomiarów, jeśli narażenie na hałas (poziom ekspozycji na hałas $L_{EX,8h}/L_{EX,w}$) nie przekracza 78 dB (krotność przekroczenia NDN≤0,2).

Europejskie regulacje prawne dotyczące kontroli narażenia na hałas

Ochrona przed negatywnymi skutkami ekspozycji zawodowej na hałas to jedno z priorytetowych działań Unii Europejskiej w zakresie bezpieczeństwa, higieny i zdrowia w miejscu pracy. Przez szereg lat strategię ochrony pracowników przed hałasem określała uchwalona w 1986 r. Dyrektywa Rady Europy nr 86/188/EWG[4].

4 Dyrektywa Rady z 12 maja 1986 r. w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na hałas w miejscu pracy (86/188/EWG).

W 2003 r. ustanowiono nową Dyrektywę 2003/10/EW Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników spowodowanego czynnikami fizycznymi (hałasem) [1]. Zgodnie z ustaleniami ww. dyrektywy wyznacznikami ekspozycji na hałas (hałas ustalony, nieustalony i impulsowy) są:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy ($L_{EX,8h}/L_{EX,\ w}$), wyrażany w dB (względem 20 μPa), zdefiniowany w normie ISO 1999:1990,
- szczytowa wartość ciśnienia akustycznego C ($p_{C\ peak}$), czyli maksymalna wartość chwilowa ciśnienia akustycznego skorygowana charakterystyką częstotliwościową C, wyrażana w Pa.

W celu zapobiegania nieodwracalnym uszkodzeniom słuchu Dyrektywa 2003/10/EW ustanawia wartości graniczne narażenia na hałas o poziomach $L_{EX,\ 8h}$=87dB i $p_{C\ peak}$=200 Pa (140 dB). Żaden pracownik nie może być narażony na hałas przekraczający wartości graniczne ekspozycji, a przy sprawdzaniu tego kryterium uwzględniane jest tłumienie dźwięku przez indywidualne ochrony słuchu. Dyrektywa ta określa również dolne ($L_{EX,\ 8h}$=80 dB i $p_{C\ peak}$=112 Pa (135 dB)) i górne ($L_{EX,\ 8h}$=85 dB i $p_{C\ peak}$=140 Pa (137 dB)) wartości (poziomy) działania, przy przekroczeniu których pracodawca jest zobowiązany podjąć określone działania prewencyjne (tab. IV).

Tabela IV. Podstawowe obowiązki pracodawcy w zależności od przekroczenia poziomów działania [1].

Wyznacznik ekspozycji	Obowiązki pracodawcy w przypadku przekroczeń
Dolny poziom działania	
$L_{EX,8h}$ = 80 dB(A) i/ lub p_{max} = 112 Pa (135 dB)	– udostępnić pracownikom indywidualne ochronniki słuchu – poinformować pracowników lub ich przedstawicieli o ryzyku związanym z ekspozycją na hałas
Górny poziom działania	
$L_{EX,8h}$ = 85 dB(A) i/ lub p_{max} = 140 Pa (137 dB)	– przygotowanie i wdrożenie systemu ograniczenia ekspozycji na hałas – zobligowanie pracowników do noszenia ochronników słuchu – zapewnienie opieki lekarskiej, w tym badań audiometrycznych

Równolegle do prac nad nową dyrektywą „hałasową" prowadzono prace dotyczące dyrektywy „drganiowej", a ich efektem końcowym była dyrektywa 2002/44/EW Parlamentu Europejskiego i Rady z 25 czerwca 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników spowodowanego czynnikami fizycznymi (wibracją).

Postanowienia obu ww. dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady (2002/44WE i 2003/10/WE) zostały wdrożone do prawa polskiego w formie Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne [10].

Należy pamiętać, że dyrektywa 2003/10/WE ustalając minimalne wymagania w zakresie ochrony pracowników przed hałasem, pozostawiła państwom członkowskim UE możliwość utrzymania istniejących krajowych, bardziej rygorystycznych przepisów, tak ażeby wdrożenie zapisów Dyrektywy nie powodowało regresu w stosunku do sytuacji dotychczas występującej. Biorąc pod uwagę fakt, że określone w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu (tab. I) są niższe od wartości granicznych ekspozycji ($L_{EX,8h}$=87 dB i $L_{C\ peak}$=140 dB), a także pokrywają się z wartościami górnych progów działania przyjętych w dyrektywie 2003/10/WE, w Rozporządzeniu

Ministra Gospodarki z dnia 5 sierpnia 2005 r. uwzględniono jedynie dolne wartości działania i nazwano je „wartościami progów działania" [10].

Piśmiennictwo

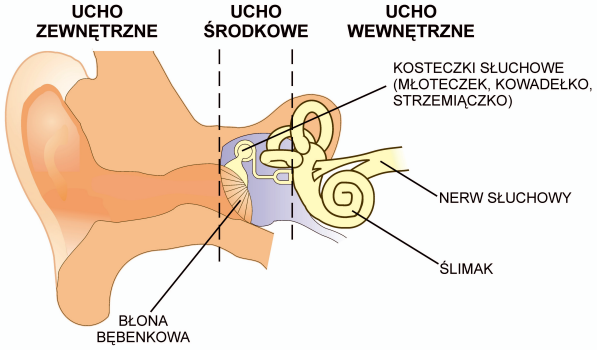
1. Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (Siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG). (DzU WE L042 z 15.2.2003).
2. PN-N-01307:1994 Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące przeprowadzania pomiarów.
3. PN-EN ISO 9612:2009 Akustyka. Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas. Metoda techniczna.
4. PN-Z-01338:2010 Akustyka. Pomiar i ocena hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy.
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom. (DzU z 1996 r., Nr 114, poz. 545, z późn. zm.).
6. Rozporządzenie MPiPS z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (DzU z 2002 r., Nr 217, poz. 1833, z późn. zm.).
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom. (DzU z 2002 r., Nr 127, poz. 1092).
8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac. (DzU z 2004 r., Nr 200 poz. 2047, z późn. zm.).
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (DzU z 2011 r., Nr 33, poz. 166).
10. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. (DzU z 2005 r., Nr 157, poz. 1318).
11. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 16 czerwca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (DzU nr 105, poz. 873, 2009).

3. Patofizjologia uszkodzeń słuchu spowodowanych hałasem

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

Fizjologia słyszenia

Proces słyszenia polega na odbiorze fal akustycznych (dźwięków) przez obwodową część narządu słuchu, zamianie bodźców dźwiękowych na impulsy nerwowe, a następnie przekazywaniu ich i analizowaniu w ośrodkach korowych słuchu.



Rycina 1. Schemat obwodowej części narządu słuchu [7, za zgodą autora]

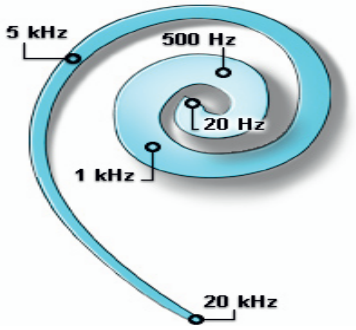
Obwodowy narząd słuchu u człowieka składa się z trzech części – ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego (ryc. 1).

Fala akustyczna (dźwiękowa), stanowiąca rozprzestrzeniające się od źródła dźwięku lokalne zagęszczenia i rozrzedzenia powietrza, zbierana jest przez małżowinę uszną oraz nieznacznie wzmacniana w przewodzie słuchowym zewnętrznym na skutek jego właściwości rezonacyjnych. Następnie wprawia ona w drgania błonę bębenkową (oddzielającą ucho zewnętrzne od środkowego) i kolejno znajdujące się w uchu środkowym kosteczki słuchowe: młoteczek, kowadełko i strzemiączko. Drgania ostatniej kosteczki, stanowiącej przy tym najmniejszą kosteczkę w orga-

nizmie człowieka, przenoszone są na ruchy płynów ucha wewnętrznego, a konkretnie jego części przednio-dolnej, zwanej ślimakiem (ryc. 2).

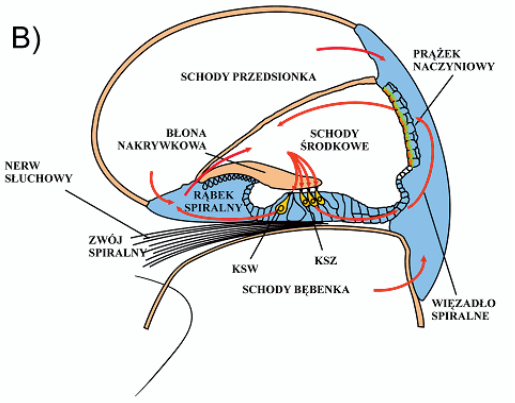
a)





b)

Rycina 2. Ślimak a) preparat histopatologiczny b) schemat błony podstawnej



Rycina 3. Schemat narządu Cortiego [7, w modyfikacji własnej]

Na żółto zaznaczone są trzy komórki słuchowe zewnętrzne i jedna komórka słuchowa wewnętrzna. Czerwone strzałki obrazują obieg jonów potasowych, istotny dla pobudzenia włókien nerwu słuchowego; ksz – komórki słuchowe zewnętrzne; ksw – komórka słuchowa wewnętrzna

Ślimak zawdzięcza swą nazwę kształtowi zbliżonemu do muszli ślimaka. Zbudowany jest z 2,5 zakrętów (ryc. 2a). Jego przestrzeń podzielona jest na połowę przez tzw. błonę podstawną ślimaka, na której znajduje się narząd Cortiego, stanowiący obwodowy receptor słuchu. Błona podstawna jest wąska w zakręcie podstawnym ślimaka i szeroka w zakręcie szczytowym (ryc. 2b). Zorganizowana jest ona tonotopowo, co oznacza, że poszczególne częstotliwości dźwięku (z zakresu dźwięków słyszalnych dla ucha ludzkiego) analizowane są w ściśle określonych jej częściach – u podstawy (zakręt podstawny) są to częstotliwości najwyższe (do 20 kHz), a w szczycie ślimaka (zakręt szczytowy) – częstotliwości najniższe (od 20 Hz). Pod wpływem fali dźwiękowej, i będących jej wynikiem ruchów płynów ucha wewnętrznego, na błonie podstawnej tworzy się tzw. fala wędrująca. Miejsce największego wychylenia błony podstawnej, za którym następuje gwałtowny zanik fali wędrującej, odpowiada specyficznej częstotliwości dźwięku odbieranego w narządzie Cortiego.

Narząd Cortiego – stanowiący obwodowy receptor drogi słuchowej, składa się z dwojakiego rodzaju komórek zmysłowych (rzęsatych), zwanych komórkami słuchowymi (ryc. 3). Są to ułożone wzdłuż całej błony podstawnej w pojedynczy rząd komórki słuchowe wewnętrzne (jest ich ok. 3,5 tys.) oraz ułożone w trzy rzędy komórki słuchowe zewnętrzne (jest ich ok. 12 tys.). Tylko komórki słuchowe wewnętrzne tworzą synapsy z dendrytami włókien części ślimakowej nerwu VIII (zwanego zwyczajowo nerwem słuchowym). Odchylenie rzęsek komórek inicjuje przepływ jonów potasowych do ich wnętrza. W wyniku depolaryzacji komórki słuchowej dochodzi do uwalniania neurotransmitera na synapsie z włóknami (dendrytami) nerwu słuchowego i zapoczątkowania sygnału nerwowego. Impuls nerwowy przewodzony jest następnie przez włókna nerwu słuchowego, jądra ślimakowe i ośrodki podkorowe słuchu aż do płata skroniowego, w którym znajdują się ośrodki słuchowe. Jest to tzw. część aferentna (dośrodkowa) drogi słuchowej.

Inna jest natomiast rola komórek słuchowych zewnętrznych. Mimo że jest ich o wiele więcej niż komórek słuchowych wewnętrznych, nie mają one praktycznie połączeń z nerwem słuchowym. Ich czynność podlega kontroli włókien eferentnych, biegnących z oliwki górnej na obwód – do ślimaka. Wykazano, że komórki słuchowe zewnętrzne mają właściwości ciągłego kurczenia się pod wpływem bodźca dźwiękowego (ale również pod wpływem bodźca elektrycznego czy chemicznego), a następnie rozkurczania. Dzięki szybkim skurczom komórek słuchowych zewnętrznych (mierzonych w μs) możliwe jest mechaniczne wzmocnienie docierającej do ślimaka fali dźwiękowej i łatwiejsze (tzn. zachodzące pod wpływem niższych poziomów dźwięku) pobudzenie komórek słuchowych wewnętrznych. Ze względu na tę właściwość czynność komórek słuchowych zewnętrznych i powiązanej z nimi czynnościowo błony podstawnej określane są jako „wewnętrzny ślimakowy wzmacniacz". Z drugiej strony, w przypadku narażenia na traumatyzujące dźwięki o wysokich poziomach akustycznych, dzięki tzw. wolnym skurczom komórek słuchowych zewnętrznych (mierzonych w ms) możliwe jest „usztywnienie" narządu Cortiego i jego ochrona przed uszkodzeniem.

Będąc w ciągłym ruchu komórki słuchowe zewnętrzne mają duże zapotrzebowanie energetyczne. Ponieważ ciśnienie parcjalne tlenu w endolimfie, w której zanurzone są rzęski tych komórek jest bliskie krytycznemu, wszelkie bodźce istotnie obciążające narząd słuchu, w tym nadmierny hałas, mogą być przyczyną deficytu tlenowego i zaburzeń metabolicznych prowadzących do uszkodzenia elementów zmysłowych narządu Cortiego.

Parametry fizyczne dźwięku a ich odbiór psychoakustyczny[1]

Podstawowymi parametrami dźwięku, odbieranymi przez ucho ludzkie, są głośność i wysokość. Opisowo ujmując, dźwięki, w tym dźwięki hałasu, mogą być odbierane subiektywnie jako głośne lub ciche (głośność) czy też wysokie lub niskie (wysokość). Odpowiadają one odpowiednio parametrom fizycznym dźwięku, takim jak ciśnienie akustyczne dźwięku (intensywność dźwięku) oraz częstotliwość drgań (patrz rozdział 2).

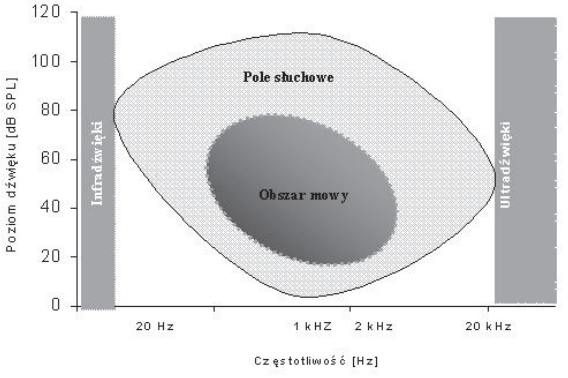
U człowieka zakres słyszenia dźwięków, w zależności od ich ciśnienia akustycznego (intensywności; potocznie nazywanego natężeniem dźwięku) zawiera się w przedziale od 0 do 120/140 dB SPL (SPL – *sound pressure level*; poziom ciśnienia akustycznego dźwięku). Dolną wartość – 0 dB SPL określa się jako próg słyszenia, a górną – 120/140 dB SPL jako próg bólu, powyżej którego niemożliwe staje się prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka. Zakres słyszenia dźwięków ze względu na częstotliwość ich drgań zawiera się w przedziale 20 Hz – 20 kHz.

1 Psychoakustyka to nauka, która zajmuje się opisem subiektywnych wrażeń związanych z odbiorem fali dźwiękowej i ich analizą

Ucho ludzkie nie jest jednak prostym liniowym przetwornikiem, i nie dla każdej częstotliwości wzrost intensywności (ciśnienia akustycznego) dźwięku o pewną określoną wartość dB oznacza taki sam przyrost głośności dźwięku (czyli subiektywnego odczucia o ile głośniejszy jest dany dźwięk). Zależność między parametrem fizycznym (ciśnieniem akustycznym mierzonym w dB SPL) a psychoakustycznym (głośnością dźwięku mierzoną w fonach) obrazują krzywe jednakowej głośności, zwane inaczej krzywymi izofonicznymi (patrz rozdział 2). W zakresie częstotliwości słyszanych przez człowieka największa czułość ucha występuje dla częstotliwości 1–4 kHz. Próg słyszenia dla tych częstotliwości waha się ok. 0 dB (czyli 0 dB = 0 fonów). W miarę oddalania się od tego przedziału, zarówno w stronę częstotliwości niższych, jak i wyższych, próg słyszenia dźwięków podwyższa się. Dotyczy to zwłaszcza bardzo niskich częstotliwości. I tak przykładowo dla dźwięku o częstotliwości 50 Hz jego próg słyszenia wynosi ok. 40 dB (patrz rozdział 2, krzywe izofoniczne). Aby przybliżyć pomiar fizyczny dźwięku do właściwości fizjologicznych (psychoakustycznych) narządu słuchu, związanych z jego różną czułością dla różnych częstotliwości dźwięku, dla celów medycyny i higieny pracy w pomiarze intensywności dźwięku wykonywanego za pomocą miernika poziomu dźwięku, stosowane są filtry, w tym najczęściej filtr A.

Pole słuchowe i obszar mowy

Aby człowiek prawidłowo funkcjonował w życiu codziennym, w tym w pracy zawodowej, niewystarczający jest prawidłowy odbiór tonów czystych. Istotniejsze jest dobre rozumienie słów i mowy. Pole słuchowe oznacza zakres częstotliwości i intensywności dźwięków słyszanych przez człowieka. Zakres ten nie jest równoważny z zakresem częstotliwości istotnych dla rozumienia mowy, który dla mowy polskiej zawiera się w przedziale od 500 do 4000 Hz (ryc. 4). Znajomość pola słuchowego i obszaru mowy mają dla lekarza orzecznika istotne znaczenie przy kwalifikowaniu osób do pracy. Dotyczy to zwłaszcza pracowników z upośledzeniem słuchu w częstotliwościach wysokich, znajdujących się poza częstotliwościami zakresu mowy. Tego typu uszkodzenie słuchu jest charakterystyczne m.in. dla wczesnego stadium niedosłuchu związanego z hałasem, uszkodzeń powodowanych przez substancje ototoksyczne czy proces starzenia się.



Rycina 4. Pole słuchowe i obszar mowy

Mechanizmy i skutki działanie hałasu na narząd słuchu

Mechanizmy

Mimo że hałas, dla celów medycyny i higieny pracy, definiowany jest jako każdy dźwięk niepożądany w danym miejscu, czasie czy okolicznościach, aby doszło do uszkodzenia narządu słu-

chu jego poziom musi być wystarczająco wysoki, a czas działania wystarczająco długi. Za wartość graniczną uznawany jest poziom ekspozycji na hałas równy 80 dB(A) (patrz rozdział 2). Poniżej tej wartości ryzyko uszkodzenia słuchu praktycznie nie występuje.

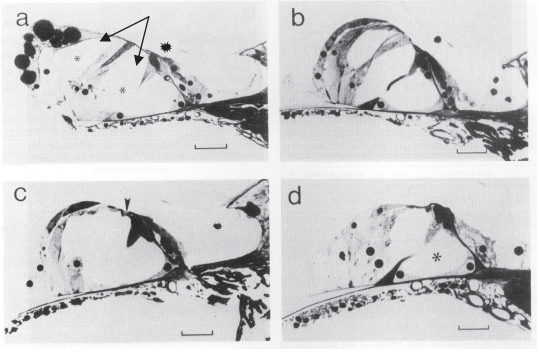
W przebiegu procesów stymulacji akustycznej narządu słuchu zwiększa się metabolizm komórek biorących udział w transdukcji sygnału, zarówno tych zaangażowanych w sposób bezpośredni (komórki słuchowe), jak i pośredni (np. prążek naczyniowy). Nadmierna ekspozycja na hałas prowadzi do rozwoju procesów określanych mianem stresu metabolicznego lub oksydacyjnego, skutkujących reakcjami toksycznymi prowadzącymi do śmierci komórkowej [3].

Do uszkodzenia narządu słuchu może dochodzić również na drodze urazu mechanicznego. Przewlekle działający hałas, o poziomach występujących w przemyśle, może powodować mikrouszkodzenia ślimaka polegające na bezpośrednim rozerwaniu mikroskopijnych elementów struktur narządu Cortiego. W przypadku bardzo dużych intensywności dźwięku, zwłaszcza dla hałasów o charakterze impulsowym (wystrzał broni, fajerwerki), dochodzić może dodatkowo do uszkodzenia struktur anatomicznych ucha środkowego (pęknięcia błony bębenkowej, rozerwania łańcucha kosteczek) czy też przerwania ciągłości błony okienka okrągłego z wytworzeniem przetoki perylimfatycznej. Inny mechanizm uszkodzenia struktur ucha wewnętrznego przez hałas związany może być ze skurczem naczyń włośniczkowych, następowym niedokrwieniem ucha wewnętrznego i niedotlenieniem komórek słuchowych oraz późniejszą reperfuzją i nagłym wyrzutem metabolitów nagromadzonych w komórkach.

Zmiany morfologiczne

We wczesnym okresie rozwoju uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem dochodzi do wybiórczego zniszczenia komórek słuchowych zewnętrznych narządu Cortiego, zwłaszcza I i III rzędu [1]. Najbardziej wrażliwe na uszkodzenie są rzęski tych komórek, które mogą ulegać dezorganizacji, odkształceniu, złamaniu czy w końcu zanikowi [8]. Hałas uszkadzać może ponadto rąbek blaszki spiralnej, więzadło spiralne i prążek naczyniowy. W wyniku długotrwałej ekspozycji na hałas dochodzi do wtórnej degeneracji dendrytów włókien nerwu słuchowego, a także komórek zwoju spiralnego, stanowiących I neuron drogi słuchowej.

Typowe zmiany morfologiczne po długotrwałych narażeniach na hałas przedstawia rycina 5.



Rycina 5. Narząd Cortiego u świnek morskich po narażeniu na hałas (przekroje poprzeczne) [2]

a. „wypadnięcie" komórek słuchowych I i III rzędu (strzałki). Komórka słuchowa wewnętrzna prawidłowo zachowana (gwiazdka) – wczesny okres uszkodzenia po hałasie;

b. brak komórek słuchowych zewnętrznych, w ich miejscu widoczne komórki podporowe;

c. „dziura" w narządzie Cortiego po zniszczonych komórkach słuchowych zewnętrznych;

d. mały, jakby „zapadnięty" narząd Cortiego – późny okres uszkodzenia po hałasie.

Skutki czynnościowe

Uszkodzenie 30% i więcej komórek słuchowych zewnętrznych na danym obszarze błony podstawnej skutkuje uszkodzeniem słuchu (czyli przesunięciem progu słuchu), obserwowanym w badaniu audiometrycznym w odpowiadających im częstotliwościach. Całkowita utrata tych komórek powoduje ubytek słuchu maksymalnie rzędu 50 do 70 dB. Dalej uszkodzenie słuchu nie postępuje, ponieważ oszczędzane są komórki słuchowe wewnętrzne [11].

Narażenie na hałas wąskopasmowy powoduje uszkodzenie słuchu w częstotliwościach odpowiadających częstotliwościom hałasu, a także tych zlokalizowanych ½ oktawy poniżej częstotliwości środkowej pasma hałasu. Natomiast narażenie na hałas szerokopasmowy, a taki występuje z reguły na stanowiskach pracy, powoduje uszkodzenie słuchu głównie w zakręcie podstawnym ślimaka (audiometryczne częstotliwości wysokie); u ludzi największe przesunięcie progu słuchu obserwowane jest w zakresie częstotliwości 3–6 kHz (co wynika po części z rezonansowych właściwości ucha). W późnym etapie uszkodzenia słuchu związanego z hałasem, niewielkiego stopnia deficyt słuchu dotyczyć może również średnich częstotliwości audiometrycznych. Z powyższych informacji wynika, że hałas nie powoduje głębokiej lub całkowitej głuchoty.

Oprócz zmniejszenia ostrości słuchu hałas powoduje również upośledzenie selektywności częstotliwościowej odpowiedzi ślimaka na dźwięk i zaniku emisji otoakustycznej, będącej miarą aktywności komórek słuchowych zewnętrznych. Uszkodzenie komórek słuchowych zewnętrznych wiąże się z występowaniem tzw. zjawiska wyrównania głośności. Polega ono na nadmiernym przyroście głośności dźwięku w stosunku do zwiększania jego intensywności. W związku ze zmniejszeniem odstępu między progiem słuchu a progiem dyskomfortu (bólu) często występuje nadwrażliwość na dźwięki.

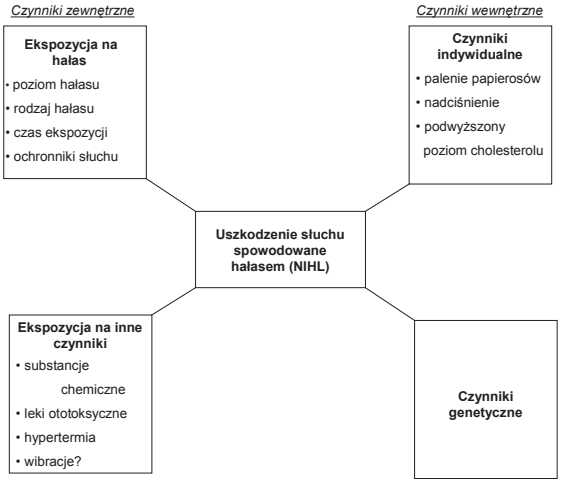
W zależności od odwracalności bądź nieodwracalności zmian morfologicznych, narażenie na hałas prowadzić może do czasowych zmian słuchu (czasowe przesunięcie progu słuchu – *temporary threshold shift* – TTS) lub zmian trwałych (trwałe przesunięcie progu słuchu – *permanent threshold shift* – PTS) [7]. Pierwsza sytuacja występuje przykładowo po zmianie roboczej w przypadku pracy w narażeniu na hałas – u pracowników niestosujących ochronników słuchu z reguły rejestrowane jest TTS. PTS rozwija się natomiast po wielu latach narażenia na hałas. Nie u każdej osoby ekspozycja na takie same kontrolowane poziomy hałasu powoduje taki sam efekt. U części badanych w tych samych warunkach ekspozycji może rozwijać się TTS, u części natomiast PTS [8].

Oprócz uszkodzenia słuchu, konsekwencją narażenia na hałas może być szum uszny, definiowany jako subiektywne słyszenie różnego rodzaju dźwięków, bez istniejącego dla nich źródła zewnętrznego. Szumy uszne są fenomenem ośrodkowym, jednak najczęściej wiążą się z uszkodzeniami struktur ucha wewnętrznego.

Podatność narządu słuchu na uszkodzenie przez hałas

Podatność narządu słuchu na uszkodzenie przez hałas jest osobniczo różna [10]. Oznacza to, że po ekspozycjach na hałas o takich samych poziomach równoważnych u niektórych osób rozwija się istotny ubytek słuchu, podczas gdy u innych uszkodzenie słuchu jest niewielkie lub do takiego uszkodzenia nie dochodzi [8]. Inna definicja podatności na hałas mówi, że u osób wrażliwych do uszkodzenia słuchu może dochodzić już przy poziomach ekspozycji uważanych za bezpieczne dla większości osób w populacji narażonej (z zakresu 80–85 dB (A)) [8]. Szacując wielkość trwałego uszkodzenia słuchu po narażeniu na hałas przemysłowy w oparciu o normę ISO1999:1990 [4] wykazano, że między osobami najbardziej wrażliwymi i najmniej wrażliwymi występuje różnica progów słuchu rzędu 60 dB [9].

Wielkość ubytku słuchu u poszczególnych osób zależy od współdziałania wielu czynników środowiskowych i osobniczych, a indywidualna podatność na hałas zależna jest najprawdopodobniej również od uwarunkowań genetycznych (ryc. 6).



Rycina 6. Czynniki warunkujące rozwój uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem (NIHL)

Z czynników zewnętrznych na rozwój uszkodzenia słuchu wpływ mają nie tylko poziom hałasu i czas ekspozycji, lecz również rodzaj hałasu, a także stosowanie przerw w narażeniu w trakcie zmiany roboczej. Szczególnie niebezpieczny dla narządu słuchu jest hałas impulsowy, ponieważ narastanie bodźca dźwiękowego jest szybsze niż bezwładność odruchu strzemiączkowego, pełniącego rolę ochronną przed hałasem (odruch ten polega na usztywnieniu łańcucha kosteczek słuchowych ucha środkowego). Inne czynniki zewnętrzne to narażenie w miejscu pracy na substancje ototoksyczne, zwłaszcza rozpuszczalniki organiczne [6, 13] (patrz rozdział 8), metale ciężkie czy substancje powodujące niedotlenienie tkanek, a także leki ototoksyczne. Te ostatnie uszkadzają, podobnie jak hałas, głównie komórki słuchowe zakrętu podstawnego ślimaka, powodując niedosłuch w częstotliwościach wysokich. Również hypertermia sprzyja uszkodzeniom słuchu, jeśli współistnieje z narażeniem na hałas.

Z czynników wewnętrznych znaczenie dla rozwoju uszkodzenia słuchu związanego z narażeniem na hałas mają choroby metaboliczne, takie jak hyperlipidemia i cukrzyca, a także nadciśnienie i palenie papierosów [2]. Czynniki te sprzyjają zaburzeniom ukrwienia i utlenowania komórek słuchowych ślimaka. Rozwój uszkodzenia słuchu związanego z narażeniem na hałas, podobnie jak innych chorób o złożonej etiologii, zależny jest od uwarunkowań genetycznych. W ostatnich latach wykazano, że dla indywidualnej podatności na hałas znaczenie mogą mieć polimorfizmy (czyli punktowe mutacje) różnych genów, w tym genów warunkujących obieg jonów potasowych w uchu wewnętrznym, genów stresu oksydacyjnego czy genu białka kadheryny 23, które tworzy połączenia między rzęskami komórek słuchowych [5, 7]. Najprawdopodobniej za cechę zwiększonej podatności na hałas odpowiada układ polimorfizmów w wielu genach, a ich poznanie może w przyszłości mieć znaczenie zarówno dla profilaktyki, jak i leczenia uszkodzeń słuchu związanych z hałasem.

Piśmiennictwo

1. Borg E., Canlon B., Engstrom B.: Noise-induced hearing loss. Literature review and experiments in rabbits. Morphological and electrophysiological features, exposure parameters and temporal factors, variability and interactions. Scand Audiol Suppl, 1995, nr 40, s. 1–147.
2. Ferrite S., Santana V.: Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. Occup Med (Lond), 2005, nr 55(1), s. 48–53.
3. Henderson D., Bielehed E.C., Harris K.C., Hu, B.H.: The role of oxidative stress in noise-induced hearing loss. Ear Hear, 2006, nr 27, s. 1–19.
4. ISO 1999 Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment – International Organization for Standardization, Geneva 1990.
5. Kowalski T.J.: Ocena związku polimorfizmu genu kadheryny 23 z podatnością na uszkodzenie słuchu przez hałas. Praca doktorska, IMP, Łódź, 2009.
6. Lund P.S., Kristiansen G.B.: Hazards to hearing from combined exposure to toluene and noise. Int J Occup Med Environ Health, 2008, nr 21, s. 47–57.
7. Pawełczyk M.: Ocena związku polimorfizmów genów warunkujących obieg jonów potasu w uchu wewnętrznym z podatnością na uszkodzenie słuchu przez hałas. Praca doktorska, IMP, Łódź, 2009.
8. Plontke S., Zenner H.P.: Current aspects of hearing loss from occupational and leisure noise. W: Environmental and Occupational Health Disorders. Videel OHG. Germany, 2004, s. 233–325.
9. Pyykkö I., Starck J., Toppila E., Ulfendahl M.: Noise-induced hearing loss. W: Textbook of Audiological Medicine. Clinical aspects of hearing and balance. Martin Dunitz, Taylor&Francis Group. London, 2003, s. 89–100.
10. Pyykkö I., Toppila E., Zou J., Kentala E.: Individual susceptibility to noise-induced hearing los. Audiol Med, 2007, nr 5, s. 41–53.
11. Rask-Andersen H., Ekvall L., Scholtz A., Schrott-Fischer A.: Structural/audiometric correlations in a human inner ear with noise-induced hearing loss. Hear Res, 2000, nr 141, s. 129–39.
12. Śliwińska-Kowalska M., Jedlińska U.: Prolonged exposure to industrial noise: cochlear pathology does not correlate with the degree of permanent threshold shift, but is related to duration of exposure. J Occup Health, 1998, nr 40, s. 123–131.
13. Śliwińska-Kowalska M., Zamysłowska-Szmytke E., Szymczak W. [i wsp.]: Exacerbation of noise-induced hearing loss by co-exposure to workplace chemicals. Environ Toxicol Pharmacol, 2005, nr 19, s. 547–553.

4. Metody oceny narządu słuchu

Lek. med. Piotr Kotyło

W rozdziale przedstawione są najważniejsze badania słuchu, których znajomość jest potrzebna lekarzowi orzecznikowi w jego codziennej działalności. Przed wykonaniem badań słuchu zawsze powinno się ocenić stan małżowiny usznej i przeprowadzić badanie otoskopowe (ryc. 1a, b, c).

Badanie otoskopowe

Celem badania otoskopowego jest:

- Ocena przewodu słuchowego zewnętrznego pod kątem obecności woskowiny czy patologicznej wydzieliny. W przypadku zablokowania przewodu woskowiną lub obecności patologicznej wydzieliny należy skierować pacjenta do lekarza laryngologa. Patologiczna wydzielina wymaga dalszej specjalistycznej diagnostyki audiologicznej;
- Ocena ewentualnych zmian w obrębie błony bębenkowej (np. perforacji w przebiegu przewlekłego zapalenia ucha środkowego). Ocena błony bębenkowej jest trudna dla niespecjalisty.



Rycina 1. Badanie otoskopowe

a. Celem wykonania otoskopii ucha należy delikatnie odciągnąć małżowinę uszną do góry i tyłu (co wyrównuje naturalne krzywizny przewodu słuchowego zewnętrznego) i ostrożnie, pod kontrolą wzroku, wprowadzić końcówkę otoskopu uwidaczniając przewód słuchowy i błonę bębenkową.

b. Otoskopia prawidłowa, widoczny wolny, czysty przewód słuchowy zewnętrzny, błona bębenkowa prawidłowa, z zachowanym refleksem, bez cech perforacji.

c. Otoskopia – obraz przewlekłego prostego zapalenie ucha środkowego, centralna, sucha perforacja, pozostała część błony bębenkowej pogrubiała, matowa.

Badanie szeptem

Badanie szeptem, wykorzystujące najbardziej naturalne dźwięki dla ucha, jakimi jest mowa ludzka, stanowi najprostszą metodę oceny wydolności narządu słuchu.

Badanie szeptem przeprowadza się w cichym pomieszczeniu, umożliwiającym ustawienie badanego w odległości co najmniej 4–6 m od osoby przeprowadzającej badanie. Pacjent stoi bokiem do badającego. Badanie wykonujemy oddzielnie dla ucha prawego i lewego, stosując zawsze zagłuszanie ucha niebadanego poprzez rytmiczny ucisk (około 2 razy/sekundę) palcem na skrawek małżowiny usznej ucha przeciwnego. Optymalne jest dodatkowo jednoczesne przysłonięcie drugą dłonią oczu badanego, tak aby nie mógł czytać z ruchu ust badającego (ryc. 2a i b). Badający wymawia szeptem na wydechu, na jednym poziomie, słowa, prosząc osobę badaną o ich głośne powtarzanie. Niezmiernie ważne jest zastosowanie odpowiednio dobranego materiału słownego, zawierającego w swoim składzie zarówno składowe nisko-, jak i wysokoczęstotliwościowe. Przykładami słów ze składową wysokoczęstotliwościową są liczebniki, natomiast ze składowymi niskoczęstotliwościowymi słowa takie, jak np. podłoga, stół, mama. Listy specjalnie przygotowanych słów dostępne są w literaturze [3–5]. Nie zaleca się przeprowadzania badania jedynie za pomocą liczebników, gdyż są one lepiej słyszalne niż inne słowa. Jeżeli badany nie słyszy słów z odległości 6 m, stopniowo zbliżamy się do niego na odległość, z jakiej powtarza wszystkie słowa. Wynik testu podawany jest w metrach. Jeżeli pacjent słyszy szept dopiero bezpośrednio przy małżowinie usznej, wynik podajemy w centymetrach np. 30 cm. W przypadku słuchu prawidłowego lub uszkodzenia słuchu ograniczonego do zakresu wysokich częstotliwości (powyżej 6 kHz), szept słyszalny jest nawet z odległości 6 m. Za granicę normy uznawana jest odległość ≥4 m. W przypadku występowania uszkodzenia słuchu odległość ta ulega zmniejszeniu, proporcjonalnie do głębokości ubytku słuchu.



Rycina 2. Badanie szeptem

a. Sposób zagłuszania ucha niebadanego poprzez rytmiczny ucisk palcem na skrawek małżowiny usznej (powoduje to wytworzenie w przewodzie słuchowym zewnętrznym fali ciśnienia skutecznie zagłuszającej ucho).

b. Przysłonięcie oczu, uniemożliwiające odczytywanie słów z ruchu ust badającego.

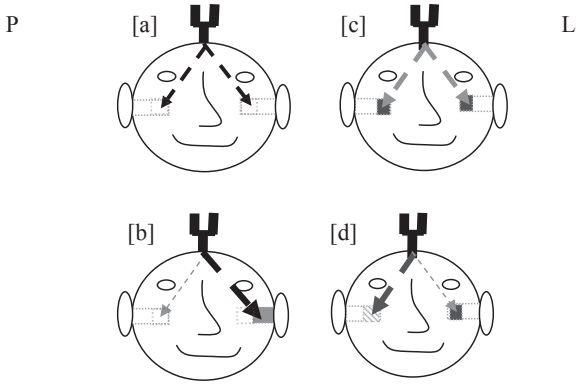
Interpretując wynik badania szeptem należy pamiętać, że nie ocenia ono całego częstotliwościowego zakresu percepcji słuchowej, lecz głównie zakres 0,5–4 kHz, istotny dla rozumienia mowy. Stąd jego prawidłowy wynik nie wyklucza np. wysokoczęstotliwościowego uszkodzenia słuchu w zakresie częstotliwości 6–8 kHz. Z drugiej strony badanie szeptem ocenia zakres częstotliwości najważniejszy z punktu widzenia procesu komunikowania się, co ma istotne znaczenie dla działalności medyczno-orzeczniczej.

Próby stroikowe

Badanie stroikami umożliwia szybką ocenę i porównanie słyszenia tonów na drodze przewodnictwa powietrznego i kostnego. Nie umożliwia natomiast określenia progu słuchu. W praktyce klinicznej największe zastosowanie znajdują próba stroikowa Webera i Rinnego.

Próba Webera

Próbę Webera wykonujemy przystawiając wzbudzony do drgań stroik (najczęściej C_2 – 512 H) stopką w linii pośrodkowej do szczytu czaszki, nasady nosa lub górnych siekaczy. Następnie prosimy badanego o określenie, gdzie słyszy dźwięk stroika: w środku głowy czy w którymś z uszu. Próba Webera określa brak lub występowanie lateralizacji dźwięku na drodze przewodnictwa kostnego.



Rycina 3. Próba Webera

a. Słuch prawidłowy („Weber w głowie").

b. Uszkodzenie słuchu typu przewodzeniowego w uchu lewym (szare pole). Lateralizacja dźwięku w stronę lewą.

c. Symetryczne uszkodzenie słuchu typu odbiorczego (pola czarne) („Weber w głowie").

d. Obustronne uszkodzenie słuchu typu odbiorczego (pole zakreskowane/czarne), asymetryczne – bardziej nasilone w uchu lewym (czarne pole). Lateralizacja dźwięku w prawo (do ucha z mniejszym uszkodzeniem słuchu).

P – strona prawa; L – strona lewa

Graficznie interpretację próby Webera przedstawiają ryc. 3a, b, c, d.

- W przypadku prawidłowego słuchu (ryc. 3a) lub symetrycznego uszkodzenia słuchu odbiorczego (ryc. 3c), dźwięk słyszalny jest w środku głowy („Weber w głowie"). Brak jest lateralizacji dźwięku do któregoś z uszu.
- W przypadku uszkodzenia słuchu typu przewodzeniowego (zaburzenia przewodzenia dźwięku przez ucho zewnętrzne lub środkowe) dźwięk lateralizuje do ucha z uszkodzeniem przewodzeniowym (ryc. 3b). W przypadku asymetrycznego uszkodzenia słuchu przewodzeniowego, dźwięk lateralizuje w stronę ucha z lepiej zachowanym przewodnictwem kostnym, to jest w stronę ucha z większą rezerwą ślimakową.
- W przypadku jednostronnego lub asymetrycznego uszkodzenia słuchu odbiorczego, dźwięk lateralizuje w stronę ucha lepiej słyszącego (zdrowego lub z mniejszym uszkodzeniem słuchu) (ryc. 3d).

Dokładne opisy zachowywania się próby Webera przy różnych kombinacjach uszkodzeń słuchu można znaleźć w dostępnej literaturze [3–5].

Próba Rinnego

Próba Rinnego polega na porównaniu czasu przewodnictwa dźwięku na drodze kostnej z przewodnictwem na drodze powietrznej dla tego samego ucha. Próbę wykonujemy przystawiając wzbudzony stroik stopką do wyrostka sutkowatego (za uchem), notując czas, przez jaki pacjent słyszy dźwięk stroika (czas przewodnictwa kostnego). Następnie ustawiamy wzbudzony stroik w płaszczyźnie czołowej przy małżowinie usznej badanego ucha, notując czas słyszenia na drodze powietrznej. Wynik przedstawiamy w postaci stosunku czasu przewodnictwa powietrznego do przewodnictwa kostnego.

- W uchu prawidłowym czas słyszenia stroika na drodze powietrznej jest dłuższy niż na drodze kostnej („Rinne dodatni"). Podobna sytuacja ma miejsce w odbiorczym uszkodzeniu słuchu, jednakże oba czasy są skrócone („Rinne mały dodatni").
- Inaczej sytuacja wygląda w przypadku uszkodzenia przewodzeniowego słuchu, w którym przewodnictwo kostne jest dłuższe niż przewodnictwo powietrzne („Rinne ujemny").

W praktyce próba Rinnego umożliwia proste i szybkie różnicowanie uszkodzenia słuchu przewodzeniowego (lub mieszanego) z uszkodzeniem odbiorczym.

Badanie audiometrii tonalnej

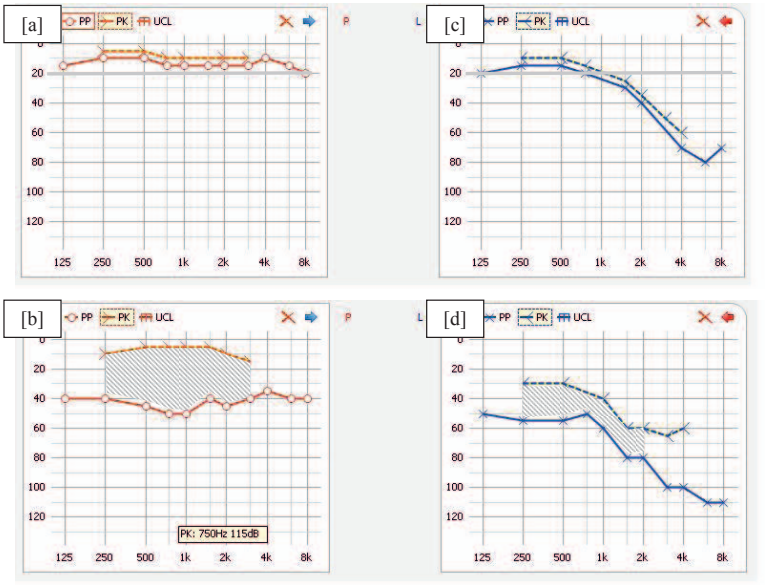
Audiometria tonalna jest podstawowym rutynowym badaniem oceniającym stan słuchu. Umożliwia wyznaczenie progu słuchu dla tonów czystych na drodze przewodnictwa powietrznego w zakresie częstotliwości od 125 Hz do 8 kHz i przewodnictwa kostnego w zakresie częstotliwości 250 Hz – 4 kHz (6 kHz). Wykonując badanie audiometrii progowej należy mieć na uwadze kilka aspektów technicznych, wpływających bezpośrednio na poprawność wykonania badania i prawidłową jego interpretację. Do głównych z nich należą:

1. Wykonywanie badania w specjalnie izolowanym akustycznie pomieszczeniu – kabinie ciszy (norma ISO 140, UNE-EN ISO 11957, ISO 717) za pomocą odpowiednio wyskalowanego (PN-EN ISO 389; 60645; 60318) urządzenia (audiometru) i słuchawek (powietrznych, kostnych).
2. Wykonywanie badania w standardowy, powtarzalny sposób, umożliwiający porównanie wyników z różnych ośrodków (techniczne warunki wykonania badania opisuje szczegółowo norma PN-EN ISO 8253-1,2,3:2005). Badania rozpoczyna się od wyznaczania progu słuchu dla przewodnictwa powietrznego ucha lepiej słyszącego dla 1 kHz; stosowany jest skok 5 dB; konieczne jest uzyskanie 2-krotnie takiej samej odpowiedzi przy danym wzmocnieniu dźwięku dla badanej częstotliwości; stosowana jest zawsze taka sama metoda prezentacji tonu (np. metoda wstępująca). Zawsze w przypadku badania progu słuchu dla przewodnictwa kostnego oraz w przypadku różnicy w słyszeniu między uszami w badaniu progu przewodnictwa powietrznego należy stosować maskowanie szumem ucha niebadanego. Ucho, w którym wykonujemy badanie dla przewodnictwa kostnego nie może być zakryte.

Łącząc na wykresie poszczególne punkty, odpowiadające uzyskanym progom słuchu dla poszczególnych częstotliwości (oddzielnie dla przewodnictwa powietrznego i kostnego, oddzielnie dla ucha prawego i lewego), otrzymujemy tzw. audiogram. Progi słuchu wyrażone są w tzw. dB HL (*hearing level*). Uszkodzenie słuchu określane jest jako przesunięcie progu słuchu względem „zera audiologicznego", które wyznaczane jest na podstawie średniego prgu słuchu dla populacji osób dobrze słyszących. Progi „zera audiologicznego" przedstawione są na wykresie linią pro-

stą. Za normę słuchu prawidłowego uważa się progi słuchu dla przewodnictwa powietrznego w zakresie do 20 dB HL, w przedziale standardowych częstotliwości 125 Hz – 8 kHz. Krzywa dla przewodnictwa kostnego leży zawsze nieco powyżej krzywej dla przewodnictwa powietrznego. W badaniach przesiewowych norma często podwyższana jest do 25 dB HL. U osób starszych można uwzględniać poprawki wynikające z naturalnego procesu starzenia się „*presbyacusis*", widoczne często zazwyczaj powyżej 65. roku życia w zakresie wysokich częstotliwości [3–5].
Badanie audiometrii tonalnej umożliwia:

- Określenie progu słuchu dla przewodnictwa powietrznego i kostnego;
- Odniesienie progów słuchu do przyjętych norm, w tym orzeczniczych;
- Różnicowanie typu uszkodzenia słuchu: przewodzeniowego, odbiorczego i mieszanego.



Rycina 4. Audiometria tonalna

a. Audiogram tonalny (ucho prawe) – prawidłowy, pogrubiona szara linia wyznacza granicę wartości prawidłowych progów słuchu.

b. Audiogram tonalny (ucho prawe) – uszkodzenie słuchu typu przewodzeniowego z rezerwą ślimakową przekraczającą 15 dB (obszar zakreskowany na szaro).

c. Audiogram tonalny (ucho lewe) – uszkodzenie słuchu odbiorcze w zakresie 1–8 kHz. Brak rezerwy ślimakowej.

d. Audiogram tonalny (ucho lewe) – uszkodzenie słuchu typu mieszanego (przewodzeniowo-odbiorcze) w całym zakresie częstotliwości. Niewielka rezerwa ślimakowa (obszar zakreskowany).

Interpretacja wyników audiometrii tonalnej (ryc. 4a, b, c, d):

1. Słuch prawidłowy (ryc. 4a): krzywa progowa przewodnictwa powietrznego i kostnego w zakresie badanych częstotliwości zawiera się w zakresie do 20 dB HL, różnica pomiędzy przewodnictwem kostnym i powietrznym jest mniejsza od 15 dB (brak rezerwy ślimakowej);
2. Uszkodzenie słuchu typu przewodzeniowego (ryc. 4b):
   ▹ Patomechanizm – zaburzenie przewodzenia dźwięku od źródła dźwięku do receptora słuchu spowodowane patologią przewodu słuchowego lub ucha środkowego

(woskowina, ciało obce, zapalenie ucha środkowego, perforacja błony bębenkowej, uraz ucha środkowego, otoskleroza, etc.),
   - ▹ Cechy audiometrii tonalnej – progi słuchu dla przewodnictwa powietrznego ulegają podwyższeniu (powyżej 20 dB HL – maksymalnie do 70 dB HL), natomiast krzywa przewodnictwa kostnego pozostaje bez zmian (nie przekracza 20 dB HL). Wytwarza się różnica pomiędzy krzywą przewodnictwa kostnego i powietrznego powyżej 15 dB (tzw. rezerwa ślimakowa);
3. Uszkodzenie słuchu typu odbiorczego (ryc. 4c):
   - ▹ Patomechanizm – uszkodzony jest receptor słuchu (lokalizacja ślimakowa) lub drogi i ośrodki słuchowe (lokalizacja pozaślimakowa) – na skutek działania hałasu, ototoksyczności leków, zaburzeń metabolicznych, zaburzeń ukrwienia ośrodkowego układu nerwowego, guzów nerwu słuchowego, etc.,
   - ▹ Cechy audiometrii tonalnej – progi słuchu zarówno dla przewodnictwa powietrznego, jak i kostnego są podwyższone (powyżej 20 dB HL). Audiometria tonalna progowa nie umożliwia różnicowania pomiędzy uszkodzeniem o lokalizacji ślimakowej i pozaślimakowej;
4. Uszkodzenie słuchu typu mieszanego (przewodzeniowo-odbiorcze) (ryc. 4d):
   - ▹ Patomechanizm – jednoczesne uszkodzenie zarówno układu przewodzeniowego, jak i receptora słuchu (np. późna postać przewlekłego zapalenia ucha środkowego),
   - ▹ Cechy audiometrii tonalnej – podwyższenie progów słuchu zarówno dla krzywej przewodnictwa powietrznego, jak i kostnego (powyżej 20 dB HL). Różnica pomiędzy przewodnictwem kostnym i powietrznym powyżej 15 dB (rezerwa ślimakowa).

Objaw wyrównania głośności

Cechą charakterystyczną ucha ze ślimakowym uszkodzeniem słuchu, która jest typowa m.in. dla uszkodzeń słuchu spowodowanych przez hałas, jest zdolność identyfikacji małych przyrostów intensywności dźwięku. Ucho normalne różnicuje przyrosty dźwięku rzędu 2–3 dB, podczas gdy ucho z uszkodzeniem na poziomie ślimaka ma właściwości różnicowania przyrostów intensywności dźwięku już rzędu 1 dB.

Najpopularniejszą próbę nadprogową w badaniu audiometrii tonalnej dla wykrycia tej cechy jest próba SISI (*Short Increment Sensitivity Index*). Próba polega na podawaniu do ucha badanego tonu o intensywności 20 dB powyżej wyznaczonego wcześniej progu słuchu dla danej częstotliwości, a następnie wzmacnianiu tego tonu o 1 dB co 5 sekund. Wynik próby przedstawiany jest jako odsetek rozpoznanych przyrostów intensywności dźwięku, z ogółu 20 tego typu wzmocnień. Interpretacja próby wygląda następująco:

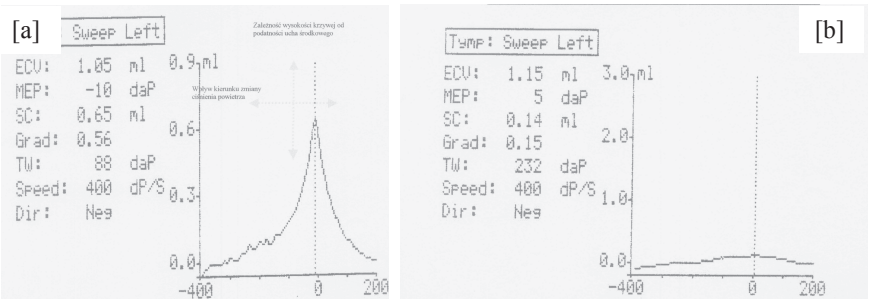
- Słuch prawidłowy lub uszkodzenie przewodzeniowe słuchu – SISI od 0% do 20%
- Uszkodzenie słuchu odbiorcze o lokalizacji ślimakowej – wynik próby SISI od 60% (lub 80%) do 100% – świadczy o dodatnim objawie wyrównania głośności [3–5]),
- Uszkodzenie słuchu odbiorcze pozaślimakowe – wynik próby SISI 0% – nie występuje patologiczny objaw wyrównania głośności,
- Wynik niepewny próby SISI – wartości w zakresie od 20% do 40%.

Audiometria impedancyjna

Audiometria impedancyjna, w największym uproszczeniu ujmując, mierzy impedancję akustyczną, tj. sumę oporów, jakie napotyka fala dźwiękowa na swojej drodze zanim dotrze do receptora słuchu w uchu wewnętrznym. Na sumę tych oporów wpływają właściwości fizyczne elemen-

tów systemu przewodzeniowego ucha (głównie ucha środkowego), takie jak np.: masa kosteczek słuchowych, grubość i podatność błony bębenkowej, sztywność więzadeł międzykosteczkowych, napięcie mięśni wewnątrzusznych itd. W praktyce codziennej główne znaczenie badania sprowadza się do potwierdzenia lub wykluczenia komponenety przewodzeniowej obserwowanego uszkodzenia słuchu. Najważniejsze parametry oceny to:

- Podatność błony bębenkowej i ucha środkowego (wyrażona w cm^3). Dla prawidłowego ucha środkowego wynosi ona od 0,3 do 1,3 cm^3; nieprawidłowe wartości świadczą o patologii w obrębie ucha środkowego. Zapis graficzny zmian podatności przy zmiennym ciśnieniu wytwarzanym w przewodzie słuchowym podczas badania tworzy tzw. krzywą tympanometryczną. Analizując kształt i ciśnienie, przy którym krzywa osiąga wartość maksymalną, można wnioskować o istnieniu i przyczynie patologii w obrębie ucha środkowego. Krzywe tympanometryczne zostały podzielone, w zależności od swojej charakterystyki, na trzy podstawowe typy: A, B, C. W uchu prawidłowym występuje krzywa typu A (ryc. 5a). Płaska krzywa tympanometryczna typu B jest charakterystyczna dla obecności płynu w uchu środkowym (ryc. 5b),



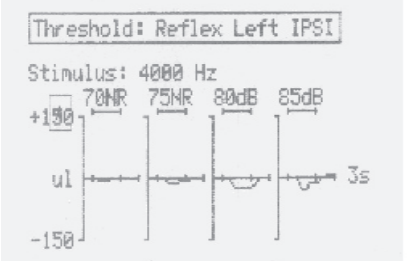
Rycina 5. Audiometria impedancyjna

a. Krzywa tympanometryczna typu A – prawidłowa, świadczy o niezaburzonej ruchomości błony bębenkowej (wyjątek stanowi otoskleroza mogąca również przebiegać z krzywą A).

b. Krzywa tympanometryczna typu B – charakterystyczna dla obecności płynu w uchu środkowym.

natomiast krzywa tympanometryczna typu C świadczy o występowaniu podciśnienia w uchu środkowym względem ciśnienia atmosferycznego.

Niezmiernie ważnym testem, wchodzącym w skład badania audiometrii impedancyjnej, jest rejestracja odruchu z mięśnia strzemiączkowego. Odruch ten jest wynikiem obronnego skurczu mięśnia strzemiączkowego w odpowiedzi na zbyt głośne dźwięki (powyżej 80 dB SPL). Może on być rejestrowany ipsilateralnie, tj. w uchu badanym, które jednocześnie jest pobudzane



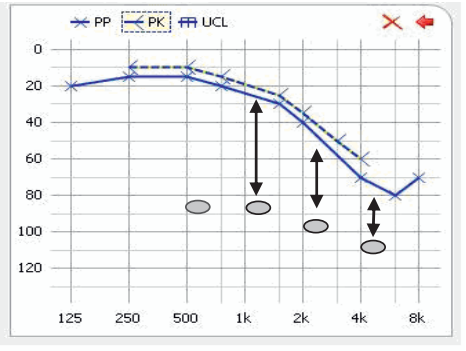
Rycina 6. Odruch strzemiączkowy ipsilateralny dla częstotliwości 4 kHz – obecny na poziomie 80 dB

bodźcem dźwiękowym (najczęściej tonem 0,5; 1; 2; 3; 4 kHz) lub kontralateralnie, tj. przy pobudzaniu bodźcem dźwiękowym ucha przeciwnego. Graficzny zapis rejestracji odruchu ipsilateralnego przedstawia rycina 6.

Obecność i wyznaczenie wartości progu odruchu strzemiączkowego jest istotne dla różnicowania przewodzeniowego i odbiorczego uszkodzenia słuchu oraz różnicowania uszkodzeń słuchu odbiorczych o lokalizacji ślimakowej z uszkodzeniami słuchu odbiorczymi o lokalizacji pozaślimakowej [3–5].

Interpretacja wyników rejestracji odruchów strzemiączkowych przedstawia się następująco:

1. Słuch prawidłowy: Odruchy ipsi/kontralateralne obecne, progi odruchów 70–90 dB powyżej progu słuchu wyznaczonego w audiometrii tonalnej;
2. Uszkodzenie słuchu typu przewodzeniowego: Odruchy ipsi/kontralateralne nieobecne (w szczególności odruch kontralateralny nieobecny jest już przy występowaniu rezerwy ślimakowej powyżej 10 dB);
3. Uszkodzenie słuchu typu odbiorczego o lokalizacji ślimakowej: Odruchy ipsi/kontralateralne obecne (rejestrowane jednak tylko do poziomów uszkodzenia słuchu rzędu 70–80 dB HL). Odstęp między progiem odruchu strzemiączkowego a progiem wyznaczonym w audiometrii tonalnej <60 dB świadczy o występowaniu objawu wyrównania głośności (objaw Metza). Graficzną ilustrację dodatniego objawu Metza przedstawia rycina 7;
4. Uszkodzenie słuchu typu odbiorczego o lokalizacji pozaślimakowej: Odruchy ipsi/kontralateralne nieobecne już przy przesunięciu progu słuchu rzędu 30 dB HL; brak objawu Metza.



Rycina 7. Graficzne przedstawienie objawu Metza

Odstępy między progami audiometrycznymi (odpowiednio 25, 40 i 70 dB) a progami odruchu strzemiączkowego (odpowiednio 80, 90 i 100 dB) dla częstotliwości 1, 2 i 4 kHz są mniejsze od 60 dB – świadczy to o dodatnim objawie wyrównania głośności (dodatni objaw Metza).

Audiometria słowna (mowy)

Badanie audiometrii słownej umożliwia ocenę najważniejszej funkcji narządu słuchu wykorzystywanej w życiu codziennym, jaką jest zdolność rozumienia mowy, warunkująca zdolność komunikowania się. Mowa jest złożonym sygnałem akustycznym składającym się ze zmiennych w czasie przebiegów akustycznych (zarówno w odniesieniu do częstotliwości, jak i poziomu dźwięków).

W przeciwieństwie do badania audiometrii tonalnej, audiometria mowy umożliwia ocenę procesów rozpoznawania i analizowania sygnałów akustycznych zachodzących na poziomie wyższych ośrodków nerwowych. Stąd wyniki uzyskane w badaniu audiometrii tonalnej (prze-

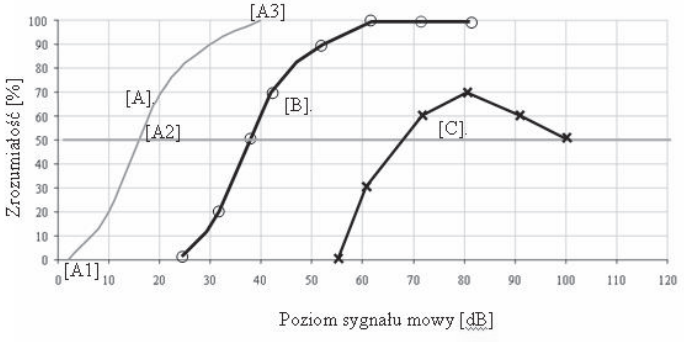
prowadzonego za pomocą tonów czystych) nie zawsze bezpośrednio przekładają się na zdolność rozumienia mowy.

Dla zrozumiałości mowy polskiej główne znaczenie ma pasmo częstotliwościowe pomiędzy 0,5 a 4 kHz; w przypadku słów jednosylabowych głównie w zakresie do 2 kHz [3–5].

Badanie audiometrii słownej przeprowadza się w kabinie ciszy, prezentując osobie badanej, za pomocą słuchawek podłączonych do audiometru (z opcją audiometrii słownej), specjalnie przygotowany materiał słowny, nagrany na płycie CD. Szczegółowe wymogi techniczne i procedurę przeprowadzania badania audiometrii słownej ujęto w normie PN-EN ISO 8253-3:2005. W trakcie badania pacjent powtarza usłyszane słowa. Badający notuje odsetek prawidłowo powtórzonych słów przy danej intensywności dźwięku wyrażonej w dB. Łącząc na specjalnie przygotowanym wykresie (ręcznie lub automatycznie) kolejne punkty wyznaczone przez odsetek prawidłowo powtórzonych słów (oś rzędnych), przy danej intensywności dźwięku wyrażonej w dB (oś odciętych), wykreślana jest krzywa słowna (artykulacyjna) dla danego materiału słownego. Materiały słowne mogą być różne. Dostępne są: testy jednosylabowe, dwusylabowe, listy liczebników i zdaniowe.

Uzyskaną krzywą słowną (artykulacyjną) opisuje szereg parametrów (ryc. 8). Najważniejsze z nich to [3-5]:

- Próg wykrywania mowy (SDT) – minimalne natężenie (dB), przy którym osoba badana zaczyna słyszeć prezentowane słowa;
- Próg rozumienia mowy (SRT) – minimalne natężenie (dB), przy którym osoba badana prawidłowo powtarza 50% słów z prezentowanej listy;



Rycina 8. Audiometria mowy – typy krzywych artykulacyjnych

[A] – Słuch prawidłowy – krzywa wzorcowa dla testu wyrazowego:

[A1] – Próg wykrywania mowy na poziomie 4 dB;

[A2] – Próg rozumienia mowy 16 dB;

[A3] – Stopień rozróżniania (dyskryminacji) 100%, próg rozróżniania 40 dB.

[B] – Uszkodzenie słuchu przewodzeniowe. Przesunięcie krzywej równolegle w stosunku do krzywej wzorcowej o wartość zbliżoną do wielkości rezerwy ślimakowej występującej w audiometrii tonalnej, z zachowaniem podobnego kształtu i szerokości; stopień dyskryminacji osiąga 100%.

[C] – Uszkodzenie słuchu odbiorcze o lokalizacji ślimakowej. Przesunięcie krzywej w stosunku do krzywej wzorcowej o wartość zależną do wielkości uszkodzenia słuchu, zmieniony kształt (poszerzenie) krzywej; stopień dyskryminacji nie osiąga 100% (jego wielkość zależy od głębokości uszkodzenia słuchu głównie w zakresie 0,5–4 kHz); na skutek występowania wyrównania głośności obserwowany jest znaczny spadek odsetka rozumianych słów w miarę wzrostu natężenia mowy powyżej wartości, przy której osiągnięto maksymalne rozumienie mowy (w tym przypadku 80 dB).

- Próg rozróżniania (dyskryminacji) – minimalne natężenie (dB), przy którym osoba badana prawidłowo powtarza 100% słów z prezentowanej listy;
- Stopień rozróżniania (dyskryminacji) – maksymalny odsetek prawidłowo powtarzanych słów z prezentowanej listy;
- Ubytek rozumienia (dyskryminacji) – różnica pomiędzy 100% rozumieniem słów a osiągniętym przez osobę badaną stopniem rozróżniania;
- Szerokość krzywej artykulacyjnej – rozpiętość wyrażona w dB pomiędzy progiem wykrywania mowy a progiem rozróżniania.

Progi słuchu uzyskane w audiometrii tonalnej w paśmie 0,5–2 kHz dobrze korelują z uzyskanym w badaniu audiometrii słownej progiem rozumienia mowy (SRT).

Analiza parametrów uzyskanej krzywej artykulacyjnej jest pomocna w diagnostyce różnicowej uszkodzeń słuchu typu przewodzeniowego i odbiorczego oraz w potwierdzeniu ślimakowej lokalizacji odbiorczego uszkodzenia słuchu, charakterystycznego dla początkowej fazy rozwoju przewlekłego urazu akustycznego (w szczególności przy niepewnym wyniku próby SISI).

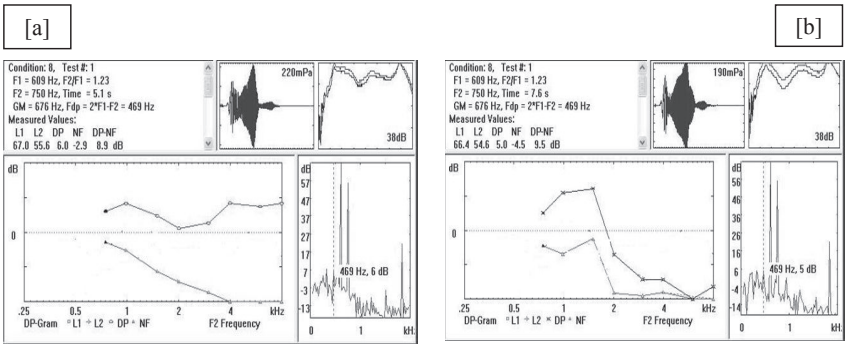
Emisje otoakustyczne

Pod nazwą emisji otoakustycznych rozumiane jest, odkryte w 1978 roku przez Davida Kempa, zjawisko polegające na emitowaniu z ucha wewnętrznego do przewodu słuchowego zewnętrznego słabego zwrotnego sygnału akustycznego, generowanego spontanicznie lub w odpowiedzi na bodziec dźwiękowy (trzask, kombinacja dwóch tonów prostych). Źródłem generowania tego sygnału są komórki słuchowe zewnętrzne narządu Cortiego, których mechaniczna aktywność jest podstawą aktywnych procesów wzmocnienia zachodzących w uchu wewnętrznym (ślimaku). Wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje emisji otoakustycznych:

1. *Emisja otoakustyczna spontaniczna* (*Spontaneous Otoacoustic Emissions* – SOAE) – rejestrowana samoistnie bez pobudzania ucha dźwiękiem;
2. *Emisje otoakustyczne wywołane* (*Evoked Otoacoustic Emissions* – EOAE), które w zależności od zastosowanego bodźca dzielimy na:
   - *Emisje otoakustyczne przejściowe* (*Transient Evoked Otoacoustic Emissions* – TEOAE) – powstające w wyniku pobudzenia ślimaka sygnałem impulsowym (np. trzaskiem),
   - *Emisje produktów zniekształceń nieliniowych* (*Distortion Product Otoacoustic Emissions* – DPOAE) – powstające po pobudzeniu ślimaka dwoma czystymi tonami o różnej częstotliwości.

Badanie emisji otoakustycznych jest pomiarem szybkim i obiektywnym (niewymagającym współpracy badanego). Przed jego wykonaniem należy zawsze przeprowadzić badanie audiometrii impedancyjnej dla potwierdzenia prawidłowej impedancji ucha środkowego (w przeciwnym razie rejestrowanie słabego sygnału emitowanego z ucha wewnętrznego nie jest możliwe). Emisja otoakustyczna rejestrowana jest w uszach zdrowych. Wraz z pogarszaniem progu słuchu – szybko zanika. Praktyczne znaczenie w diagnostyce uszkodzeń słuchu znalazły TEOAE i DPOAE. Zapisy DPOAE u osoby zdrowej i z odbiorczym ślimakowym uszkodzeniem słuchu przedstawia rycina 9a i 9b.

W medycynie pracy badanie emisji otoakustycznej znajduje głównie zastosowanie w monitorowaniu wczesnych ubytków słuchu po narażeniu na hałas, dla potwierdzenia ślimakowej lokalizacji uszkodzeń słuchu oraz wykrycia agrawacji niedosłuchu u osób ubiegających się o uznanie zawodowego uszkodzenia słuchu, a także weryfikowania skuteczności stosowanych ochronników słuchu na modelu czasowych zmian po narażeniu na hałas (w tym celu pomiary



Rycina 9. Przykładowe zapisy emisji otoakustycznych DPOAE

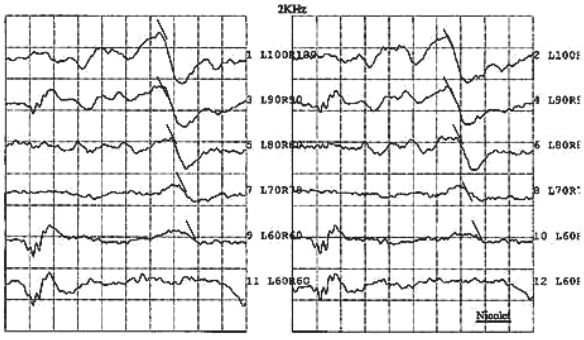
a) Prawidłowa odpowiedź DPOAE w całym analizowanym paśmie częstotliwości 0,5–8 kHz (wykres zaznaczony kółkami). W części dolnej widoczny poziom szumu tła (zaznaczony wykresem z trójkątami).

b) Odpowiedź DPOAE obecna jedynie w paśmie częstotliwości 1–1,5 kHz, znaczny spadek odpowiedzi DPOAE w paśmie 2–4 kHz i brak prawidłowej odpowiedzi w paśmie 2–8 kHz, co świadczy o uszkodzeniu komórek słuchowych zewnętrznych w obszarze ślimaka odpowiedzialnego za odbiór tonów o wysokich częstotliwościach.

emisji otoakustycznej wykonane są przed i po narażeniu). Wartość tego badania w szacowaniu głębokości uszkodzenia słuchu jest znacznie ograniczona z powodu zanikania sygnałów otoemisji już przy progach słuchu rzędu 30–40 dB oraz dużej zmienności międzyosobniczej wyników badań.

Słuchowe potencjały wywołane

Badanie słuchowych potencjałów wywołanych stanowi rejestrację czynności bioelektrycznej drogi słuchowej w odpowiedzi na bodźce dźwiękowe. Największe praktyczne znaczenie mają słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu – ABR (*auditory brainstem response*), oceniające funkcję postreceptorową ślimaka, nerwu słuchowego i pnia mózgu. Słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu powstają w odpowiedzi na różne bodźce dźwiękowe, najczęściej stosowane



Rycina 10. Zapis badania ABR (szereg natężeniowy) uzyskany w odpowiedzi na bodziec tonowy o częstotliwości 2 kHz dla ucha prawego [UP] i lewego [UL]. Na zapisach zaznaczono falę V. Wyznaczony obiektywny próg słuchu w uchu prawym i lewym wynosi 60 dB.

to „trzask" oraz bodźce tonowe. Te ostatnie umożliwiają wyznaczenie progów słuchu dla wybranych częstotliwości.

Wyznaczenie progu słuchu w badaniu ABR opiera się na identyfikacji obecności fali V, stanowiącej najlepiej identyfikowalną falę w badaniu ABR. Najniższa intensywność bodźca, dla której występuje odpowiedź ABR, uznawana jest za próg słyszenia. Błąd oznaczenia progu słyszenia za pomocą ABR w odniesieniu do audiometrii tonalnej zwykle nie przekracza 10 dB, co umożliwia wiarygodną rekonstrukcję audiogramu tonalnego (np. w zakresie częstotliwości orzeczniczych 1, 2 i 3 kHz).

W medycynie pracy badanie ABR może być wykorzystywane dla celów odtwarzania progu słuchu u osób źle współpracujących lub agrawujących stopień uszkodzenia słuchu. Dodatkowo badanie to odgrywa ważną rolę w diagnostyce różnicowej uszkodzeń słuchu, w szczególności potwierdzeniu lokalizacji pozaślimakowej uszkodzeń odbiorczych słuchu (np. w diagnostyce guzów kąta mostowo-móżdżkowego) [3–5].

Przedstawione informacje dotyczące wybranych metod oceny słuchu nie wyczerpują, w sposób oczywisty, wszystkich aspektów diagnostyki audiologicznej. Więcej informacji dostępnych jest w literaturze przedmiotu [3–5].

Piśmiennictwo

1. Bystrzanowska T.: Audiologia kliniczna. Wyd. II, PZWL, Warszawa, 1969.
2. Moore B.C.J.: Wprowadzenie do psychologii słyszenia. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa–Poznań, 1999.
3. Ozimek E.: Dźwięk i jego percepcja. Aspekty fizyczne i psychoakustyczne. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa–Poznań, 2002.
4. Pruszewicz, A.: Zarys audiologii klinicznej. Wyd. II. Wydawnictwa Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. Poznań, 2000.
5. Śliwińska-Kowalska M.: Audiologia kliniczna. Oficyna Wydawnicza „Mediton". Łódź, 2005.

5. Metody oceny układu równowagi

Dr med. Ewa Zamysłowska-Szmytke

W skład układu równowagi wchodzi układ przedsionkowy, narząd wzroku wraz z aparatem mięśniowym oka oraz układ kostno-szkieletowy wraz z receptorami czucia skórnego, proprioreceptorami mięśni, ścięgien i stawów. Dla prawidłowego funkcjonowania układu równowagi znaczenie ma również słyszenie przestrzenne. Zawroty głowy oraz zaburzenia równowagi mogą mieć związek z patologią każdego z tych układów. Do kompetencji laryngologa należy ocena układu przedsionkowego i ewentualnie słyszenia przestrzennego.

Układ przedsionkowy składa się z części obwodowej, w skład której wchodzi błędnik, zwój przedsionkowy (znajdujący się w dnie przewodu słuchowego wewnętrznego) i nerw przedsionkowy; oraz części ośrodkowej (jądra przedsionkowe położone w rdzeniu przedłużonym, połączone z jądrami okoruchowymi, rdzeniem kręgowym, móżdżkiem, korą mózgu oraz układem autonomicznym).

Ucho wewnętrzne, pomimo podziału na część słuchową i przedsionkową, stanowi jedną całość. Ze względu na bliskość anatomiczną obu struktur, w niektórych niezawodowych chorobach niedosłuch i zaburzenia czynności błędnika występują jednocześnie bądź w pewnym powiązanym ze sobą odstępie czasowym. Dlatego też ocena układu przedsionkowego, stanowiącego najważniejszą składową układu równowagi, jest integralną częścią diagnostyki audiologicznej prowadzonej zarówno dla celów klinicznych, jak i orzeczniczych.

Zgodnie z Rozporządzeniem MZiOS z 1996 r. [8] dotyczącym przeprowadzania badań wstępnych i okresowych pracowników, szczegółowa ocena układu równowagi wymagana jest u osób pracujących na wysokości oraz osób zawodowo kierujących pojazdami mechanicznymi. Ocena układu równowagi w medycynie pracy opiera się głównie na zebranym wywiadzie i badaniu przedmiotowym; żadne z badań dodatkowych narządu przedsionkowego nie jest uznawane za obligatoryjne. Niezbędne dla działalności orzeczniczej wydają się być kliniczne testy statyczno-dynamiczne i testy nystagmograficzne.

Wywiad

Wywiad odgrywa bardzo istotną rolę w badaniu neurootologicznym. Niestety, pacjenci badani w celach profilaktycznych nie zawsze zgłaszają objawy z zakresu układu równowagi, szczególnie, jeżeli zależy im na podjęciu bądź kontynuowaniu pracy. Dlatego też można założyć, że wywiad otoneurologiczny w badaniach prowadzonych dla celów medycyny pracy przynosi mniej informacji niż w badaniu klinicznym, prowadzonym u osób chorych. Prawidłowo przepro-

wadzony wywiad pozwala na różnicowanie zawrotów głowy oraz zaburzeń równowagi, a także wstępnie wskazuje na ośrodkową lub obwodową lokalizację ich przyczyny.

Rozróżnia się dwa główne typy zawrotów głowy [1]:

- zawrót układowy (*vertigo*) polegający na złudzeniu ruchu (najczęściej kołowego) otoczenia lub własnego ciała. Ten typ zawrotów głowy jest charakterystyczny dla uszkodzenia układu przedsionkowego,
- zawrót nieukładowy (*dizziness*), który obejmuje mniej precyzyjne wrażenia niepewności postawy, braku równowagi, lęku przed upadkami, uczucia zapadania się, pustki w głowie czy złudzenie (iluzję) niestabilności. Ten typ zawrotów głowy wskazuje na patologię ośrodkową.

Podstawowe i zawsze zadawane pytania powinny dotyczyć występowania zawrotów głowy (aktualnie i w przeszłości), zaburzeń równowagi oraz przebytych chorób, w tym zaburzeń czynności błędnika. W przypadku występowania zawrotów głowy istotne jest ustalenie:

- początku choroby (nagły lub trudny do ustalenia ze względu na narastające powoli objawy),
- objawów towarzyszących (nudności i wymioty charakterystyczne dla uszkodzeń układu przedsionkowego czy bóle głowy i zaburzenia widzenia występujące w migrenie),
- czasu trwania pierwszego napadu i następnych (od kilku dni w zapaleniu nerwu przedsionkowego, kilku godzin w chorobie Ménière'a, do sekundowych zawrotów pochodzenia naczyniowego),
- dotychczasowego przebiegu choroby i możliwości rehabilitacji (charakter nawrotowy lub ciągły, zawroty głowy kompensujące się),
- czynników nasilających zawroty głowy (ruchy głowy, ciała, ułożenie ciała w określonej pozycji, zamknięcie oczu).

Pytania pomocnicze, które można zadać osobie badanej, dotyczą występowania choroby lokomocyjnej (u części osób może ona świadczyć o zaburzeniach błędnika jako przyczynie konfliktu sensorycznego), funkcjonowania w zatłoczonych przestrzeniach, ruchliwym otoczeniu, przy ekspozycjach widokowych, jako że jedną ze strategii kompensacji u osób z uszkodzeniami błędnika jest nadmierna zależność od zmysłu wzroku. Dolegliwości wynikające z nieprawidłowej kompensacji uszkodzeń błędnika, opisywane są w literaturze jako „*visual vertigo*". Spowodowane są one trudnością ufiksowania wzroku, przy stale zmieniającym się lub zbyt odległym otoczeniu. Również rutynowe pytanie o przyjmowane przewlekle leki, szczególnie zlecone przez laryngologa i neurologa (betahistydyna, Vertigoheel, Torecan, Flunarizina), może sugerować występowanie zawrotów głowy. W diagnostyce zawrotów głowy istotne są ponadto pytania o choroby ogólnoustrojowe, takie jak: cukrzyca, niedokrwistość, nadciśnienie bądź niedociśnienie oraz choroby tarczycy. Należy zebrać dokładny wywiad na temat przewlekłych chorób układu kostno-stawowego, przebytych operacji i urazów, protez stawów oraz aktualnie występujących dolegliwości bólowych, które mogą wpływać na prawidłowe wykonywanie testów statycznych i dynamicznych.

Badanie przedmiotowe

Ocena układu równowagi w badaniach profilaktycznych ma na celu:

- ocenę sprawności układu równowagi (niezależnie od przyczyny i lokalizacji ewentualnych zaburzeń),
- ocenę oczopląsu.

Ocena sprawności układu równowagi

Ocenę sprawności układu równowagi przeprowadza się stosując próby statyczne i dynamiczne. Do klasycznych prób statycznych należą:

- próba Romberga z oczami otwartymi i zamkniętymi,
- próba Romberga uczulona,
- próba Flecka.

Do najczęściej wykonywanych prób dynamicznych należą natomiast:

- próba Untenbergera,
- próba chodu palec-pięta.

Przed wykonaniem testów pacjent powinien zdjąć buty. Podczas wykonywania testów z zamkniętymi oczami pacjenci mają tendencję do zerkania spod powiek w celu korekcji wzrokowej i poprawy wyniku badania. Istotne jest zatem zgaszenie światła czy zaciągniecie zasłon; pacjent nie powinien również stać naprzeciw źródła światła (okno).

Próba Romberga polega na utrzymaniu równowagi podczas 1 minuty stania w pozycji ze złączonymi stopami i opuszczonymi rękami. Pacjent wykonuje próbę najpierw z oczami otwartymi, a potem zamkniętymi. Dodatni wynik próby występuje, gdy pacjent chwieje się tak mocno, że musi podeprzeć się nogą, aby się nie przewrócić; wyraźnie obserwowane wychylenia bez podparcia mogą również świadczyć o zaburzeniach równowagi. Kierunek wychylenia świadczy o stronie, po której występuje uszkodzenie układu przedsionkowego. Pacjenci z zaburzeniami móżdżkowymi mają duże trudności z wykonaniem tych prób, charakterystyczne jest padanie do tyłu. Dodatnia próba Romberga wymaga dalszej diagnostyki otoneurologicznej [2].

Podczas wykonywania próby uczulonej Romberga pacjent stawia stopy jedna przed drugą (palce jednej stopy dotykają pięty drugiej stopy). Dalej próba przebiega tak, jak klasyczna próba Romberga. Niemożność wykonania tej próby nie musi świadczyć o uszkodzeniu układu równowagi. Bywa ona trudna do przeprowadzenia u osób starszych, z zaburzeniami kostno-stawowymi, z nadwagą czy chorobami ortopedycznymi. Próba Flecka polega na staniu na jednej nodze przez 15 sekund, z drugą nogą zgiętą w kolanie. Jest ona również trudna do wykonania niejednokrotnie nawet dla osób zdrowych. Z wymienionych powyżej prób najbardziej przydatna jest próba Romberga wykonywana z otwartymi i zamkniętymi oczami.

Próbą dynamiczną wartą polecenia jest próba Untenbergera (próba dreptania – *the stepping test*). Polega ona na energicznym marszu w miejscu, boso, z zamkniętymi oczami, przez co najmniej 30 sekund (bądź 50 kroków). Jeżeli pacjent wykonuje ją prawidłowo (nie korygując zachowania podczas zerknięć spod powiek), przez kilka sekund rzeczywiście stąpa w miejscu, jednak po pewnym czasie zwykle zaczyna się poruszać do przodu. Próba jest dodatnia, jeżeli pacjent zaczyna skręcać w stronę uszkodzonego błędnika, a kąt skrętu wynosi co najmniej 30° w stosunku do pozycji wyjściowej, jednakże każde odchylenie od kierunku ruchu może budzić podejrzenia [2].

Podczas wykonywania próby chodu palec-pięta pacjent stąpa z otwartymi, a później zamkniętymi oczami wzdłuż umownie wyznaczonej linii prostej, dotykając palcami jednej nogi pięty drugiej nogi. O dodatnim wyniku świadczy zejście z linii prostej.

Ocena oczopląsu

Oczopląsem nazywamy rytmiczne ruchy gałek ocznych z widoczną najczęściej fazą wolną i szybką ruchu. Kierunek oczopląsu określamy na podstawie łatwiejszej do zaobserwowania fazy szybkiej oczopląsu (oczopląs „bije" w kierunku fazy szybkiej). Oczopląs może być fizjologiczny, wywołany np. bodźcem termicznym czy kinetycznym, bądź patologiczny, czyli samoistny, spojrzeniowy lub położeniowy.

Oczopląs samoistny pochodzenia błędnikowego (obwodowego) ma charakter poziomy lub poziomo-obrotowy, jest w zasadzie widoczny jedynie w ostrej fazie choroby, kiedy z reguły nie przeprowadza się badań dla celów orzeczniczych czy profilaktycznych. W fazie przewlekłej zwykle jest on hamowany przez fiksację (ustabilizowanie wzroku na wybranym punkcie) i może być obserwowany jedynie w okularach Frenzla (okulary z bardzo mocnymi soczewkami, przez które badany nie jest w stanie wyraźnie widzieć, więc i ufiksować wzroku). Oczopląs pochodzenia obwodowego ma wyraźną fazę wolną i szybką, podlega prawu Alexandra, zgodnie z którym najlepiej widoczny jest przy patrzeniu w kierunku fazy szybkiej („bije do ucha zdrowego").

Oczopląs pochodzenia ośrodkowego jest widoczny bez okularów Frenzla, przy fiksacji wzroku. Zniesienie fiksacji zwykle tłumi oczopląs lub pozostaje on bez zmian. Oczopląs ten może nie mieć wyraźnej fazy wolnej i szybkiej (*pendular nystagmus*), przy obserwacji w różnych pozycjach oka udaje się zwykle ustalić „punkt zerowy", w którym oczopląs jest najmniej widoczny. Kierunek oczopląsu pochodzenia ośrodkowego może być poziomy lub pionowy – „bijący" w dół lub górę, może ulegać zmianie podczas obserwacji. Komponenta obrotowa występuje rzadko. Oczopląs o podobnych cechach, lecz pojawiający się tuż, a nawet do kilku miesięcy po narodzeniu, nazywany jest oczopląsem wrodzonym. Warunkiem rozpoznania oczopląsu wrodzonego jest brak chorób oka (siatkówki i aparatu mięśniowo-nerwowego oka) oraz istotnych przyczyn neurologicznych. Rozróżnienie oczopląsu wrodzonego i związanego z zaburzeniami ośrodkowego układu nerwowego jest trudne, w zasadzie decydujące znaczenie ma wywiad oraz brak innych przyczyn oczopląsu. Osoby z oczopląsem wrodzonym są zwykle bardzo dobrze zaadaptowane do istniejącej sytuacji i nie odczuwają z tego tytułu dolegliwości.

W diagnostyce uszkodzeń układu przedsionkowego przydatna jest ocena oczopląsu spojrzeniowego. Badanie polega na patrzeniu w ciągu 5–10 sekund na palec badającego (bądź długopis) ustawiony w pozycji do 30° od położenia centralnego. W badaniu istotne jest, aby oko badanego nie było w pozycji skrajnej (kąt powyżej 30°), gdyż wówczas może wystąpić oczopląs nie związany z patologią układu przedsionkowego. Wyraźny oczopląs spojrzeniowy wymaga dalszej diagnostyki; należy różnicować go z nastawczymi ruchami oka przy zmianie pozycji z centralnej na prawą/lewą. Oczopląs spojrzeniowy jest oczopląsem stałym i występuje każdorazowo w danej pozycji oka; ruchy nastawcze występują czasami i trwają bardzo krótko.

W zależności od własnego doświadczenia dla oceny układu równowagi każdy lekarz może zastosować inne, wystandaryzowane testy. Na podstawie prawidłowo przeprowadzonego badania otoneurologicznego można wnioskować o ewentualnej potrzebie dalszej diagnostyki układu przedsionkowego i/lub konieczności skierowania pacjenta do specjalisty.

Badania laboratoryjne

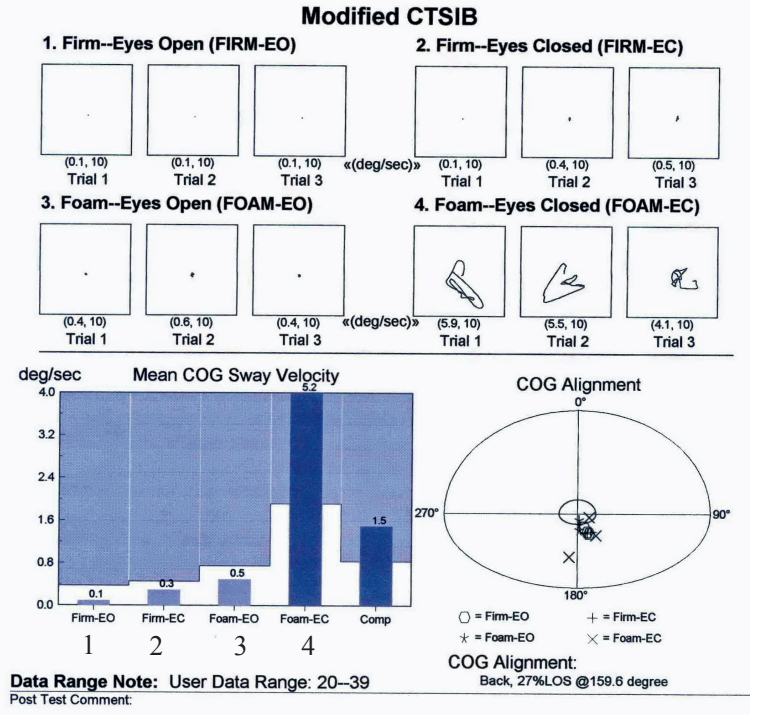
Umiejętność klinicznej interpretacji wyników badań laboratoryjnych należy zwykle do specjalisty zlecającego badanie (otolaryngologa, audiologa, neurologa), jednakże lekarz orzecznik powinien posiadać wiedzę na ten temat oraz potrafić zinterpretować liczbowe i graficzne wyniki badań, niezależnie od opisu uzyskanego od specjalisty. Jest to o tyle istotne, że lekarz medycyny pracy dysponuje całą dokumentacją danego pacjenta na przestrzeni wielu lat jego zatrudnienia i często lepiej niż specjalista może ocenić dynamikę zmian.

Do podstawowych badań przydatnych w ocenie układu równowagi dla potrzeb medycyny pracy na pierwszym miejscu należy wymienić badanie posturografii. Dla potrzeb klinicznych kluczowymi są natomiast badania nystagmograficzne (elektronystagmografia lub wideonystagmografia).

Posturografia

Posturografia polega na ocenie stanu układu równowagi na podstawie wskazań zmian nacisku stóp na platformę stabilometryczną [3].

W badaniu posturografii statycznej wykonuje się cztery próby. 1) Pierwsza próba przeprowadzana jest, gdy pacjent z otwartymi oczami stoi na stabilnym podłożu. Utrzymuje wówczas równowagę opierając się na informacjach z układu przedsionkowego (odruchy przedsionkowo rdzeniowe), narządu wzroku, który pomaga korygować niewielkie wychylenia ciała oraz czucia głębokiego oraz somatosensorycznego. Zapis wychyleń środka ciężkości stanowi ilościową weryfikację próby Romberga. 2) Druga próba wykonywana jest również na stabilnym podłożu, jednak z zamkniętymi oczami. Pacjent polega na informacji z układu przedsionkowego oraz somatosensorycznego. 3) Próba trzecia przeprowadzana jest przy otwartych oczach na niestabilnym podłożu (pianka), które ogranicza wpływ czucia somatosensorycznego na wynik badania. 4) Próba czwarta przeprowadzana jest z zamkniętymi oczami, na niestabilnym podłożu. Podczas tej próby pacjent otrzymuje informacje głównie z układu przedsionkowego, co pozwala w pewnym stopniu określić czynność błędnika. Należy pamiętać, że informacja z układu przedsionkowego zależna jest od kompensacji ośrodkowej, w związku z tym przy pełnej kompensacji wynik posturografii może być prawidłowy, pomimo uszkodzonego jednego błędnika. Przykładowy zapis posturografii statycznej podano na rycinie 1.



Rycina 1. Zapis posturografii statycznej u osoby z zaburzeniami równowagi. Kolejne próby (1, 2, 3, 4) opisane zostały w tekście. Wynik nieprawidłowy uzyskano dla próby 4, wykonanej na niestabilnym podłożu, z oczami zamkniętymi

W badaniu posturografii dynamicznej płyta stabilometryczna jest ruchoma, co zmusza pacjenta do aktywnej kontroli ruchów, ponadto porusza się również pionowa ściana otaczająca z trzech stron podstawę, na której stoi pacjent (ściana wypełnia w ten sposób pole widzenia pacjenta). W badaniu wykonywanych jest 6 prób. 1. Klasyczna próba na stabilnym podłożu i z otwartymi oczami. 2. Próba na stabilnym podłożu z zamkniętymi oczami. 3. Próba z oczami otwartymi podczas „dowolnych" ruchów płyty stabilometrycznej. 4. Próba podczas ruchów płyty, przy zamkniętych oczach. 5. Próba na nieruchomej płycie, przy poruszającej się pionowej ścianie otaczającej pacjenta. 6. Próba z poruszającą się podstawą oraz poruszającą się ścianą. Dodatnia próba z poruszającym się otoczeniem (ścianą) może wskazywać na nadmierną zależność od zmysłu wzroku, jako strategię kompensacji uszkodzeń błędnika, bądź konflikt somatosensoryczny (*visual vertigo*). Stwierdzenie ww. zaburzeń może być szczególnie istotne dla wykonywania pewnych zawodów, np. pracy na bardzo dużych wysokościach (ekspozycja widokowa) czy pracy strażaka (zadymione pomieszczenia z ograniczoną widocznością).

Czynnikami zakłócającymi w badaniach posturografii są znacznego stopnia schorzenia kręgosłupa i układu kostno-stawowego, szczególnie zespoły bólowe, choroby układu mięśniowo-nerwowego oraz choroby móżdżku.

Badania posturografii są przydatne w kompleksowej ocenie stanu układu równowagi, jednak nie pozwalają na lokalizację zaburzeń. W badaniach dla celów profilaktycznych, w których wymagane jest potwierdzenie dobrej sprawności równowagi, wynik posturografii pozwala na podjęcie decyzji o dopuszczeniu do pracy (niezależnie od wyników badań układu przedsionkowego). Natomiast w badaniu klinicznym posturografia stanowi cenne uzupełnienie innych testów, a przede wszystkim służy do oceny postępów rehabilitacji u osób z zawrotami głowy.

Badania nystagmograficzne

W badaniu nystagmograficznym (elektronystagmografia – ENG i wideonystagmografia – VNG) oceniane są odruchy przedsionkowo-okoruchowe (VOR) i móżdżkowo-okoruchowe. W obu badaniach (ENG i VNG) wynik oceniany jest na podstawie parametrów oczopląsu. W badaniu ENG dla rejestracji oczopląsu wykorzystuje się zmiany różnicy potencjałów między rogówką (+) a siatkówką (–) podczas ruchów gałek ocznych. Różnicę potencjałów rejestruje się za pomocą elektrod przymocowanych do skóry przy zewnętrznych kącikach oczu. W badaniu VNG ruchy gałek ocznych rejestrowane są bezpośrednio za pomocą czułej kamery na podczerwień.

Przed wykonaniem zapisu ENG/VNG, szczególnie jeżeli zapis będzie jednooczny, konieczne są: określenie oka wiodącego (jeżeli jest różnica w ostrości widzenia), ocena oczopląsu utajonego (czyli oczopląsu, który pojawia się po zakryciu jednego oka) oraz stwierdzenie, czy występuje zez. W badaniu ENG w ostatnim przypadku badane jest tylko jedno oko (zezujące), a oko wiodące jest zakryte; w VNG postępowanie jest analogiczne, na oku wiodącym umieszczona jest kamera.

W badaniu nystagmograficznym standardowo przeprowadzane są następujące testy: ocena sakkad, ocena oczopląsu samoistnego, spojrzeniowego, próba śledzenia, optokineza, próba kaloryczna, próby kinetyczne i ewentualnie próby położeniowe.

Ocena sakkad. Badanie polega na obserwowaniu punktu świetlnego (celu), który przemieszcza się na ekranie o kąt 20–30° od pozycji centralnej. Oceniana jest morfologia zapisu (wyprzedzanie celu przez oko, niedociąganie oka) oraz parametry ilościowe, takie jak latencja (opóźnienie ruchu oka w stosunku do ruchu celu), prędkość ruchu oka oraz precyzja (procentowy stosunek maksymalnego wychylenia oka do maksymalnego wychylenia celu).

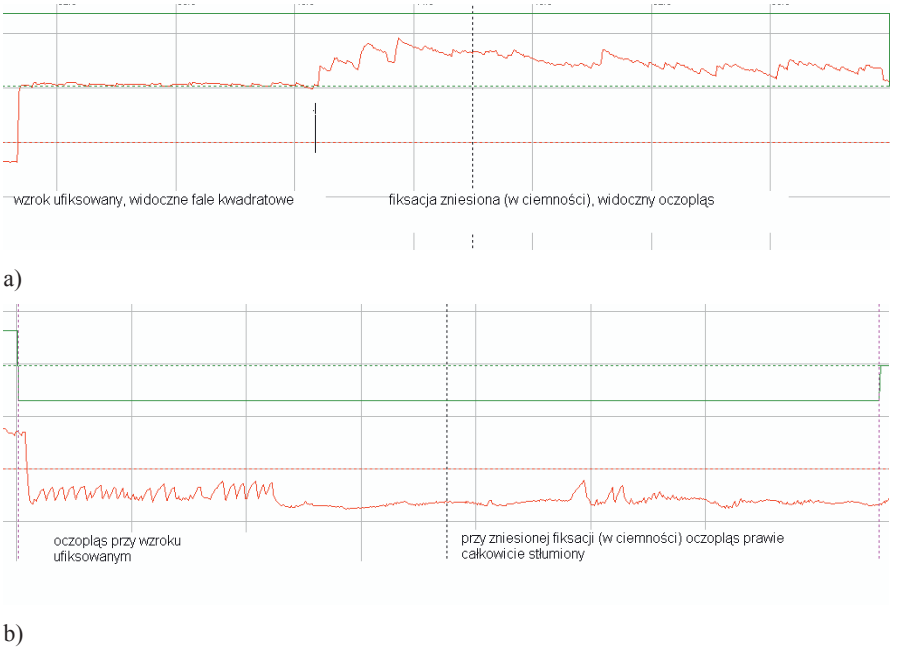
Nieprawidłowe wyniki w badaniu sakkad (szczególnie prędkości i precyzji) związane są z chorobami ośrodkowej części układu przedsionkowego.

Oczopląs samoistny i spojrzeniowy. Zapis oczopląsu samoistnego oraz spojrzeniowego powinno się przeprowadzać w ciemności, ze wzrokiem ufiksowanym na punkcie świetlnym odda-

lonym od pacjenta o co najmniej 0,5 m, a po 10 sekundach – w całkowitej ciemności. Przy ocenie oczopląsu spojrzeniowego kąt odchylenia oka od położenia centralnego nie powinien przekraczać 30°.

W przewlekłych zaburzeniach czynności błędnika brak jest oczopląsu przy wzroku ufiksowanym, natomiast oczopląs ten ujawnia się przy wyłączonej fiksacji (w ciemności). Nasilenie oczopląsu spojrzeniowego określa klasyfikacja w stopniach: I stopień – oczopląs widoczny jedynie przy spojrzeniu w kierunku fazy szybkiej oczopląsu; II stopień – oczopląs widoczny w dwóch pozycjach oka, centralnej i przy spojrzeniu w kierunku fazy szybkiej oczopląsu; III stopień – oczopląs stałokierunkowy obecny we wszystkich trzech pozycjach oka. Najbardziej charakterystyczny dla przewlekłych zaburzeń funkcji błędnika jest oczopląs II stopnia. Oczopląs I stopnia, czyli występujący jedynie przy patrzeniu w prawo bądź w lewo, może występować również u osób zdrowych.

Oczopląs widoczny przy wzroku ufiksowanym, oczopląs zmiennokierunkowy (kierunek oczopląsu zmienia się podczas stałej pozycji oka) oraz oczopląs stałokierunkowy jednak ze zmieniającym się kierunkiem podczas patrzenia w prawo i lewo nasuwają podejrzenie oczopląsu pochodzenia ośrodkowego. Oczopląsy pochodzenia ośrodkowego często mają charakterystyczny kształt – zapis zarówno fazy wolnej, jak i fazy szybkiej ma charakter wykładniczy (nieckowaty). Przykładowe zapisy oczopląsu obwodowego i ośrodkowego podano na rycinie 2.



Rycina 2. Przykład oczopląsu spojrzeniowego w badaniu VNG

a) oczopląs pochodzenia obwodowego,

b) oczopląs pochodzenia ośrodkowego.

Test śledzenia (dawniej próba wahadła). Badanie polega na ciągłym śledzeniu wzrokiem plamki świetlnej (celu) wolno poruszającej się w polu widzenia w płaszczyźnie poziomej (rzadziej pionowej). Badanie wykonywane jest dla różnych częstotliwości ruchu celu w zakresie 0,2–0,6 Hz. Ocenianymi parametrami są: wzmocnienie (stosunek wychylenia oka do odchylenia celu; jeżeli oko wychyla się o taką samą wartość kątową, jak cel, stosunek ten jest równy 1), symetria wychyleń w stronę prawą i lewą oraz morfologia zapisu.

Najczęstszą przyczyną nieprawidłowych wyników testów (niska wartość wzmocnienia, zapis sakkadowy) są choroby móżdżku, pnia mózgu oraz rzadziej kory mózgowej, aczkolwiek upośledzenie funkcji jednego błędnika może również wpływać na morfologię zapisu. Niewielkie osłabienie wzmocnienia może wynikać również z nieuwagi pacjenta, wieku oraz przyjmowanych leków. Według norm własnych (Kliniki Audiologii i Foniatrii IMP) w badaniu VNG za istotną klinicznie wartość uznaje się wzmocnienie poniżej 0,5. Niektórzy autorzy przyjmują wartości między 0,8 a 0,2 jako niepewne, a za istotne osłabienie uznają wartość poniżej 0,2 [4].

Badanie oczopląsu optokinetycznego. Badanie polega na zapisie oczopląsu wywołanego bodźcem optokinetycznym (np. pionowymi pasami przesuwającymi się przed oczami badanego w stronę prawą, a potem lewą). Podobnie jak w teście śledzenia, oceniane jest wzmocnienie (stosunek prędkości ruchu oka do prędkości bodźca), morfologia zapisu oraz symetria odpowiedzi w stronę prawą i lewą. Najistotniejszym parametrem jest wzmocnienie, którego wartość nie powinna być niższa od 0,5. Ocena testu optokinezy powinna być zgodna z wynikami testu śledzenia, choć znane są schorzenia, w których przy prawidłowym teście śledzenia obserwuje się osłabienie wzmocnienia w teście optokinezy (np. PSP – *progressive supranuclear palsy*, choroba neurodegeneracyjna móżdżku). Zwykle podejrzenie schorzenia tego typu jest weryfikowane podczas konsultacji neurologicznej.

Próba kaloryczna. Przed wykonaniem próby kalorycznej należy przeprowadzić badanie otoskopowe (wziernikiem) oraz badanie audiometrii impedancyjnej, w którym podatność błony bębenkowej (*compliance*) powinna być w granicach wartości prawidłowych (0,3–1,3 cm^3) [5]. Przeciwwskazaniem do wykonania próby kalorycznej są ropne i wysiękowe stany zapalne ucha środkowego, nieuregulowane nadciśnienie tętnicze, znacznego stopnia zaburzenia rytmu serca, choroby psychiczne, padaczka; przeciwwskazaniem względnym jest perforacja błony bębenkowej. Pacjent nie powinien pić alkoholu w dniu poprzedzającym badanie, przyjmować leków uspokajających i nasennych; betahistydyna powinna być odstawiona na co najmniej 3 dni przed badaniem.

Próba kaloryczna polega na zapisie oczopląsu wywołanego bodźcem termicznym. Badany jest każdy błędnik oddzielnie. Stosuje się próbę z bodźcem cieplnym (temperatura 44°C) oraz zimnym (temperatura 30°C).

- Ciepła woda pobudza układ przedsionkowy, dlatego obserwowany oczopląs ma kierunek zgodny z pobudzanym uchem.
- Zimna woda hamuje układ przedsionkowy, tak więc kierunek oczopląsu jest przeciwny do pobudzanego ucha.

Jako bodziec najczęściej stosowane jest 250 ml wody wlewane do przewodu słuchowego zewnętrznego ze stałą prędkością w ciągu 30 sekund. Badanie można również wykonać stosując odpowiednio ogrzane powietrze. Badanie powinno być wykonywane u pacjenta w pozycji leżącej z głową uniesioną o kąt 30 stopni od poziomu. Badanie może być wykonane również w pozycji siedzącej, jeżeli laboratorium posiada wystandaryzowane wartości normatywne dla tej pozycji.

Metodyka przeprowadzenia próby kalorycznej zależy od sposobu zapisu oczopląsu.

1. Obserwacja bezpośrednia. Badanie przeprowadza się w widnym pokoju, wzrok pacjenta powinien być ufiksowany na punkcie świetlnym ponad głową. Oczopląs jest obserwowany bezpośrednio przez badającego. Po ustaniu oczopląsu wskazane jest założenie okula-

rów Frenzla w celu zniesienia fiksacji, wówczas oczopląs pojawia się ponownie. Powrót oczopląsu świadczy o obwodowym charakterze ewentualnych uszkodzeń. Parametrem jest czas trwania oczopląsu przy wzroku ufiksowanym oraz całkowity czas występowania oczopląsu.

2. Zapis ENG/VNG. Badanie przeprowadzane jest w ciemności, z oczami zasłoniętymi maską (VNG) lub okularami Frenzla (ENG). Po uzyskaniu maksymalnej odpowiedzi (lub po 60–80 sekundach od początku irygacji) należy odsłonić oko pacjenta, polecając mu ufiksowanie wzroku w punkcie ponad głową przez 10 sekund. Włączenie fiksacji tłumi oczopląs pochodzenia obwodowego. Parametrem ocenianym w zapisie jest maksymalna prędkość kątowa fazy wolnej oczopląsu.

Interpretacja wyników próby kalorycznej:

W próbie kalorycznej wyznacza się dwa podstawowe parametry – niedowład kanałowy i przewagę kierunkową. Niedowład kanałowy (CP – *canal paresis*) oznacza osłabienie reakcji układu przedsionkowego po jednej stronie w porównaniu ze stroną przeciwną.

Przewaga kierunkowa (DP – *directional perponderance*) oznacza przewagę reakcji oczopląsowej w jedną stronę (np. prawą) nad reakcją w drugą stronę. Ponieważ badanie wykonuje się dwukrotnie (dla ciepłej i zimnej wody), wyniki obu prób sumuje się.

Nowoczesne zestawy do badania ENG i VNG wyposażone są w automatyczną analizę oczopląsu, w związku z tym badający może odczytać wartość maksymalnej prędkości kątowej fazy wolnej (*SPV max*); najczęściej obliczana jest również liczbowa wartość niedowładu kanałowego (w %) oraz przewagi kierunkowej (w % lub °/s).

W starszych zestawach ENG wynik drukowany jest na taśmie, zaś SPVmax wyznacza osoba przeprowadzająca badanie. Przy bezpośredniej obserwacji oczopląsu wynik stanowi czas trwania oczopląsu. W dwóch ostatnich sytuacjach wartości CP można wyznaczyć według odrębnych wzorów Jongkeesa.

Wartości normatywne dla oceny fazy wolnej oczopląsu (SPVmax) w badaniach ENG i VNG są następujące:

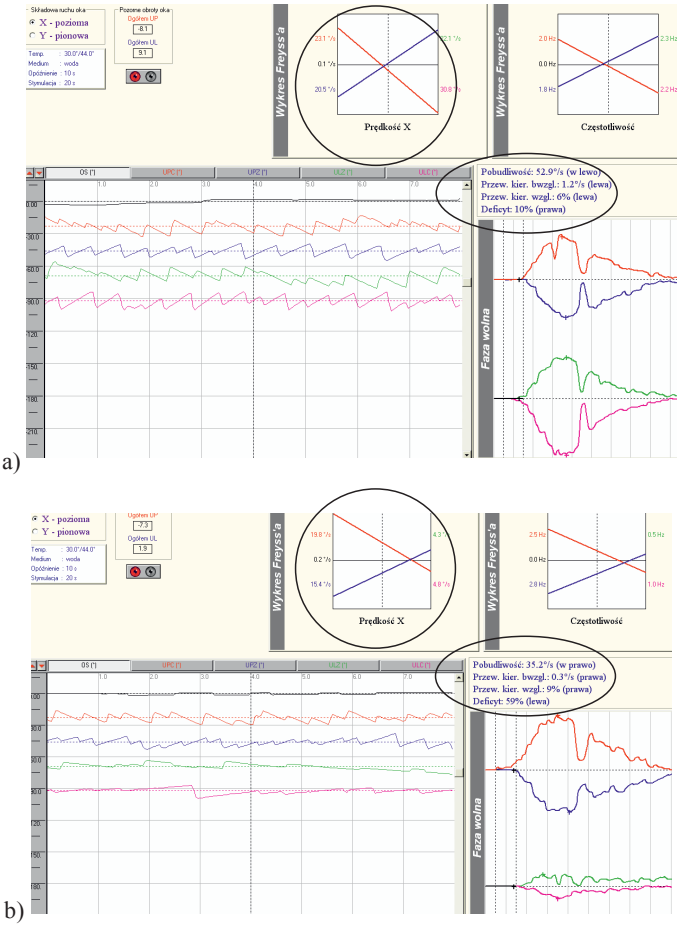
- Niedowład kanałowy (CP): w światowych danych literaturowych jako górną granicę normy podawane są wartości z zakresu 15–25% [6];
- Przewaga kierunkowa (DP): w piśmiennictwie podawane są wartości z zakresu 16–32% [6].

Wartości normatywne różnią się w zależności od laboratorium, aparatury, metody badania. W metodzie bezpośredniej obserwacji oczopląsu w okularach Frenzla prawidłowe wartości CP wyznaczone z czasu trwania oczopląsu mieszczą się w granicach do 10%, zaś DP – 14% (normy własne). Stosując VNG Uimera, górną granicę wartości normatywnych niedowładu kanałowego szacowano na 39% (średnia z populacji kontrolnej +2*SD), bądź 28% (średnia + 1SD) [7].

Na rycinie 3 przedstawiono przykładowy wydruk raportu z próby kalorycznej osoby z wynikiem prawidłowym i asymetrią pobudliwości błędników.

Testy kinetyczne: Przeprowadzenie testów kinetycznych wymaga wyposażenia pracowni w fotel obrotowy, który porusza się z określonymi przyspieszeniami i prędkościami. Najczęściej stosowane są dwa testy – test wahadłowy, z zastosowaniem przyspieszeń i opóźnień kątowych o przebiegu sinusoidalnym, oraz obrotowy, tzw. *step test*, czyli próba nagłego zatrzymania fotela. Warunkiem prawidłowo przeprowadzonego badania jest przygięcie głowy badanego o 30° i ufiksowanie jej. Badanie przeprowadza się w ciemności.

Test wahadłowy. Badanie przeprowadzane jest na fotelu wykonującym wahadłowe ruchy w prawo i lewo wzdłuż pionowej osi, z częstotliwością z zakresu od 0,1 do 1 Hz. W badaniu zapisywany jest oczopląs wywołany bodźcem kinetycznym (przyspieszeniem i opóźnieniem ruchu fotela). Parametrami ocenianymi są wzmocnienie (stosunek szybkości ruchu fotela do szybkości ruchów oka), przesunięcie w fazie oczopląsu w stosunku do wychyleń fotela oraz asymetria



Rycina 3. Wynik próby kalorycznej (badanie VNG)

a) prawidłowy wynik próby kalorycznej. Wartości CP i DP mieszczą się w granicach normy (zakreślone elipsą). W górnej części ryciny przedstawiono graficzny wynik prędkości oczopląsu (wykres zakreślony kółkiem), linia czerwona oznacza wynik dla wody ciepłej (dla ucha prawego i lewego), linia niebieska oznacza wynik dla wody zimnej (dla ucha prawego i lewego). Linie te przecinają się pośrodku osi.

b) osłabienie czynności lewego błędnika (CP= 59% L w polu zakreślonym elipsą). Na wykresie graficznym prędkości oczopląsu (wykres zakreślony kółkiem) linia czerwona i niebieska przecinają się po prawej stronie osi.

odpowiedzi w stronę prawą i lewą. Wartości normatywne wzmocnienia wg danych literaturowych zależą od częstotliwości (np. dla 0,16 Hz wahają się w zakresie 0,41–0,99), przy czym obniżenie jest charakterystyczne zwykle dla obustronnej utraty funkcji błędników.

Test obrotowy (próba nagłego zatrzymania fotela). Badanie polega na obracaniu pacjenta ze stałą prędkością 60 lub 120°/s w czasie co najmniej 60 s; na początku (wprawienie w ruch) i końcu (zatrzymanie) fotel osiąga przyspieszenie/opóźnienie 100°/s^2. W momencie ruchu fotela bodziec kinetyczny (przyspieszenie) indukuje powstanie oczopląsu (oczopląs „obrotowy"), jednakże w czasie trwania jednostajnego ruchu obrotowego oczopląs ten stopniowo ustaje.

W momencie nagłego zatrzymana fotela pojawia się oczopląs (i wrażenie ruchu) w kierunku przeciwnym (oczopląs „poobrotowy"). Badanie wykonuje się dla ruchu fotela w prawą i lewą stronę.

Wyniki badania ocenia się na dwa sposoby. Najprostszy polega na porównaniu czasu trwania oczopląsu poobrotowego (fotel zatrzymany) w prawą i lewą stronę. Drugi sposób polega na wyznaczeniu ze wzoru Jongkeesa przewagi kierunkowej oczopląsu w stronę prawą bądź lewą, gdy parametrem ocenianym jest czas trwania oczopląsu obrotowego i poobrotowego (lub obliczana automatycznie stała czasowa oczopląsu obrotowego i poobrotowego). Za granicę normy przyjmowane są wartości DP ≤ 22%.

Należy podkreślić, że w przeciwieństwie do badań ENG i VNG, w próbach kinetycznych badane są oba błędniki jednocześnie, przy czym w tym samym czasie na jeden z nich bodziec kinetyczny działa pobudzająco, zaś na drugi hamująco. Uzyskana reakcja jest wypadkową wzajemnych interakcji oraz wpływu ośrodkowego układu nerwowego. W związku z tym wynik badania nie wskazuje na lokalizację miejsca uszkodzenia, lecz na stan układu przedsionkowego z uwzględnieniem kompensacji ośrodkowej. Przy całkowitej kompensacji ośrodkowej przewaga kierunkowa jest bliska zeru, czyli reakcja może być symetryczna, nawet pomimo uszkodzenia błędnika.

Badania dla celów profilaktyki medycznej

Badania te obejmują kwalifikowanie pracownika do pracy na wysokości oraz wykonywania zawodu kierowcy. Pracą na wysokości nazywany każdą pracę, która wymaga wykonywania czynności zawodowych na wysokości powyżej lub równej 1 m ponad poziomem podłogi. Z punktu widzenia lekarza orzecznika za pracę na wysokości uważana jest praca powyżej 3 m, włączając w to nawet maszty bądź wysokie kominy. W rozporządzeniu MZiOS w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników u osób pracujących na wysokości zaleca się zbadanie układu równowagi, jednakże nie sprecyzowano zakresu koniecznych testów [8]. Należy zatem sądzić, że badanie powinno zostać przeprowadzone zgodnie ze sztuką medyczną i pod kątem wykonywanych przez pracownika czynności.

Badania osób wykonujących pracę kierowcy przeprowadzane są zgodnie z Rozporządzeniem MZiOS dotyczącym badań lekarskich pracowników [8], Ustawą o ruchu drogowym wraz z przepisami wykonawczymi [9] oraz Ustawę o transporcie drogowym [10]. W Rozporządzeniu MZ z dnia 15 kwietnia 2011 roku [9] wskazany jest sposób oceny układu równowagi (zebranie wywiadu, przeprowadzenie prób statyczno-dynamicznych, tj. próby Romberga i uczulonej próby Romberga oraz próby Untenbergera lub Fukudy, ocena oczopląsu w obserwacji bezpośredniej oraz okularach Frenzla; badanie elektronystagmograficzne jest badaniem opcjonalnym). Dla wykonywania pracy kierowcy wymagana jest sprawność układu równowagi, obecność oczopląsu pochodzenia błędnikowego jest przeciwwskazaniem do wykonywania tej pracy.

Stwierdzenie oczopląsu samoistnego wymaga pogłębionej oceny układu równowagi oraz uwzględnienia opinii specjalistów w zakresie neurologii i okulistyki. W przypadku stwierdzenia braku cech uszkodzenia układu przedsionkowego oczopląs samoistny nie stanowi przeciwwskazania do pracy.

Piśmiennictwo

1. Prusiński A.: Zawroty głowy. PZWL, 2002.
2. Bronstein A., Lempart T.: Dizziness. A practical approach to diagnosis and management. Cambridge University Press, 2007.

3. Kubiczkowa J., Kubiczek-Jagielska M.: Posturografia w ocenie sprawności układu równowagi. Bibl Prospera Meniere'a, 1999, nr 3, s. 5–57.
4. Curthoys I.S., Ooi S., Wearne S.L., Todd M., Halmagyi G.M.: Normative Data for HumanSmooth Pursuit Responses to Horizontal Step-ramp Targets. Acta Oto-laryngologica, 1991, nr 111, s. 391–3.
5. Recommended procedure. Caloric test protocol. British J Audiol, 1999, nr 33, s. 179–84.
6. Wuyts F., Boniver R.: Normative data in ENG and VNG. B-ENT, 2008, nr 4 (Suppl.8), s. 45–47.
7. Pawlak-Osińska K., Kaźmierczak H.: Nowoczesna diagnostyka przedsionkowa: videonystagmografia. Materiały Polskiego Stowarzyszenia Użytkowników Videonystagmografii.
8. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzenia badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (DzU z 1969 r., Nr 69, poz. 332).
9. Rozporządzenie MZ z dnia 15 kwietnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie badań lekarskich kierowców i osób ubiegających się o uprawnienia do kierowania pojazdami (DzU z 2011 r., Nr 88, poz. 503).
10. Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym. Tekst jednolity: DzU z 2007 r., nr 125, poz. 874.

6. Obraz kliniczny uszkodzeń słuchu spowodowanych przez hałas

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

Przewlekle działający hałas, zarówno środowiskowy, jak i ten występujący w miejscu pracy, powoduje szereg niekorzystnych skutków zdrowotnych. Dzielone są one ogólnie na słuchowe i pozasłuchowe zaburzenia zdrowia.

Pozasłuchowe konsekwencje przewlekłych narażeń na hałas obserwowane są dla różnych poziomów równoważnych dźwięków hałasu, zarówno tych stwarzających ryzyko uszkodzenia słuchu, jak i uważanych za bezpieczne dla narządu słuchu. Do skutków pozasłuchowych przewlekłego narażenia na hałas należą w szczególności:

1. Objawy ze strony układu krążenia (nadciśnienie tętnicze, tachykardia, wzrost ryzyka choroby wieńcowej);
2. Objawy ze strony układu nerwowego (męczliwość, zespoły nerwicowe);
3. Zaburzenia snu (zwłaszcza u dorosłych);
4. Zaburzenia uczenia się (u dzieci).

Skutki powyższe wykazane zostały w szerokich, wieloośrodkowych badaniach prowadzonych w odniesieniu do takich typów hałasu, jak hałas transportowy i lotniczy.

W przypadku wieloletniego działania hałasu o poziomach ekspozycji przekraczających 85 dB (A), a u osób szczególnie wrażliwych również o poziomach z zakresu intensywności 80–85 dB (A), dochodzić może do przewlekłego urazu akustycznego, nazywanego uszkodzeniem słuchu spowodowanym hałasem (*noise-induced hearing loss* – NIHL).

Diagnostyka uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem

Rozpoznanie uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem jest stosunkowo łatwe, po przeprowadzeniu wywiadu zawodowego, zdrowotnego i odniesieniu ich do typowego obrazu klinicznego, tj. ślimakowego uszkodzenia słuchu dotyczącego głównie częstotliwości wysokich.

Wywiad

Elementy wywiadu istotne dla rozpoznania NIHL przedstawione są w tabeli I.

Tabela I. Istotne dane z wywiadu

Wywiad dotyczący ekspozycji
– narażenie na hałas (zawód, poziomy hałasu, rodzaj narażenia –ostry/przewlekły, rodzaj hałasu – ciągły/impulsowy) – współwystępowanie narażenia na substancje chemiczne
Wywiad dotyczący objawów chorobowych
– uszkodzenie słuchu (początek – nagły/przewlekły, stopień niedosłuchu, rozumienie mowy w hałaśliwym otoczeniu, symetria niedosłuchu) – szumy uszne – zawroty głowy/zaburzenia równowagi
Wywiad dotyczący osobniczych czynników ryzyka
– przebyte urazy głowy – przebyte zapalenia i operacje ucha środkowego – palenie papierosów – nadciśnienie – inne choroby (cukrzyca, choroby nerek) – leki (teraz i w przeszłości) – uraz ciśnieniowy – wywiad rodzinny

W wywiadzie dotyczącym ekspozycji na hałas ważne jest określenie zawodu (uszkodzenie słuchu związane z ekspozycją zawodową jest jak najbardziej prawdopodobne np. u górnika, czy rolnika, ale mało prawdopodobne np. u nauczyciela) oraz poziomów hałasu, na jaki osoba jest narażona. Najwyższe poziomy dotyczą przemysłu ciężkiego (90–94 dB), maszynowego (90–125 dB), lekkiego (90–114 dB), budownictwa i przemysłu materiałów budowlanych (91–119 dB) [2]. Poza środowiskiem pracy najwyższe, a przez to najbardziej niebezpieczne poziomy ekspozycji występują w trakcie przebywania w dyskotekach (90–95 dB) i na koncertach rockowych (do 122 dB), w związku z uprawianiem sportu (strzelectwo, sporty żużlowe) oraz w wojsku.

Istotne jest ustalenie charakteru hałasu. Hałas impulsowy jest bardziej traumatyzujący niż hałas ciągły, co wynika z szybkości narastania impulsów dźwiękowych, przewyższających bezwładność ochronnego odruchu strzemiączkowego ucha środkowego. Zgodnie z normą ISO 1999:1990 hałas impulsowy o danym poziomie można uznać za prawie tak samo szkodliwy, jak hałas nieimpulsowy o poziomie wyższym o 5 dB [1]. Ważne jest zadanie pytania o występowanie w miejscu pracy narażenia na substancje chemiczne, zwłaszcza rozpuszczalniki organiczne, takie jak toluen, styren czy mieszaniny, ze względu na ich działanie ototoksyczne (patrz rozdział 8).

Dolegliwości chorobowe charakterystyczne dla NIHL to stopniowo rozwijające się na przestrzeni wielu lat, postępujące, obustronne pogorszenie słyszenia oraz pogorszenie rozumienia mowy. Pacjent zgłasza pogorszenie lub utratę słyszenia cichych dźwięków, konieczne jest głośne mówienie do niego (co często najpierw zauważa otoczenie lub domownicy), charakterystyczne jest głośne nastawianie telewizora czy radia. W rozmowie pacjenci mogą przekręcać słowa, występuje brak rozumienia części słów i gubienie wątków wypowiedzi. Szczególnie zaburzenia te widoczne są w rozmowie z kilkoma osobami, w tłumie czy w hałaśliwym otoczeniu. Jednak mimo, że ubytek słuchu może być znaczny, nigdy nie występuje całkowita głuchota lub niedosłuch graniczący z głuchotą (patrz rozdział 3).

Jeśli do pacjenta trzeba mówić z bliska bardzo głośno lub krzyczeć, należy poszukiwać innych przyczyn głuchoty niż narażenie na hałas.

U osób z uszkodzeniem słuchu spowodowanym narażeniem na hałas często występują szumy uszne, tj. słyszenie dźwięków, które nie mają swojego źródła w świecie zewnętrznym. Szacunkowo szumy uszne (stałe lub okresowe) występują u ok. 10% osób w ogólnej populacji, podczas, gdy u osób z NIHL dotyczą one nawet do 50% tej subpopulacji. Szumy uszne występują niezależnie od głębokości niedosłuchu, mogą mieć bardzo różnorodny charakter (piski, szelest liści, dudnienie, etc) i mogą być przyczyną znacznego pogorszenia jakości życia. W przypadku szumów o charakterze „tętnienia" zgodnego z pracą serca, należy podejrzewać ośrodkowe anomalie naczyniowe.

Z racji bliskiego sąsiedztwa receptora narządu słuchu i układu przedsionkowego (błędnika), ważne jest zapytanie pacjenta o występowanie zawrotów głowy. Dla uszkodzenia błędnika charakterystyczne są zawroty głowy kołowe (wirowanie otoczenia), połączone z objawami wegetatywnymi (nudności, wymioty). Ich występowanie przemawia za inną chorobą ucha wewnętrznego niż NIHL, bowiem hałas uszkadza wybiórczo część słuchową, a nie uszkadza części przedsionkowej ucha.

W wywiadzie chorobowym istotne jest ustalenie innych czynników, które mogą być przyczyną uszkodzenia słuchu, takich jak: przebyte urazy głowy (zwłaszcza z utratą przytomności, wyciekiem krwi z przewodu słuchowego zewnętrznego, złamaniem piramidy kości skroniowej), operacje i zapalenia ucha środkowego, przyjmowanie leków ototoksycznych (zwłaszcza antybiotyków aminoglikozydowch, leków przeciwnowotworowych, przeciwgruźliczych i przeciwmalarycznych). Rozwojowi uszkodzenia słuchu sprzyjać może palenie papierosów oraz choroby metaboliczne i przewlekłe (cukrzyca, niewydolność nerek). W związku z coraz powszechniejszym przemieszczaniem się samolotami oraz uprawianiem sportów w narażeniu na szybko zmieniające się ciśnienie atmosferyczne (np. nurkowanie) należy zapytać o ew. przebyty w przeszłości uraz ciśnieniowy (długotrwale utrzymujący się ból i uczucie pełności w uchu, które miały początek podczas startu lub lądowania, czy też schodzenia pod wodę z aparatem tlenowym). Niezmiernie ważne jest zebranie wywiadu dotyczącego występowania niedosłuchu w rodzinie. Zarówno NIHL, jak i uszkodzenie słuchu związane z wiekiem są chorobami genetycznie uwarunkowanymi. Należy przy tym mieć na uwadze, że ok.1/3 głuchot dziedzicznych może mieć początek wiele lat po urodzeniu (najczęściej w 1. i 2. dekadzie życia, ale również później), stąd brak niedosłuchu wrodzonego nie wyklucza możliwości genetycznego tła głuchoty występującej w późniejszym wieku.

Badanie przedmiotowe laryngologiczne i audiologiczne

W badaniu otoskopowym u pacjentów z NIHL obraz błony bębenkowej jest prawidłowy. W przypadku zalegania w przewodzie słuchowym zewnętrznym woskowiny, należy ją usunąć przed badaniami słuchu. W badaniu laryngologicznym ważne jest ponadto wykluczenie chorób, które mogą powodować niedosłuch przewodzeniowy (np. zaburzenia drożności nosa, przewlekłe zapalenie zatok przynosowych).

W następnej kolejności należy przeprowadzić badanie słuchu za pomocą szeptu, próby stroikowe oraz ocenę oczopląsu i sprawności układu równowagi. Badanie słuchu szeptem u pacjentów z NIHL może wykazać różne wyniki. Ponieważ uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem dotyczy w pierwszym etapie częstotliwości wysokich (nieistotnych lub mało istotnych dla rozumienia mowy), badanie szeptem może wypaść prawidłowo (słyszalność z odległości min. 4–6 m) (patrz rozdział 4.). W późniejszym okresie rozwoju NIHL dochodzi do osłabienia słuchu (słyszalność szeptu z odległości 1–3 m), czy nawet przytępienia słuchu (słyszalność szeptu poniżej 1 m lub *ad cocham*/przy małżowinie). Brak słyszenia szeptu u osoby dobrze współpracującej sugeruje inne przyczyny uszkodzenia słuchu niż hałas.

W badaniu stroikami próba Webera ma lokalizację „w głowie" (brak lateralizacji dźwięku stroika do żadnego z uszu), wynik próby Rinne'go w głębszych niedosłuchach jest „mały dodatni",

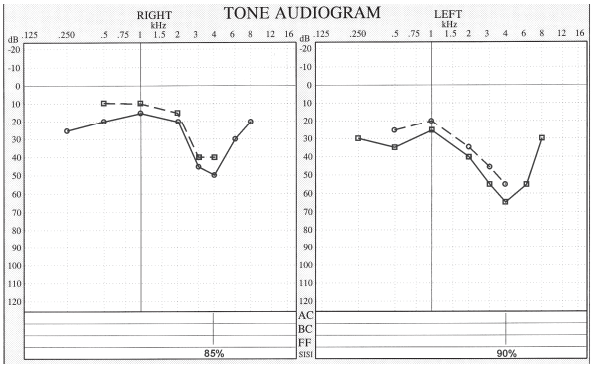
co wskazuje na niedosłuch odbiorczy (skrócony jest czas słyszenia stroika zarówno na drodze przewodnictwa powietrznego, jak i kostnego).

Nie stwierdza się oczopląsu samoistnego, próby statyczno-dynamiczne wypadają prawidłowo.

Badania słuchu

Audiometria tonalna

Podstawowym badaniem, zarówno w diagnostyce NIHL, jak i działalności medyczno-orzeczniczej, jest audiometria tonalna. Wykazuje ona obustronny, odbiorczy, głównie wysokoczęstotliwościowy ubytek słuchu, z charakterystycznym załamkiem dla 3–6 kHz. Obraz taki można uznać za patognomiczny dla NIHL (ryc. 1).



Rycina 1. Wynik badania audiometrii tonalnej typowy dla uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem

Wynik badania uzyskany u 40-letniego rolnika, wykonującego od 18 lat pracę na ciągnikach. W wywiadzie stałe szumy uszne, pogorszenie słuchu stopniowe, od 10 lat, nigdy nie nosił ochronników słuchu. W prezentowanych krzywych audiometrycznych widoczny charakterystyczny załamek w zakresie częstotliwości 3–6 kHz (najgłębszy dla 4 kHz), patognomiczny dla NIHL.

Uszkodzenie słuchu rozwija się najbardziej dynamicznie w ciągu pierwszych 10 lat narażenia na hałas. Najwcześniej ujawnia się ono w częstotliwościach 3–6 kHz, z najgłębszym załamkiem dla 4 kHz. Ponieważ początkowo przesunięcie progu słuchu dotyczy wysokich częstotliwości, nie powoduje zaburzeń rozumienia mowy (tzw. niedosłuch audiometryczny) (pierwsze 3 lata narażenia). W miarę wydłużania okresu ekspozycji załamek dla 4 kHz pogłębia się i poszerza (4–8 lat narażenia), w niewielkim stopniu obejmuje również częstotliwości średnie (9–15 lat narażenia). Nigdy nie występuje jednak bardzo głębokie uszkodzenie słuchu. Z reguły granica przesunięcia progu słuchu dla niskich częstotliwości wynosi 40 dB, dla wysokich 75 dB. Zakładając stałą ekspozycję zawodową na hałas, maksymalne uszkodzenie słuchu pojawia się po 10–15 latach narażenia. Powyżej 15 lat narażenia proces uszkodzenia słuchu ulega stabilizacji, a dalsze pogorszenie przebiega łagodnie, wzrastając powoli z wiekiem, podobnie do krzywej wzorcowej dla uszkodzenia słuchu spowodowanego procesem starzenia się.

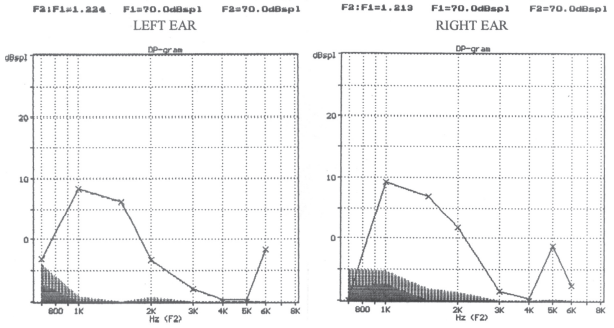
Niedosłuch jest mniej lub bardziej symetryczny (różnica progów słuchu między uszami w częstotliwościach wysokich z reguły nie przekracza 20 dB), jakkolwiek badania epidemiologiczne wskazują, że statystycznie częściej niedosłuch jest nieznacznie większy w uchu lewym niż prawym.

Mimo że wraz z upływem lat narażenia obraz NIHL może nie być już tak charakterystyczny, to uszkodzenie słuchu zawsze dotyczy w istotnie większej mierze częstotliwości wysokich

niż niskich i średnich (tzw. krzywa audiometryczna opadająca). Płaska krzywa audiometryczna przemawia przeciwko rozpoznaniu NIHL, podobnie, jak obecność rezerwy ślimakowej (odstępu między krzywą przewodnictwa powietrznego i kostnego), wskazującej na przewodzeniową komponentę niedosłuchu.

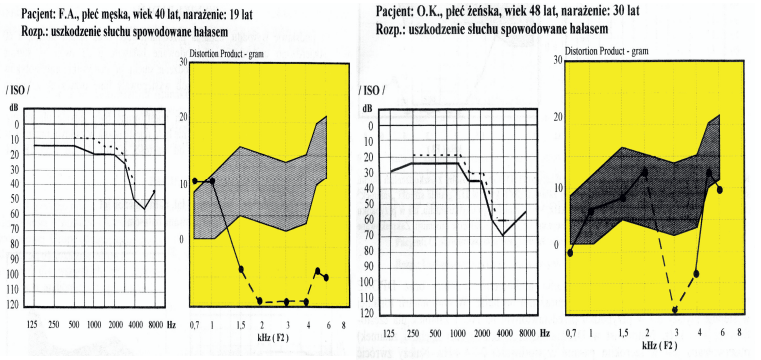
Emisje otoakustyczne

Ponieważ uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem w pierwszej kolejności uszkadza komórki słuchowe zewnętrzne, obserwowane jest osłabienie i zanik emisji otoakustycznych, stanowiących miernik prawidłowej funkcji tych komórek (ryc. 2). Zanik ten obserwowany jest w częstotliwościach odpowiadających uszkodzeniu wykazanemu w audiometrii tonalnej. Interpretacja testu



Rycina 2. Wynik badania emisji otoakustycznej (produkty zniekształceń nieliniowych) typowy dla uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem

Wynik badania uzyskany u tego samego rolnika, co na ryc. 1. Widoczny charakterystyczny załamek (zanik emisji otoakustycznych) w częstotliwościach 3–5 kHz, odpowiadający załamkom w audiometrii tonalnej (patrz ryc. 1).



1. 2.

Rycina 3. Przykłady krzywych audiometrycznych i odpowiadających im krzywych emisji otoakustycznych (*Distortion Product-gram DP* – produkty zniekształceń nieliniowych) u dwóch osób z uszkodzeniem słuchu spowodowanym hałasem o różnej głębokości.

Brak jest korelacji między głębokością uszkodzenia słuchu w audiometrii tonalnej a osłabieniem sygnałów DP. Mimo mniejszego uszkodzenia słuchu u pierwszej z osób, wynik emisji otoakustycznej jest u tej osoby gorszy (sygnały zachowane jedynie dla niskich częstotliwości) niż u drugiej z prezentowanych osób (zanik emisji otoakustycznej jedynie w jednej częstotliwości – 3 kHz). Szare pola na wykresach emisji otoakustycznych obrazują zakres normy.

emisji otoakustycznych wymaga zawsze wcześniejszego wykonania audiometrii impedancyjnej, w celu potwierdzenia prawidłowego przewodzenia dźwięku przez ucho zewnętrzne i środkowe.

Badanie emisji otakustycznych, mimo że jest testem obiektywnym, szybkim i łatwym do wykonania, a także wydaje się być testem czulszym niż audiometria tonalna w wykrywaniu wczesnych ubytków słuchu, nie pozwala na określenie progu słuchu. Stąd jest dobrym narzędziem oceny klinicznej NIHL, ale nieodpowiednim do wykazania, jak głęboki jest ślimakowy ubytek słuchu (ryc. 3).

Objaw wyrównania głośności

Istotnym potwierdzeniem charakteru ślimakowego uszkodzenia słuchu jest dodatni objaw wyrównania głośności (patrz rozdział 4). Prostymi i najczęściej wykonywanymi w tym celu próbami są próba SISI i ocena obecności objawu Metza. W NIHL wypadają ono dodatnio. Próba SISI ma wartość z przedziału 60–100%; jest ona charakterystyczna zwłaszcza w pierwszych latach rozwoju uszkodzenia słuchu, potem może nie być patognomiczna. Objaw Metza jest również dodatni, tzn. obserwowane jest zmniejszenie odstępu między progiem audiometrycznym a progiem odruchu strzemiączkowego do wartości poniżej 60 dB (patrz rozdział 4). Z innych prób nadprogowych warto wymienić próbę Lüschera-Zwisłockiego, polegającą na ocenie modulacji dźwięku (tonu czystego), przy którym przestaje być on słyszalny jako dźwięk modulowany i zaczyna być odbierany jako ciągły. Prawidłowe wartości progu różnicowania natężeń mieszczą się w granicach 0,8–1,2 dB. W uszkodzeniu ślimakowym wynoszą one poniżej 0,8 dB.

Audiometria słowna

Ważnym badaniem słuchu w ocenie klinicznej NIHL jest audiometria słowna. Wykazuje ono pogorszenie rozumienia słów i brak rozróżniania 100% słów z listy wyrazów jednosylabowych. Wzmocnienie intensywności dźwięku może nie tylko nie poprawiać, lecz nawet pogarszać rozumienie mowy (patrz rozdział 4).

Podsumowanie wyników badań słuchu przeprowadzanych w celu diagnostyki NIHL przedstawia tabela II.

Tabela II. Wyniki badań słuchu charakterystyczne dla uszkodzeń spowodowanych hałasem

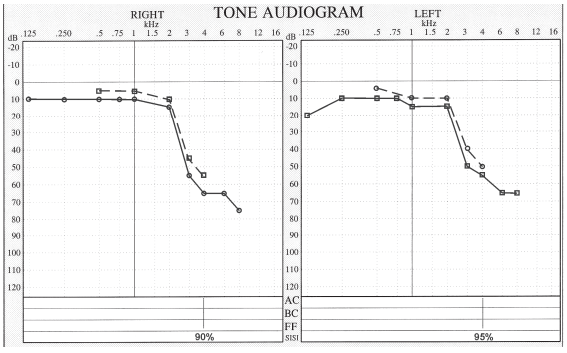
Audiometria tonalna
– wysokoczęstotliwościowe odbiorcze uszkodzenie słuchu – charakterystyczny załamek w zakresie częstotliwości 3–6 kHz, pogłębiający się i poszerzający na przestrzeni lat – uszkodzenie symetryczne lub prawie symetryczne (w urazach akustycznych dotyczyć może tylko jednego ucha) – dynamika przyrostu ubytku słuchu największa w ciągu pierwszych 15 lat (w urazach akustycznych – nagła)
Emisje otoakustyczne
– pogorszenie/brak sygnałów otoemisji w częstotliwościach odpowiadających ubytkowi słuchu w audiometrii tonalnej
Obecność objawów wyrównania głośności
– próba SISI – dodatnia – objaw Metza – obecny
Audiometria słowna
– osłabienie rozumienia mowy – brak 100% dyskryminacji słów jednosylabowych

Diagnostyka różnicowa

Uszkodzenia słuchu związane z hałasem należy różnicować głównie z:

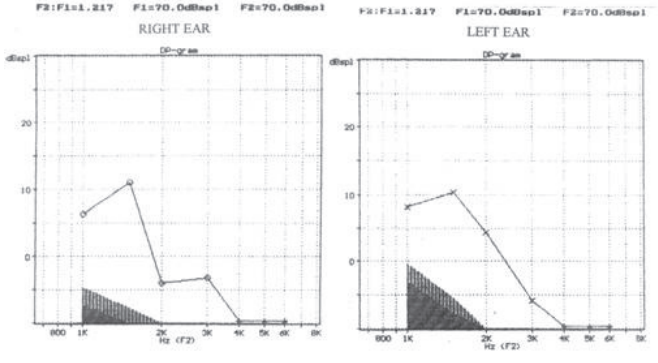
- uszkodzeniem słuchu związanym z wiekiem,
- innymi uszkodzeniami słuchu ślimakowymi,
- odbiorczymi uszkodzeniami słuchu pozaślimakowymi.

Uszkodzenia słuchu związane z wiekiem (*presbyacusis*) są najczęstszą formą uszkodzeń odbiorczych słuchu w populacji osób dorosłych. Podobnie, jak NIHL, uszkodzenie słuchu dotyczy zazwyczaj wysokich częstotliwości i może mieć charakter ślimakowy (dodatni objaw wyrównania głośności). W różnicowaniu z NIHL ważny jest charakter krzywej (brak typowego załamka dla 4 kHz) oraz okres wystąpienia niedosłuchu. Presbyacusis zaczyna się typowo rozwijać w wieku powyżej 65. roku życia, podczas gdy dynamika rozwoju NIHL jest największa w pierwszych latach narażenia, a więc z reguły w znacznie młodszym wieku.



Rycina 4. Uszkodzenie słuchu po gentamycynie – audiometria tonalna

Pacjent lat 53, w wywiadzie podawał kilkakrotne stosowanie iniekcji gentamycyny z powodu przewlekłego ropnego zapalenia zatok przynosowych. U ojca występowało uszkodzenie słuchu związane z wiekiem. W badaniu słuchu – odbiorcze ślimakowe uszkodzenie słuchu dotyczące wysokich częstotliwości. Brak załamka dla 4 kHz charakterystycznego dla NIHL.



Rycina 5. Uszkodzenie słuchu po gentamycynie – emisje otoakustyczne

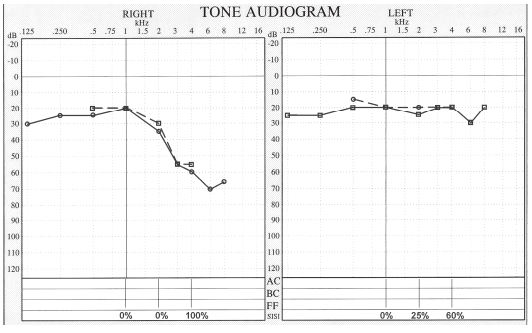
Ten sam pacjent co na rycinie 4 – zanik emisji otoakustycznej powyżej 3 kHz. Brak typowego dla NIHL załamka dla 4 kHz.

Z innych przyczyn wysokoczęstotliwościowych uszkodzeń słuchu na szczególną uwagę zasługują leki, często stosowane w innych poważnych zaburzeniach zdrowia. Uszkodzenia słuchu po stosowaniu aminoglikozdów lub innych leków ototoksycznych, podobnie jak NIHL, są uszkodzeniami ślimakowymi i dotyczą głównie częstotliwości wysokich, jakkolwiek bez typowego załamka dla 4 kHz (ryc. 4, 5). W rozpoznaniu różnicowym decydująca jest zbieżność czasowa z zastosowaniem leku, zwykle parenteralnym.

Inne najczęściej występujące niedosłuchy odbiorcze o lokalizacji ślimakowej spowodowane mogą być chorobą Ménière'a, otosklerozą, przyczynami genetycznymi. W chorobie Ménière'a niedosłuch odbiorczy dotyczy z reguły niskich częstotliwości, towarzyszą mu napadowe układowe zawroty głowy. Otoskleroza rzadko przybiera formę czystej głuchoty ślimakowej, najczęściej jako pierwsze występują objawy zaburzenia przewodzenia dźwięku związane z usztywnieniem strzemiączka. Występuje typowo u kobiet, w związku z przestrojeniem hormonalnym ustroju (ciąża); brak jest narażenia na hałas. Głuchoty dziedziczne autosomalne, które mogą ujawniać się w wieku dojrzałym, mają różny obraz audiometryczny; często audiogram przybiera kształt litery U lub uszkodzenie słuchu dotyczy częstotliwości niskich, ale są też formy uszkodzenia wysokoczęstotliwościowego słuchu. Decydujące znaczenie ma wywiad i badania słuchu u członków rodziny.

Trudne, z punktu widzenia klinicznego, może być różnicowanie NIHL z głuchotami odbiorczymi spowodowanymi przyczynami pozaślimakowymi, zwłaszcza guzami kąta mostowo-móżdżkowego, guzami pnia mózgu i mózgu. Poprzez ucisk na naczynia, guzy te mogą bowiem powodować uszkodzenie nie tylko pozaślimakowe, ale również na poziomie ślimaka.

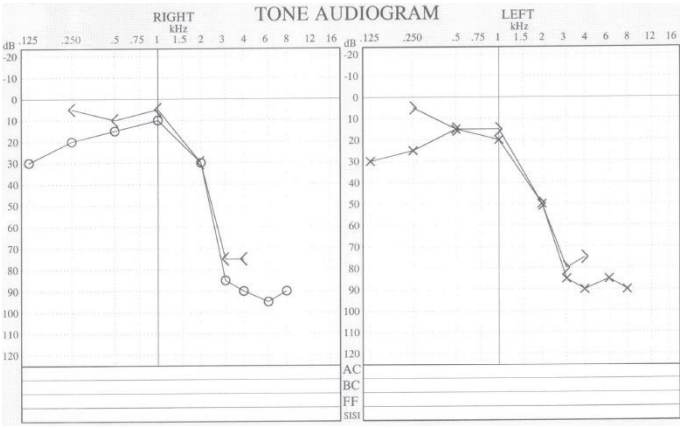
Stosunkowo proste rozpoznanie jest w guzach kąta mostowo-móżdżkowego, gdy uszkodzenie słuchu dotyczy jednego ucha lub obserwowana jest duża asymetria niedosłuchu (ryc. 6), a także znaczne upośledzenie rozumienia mowy po stronie chorej, niewspółmiernie gorsze od oszacowanego ubytku słuchu w audiometrii tonalnej (tzw. zjawisko *schizoacousis*).



Rycina 6. Guz mostowo-móżdżkowy po stronie prawej – audiometria tonalna

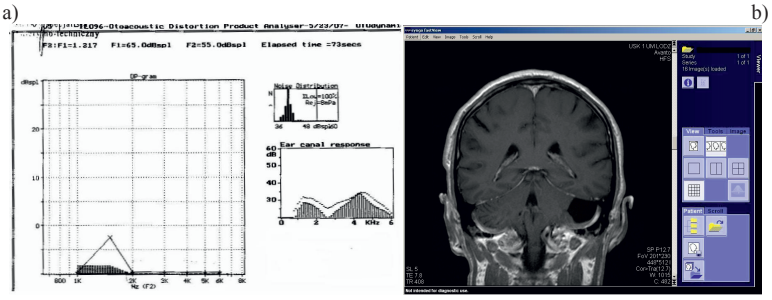
Pacjentka 44-letnia, z zawodu prządka, badana z powodu postępującego od 5 lat uszkodzenia słuchu w uchu prawym i szumu usznego. W audiometrii tonalnej – odbiorcze uszkodzenie słuchu w uchu prawym. Mimo ustalonej w badaniach obrazowych pozaślimakowej przyczyny niedosłuchu (guz kąta mostowo-móżdżkowego) w próbach nadprogowych cechy uszkodzenia ślimakowego słuchu po stronie prawej, dodatnia próba SISI).

Trudniejsze może być natomiast rozpoznanie guzów leżących podnamiotowo lub nadnamiotowo, które mogą powodować obustronne symetryczne uszkodzenie słuchu (ryc. 7). W diagnostyce różnicowej istotne znaczenie ma potwierdzenie komponenty pozaślimakowej niedosłuchu, opierają się na próbach audiometrycznych nadprogowych (np. nieprawidłowy wynik próby za-



Rycina 7. Guz pnia mózgu – audiometria tonalna

Pacjent 68-letni badany z powodu znacznych zaburzeń rozumienia mowy (trudności w aparatowaniu). W wywiadzie brak narażenia na hałas. W audiometrii tonalnej bardzo głębokie symetryczne uszkodzenie słuchu w wysokich częstotliwościach (imitujące NIHL, jakkolwiek zbyt głębokie).



Rycina 8. Guz pnia mózgu: a) badanie emisji otoakustycznej (DPOAE); b) wynik badania rezonansu magnetycznego z kontrastem

Ten sam pacjent co na rycinie 7. a) Badanie emisji otoakustycznej wskazuje na brak sygnałów DP powyżej 1,5 kHz (charakterystyczne dla uszkodzenia ślimakowego). b) Torbiel podpajęczynówki o wymiarach 6x3x3,2 cm rozciągająca się podnamiotowo od poziomu zbiornika kąta mostowo-móżdżkowego do poziomu spływu zatok.

nikania tonu progowego), badaniu audiometrii impedancyjnej (nieprawidłowa próba zanikania odruchu strzemiączkowego, brak odruchów strzemiączkowych kontralateralnych), słuchowych potencjałach wywołane (wydłużenie czasu przewodzenia impulsów nerwowych przez nerw słuchowy), a w końcu badaniu obrazowym mózgu (rezonans magnetyczny z kontrastem) (ryc. 8).

Postępowanie

Uszkodzenia słuchu spowodowane hałasem są na dzień dzisiejszy nieuleczalne. Prowadzone są próby zapobiegania lub zmniejszania skutków urazu akustycznego z zastosowaniem preparatów antyoksydacyjnych (preparaty magnezu, N-acetylocysteina, D-metionina), związków przeciwapoptotycznych, antagonistów receptora glutaminowego czy czynników neurotropo-

wych, jednakże, poza lekami antyoksydacyjnymi nie wyszły one poza badania laboratoryjne. Perspektywiczne leczenie wiąże się z terapią genową i przeszczepianiem do ślimaka komórek macierzystych.

Jedyną możliwością rehabilitacji jest aparatownie, które w przypadku ślimakowego uszkodzenia słuchu nie jest łatwe. Wobec braku możliwości leczenia, najważniejsze znaczenie ma profilaktyka uszkodzeń słuchu związanych z hałasem.

Piśmiennictwo

1. ISO1999:1990 Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment – International Organization for Standardization, Geneva 1990.
2. Pawlaczyk-Łuszczyńska M.: Hałas słyszalny, infradźwięki i ultradźwięki. W: Higiena Pracy. Tom II. Indulski J. (red.). Instytut Medycyny Pracy, Łódź 1999: 149–218.
3. Śliwińska-Kowalska M.: Uszkodzenia słuchu spowodowane hałasem. W: Audiologia Kliniczna. Śliwińska-Kowalska M. (red.) . Mediton, Łódź, 2005, s. 39–50.

7. Orzekanie o zawodowym uszkodzeniu słuchu

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska
Lek. med. Piotr Kotyło

Klinicznie zawodowe uszkodzenie słuchu odpowiada obrazowi uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem (*noise-induced hearing loss* – NIHL), przedstawionemu w poprzednim rozdziale. Jest to rozwijające się na przestrzeni wielu lat, obustronne, symetryczne odbiorcze pogorszenie słyszenia wynikające z przewlekłej ekspozycji na hałas przemysłowy, tj. hałas o umiarkowanie wysokich poziomach (z zakresu 80–120 dB(A)). Od NIHL należy odróżnić uraz akustyczny, tj. nagłe pogorszenie słyszenia, często asymetryczne lub jednostronne, wynikające z ostrej ekspozycji na hałas o bardzo wysokich poziomach ekspozycji, zwykle o charakterze impulsowym lub eksplozyjnym (np. strzelanie z broni palnej, wybuch fajerwerków, granatnika, etc.). W tym ostatnim przypadku ciśnienie akustyczne dźwięku z reguły znacznie przekracza wartość 120 dB SPL. Z medyczno-orzeczniczego punktu widzenia NIHL może być rozpatrywany w kategorii zawodowego uszkodzenia słuchu, podczas gdy uraz akustyczny może być rozpatrywany jedynie jako wypadek przy pracy. NIHL jest wyrazem uszkodzenia struktur zmysłowo-nerwowych na poziomie ślimaka, podczas gdy w przypadku urazu akustycznego dochodzić może dodatkowo również do uszkodzenia struktur przewodzeniowych, tj. elementów ucha zewnętrznego i środkowego (pęknięcia błony bębenkowej, przerwania łańcucha kosteczek słuchowych, etc.).

Orzekanie o zawodowym uszkodzeniu słuchu wymaga współpracy lekarza medycyny pracy, lekarza audiologa bądź otolaryngologa i służb higienicznych (bhp zakładu pracy i stacji sanitarno-epidemiologicznej) i polega na:

- ocenie ekspozycji na hałas za okres całego życia zawodowego, w aspekcie poziomu i długości czasu ekspozycji,
- ocenie obrazu klinicznego stwierdzanego aktualnie niedosłuchu,
- stwierdzeniu związku przyczynowo-skutkowego między zmianami chorobowymi a narażeniem na hałas w miejscu pracy.

Ocena ekspozycji na hałas

Wartość najwyższego dopuszczalnego natężenia hałasu (NDN) w Polsce, podobnie jak w wielu innych krajach świata, dla równoważnego poziomu dźwięku uśrednionego dla 8-godzinnego

dnia pracy ($L_{EX,8h}$) wynosi 85 dB(A). Jest to wartość niższa od aktualnej normy europejskiej, która jest równa 87 dB(A) [2]. Wartość tę należy uwzględniać przy orzekaniu o zawodowym uszkodzeniu słuchu, co oznacza, że z legislacyjnego punktu widzenia tylko ekspozycje o poziomach większych od 85 dB(A) mogą stanowić podstawę do ubiegania się o uznanie choroby zawodowej. Wartość ta jest również obligatoryjna dla pracodawcy w aspekcie obowiązku przeprowadzania profilaktycznych badań słuchu oraz wymogu stosowania przez pracowników ochronników słuchu.

Trzeba jednak zdawać sobie sprawę, że u części osób w populacji narażonej na hałas może występować zwiększona osobnicza podatność na uszkodzenie narządu słuchu przez hałas. U osób takich uszkodzenie słuchu może wystąpić przy niższych poziomach ekspozycji tj. z przedziału intensywności 80–85 dB(A). Opierając się na modelu ISO1999:1990 szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu, który uwzględnia takie zmienne jak wiek, płeć, poziom i lata narażenia, można przyjąć, że uszkodzenie słuchu nie powinno wystąpić u osób ze zdrowymi uszami, jeśli okres narażenia na hałas o poziomach 90 dB(A) nie przekracza 6 lat, o poziomach 87 dB(A) nie przekracza 10 lat i o poziomach 85 dB(A) nie przekracza 15 lat [3].

Zgodnie z obowiązującym aktualnie kryterium rozpoznania zawodowego uszkodzenia słuchu, okres czasu, jaki upłynął od zakończenia narażenia na hałas do momentu ubiegania się o chorobę zawodową, nie może być dłuższy niż 2 lata [5]. Wymóg ten dotyczy w szczególności daty kontrolnego badania audiometrycznego, wykonanego przy zakończeniu pracy w hałasie.

Skutki działania hałasu na narząd słuchu zależą nie tylko od poziomów ekspozycji, ale również od jego rodzaju. Szczególnie niebezpieczny jest hałas impulsowy, co należy uwzględniać w procesie orzeczniczym. Aktualnie obowiązująca Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 6 lutego 2003 r. i stanowiące jej wdrożenie w Polsce Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 roku [2,7] zobowiązują pracodawcę do oceny, oprócz hałasu, rozpuszczalników organicznych oraz wibracji jako zagrożeń mogących uszkadzać słuch. Zapis ten ma implikacje profilaktyczne, lecz aktualnie nie ma znaczenia dla procesu orzekania o chorobie zawodowej.

Ocena obrazu klinicznego

Obraz kliniczny uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem opisany został w rozdziale poprzednim. Poniżej przedstawione zostaną jedynie wskazówki, istotne dla orzekania o chorobie zawodowej.

Dla rozpoznania zawodowego uszkodzenia słuchu konieczne jest:

1. przeprowadzenie trzech kolejnych badań audiometrii tonalnej (w kolejnych dniach); wielkość uszkodzenia słuchu obliczana jest dla najlepszego audiogramu;
2. wykazanie odbiorczego uszkodzenia słuchu, głównie w wysokich częstotliwościach (wykluczenie komponenty przewodzeniowej niedosłuchu, różnica między progami w częstotliwościach niskich i wysokich powinna być co najmniej 30 dB);
3. wykazanie ślimakowego lub czuciowo-nerwowego charakteru niedosłuchu (dodatnia próba SISI, obecny objaw Metza, zanik emisji otoakustycznej);
4. wykazanie stopnia niedosłuchu o głębokości określonej w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 roku, tj. średniego ubytku w częstotliwościach 1, 2 i 3 kHz w uchu lepszym ≥45 dB.

Zawodowe uszkodzenie słuchu jest zawsze obuuszne i symetryczne (lub prawie symetryczne). W badaniach epidemiologicznych wykazano, że statystycznie uszkodzenie słuchu w uchu lewym może być nieco większe niż w uchu prawym. Starano się to tłumaczyć praworęcznością większości ludzi i w związku z tym usytuowaniem ucha lewego w trakcie pracy bliżej źródła

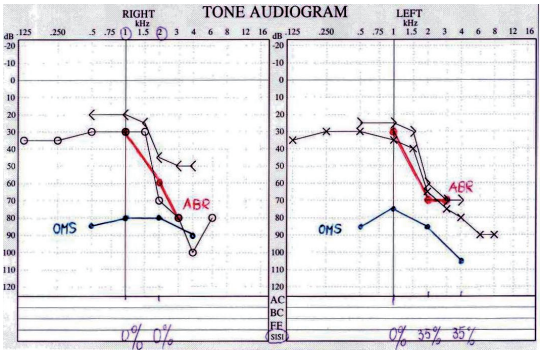
dźwięku. Fenomen ten wydaje się jednak bardziej zależeć o ośrodkowych procesów słyszenia, niż faktu bycia praworęcznym. Biorąc jednak pod uwagę te spostrzeżenia, oraz 5-dB skok w badaniu audiometrii tonalnej, na której opiera się rozpoznanie choroby zawodowej, a także zmienność badań behawioralnych, chociażby w zależności od stanu skupienia badanego, należy przyjąć, że niedosłuch jest symetryczny jeśli różnice progów słuchu między uszami nie przekraczają 20 dB.

Zawodowe uszkodzenie słuchu dotyczy głównie wysokich częstotliwości, a krzywa audiometryczna wykazuje charakterystyczny załamek dla 3–6 kHz. Załamek ten, po wielu latach narażenia na hałas, może nie być już tak oczywisty, jak w pierwszych stadiach choroby jego zmniejszenie (a czasami brak) nie może przesądzać o rozpoznaniu choroby zawodowej, tak długo, jak długo krzywa audiometryczna ma charakter opadający, z najgorszymi progami słuchu w częstotliwościach wysokich.

Uszkodzenie słuchu ma charakter ślimakowy – czyli wynika z uszkodzenia głównie komórek słuchowych zewnętrznych lub czuciowo-nerwowy, gdy uszkodzeniu uległy również dendryty nerwu słuchowego. Dla procesu orzekania o chorobie zawodowej narządu słuchu należy przyjąć te określenia jako synonimy.

W uszkodzeniach tego typu występuje objaw wyrównania głośności, tj. zwiększona zdolność chorego ucha do różnicowania niewielkich przyrostów natężeń dźwięku. Tłumaczone jest to przez niektórych badaczy nadmiernym rozprzestrzenianiem się pobudzenia wywołanego dźwiękiem w ślimaku, przy braku „hamującego" (usztywniającego) działania uszkodzonych komórek słuchowych zewnętrznych. Praktycznie najczęściej dla wykazania objawu wyrównania głośności stosowana jest próba SISI lub ocena objawu Metza (patrz rozdział 4). Uwaga praktyczna przy orzekaniu o chorobie zawodowej narządu słuchu dotyczy próby SISI, która w pierwszym okresie choroby jest dodatnia (ma wartość z przedziału 60–100%), lecz w późniejszym okresie nie musi być już tak charakterystyczna. Stąd warto upewnić się, co do ślimakowego uszkodzenia słuchu wykonując również inne próby oceniające zjawisko wyrównania głośności lub badanie emisji otoakustycznej.

Przykładowy zapis wyników badań słuchu u osoby, u której rozpoznano zawodowe uszkodzenie słuchu przedstawia rycina 1.



Rycina 1. Zawodowe uszkodzenie słuchu

ABR – słuchowe potencjały wywołane z pnia mózgu; OMS – odruch mięśnia strzemiączkowego

Średnie uszkodzenie słuchu dla celów orzekania o chorobie zawodowej obliczane jest aktualnie dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz, które są istotne dla rozumienia mowy. W dawnym Rozporządzeniu Ministra Zdrowia, obowiązującym do 2002 roku, orzekanie o chorobie zawodowej narządu słu-

chu opierano na częstotliwościach 1, 2 i 4 Hz, jednakże przy obliczaniu średniego ubytku słuchu uwzględniano tzw. poprawkę na wiek (czyli poprawkę związaną z procesem starzenia się). Wobec udokumentowanej zróżnicowanej indywidualnej podatności na rozwój uszkodzenia słuchu związanego z wiekiem wycofano się z tej poprawki, weryfikując jednocześnie zakres ocenianych częstotliwości. W szczególności pominięto częstotliwość 4 kHz, dla której w sposób istotny może być widoczne zjawisko *presbyacusis*.

Wybór częstotliwości, w których ocenia się progi słuchu dla celów oceny wydolności społecznej słuchu może być różny. Dla celów orzekania o chorobie zawodowej ustalono, że są to częstotliwości 1, 2 i 3 kHz (biorąc pod uwagę fakt, że w późnym okresie rozwoju NIHL dynamika uszkodzenia słuchu jest największa dla 3 kHz), dla celów orzekania rentowego ZUS wybrano częstotliwości 0,5, 1 i 2 kHz. Dokument ISO1999:1990 obejmuje ocenę szeregu innych wariantów częstotliwości, z uwzględnieniem również tych powyżej 4 kHz [3]. Jak wykazano w badaniach własnych, różne kombinacje średnich z zakresu częstotliwości mowy, tj. z przedziału 500–4000 Hz, porównywalnie dobrze korelują z rozumieniem szeptu i mowy. Rozbieżność w wyborze częstotliwości z powyższego zakresu częstotliwości mowy, dokonana dla celów różnych procedur medyczno-orzeczniczych, nie ma zatem istotnego znaczenia w aspekcie oceny społecznej wydolności narządu słuchu, może jednak rodzić wątpliwości i zapytania, np. sądów.

Stwierdzenie związku przyczynowo-skutkowego między zmianami chorobowymi a narażeniem na hałas w miejscu pracy

Dla ustalenia związku między obrazem klinicznym uszkodzenia słuchu a narażeniem na hałas ważne jest, obok oceny aktualnego stanu, prześledzenie rozwoju uszkodzenia słuchu na przestrzeni lat. Z reguły nie jest to trudne, z racji nałożonego na pracodawcę obowiązku prowadzenia systematycznych badań profilaktycznych (patrz rozdział 10). Uwzględniając dynamikę rozwoju NIHL i możliwość wystąpienia zwiększonej osobniczej wrażliwości narządu słuchu na uszkodzenie przez hałas, badania profilaktyczne wykonywane są w pierwszych trzech latach pracy w hałasie co 12 miesięcy [6]. Odniesienie aktualnych audiogramów do tych z przeszłości ma istotne znaczenie we wszystkich trudnych orzeczniczo przypadkach.

Trudności w orzekaniu o zawodowym uszkodzeniu słuchu

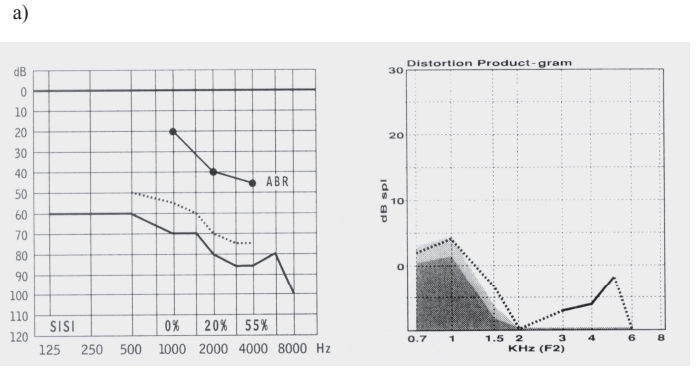
Mimo że obraz kliniczny zawodowego uszkodzenia słuchu jest wyraźnie zdefiniowany, trudności orzecznicze występują stosunkowo często. Dotyczą one zwłaszcza osób agrawaujących stopień uszkodzenia słuchu, osób w wieku starszym, u których występuje zjawisko *presbyacusis* (uszkodzenia słuchu związanego z wiekiem) oraz przypadków nakładania się na NIHL innych stanów chorobowych, pogłębiających stopień uszkodzenia słuchu.

Agrawacja stopnia niedosłuchu

Agrawacja niedosłuchu jest zjawiskiem częstym u osób ubiegających się o uznanie choroby zawodowej narządu słuchu. W badaniach australijskich dotyczyła ona niemal 18% osób, w amerykańskich natomiast 9% [1,4].

W przypadku agrawacji (lub symulacji) niedosłuchu występuje duża rozbieżność między kolejnymi, przeprowadzanymi tego samego dnia lub w kolejnych dniach, audiogramami. Dotyczy to nie tylko głębokości, ale również zakresu częstotliwości, w którym badany podaje gorsze słyszenie. Często obserwowana jest niewielka rezerwa ślimakowa (10–15 dB), mogąca fałszywie wskazywać na przewodzeniową komponentę uszkodzenia słuchu. Dla potwierdzenia agrawacji

niedosłuchu konieczne jest obiektywne określenie progów słuchu za pomocą badania słuchowych potencjałów wywołanych z pnia mózgu (ABR) (patrz rozdział 4) (ryc. 2).

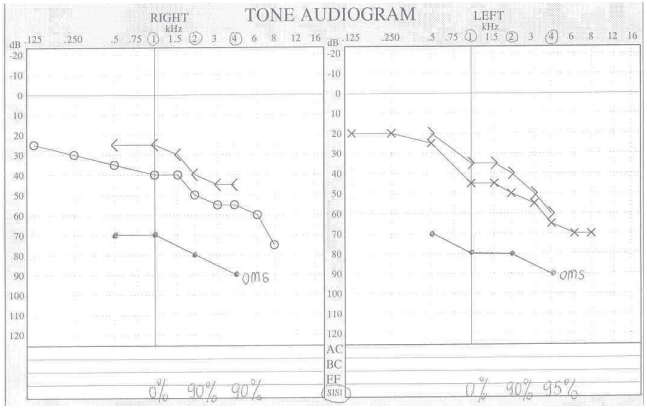


Rycina 2. Agrawacja stopnia niedosłuchu: a) audiometria tonalna; b) emisje otoakustyczne

Wyznaczone progi dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz wynoszą odpowiednio 70, 80 i 85 dB, podczas gdy rzeczywiste progi słuchu, zweryfikowane badaniem ABR, wynoszą 20, 40 i 45 dB. W badaniu emisji otoakustycznej (DPOAE) zachowane sygnały dla częstotliwości 3, 4 i 5 kHz przemawiają przeciwko głębokim uszkodzeniom słuchu w tych częstotliwościach.

Starzenie się narządu słuchu

Obraz kliniczny niedosłuchu związanego z wiekiem może być nie do odróżnienia od niedosłuchów spowodowanych hałasem, zwłaszcza w późnych okresach rozwoju NIHL (ryc. 3). O rozpoznaniu decyduje wiek osoby oraz ocena dynamiki rozwoju niedosłuchu. W przypadku NIHL dynamika ta jest największa w ciągu pierwszych 10–15 lat pracy w narażeniu na hałas (czyli z reguły u osób młodych i w średnim wieku). Presbyacusis staje się natomiast zauważalne głównie w populacji mężczyzn powyżej 65 r.ż. Tak więc, gdy problemy ze słuchem stają się widoczne



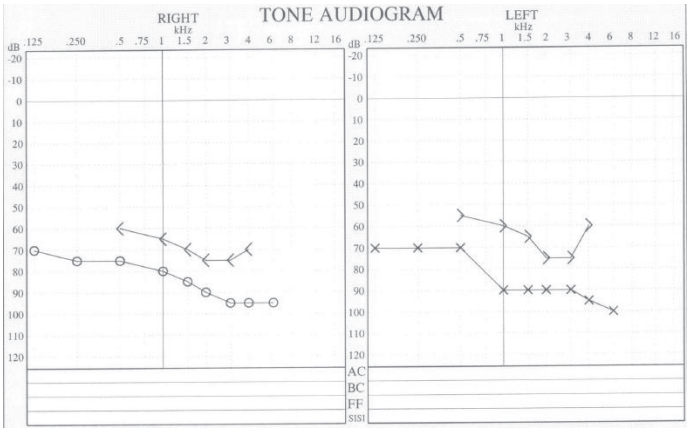
Rycina 3. Audiogram tonalny u 65-letniego mężczyzny, typowy dla uszkodzenia słuchu związanego z wiekiem

dopiero po przejściu na emeryturę, zwykle mamy do czynienia z uszkodzeniem słuchu związanym z wiekiem, a nie z zawodowym uszkodzeniem słuchu. Należy jednak pamiętać, że procesy te mogą się na siebie nakładać, a rozróżnienie u osób starszych, w jakim stopniu niedosłuch spowodowany jest przez każdy z tych czynników, jest trudne.

Inne stany chorobowe

Z innych stanów chorobowych, nakładających się lub współistniejących z uszkodzeniem słuchu spowodowanym hałasem, należy wymienić uszkodzenia przewodzeniowe słuchu i uszkodzenia odbiorcze słuchu o charakterze pozaślimakowym (patrz również rozdział 6).

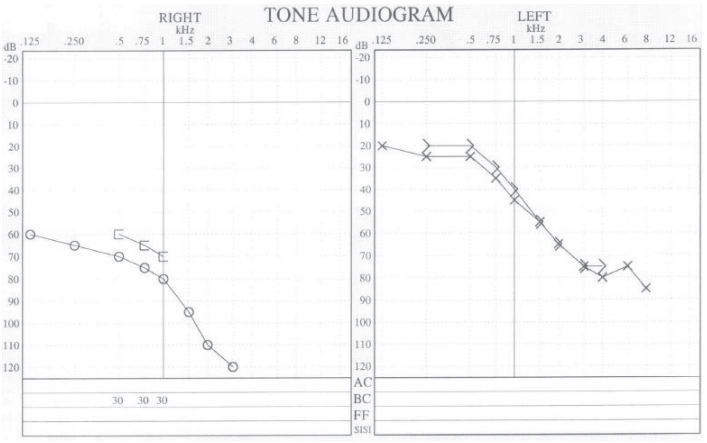
Rycina 4 przedstawia audiogram mężczyzny, który pracował w narażeniu na hałas, mimo występowania przewlekłego obustronnego zapalenia ucha środkowego. W audiogramie tonalnym stwierdzany jest głębokiego stopnia uszkodzenie mieszane słuchu (przewodzeniowo-odbiorcze). Obraz taki nie upoważnia do rozpoznania zawodowego uszkodzenia słuchu, mimo że ekspozycja zawodowa mogła przyczyniać się do pogłębienia odbiorczej komponenty niedosłuchu. Orzeczenie o chorobie zawodowej nie jest możliwe, tym bardziej że przewlekłe procesy zapalne ucha środkowego mogą również skutkować uszkodzeniem ślimaka.



Rycina 4. Obustronne głębokie mieszane (przewodzeniowo-odbiorcze) uszkodzenie słuchu u mężczyzny z obustronnym przewlekłym zapaleniem ucha środkowego pracującego w narażeniu na hałas

Inaczej sytuacja wygląda w przypadku górnika, którego audiogram tonalny przedstawiono na rycinie 5. Po 15 latach narażenia wystąpiło u niego wolno postępujące asymetrycznie odbiorcze uszkodzenie słuchu. Po przeprowadzeniu badań klinicznych, audiometrycznych i obrazowych ustalono, że przyczyną pogłębiania się niedosłuchu w uchu prawym jest guz kąta mostowo-móżdżkowego. Aktualny obraz kliniczny nie spełniał kryteriów choroby zawodowej narządu słuchu, brak było bowiem symetrii uszkodzenia słuchu, a niedosłuch w uchu prawym miał charakter pozaślimakowy. Tym niemniej rozpoznanie choroby zawodowej w tym przypadku może być rozważane na podstawie audiogramów z przeszłości. Wiadome jest bowiem, że guz kąta mostowo-móżdżkowego rozwija się bardzo powoli, stąd opierając się na dokumentacji lekarskiej

możliwe jest uchwycenie momentu, w którym niedosłuch spowodowany procesem rozrostowym zaczął nakładać się na uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem.



Rycina 5. Asymetryczne odbiorcze uszkodzenie słuchu u górnika pracującego w hałasie, u którego dodatkowo doszło do rozwoju guza kąta mostowo-móżdżkowego po stronie prawej

Piśmiennictwo

1. Barrs D.M., Althoff L.K., Krueger W.W., Olsson J.E.: Work-related, noise-induced hearing loss: evaluation including evoked potential audiometry. Otolaryngology – Head and Neck Surgery, 1994, nr 110, s. 177–84.
2. Directive 2003/10/EC of European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risk s arising from physical agents (noise) (17th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) (Official Journal of the European Communities. No L42/38,15.2.2003, 2003.
3. ISO 1999 Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment – International Organization for Standardization, Geneva 1990.
4. Rickards F.W., De Vidi S.: Exaggerated hearing loss in noise induced hearing loss compensation claims in Victoria. Medical Journal of Australia, 1995, nr 163, s. 360–3.
5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzenia badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (DzU z 1996 r., Nr 69, poz. 332).
6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzania chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach (DzU z 2009 r., Nr 105, poz. 869).
7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (DzU z 2005 r., Nr 157, poz. 1318).

8. Łączne działanie czynników fizycznych i chemicznych na narząd słuchu i równowagi

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska
Dr med. Ewa Zamysłowska-Szmytke

Wprowadzenie

Jednoczesne narażenie na więcej niż jeden czynnik fizyczny lub/i chemiczny jest częste w środowisku zawodowym, jednakże aktualnie skutki narażenia na każdy z tych czynników rozpatrywane są oddzielnie. Łączna ekspozycja może prowadzić do różnego rodzaju interakcji między czynnikami szkodliwymi, co ma znaczenie dla zdrowia pracownika. Interakcje te mogą powodować efekt addycyjny, oznaczający, że skutki narażenia na poszczególne czynniki sumują się. Bardziej problematyczne są interakcje synergistyczne, dla których łączny efekt działania przewyższa proste sumowanie. W przypadku uszkodzeń słuchu (ototoksyczność) najistotniejsze są skutki łącznego działania hałasu i substancji chemicznych. Temat ten jest istotny z punktu widzenia socjoekonomicznego, ze względu na znaczne liczebności populacji narażonych na hałas, substancje chemiczne lub oba czynniki jednocześnie. Szacuje się, że 30 milionów pracowników w USA narażonych jest na hałas o potencjalnie szkodliwym poziomie, a prawie jedna trzecia z nich narażona jest na substancje chemicznie o działaniu ototoksycznym. W Europie podobna liczba osób pracuje w narażeniu na hałas niosący ryzyko uszkodzenia słuchu, zaś przemysł chemiczny jest trzeci pod względem wielkości i liczby zatrudnionych. Bezpośrednio w przemyśle tym pracuje 1,7 mln pracowników, zaś kolejne 3 mln w gałęziach pokrewnych.

Działanie ototoksyczne może mieć szereg związków chemicznych występujących w przemyśle i rolnictwie. Należą do nich rozpuszczalniki organiczne, metale ciężkie oraz gazy duszące. Działanie takie wykazują również pestycydy. Substancje te mogą uszkadzać słuch same bądź nasilać szkodliwe działanie hałasu. Odrębnym zagadnieniem jest omówione również w tym rozdziale łączne narażenie na hałas i wibracje.

Rozpuszczalniki organiczne

Rozpuszczalniki organiczne stosowane są powszechnie w przemyśle. Służą one do rozpuszczania olejów, gumy, tłuszczów i plastiku. Substancje te należą do wodorowęglanów, mają niską masę cząsteczkową, są lipofilne i, w zależności od temperatury, mogą występować w stanie płynnym. Niektóre z nich mają stosunkowo niską temperaturę parowania, zaś pary rozpuszczalników, ze względu na ciężar cząsteczkowy większy od powietrza, często zbierają się w dolnych partiach pomieszczeń, gdzie w dużych stężeniach mogą stwarzać ryzyko dla zdrowia czy ryzyko wybuchu.

Rozpuszczalniki wchłaniane są drogą oddechową, pokarmową oraz przez skórę, powodując różnorodne skutki zdrowotne. Wiele z nich wykazuje działanie narkotyczne. Powodują nudności, męczliwość, zaś w wysokich stężeniach mogą prowadzić do śpiączki i zgonu.

Patofizjologia

Ototoksyczność rozpuszczalników organicznych została po raz pierwszy zaobserwowana w badaniach na szczurach w początkach lat 80. XX wieku. Pryor i Rebert [1] udokumentowali uszkodzenie słuchu u szczurów po podostrym wziewnym narażeniu na wybrane wodorowęglany. Stężenia rozpuszczalników stosowane w tych doświadczeniach były stosunkowo wysokie w porównaniu do stężeń spotykanych w przemyśle. Początkowo działanie ototoksyczne zostało udowodnione dla toluenu, jednakże w dalszych badaniach dla ksylenów, etylobenzenu, trójchloroetylenu, styrenu, chlorobenzenu i n-heksanu.

Długotrwałe wziewne narażenie na rozpuszczalniki organiczne może uszkadzać komórki zmysłowe narządu Cortiego, co wykazane zostało dla toluenu i styrenu. Po inhalacji substancji lotnych są one przenoszone przez krew, przenikają przez prążek naczyniowy i dyfundują do narządu Cortiego. Kolejno uszkadzane są komórki podporowe Deitersa i Hensena, a następnie komórki słuchowe zewnętrzne, podczas gdy komórki słuchowe wewnętrzne są oszczędzane. Zniszczenia początkowo dotyczą trzeciego rzędu komórek słuchowych zewnętrznych, co różnicuje działanie rozpuszczalników od działania hałasu, który najpierw uszkadza pierwszy rząd tych komórek. Czynnościową konsekwencją uszkodzenia komórek słuchowych jest utrata słuchu. Toluen i styren pierwotnie powodują u szczurów uszkodzenia w zakresie częstotliwości średnich (16–20 kHz)[1] i średnio-niskich (4 kHz). Cecha ta jest szczególnie istotna, gdyż odróżnia uszkodzenia powodowane przez rozpuszczalniki od wysokoczęstotliwościowych uszkodzeń powodowanych przez hałas, jak również od „klasycznych" wysokoczęstotliwościowych uszkodzeń słuchu powodowanych przez inne substancje ototoksyczne, takie jak antybiotyki aminoglikozydowe czy chemioterapeutyki zawierające platynę (np. cis-platyna).

Właściwości ototoksyczne rozpuszczalników organicznych mają różne nasilenie w zależności od rodzaju związku. Na modelu zwierzęcym wykazano, że styren ma znacznie większe działanie ototoksyczne niż toluen. Jako że rozpuszczalniki organiczne mają działanie lipofilne, a przez to neurotoksyczne, mogą uszkadzać nie tylko ślimak, lecz również ośrodkową część drogi słuchowej. Skutki ośrodkowe nie zostały jednak jeszcze udokumentowane w badaniach na zwierzętach.

Działanie ototoksyczne rozpuszczalników organicznych różni się dla różnych gatunków. W przeciwieństwie do szczurów, u świnek morskich związki te nie powodują uszkodzeń ślimaka.

W badaniach na szczurach wykazano synergistyczne działanie hałasu i rozpuszczalników organicznych. Wydaje się, że rozpuszczalniki mogą modyfikować strukturę błony komórkowej

1 Zakres częstotliwości odbieranych przez ucho wewnętrzne szczura zawiera się w przedziale od 1 do 50 kHz

komórek słuchowych zewnętrznych, czyniąc je bardziej podatnymi na działanie hałasu. Ta sama energia akustyczna przekazywana do ślimaka może powodować większe zniszczenia, jeżeli jednocześnie występuje narażenie na rozpuszczalniki. Działanie toksyczne rozpuszczalników organicznych jest prawdopodobnie również zależne od poziomu narażenia na hałas. Przy łącznym narażeniu na hałas i rozpuszczalniki organiczne najistotniejszym czynnikiem szkodliwym jest poziom ciśnienia akustycznego dźwięków hałasu. Jednakże przy stosunkowo niskim narażeniu na hałas, które samo powodowałby niewielki efekt, jednoczesne narażenie na rozpuszczalniki może prowadzić do istotnego uszkodzenia słuchu.

Badania u ludzi

Udowodnienie ototoksyczności rozpuszczalników w warunkach narażenia zawodowego u ludzi jest znacznie trudniejsze niż u zwierząt. Mają na to wpływ liczne czynniki: stężenia substancji chemicznych w miejscu pracy są znacznie niższe niż te stosowane na modelach doświadczalnych; pracownicy są zwykle narażeni na mieszaniny rozpuszczalników o różnych stężeniach i składach procentowych, trudno więc ocenić działanie poszczególnych substancji oddzielnie i, w końcu, większość pracowników przemysłu narażonych jest jednocześnie na rozpuszczalniki i hałas. Tym niemniej, w ostatnich latach pojawiło się szereg badań dokumentujących uszkadzające działanie rozpuszczalników organicznych na narząd słuch oraz układ równowagi, a także interakcje rozpuszczalników i hałasu. Większość danych literaturowych dotyczy jednej z trzech kategorii ekspozycji: 1) narażeń na mieszaniny rozpuszczalników (najczęstsze); 2) narażeń jedynie na styren; 3) narażeń jedynie na toulen.

Narażenie na mieszaniny rozpuszczalników organicznych występuje u malarzy, pracowników zakładów farb i lakierów, zakładów chemicznych, stoczni, rafinerii oraz osób pracujących w kontakcie z paliwami lotniczymi. Mieszaniny te zwykle składają się z ksylenu, toluenu, metylo-etylo-ketonu (MEK), metylo-izobutylo-ketonu i innych (etanol, octan etylu, octan butylu, etylobenzen). Narażenie zawodowe na styren występuje głównie w zakładach stosujących laminowanie w procesie produkcji, na przykład w przemyśle jachtowym. Selektywne narażenie na toluen spotykane jest w przemyśle drukarskim [2].

Według danych literaturowych, mierzone wartości stężeń rozpuszczalników w powietrzu różnią się znacznie zarówno między gałęziami przemysłu, jak i między krajami. Na przykład w ostatnio prowadzonych badaniach nad ototoksycznością styrenu, poziomy narażeń zawierały się w przedziale od 5 ppm (21,3 mg/m^3) do średnio 50 ppm (213 mg/m^3), podczas gdy dopuszczalne wartości normatywne w zależności od kraju wynosiły od 10 ppm (43 mg/m^3) do 100 ppm (426 mg/m^3) (NDS w Polsce 50 mg/m^3) [3]. Stężenia toluenu należały do przedziału od poniżej 50 ppm (188 mg/m^3) do 350 ppm (1318 mg/m^3) (w Polsce NDS wynosi 100 mg/m^3). Natomiast stężenia ksylenów, będących głównym składnikiem mieszanin rozpuszczalników, należały do przedziału od kilku ppm do ponad 400 ppm (1734 mg/m^3), które to wartości znacznie przekraczają maksymalne wartości dopuszczalne stężeń przyjętych w różnych krajach świata (w Polsce NDS dla ksylenu wynosi 100 mg/m^3). Przekroczenia dopuszczalnych wartości widoczne są jeszcze bardziej, gdy wyznaczany jest współczynnik łącznego narażenia na rozpuszczalniki organiczne, który jest sumą współczynników narażenia dla wszystkich występujących w mieszaninie składowych (współczynnik narażenia = stosunek stężenia mierzonej substancji do jej wartości NDS). Podobnie jak dla poszczególnych rozpuszczalników, najniższe łączne współczynniki narażenia stwierdzono w przemyśle lotniczym i rafineryjnym, zaś najwyższe w stoczniach, gdzie przekroczenia wartości dopuszczalnych dochodziły nawet do 20 razy.

Mimo że wchłanianie rozpuszczalników przez skórę ma mniejsze znaczenie w porównaniu do absorpcji przez płuca, wydaje się, że lepszym parametrem dla monitorowania narażenia (i działania ototoksycznego) od mierzenia stężeń tych substancji w powietrzu jest monitoring

biologiczny, czyli oznaczanie metabolitów rozpuszczalników w moczu, niezależnie od drogi ich wchłaniania.

U osób narażonych zawodowo na rozpuszczalniki organiczne występuje większe prawdopodobieństwo uszkodzenia słuchu niż u osób nienarażonych. W przypadku łącznego narażenia na hałas i rozpuszczalniki organiczne, ryzyko wystąpienia niedosłuchu jest natomiast znacznie wyższe niż u osób narażonych jedynie na rozpuszczalniki bądź narażonych jedynie na hałas, wskazując na efekt addytywny łącznego narażenia (ryc. 1a i b). Ryzyko uszkodzenia słuchu wzrasta wraz z liczbą rozpuszczalników obecnych w mieszaninie.

Rozpuszczalniki organiczne i ich mieszaniny mogą powodować uszkodzenie słuchu czuciowo-nerwowe (na poziomie ślimaka), pozaślimakowe, a także uszkodzenia wyższych partii drogi słuchowej. Ponadto substancje te powodują zaburzenia układu równowagi. Zatem efekty działania rozpuszczalników różnią się istotnie od działania hałasu, który powoduje głównie uszkodzenie słuchu czuciowo-nerwowe (ślimakowe). Efekty działania rozpuszczalników można oceniać opierając się na wynikach testów audiometrycznych, takich jak audiometria tonalna w zakresie standardowych i wysokich częstotliwości, emisje otoakustyczne oraz testy oceny ośrodkowej części drogi słuchowej (słuchowe potencjały wywołane, testy słowne utrudnione), a także wyniki badania układu równowagi. W badaniu audiometrycznym zakres uszkadzanych częstotliwości jest szerszy, niż ten obserwowany dla hałasu. Oprócz częstotliwości typowych dla hałasu (3–6 kHz) rozpuszczalniki mogą uszkadzać zarówno bardzo wysokie częstotliwości (>8 kHz), jak i częstotliwości niskie i średnie [4]. Wielkość ubytków słuchu jest jednak stosunkowo niewielka w porównaniu do przesunięć progów słuchu powodowanych przez hałas. W przypadku łącznego narażenia na hałas i rozpuszczalniki należy mieć na uwadze addytywny efekt działania obu czynników.

Ponieważ rozpuszczalniki działają nie tylko na obwodową, lecz również na ośrodkową cześć drogi słuchowej, mogą upośledzać rozumienie mowy, nawet jeżeli audiometryczne ubytki słuchu są niewielkie bądź nie występują.

Dlatego też, jeżeli nie zostaną wzięte pod uwagę wszystkie elementy narażenia, obserwowane zaburzenia słuchu u osób narażonych na hałas i rozpuszczalniki organiczne mogą być przeoczone. Dotyczy to zwłaszcza tych osób, które nie są objęte programem profilaktyki ochrony słuchu ze względu na stosunkowo niewielkie narażenie na hałas. W diagnostyce zaburzeń słuchu stosowane powinny być, oprócz audiometrii tonalnej, testy oceny ośrodkowych procesów przetwarzania słuchowego.

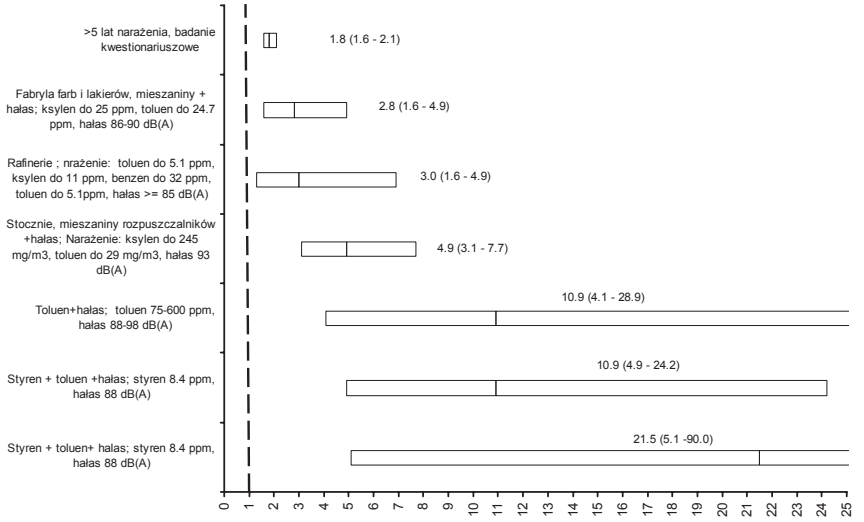
Długotrwałe, przewlekle narażenie na rozpuszczalniki organiczne powoduje powstawanie zespołu objawów będących wynikiem organicznego uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego, określanych jako toksyczna encefalopatia. Wykazano, że stosując baterię testów otoneurologicznych można wykryć zaburzenia funkcji ośrodkowej części układu przedsionkowego, zanim zmiany te staną się nieodwracalne. Obserwowane w badaniach zaburzenia dotyczą głównie zwolnienia prędkości sakkad, zmniejszenia wzmocnienia w teście śledzenia i optokinezy, zaburzeń tłumienia oczopląsu przez fiksację wzrokową [5, 6]. Nieliczne badania wskazują na możliwość zaburzeń odruchu przedsionkowo-okoruchowego, przy czym odruch ten może być pobudzany (benzen, toluen) lub tłumiony (trójchlorometan) [7].

Metale ciężkie

Metale ciężkie są to metale o gęstości powyżej 4,5 g/cm^3. Dostają się one do ciała człowieka wraz z wodą, pokarmem, wdychanym powietrzem, a także przez skórę. Nie są metabolizowane, kumulują się w tkankach miękkich i kościach, powodując efekty toksyczne. Jako metale o prawdopodobnym działaniu ototoksycznym rozpatrywane są ołów, rtęć, arsen i kadm.

a)

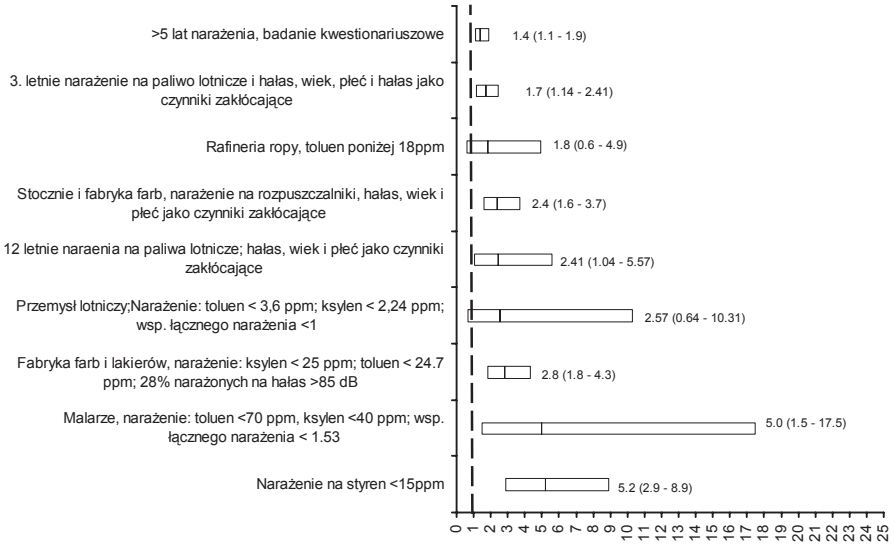
Rodzaj narażenia



Ryzyko względne uszkodzenia słuchu

b)

Rodzaj narażenia



Ryzyko względne uszkodzenia słuchu

Rycina 1. Ryzyko względne uszkodzenia słuchu u osób narażonych na a) rozpuszczalniki organiczne i hałas; b) jedynie rozpuszczalniki organiczne

Ototoksyczne działanie ołowiu, pomimo badań na zwierzętach i u ludzi, pozostaje niejednoznaczne. Nie stwierdzono podwyższenia progów słuchu przy łącznym narażeniu na te czynniki, jakkolwiek ołów może działać na przewodzenie impulsów nerwowych przez nerw słuchowy [8].

Zatrucie rtęcią skutkuje uszkodzeniami słuchu zarówno u zwierząt, jak i u ludzi. Stwierdzono, że rtęć powoduje zaburzenia w zakresie ośrodkowej części drogi słuchowej, widoczne w badaniu słuchowych potencjałów wywołanych z pnia mózgu (wydłużenie odstępu I–V i III–V), zależne od stężenia związku we krwi. Nie wykazano natomiast działania związków rtęci na ślimak [9].

Arsen powoduje uszkodzenie narządu Cortiego rozpoczynające się od części szczytowej ślimaka, przejawiające się uszkodzeniami słuchu w zakresie niskich częstotliwości w audiometrii tonalnej. Narażenie na arsen może być również przyczyną zaburzeń układu równowagi [10].

Kadm u szczurów powoduje uszkodzenie słuchu zależne od dawki. Uważa się, że słuch jest bardzo czułym wskaźnikiem zatrucia kadmem, a uszkodzenia dotyczą komórek słuchowych ślimaka, co potwierdzono badaniem ABR (wydłużenie latencji fali I, bez zmian odstępów i latencji pozostałych fal). Łączne narażenie na kadm i hałas ma działanie synergistyczne dla częstotliwości audiometrycznych 4 i 6 kHz w audiometrii tonalnej.

Gazy duszące

Głównym gazem duszącym, wykazującym działanie ototoksyczne, jest tlenek węgla. Zatrucie CO powoduje osłabienie słuchu, zawroty oraz bóle głowy. Bóle i zawroty głowy stwierdza się również przy zatruciach dwutlenkiem siarki i siarkowodorem. U pracowników z przewlekłymi zatruciami CO wzrasta ryzyko trwałego uszkodzenia słuchu. Gazy duszące wydają się mieć synergistyczne działanie z hałasem. U podstaw interakcji leży nasilenie powstawania wolnych rodników. U szczurów efekt synergistyczny widoczny jest jednak dopiero przy stężeniach CO 500 ppm (572 mg/m^3), podczas gdy za chwilową wartość normatywną np. według OSHA przyjmuje się 200 ppm (229 mg/m^3, w Polsce NDSCh wynosi 180 mg/m^3) [11].

Wibracja miejscowa

Narażenie na wibrację miejscową powoduje wystąpienie objawów chorobowych określanych jako zespół wibracyjny. Cechą charakterystyczną tego zespołu jest występowanie napadowego blednięcia palców, szczególnie pod wpływem zimna.

W szeregu badań udowodniono, że osoby ze stwierdzonym zespołem wibracyjnym mają podwyższoną podatność na wystąpienie uszkodzenia słuchu spowodowanego przez hałas. W grupie tych osób obserwowano ubytki słuchu o 10 dB większe niż u osób bez zespołu wibracyjnego, z porównywalnym narażeniem zawodowym na hałas. Nie są znane mechanizmy powstawania zespołu wibracyjnego i ich związku z uszkodzeniem słuchu wywołanym przez hałas, jednakże uważa się, ze wspólnym czynnikiem może być skurcz naczyń krwionośnych oraz nieprawidłowa czynność układu autonomicznego. Badania epidemiologiczne wskazują, że osoby z napadowym blednięciem palców mają gorszy słuch niż osoby bez tego objawu, również niezależnie od ich narażenia na hałas [12].

Zalecenia

Najbardziej efektywnym postępowaniem w ochronie zdrowia pracownika jest przestrzeganie obowiązujących norm higienicznych i objęcie pracowników programami profilaktycznymi. Jednakże wartości normatywne dla rozpuszczalników organicznych, metali ciężkich czy gazów duszących opracowane zostały w stosunku do ich efektów toksycznych wywieranych na inne

narządy niż narząd słuchu. Zmiana stanu wiedzy wymaga również zmiany podejścia do ustanawianych wartości normatywnych.

W przypadku rozpuszczalników organicznych nie ma udowodnionej zależności typu dawka-odpowiedź, jednakże wyniki badań, szczególnie na zwierzętach, wskazują, że wartości normatywne, jakkolwiek różne w różnych krajach, powinny zostać zrewidowane. Szczególnie istotne jest to w przypadku łącznego narażenia na rozpuszczalniki organiczne i hałas.

Biorąc pod uwagę stosunkowo dobrze udokumentowaną wiedzę, dotyczącą ototoksycznego działania rozpuszczalników organicznych, szereg krajów rozważa wprowadzenie uregulowań prawnych, dotyczących ochrony słuchu przy ich występowaniu. Pierwszym aktem prawnym, w którym zwrócono uwagę na łączne działanie rozpuszczalników i hałasu oraz hałasu i wibracji, jest Dyrektywa 2003/10/EC z 6 lutego 2003 roku [13]. W paragrafie dotyczącym obowiązków pracodawcy wskazano, że przy szacowaniu ryzyka zawodowego powinny zostać uwzględnione interakcje zachodzące miedzy hałasem i rozpuszczalnikami organicznymi oraz hałasem i drganiami mechanicznymi. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy zalecenia te obowiązujące są również w Polsce (DzU z dnia 19 sierpnia 2005 r.) [14]. Ototoksyczność rozpuszczalników organicznych uwzględniono wcześniej w zaleceniach Centrum Promocji Zdrowia i Medycyny Zapobiegawczej Armii USA (*US Army Center for Heath Promotion and Preventive Medicine*), zalecając objęcie monitoringiem audiometrycznym osoby narażone na wysokie stężenia rozpuszczalników, niezależnie od poziomu hałasu.

Piśmiennictwo

1. Pryor G.T., Rebert C.S., Howd R.A.: Hearing loss in rat caused by inhalation of mixed xylenes and styrene. J Appl Toxicol, 1987; nr 7, s. 55–61.
2. Morata T.C., Fiorini A.C., Colacioppo S. [i wsp.]: Toluene-induced hearing loss among rotogravure printing workers. Scand J Work Environ Health, 1997, nr 23, s. 289–98.
3. Śliwińska-Kowalska M., Zamysłowska-Szmytke E., Szymczak W. [i wsp.]: Exacerbation of noise-induced hearing loss by co-exposure to workplace chemicals. Environ Toxicol Pharmacol, 2005, nr 19, s. 547–53.
4. Śliwińska-Kowalska M., Prasher D., Rodrigues C.A., Zamysłowska-Szmytke E. [i wsp.]: Ototoxicity of organic solvents - from scientific evidence to health policy. Int J Occup Med Environ Health, 2007, nr 20(2), s. 215–22.
5. Möller C., Ödkvist L., Larsby B. [i wsp.]: Otoneurological findings in workers exposed to styrene. Scand J Work Environ Health, 1990, nr 16, s. 189–94.
6. Ödkvist L.M., Möller C., Thuomas K.: Otoneurologic disturbances caused by solvent pollution. Otolaryngol Head Neck Surg, 1992, nr 106, s. 687–92.
7. Tham R., Bunnfors L., Eriksson B., Lindgren S.: Vestibulo-ocular disturbances in rats exposed to organic solvents. Acta Pharmacol Toxicol, 1984, nr 54, s. 58–63.
8. Murata K., Weihe P., Araki S., Budtz-Jørgensen E., Grandjean P.: Evoked potentials in Faroese children prenatally exposed to methylmercury. Neurotoxicol Teratol, 1999, nr 21, s. 471–72.
9. Counter S.A., Vahter M., Laurell G., Buchanan L.H. [i wsp.]: High lead exposure and auditory sensory-neural function in Andean children. Environmental Health Perspectives, 1997, nr 105, s. 522–26.
10. Tchounwou P.B., Patlolla A.K., Centeno J.A.: Arsenic toxicity, mutagenesis, and carcinogenesis–a health risk assessment and management approach. Molecular and Cellular Biochemistry, 2004, nr 255(1–2), s. 47–55.
11. Fechter L.D., Cheng G.D., Rao D.: Characterising conditions that favour potentiation of noise induced hearing loss by chemical asphyxiants. Noise & Health, 2000, nr 3(9), s. 11–21.
12. Luzon L., Prascher D.: Noise and its effects. John Wiley & Sons Ltd., 2007.
13. Directive 2003/10/EC of the European Parliament and the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise) (Seventeenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC).
14. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. (DzU z 2005 r., Nr 157, poz. 1318).

9. Ocena predyspozycji zdrowotnych do pracy w narażeniu na hałas

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

Kwalifikując osobę do pracy w narażeniu na hałas o poziomach stwarzających ryzyko uszkodzenia słuchu należy właściwie ocenić jej stan zdrowia. Ocena ta powinna obejmować identyfikację czasowych i przewlekłych (aktualnych i przebytych) chorób narządu słuchu i układu równowagi stanowiących przeciwwskazanie do podjęcia bądź kontynuowania pracy w hałasie oraz indywidualnych czynników mogących sprzyjać rozwojowi uszkodzenia słuchu dla celów szacowania indywidualnego ryzyka zdrowotnego i podejmowania odpowiednich działań profilaktycznych.

Choroby narządu słuchu i układu równowagi

Do zaburzeń zdrowia uniemożliwiających podjęcie lub kontynuowanie pracy w narażeniu na hałas należy szereg chorób narządu słuchu i równowagi. W szczególności są to istniejące aktualnie lub niektóre podawane w wywiadzie choroby ucha wewnętrznego, środkowego i zewnętrznego (tab. I).

Tabela I. Choroby narządu słuchu i równowagi stanowiące trwałe przeciwwskazania do pracy w hałasie

Choroby ucha wewnętrznego
– Odbiorcze trwałe uszkodzenie słuchu powyżej wartości należnych dla wieku (nawet, jeśli dotyczy tylko jednego ucha) – Choroba Ménière'a – Otoskleroza – Autoimmunizacyjna choroba ucha wewnętrznego – Przebyte choroby ucha wewnętrznego (np. nagła głuchota, uraz głowy z utratą słuchu) – Przewlekłe uciążliwe szumy uszne
Choroby ucha środkowego i zewnętrznego
– Wyciek z ucha środkowego niepoddający się leczeniu – Przebyte operacje ucha środkowego – Oporne na leczenie wypryskowe zapalenie skóry przewodu słuchowego – Utrwalone zmiany skórne małżowiny, uniemożliwiające noszenie ochronników słuchu

Choroby ucha wewnętrznego

Odbiorcze uszkodzenie słuchu o charakterze czuciowo-nerwowym (lub ślimakowym) występuje dość często; szacunkowo dotyczyć może nawet 10% ogólnej populacji dorosłych. Najczęstszą jego przyczyną jest proces starzenia się oraz narażenie na hałas. Uszkodzenie słuchu związane z wiekiem pojawia się w późniejszym okresie życia człowieka niż uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem (NIHL). Zwykle najbardziej zaznaczone jest powyżej 65 r.ż., kiedy pracownik kończy swoją aktywność zawodową. Stąd rzadko stanowi problem w aspekcie kwalifikowania do pracy w hałasie.

Trwałym przeciwwskazaniem do pracy w hałasie jest każdy utrwalony niedosłuch odbiorczy powyżej wartości należnych wiekowi, niezależnie od jego przyczyny. Przeciwwskazaniami do podjęcia pracy lub jej kontynuowania, jeśli patologia ujawnia się w trakcie zatrudnienia, jest szereg chorób ucha wewnętrznego, w tym w szczególności choroba Ménière'a, otoskleroza z zajęciem ślimaka, autoimmunizacyjna choroba ucha wewnętrznego czy nagła głuchota.

Choroba Ménière'a objawia się napadowo pojawiającymi się układowymi (błędnikowymi) zawrotami głowy, którym towarzyszą nudności, wymioty i pogorszenie słuchu. W miarę postępowania choroby dochodzi zazwyczaj do uszkodzenia błędnika oraz głębokiego, trwałego ślimakowego uszkodzenia słuchu. Podobnie odbiorcze ślimakowe uszkodzenie słuchu występuje w późnym okresie rozwoju otosklerozy czy autoimmunizacyjnej chorobie ucha wewnętrznego. Mimo że dla ostatniej jednostki chorobowej charakterystyczny jest fluktuacyjny charakter niedosłuchu (z okresami pogorszeń i poprawy), to jednak, choroba nieleczona prowadzić może do głębokiej lub całkowitej głuchoty, stąd, niezależnie od aktualnego stopnia uszkodzenie słuchu, stanowi przeciwwskazanie do pracy w hałasie.

Z przebytych chorób ucha wewnętrznego, istotnych dla oceny przy kwalifikowania do pracy w narażeniu na hałas, jest nagła głuchota. Jednostka chorobowa charakteryzuje się wystąpieniem nagłego niedosłuchu (rozwijającego się zazwyczaj w ciągu kilku godzin), z towarzyszącymi często szumami usznymi, który może cofać się spontanicznie lub po leczeniu. Występowanie tego typu zaburzeń stanowi poważne obciążenie dla narządu słuchu, a tym samym jest przeciwwskazaniem do pracy w hałasie, nawet bez aktualnie stwierdzanego niedosłuchu. Zmieniony chorobowo ślimak może być bowiem bardziej podatny na dalsze uszkodzenie go przez hałas.

Do pracy w hałasie nie powinny być kwalifikowane osoby z utrwalonym uciążliwym szumem usznym, wymagające specjalistycznych terapii, zwłaszcza z uszkodzeniami słuchu, nawet niewielkimi, w których patogenezie istotą rolę odgrywają zaburzenia ślimakowe.

Ocena znaczenia stwierdzanego uszkodzenia czuciowo-nerwowego słuchu w aspekcie kwalifikowania do pracy w hałasie, z naukowego punktu widzenia, nie jest jednak tak oczywista, jak przedstawiono wyżej. Nie udowodniono bowiem, że narażenie na hałas zmienia prawdopodobieństwo rozwoju innych chorób ucha wewnętrznego. Nie wykazano również znaczenia wcześniejszego uszkodzenia słuchu na podatność na rozwój NIHL. Wg Warda występujące wcześniej ślimakowe uszkodzenie słuchu może być nawet czynnikiem ograniczającym rozwój NIHL zgodnie z zasadą im mniej jest do uszkodzenia, tym mniej będzie uszkodzone [14].

Niezależnie jednak od dyskusji naukowych, stany chorobowe, o których wiadomo, że przebiegają ze stałą progresją niedosłuchu, lub te wskazujące na szczególną wrażliwość ślimaka na uszkodzenie, z orzeczniczego punktu widzenia należy uznać za trwałe, bezwzględne przeciwwskazania do zatrudnienia w narażeniu na hałas.

Choroby ucha zewnętrznego i środkowego

Choroby ucha środkowego lub zewnętrznego, zarówno te przebiegające z niedosłuchem przewodzeniowym, jak i bez niedosłuchu, mogą być trwałym przeciwwskazaniem do pracy w hałasie, gdy występują przewlekle i nie poddają się leczeniu, a przez to uniemożliwiają stosowanie ochronników słuchu. Przeciwwskazaniem do pracy w hałasie jest przykładowo przewlekłe ropne

zapalenie ucha środkowego ze stale utrzymującym się, mimo leczenia, wyciekiem ropnym lub wyciekami nawracającymi wielokrotnie w ciągu roku. Natomiast przeciwwskazaniem do pracy w hałasie nie jest pozostała po procesie zapalnym sucha perforacja błony bębenkowej, jakkolwiek w ostatnim przypadku lepsze będzie zastosowanie ochronników słuchu w formie nauszników niż dousznych zatyczek, ze względu na ryzyko miejscowego stanu zapalnego.

Indywidualne czynniki ryzyka

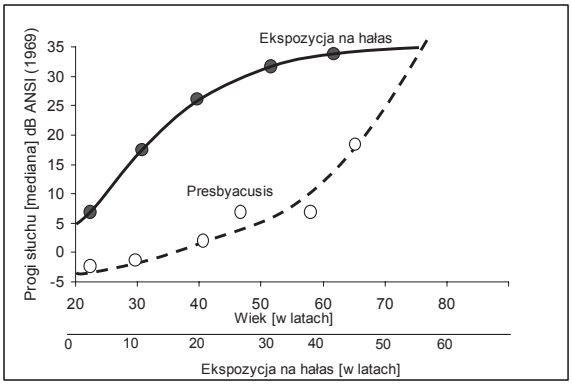
Rozwojowi uszkodzenia słuchu związanego z hałasem sprzyjać może szereg czynników indywidualnych (osobniczych) (tab. II). Czynniki te nie stanowią, ze względów oczywistych, przeciwwskazań do podjęcia czy kontynuowania pracy w narażeniu na hałas. Jednakże ich znajomość jest istotna dla szacowania indywidualnego ryzyka uszkodzenia słuchu i podejmowania, w zależności od tego oszacowania, odpowiednich działań profilaktycznych. W świetle obowiązującego obecnie w Polsce prawodawstwa działania te należą do obowiązków pracodawcy [5,13].

Tabela II. Indywidualne czynniki ryzyka zwiększające podatność na rozwój uszkodzenia słuchu

– wiek
– płeć
– predyspozycje genetyczne
– palenie papierosów
– czynniki zaburzające krążenie w uchu wewnętrznym
– pigmentacja
– leki ototoksyczne

Wiek

Uszkodzenia słuchu związane z wiekiem charakteryzują się stopniową utratą ostrości słyszenia w częstotliwościach wysokich. Utrata ta wynosi 0,5-0,7 dB na rok życia po czwartej dekadzie życia w częstotliwościach 2–4 kHz. Zatem zarówno wiek, jak i hałas wiążą się z uszkodzeniem ślimaka w tym samym regionie częstotliwości i w pewnym okresie czasu mogą się na siebie nakładać. Relacje między NIHL i *presbyacusis* opisuje historyczny już model Corso [4]. Wskazuje on, że w młodym wieku dynamicznie rozwija się uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem i przeważa ono nad uszkodzeniem słuchu związanym z wiekiem. Odwrotnie jest w wieku starszym, gdy



Rycina 1. Rozwój uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem (NIHL) i związanego z wiekiem (*presbyacusis*) na przestrzeni lat życia wg modelu Corso [4], w modyfikacji własnej

dynamicznie rozwija się proces *presbyacusis*, a rozwój NIHL uzyskuje poziom „*plateau*" (ryc. 1). Wg tego modelu, jeśli populacje (pracująca w hałasie i niepracująca w hałasie) dożywają późnego wieku, nie obserwuje się między nimi różnic progów słuchu. Szacunkowo *presbyacusis* odpowiada za 10% zmienności trwałych przesunięć progów słuchu po narażeniu na hałas obserwowanych u osób w wieku produkcyjnym [11].

Oceniając predyspozycje danej osoby do pracy w hałasie, przy obecnym stanie wiedzy należy uznać, że nie ma ostatecznych dowodów, aby zaawansowany wiek w chwili zatrudnienia i związany z nim proces *presbyacusis* był czynnikiem ryzyka rozwoju NIHL, czy też odwrotnie – był czynnikiem ochronnym. Jednakże lekarz orzecznik musi znać rozwój obu tych procesów i brać pod uwagę spodziewaną w danym wieku dynamikę *presbyacusis* u osoby, u której występuje również zwiększone ryzyko rozwoju NIHL [3].

Płeć

Wiadomo, że stopień spadku ostrości słyszenia u mężczyzn jest ponad dwa razy większy niż u kobiet w każdym przedziale wieku produkcyjnego i dla każdej częstotliwości. Nie jest jasne, czy jest to związane z różnicą w częstości występowania innych czynników ryzyka uszkodzenia słuchu (np. pozazawodowych ekspozycji na hałas, nadciśnienia, palenia papierosów), które u mężczyzn występują istotnie częściej niż u kobiet, czy też powodem jest wewnętrzna „słabość" ucha wewnętrznego u mężczyzn. Wczesne badania epidemiologiczne wskazywały, że płeć jest czynnikiem ryzyka rozwoju NIHL, jednakże przy ścisłym kontrolowaniu zmiennych zakłócających, obserwacje te nie znajdują potwierdzenia w aktualnych doniesieniach. Co więcej, ostatnie badania epidemiologiczne wykazują, że w wieku starszym, po 70 r.ż. stosunek szybkości progresji ubytku słuchu związanego z wiekiem odwraca się na niekorzyść kobiet [15].

Predyspozycje genetyczne

Zarówno uszkodzenia słuchu spowodowane hałasem, jak i uszkodzenia słuchu związane z wiekiem charakteryzują się bardzo dużą zmiennością międzyosobniczą. Oznacza to, że osoby w tym samym wieku, które były narażone na ekspozycje równoważne pod względem poziomu i czasu trwania, mogą znacznie różnić się stanem słuchu, nawet jeśli kontrolowane (porównywalne) są wszystkie inne czynniki mogące sprzyjać rozwojowi uszkodzenia słuchu. Za tę indywidualną podatność na uszkodzenie słuchu odpowiadają czynniki genetyczne. Wykazano, że poznane do tej pory czynniki środowiskowe ryzyka uszkodzenia słuchu odpowiadają za zmienność progów słuchu rzędu 40–60%, a pozostała zmienność w głębokości NIHL (ok. 50%) zależy od uwarunkowań genetycznych [2,10].

Polimorfizmy genetyczne mogą zwiększać lub zmniejszać podatność narządu słuchu na uszkodzenie przez hałas lub procesy starzenia się, poprzez wpływanie na ochronne mechanizmy biochemiczne i metaboliczne, a także neurotransmitery i właściwości ośrodkowego układu nerwowego [6]. Geny mogą być również odpowiedzialne za bezpośrednie uszkodzenie ślimaka oraz mieć synergistyczne działanie z hałasem i wiekiem.

Palenie papierosów

Wiele prac potwierdza związek między paleniem papierosów a uszkodzeniem słuchu [9]. Podobnie jak w przypadku narażeń na hałas, palenie papierosów wpływa głównie na rozwój uszkodzenia słuchu w częstotliwościach wysokich, zwłaszcza dla 4 kHz, a w połączeniu z hałasem przyspiesza rozwój NIHL. Palacze narażeni na hałas mają ok. 2,5 raza większe prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia słuchu niż niepalący, przy tym samym poziomie równoważnym dźwięku [8]. W przypadku łącznego narażenia z hałasem, dym papierosowy wydaje się mieć działanie addytywne lub synergistyczne.

Mechanizm interakcji palenia i uszkodzenia słuchu związanego z narażeniem na hałas może być wytłumaczony wpływem obu tych czynników na procesy oksydacyjne zachodzące w uchu wewnętrznym. W powietrzu pochodzącym z jednego zaciągnięcia się dymem z papierosa obecnych jest 10^{15} rodników tlenowych. Dodatkowo w trakcie ekspozycji na hałas dochodzi do spadku przepływu krwi w ślimaku, spadku utlenowania i pobierania glukozy przez komórki, co promuje zniszczenie narządu Cortiego przez wolne rodniki tlenowe.

Czynniki zaburzające krążenie w uchu wewnętrznym

Narażenie na hałas może powodować zaburzenia przepływu krwi w uchu wewnętrznym. Jest więc oczywiste, że czynniki sprzyjające niedokrwieniu ślimaka mogą być czynnikiem ryzyka rozwoju NIHL. Dotyczy to w szczególności osób z chorobami układu sercowo-naczyniowego, chorobami metabolicznymi przebiegającymi z hyperlipidemią, cukrzycą i niewydolnością nerek.

Niejasny jest natomiast związek między nadciśnieniem a rozwojem NIHL. Mimo że szereg doniesień literaturowych wskazuje na istnienie korelacji między tymi czynnikami, to trudno przesądzać w tym przypadku o związku przyczynowo-skutkowym. Najprawdopodobniej NIHL i nadciśnienie tętnicze powstają w konsekwencji niepowiązanych ze sobą patomechanizmów.

Pigmentacja

Pigmentacja wydaje się mieć znaczenie protekcyjne dla rozwoju NIHL, jakkolwiek mechanizm tego działania nie jest jasny. Melanina występuje w komórkach prążka naczyniowego ślimaka i wielu innych komórkach ucha wewnętrznego. W badaniach nad zespołem Waardenburga u myszy wykazano, że ma ona znaczenie w generowaniu potencjału endolimfatycznego [7]. Wykazano ponadto, że u osób z niebieskimi oczami rozwija się większe czasowe przesunięcie progu słuchu po narażeniu na hałas niż u osób z oczami ciemnymi. Osoby rasy białej są również bardziej wrażliwe na rozwój NIHL niż osoby rasy czarnej [1]. Wg niektórych badań, u ludzi mających tendencję do poparzeń słonecznych rozwijają się większe ubytki słuchu po narażeniu na hałas w porównaniu z osobami nieulegającymi nigdy poparzeniom [12].

Leki ototoksyczne

Wyróżnić można pięć grup leków o poznanych właściwościach ototoksycznych. Należą do nich: antybiotyki aminoglikozydowe, chemioterapeutyki zawierające platynę, diuretyki pętlowe, salicylany i preparaty quinino-pochodne (leki przeciwmalaryczne). Aminoglikozydy w połączeniu z narażeniem na hałas mogą potęgować skutki jego działania na ucho wewnętrzne, a także opóźniać procesy regeneracyjne po narażeniach ostrych.

Problematyczne jest łączne działanie na narząd słuchu hałasu i aspiryny. W świetle aktualnej wiedzy brak jest ostatecznych dowodów, aby działanie tych dwóch czynników było synergistyczne. Zagadnienie to wymaga jednak dalszych badań, zwłaszcza że małe dawki aspiryny stosowane są u osób pracujących w hałasie jako prewencja chorób naczyniowo-sercowych.

Inne narażenia zawodowe

Ryzyko rozwoju NIHL zwiększać może łącznie narażenie na hałas i substancje chemiczne, w tym zwłaszcza rozpuszczalniki organiczne. Być może znaczenie może mieć również współwystępowanie narażenia na hałas i wibrację miejscową. Zagadnienia te opisane zostały w oddzielnym rozdziale (rozdział 8).

Podsumowując, podatność na rozwój NIHL najprawdopodobniej jest wynikiem współdziałających ze sobą czynników genetycznych, osobniczych i środowiskowych, a znajomość tych relacji jest istotna dla działań profilaktycznych (patrz rozdział 13).

Piśmiennictwo

1. Barrenas M.L.: Pigmentation and noise-induced hearing loss: is the relationship between pigmentation and noise-induced hearing loss due to an ototoxic pheomelanin interaction or to otoprotective eumelanin effects? T. 1. Advances in Noise Research: Biological Effects of Noise. Cz. 1. Physiology. London: Whurr, 1998.
2. Christensen K., Fredriksen H., Hoffman H.J.: Genetic and environmental influences on self-reported reduced hearing in the old and oldest old. Journal of the American Geriatric Society, 2001, nr 49, s. 1512–17.
3. Colvin I., Luxon L.: Clinical diagnosis of noise-induced hearing loss. Cz. 10. Noise and its effects. John Wiley & Sons, Ltd. West Sussex, 2007, s. 182–231.
4. Corso J.F.: Age correction factor in noise-induced hearing loss: A quantitative model. Audiology, 1980, nr 19, s. 221–32.
5. Directive 2003/10/EC of European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risk s arising from physical agents (noise) (17th individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC) (Official Journal of the European Communities. No L42/38,15.2.2003, 2003.
6. Erway L.C., Willott J.F.: Genetic susceptibility to noise induced hearing loss in mice. W: Scientific Basis of Noise-induced Hearing Loss. New York: Thieme, 1996.
7. Holmer H., Steel K.P.: Genes involved in deafness. Current Opinion in Genetics and Development, 1999, nr 9, s. 309–14.
8. Mizoue T., Miyamoto T., Shimizu T.: Combined effect of smoking and occupational exposure to noise on hearing loss in steel factory workers. Occup Environ Med 2003; 60(1): 56–9.
9. Nomura K., Nakao M., Morimoto T.: Effect of smoking on hearing loss: Quality assessment and meta-analysis. Prev Med. 2005; 40(2): 138–44.
10. Pyykkö I., Koskimies K., Starck J., Pekkarinen J., Inaba R.: Risk factors in the genesis of sensory neural hearing loss in Finnish forestry workers. British Journal of Internal Medicine, 1989, nr 46, s. 439–46.
11. Pyykkö I., Starck J., Toppila E., Kaksonen R.: Ageing as a major confounding factor in noise-induced hearing loss. T. 1. Advances in Noise Research: Biological Effects of Noise. Cz. 2. Diagnosis of noise-induced hearing loss. London: Whurr, 1998.
12. Pyykkö I., Toppila E., Zou J., Kentala E.: Individual susceptibility to noise-induced hearing loss. Audiological Medicine, 2007, nr 5, s. 41–53.
13. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (DzU z 2005 r., Nr 157, poz. 1318).
14. Ward W.D.: Endogenous factors related to susceptibility to damage from noise. Occup Med, 1995, nr 10, s. 561–75.
15. Wiley T.L., Chappell R., Carmichael L., Nondahl D.M., Cruickshanks KJ.: Changes in hearing thresholds over 10 years in older adults. Journal of the American Academy of Audiology, 2008, nr 19, s. 281–92.

10. Profilaktyka zawodowego uszkodzenia słuchu

Lek. med. Piotr Kotyło

Wstęp

Zawodowe uszkodzenie słuchu (NIHL) ma charakter nieodwracalny. Stąd w przypadku niepodjęcia działań profilaktycznych, lub gdy są one nieskuteczne, dochodzić może do utraty ważnego dla człowieka zmysłu. W miarę pogarszania progu słuchu w związku z ekspozycją na hałas, dochodzić może do zaburzeń społecznej wydolności słuchu, co oznacza problemy z komunikowaniem się w życiu codziennym. Niesie to za sobą poważne skutki zarówno zdrowotne, jak i ekonomiczne. Osoby z uszkodzeniami słuchu wymagają rehabilitacji za pomocą aparatów słuchowych i nie mogą dalej kontynuować swojej aktywności zawodowej na wielu stanowiskach pracy, wymagających dobrej sprawności narządu słuchu. Stąd tak ważna jest szeroko rozumiana profilaktyka zawodowego uszkodzenia słuchu, określana jako szereg działań zmniejszających ryzyko rozwoju uszkodzenia słuchu u pracownika narażonego zawodowo na hałas. Działania te powinny odbywać się na wielu płaszczyznach. Profilaktyka zawodowych uszkodzeń słuchu realizowana jest w szczególności na drodze:

1. zmniejszania hałasu u źródła sposobami technicznymi (czyli np. budowaniem obudów do maszyn, wydzielaniem wytłumianych przed hałasem stanowisk pracy etc.) lub administracyjno-organizacyjnymi (np. przerwy w pracy),
2. stosowania ochronników słuchu,
3. profilaktycznej opieki medycznej.

Pierwsze dwa kierunki działań leżą głównie w gestii służb bhp, jakkolwiek współpraca służb medycznych jest jak najbardziej pożądana. Zostały one opisane w osobnych rozdziałach (patrz rozdział 11, 12, 13). Za trzeci kierunek działań odpowiada lekarz medycyny pracy. W niniejszym rozdziale omówione zostaną jedynie aspekty profilaktyki medycznej.

Zadania lekarza profilaktyka

Do podstawowych zadań lekarza sprawującego opiekę nad osobami pracującymi w narażeniu na hałas należy:

1. udział w identyfikacji i ocenie narażenia na hałas na stanowisku pracy,

2. przeprowadzanie lekarskich badań profilaktycznych,
3. udział w ocenie skuteczności indywidualnych ochron słuchu (ocena medyczna skuteczności zastosowanych ochronników słuchu),
4. udział w szacowaniu indywidualnego ryzyka rozwoju uszkodzenia słuchu oraz wdrażanie, we współpracy z pracodawcą, programów ochrony słuchu,
5. czynny udział w edukacji pracownika i pracodawcy w zakresie skutków działania hałasu i metod zapobiegania im (promocja zdrowia),
6. identyfikacja innych niż hałas czynników mogących doprowadzać u danego pracownika do rozwoju uszkodzenia słuchu,
7. ustawiczne kształcenie się w zakresie sprawowania opieki nad osobami pracującymi w narażeniu na hałas i uczestniczenie w wypracowywaniu skutecznych modeli realizacji tej opieki.

W realizacji powyższych zadań lekarz profilaktyk ma możliwość szerokiej współpracy z lekarzami innych specjalności (laryngologiem, audiologiem) oraz innymi podmiotami sprawującymi opiekę nad pracownikiem: pracodawcą, służbami bhp, Państwowym Inspektorem Pracy, Państwowym Inspektorem Sanitarnym, Społeczną Inspekcja Pracy, związkami zawodowymi.

Zakres i częstość badań profilaktycznych

Zakres i częstość przeprowadzania badań profilaktycznych u osób narażonych na hałas określa część szczegółowa załącznika do Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dn. 30 maja 1996 roku (DzU nr 69, 332) [4]. Dzieli ona badania profilaktyczne na 3 grupy:

1. badanie wstępne (przed rozpoczęciem zatrudnienia),
2. badania okresowe,
3. ostatnie badanie okresowe (przed rozwiązaniem umowy o pracę).

Rozporządzenie powyższe określa częstotliwość badań okresowych oraz zawiera uwagi metodologiczne do postępowania w szczegółowych sytuacjach, tj. gdy obserwowany jest rozwój uszkodzenia słuchu o dużej dynamice oraz w przypadku osób narażonych na hałas impulsowy i hałas o poziomach równoważnych przekraczających 110 dB (A).

Zgodnie z obecnym Rozporządzeniem [3] badania okresowe powinny być przeprowadzane co 1 rok przez pierwsze trzy lata pracy w narażeniu na hałas, a następnie co trzy lata. Częstsze badania słuchu w początkowym okresie narażenia wynikają z dynamiki rozwoju NIHL oraz możliwości wykrycia w tym czasie osób ze zwiększoną podatnością na uszkodzenie słuchu.

Poniżej omówiono aspekty poszczególnych rodzajów badań profilaktycznych, jak również przedstawiono szeroko aktualnie dyskutowane aspekty optymalizacji i uszczegółowienia opieki medycznej nad osobami pracującymi w narażeniu na hałas.

Badanie wstępne

Badanie wstępne wykonywane jest u kandydata do pracy, podejmującego zatrudnienie na stanowisku, na którym występuje narażenie na hałas, jak również u osób, u których z różnych przyczyn istnieje ustawowy obowiązek przeprowadzenia badania wstępnego (zmiana miejsca zatrudnienia lub dotychczasowego stanowiska pracy, badanie po okresie niezdolności do pracy). Ustawodawca nie precyzuje poziomów hałasu, które muszą być przekroczone, aby dana osoba podlegała badaniom profilaktycznym. Lekarz zdaje się w tym przypadku na informację z zakładu pracy o występowaniu hałasu na stanowisku pracy. Zgodnie z nową Dyrektywę Unijną [1] za pracę w hałasie, powyżej którego należy objąć pracownika badaniami profilaktycznymi, należy uznać wartość górnego progu działania, tj. wartość 85 dB(A).

Badanie wstępne obejmuje zebranie wywiadu, badanie przedmiotowe oraz ocenę stanu słuchu na podstawie standardowej audiometrii tonalnej z określeniem progów słuchu dla przewodnictwa powietrznego i kostnego w zakresie częstotliwości 125 Hz–8 kHz.

Badanie słuchu powinno być przeprowadzane w izolowanej akustycznie kabinie, spełniającej wymogi norm ISO 140, UNE-EN ISO 11957, ISO 717. Procedura badania powinna być standardowa, techniczne warunki jej wykonania opisuje szczegółowo norma PN-EN ISO 8253-1,2,3:2005 (patrz również rozdział 4). Zalecane jest przeprowadzenie przez każde laboratorium własnej kalibracji opierające się na badaniach młodych zdrowych otologicznie osób.

Pracownik nie powinien być eksponowany na hałas o średnim poziomie większym niż 80 dB(A) (LAeq ≥80 dB) na co najmniej 14 godzin przed wykonaniem badania słuchu. Poziom niższy niż 80 dB(A) powinien być zagwarantowany przy prawidłowym stosowaniu ochronników słuchu w trakcie pracy w narażeniu na hałas. Powyższe zasady badań mają na celu uniknięcie oceny czasowych zmian w narządzie słuchu występujących po ekspozycji na hałas.

Podstawowymi celami badania wstępnego jest identyfikacja przewlekłych zaburzeń zdrowia stanowiących przeciwwskazanie do podjęcia pracy w narażeniu na hałas. Do najważniejszych z nich należą:

1. Odbiorcze trwałe uszkodzenie słuchu powyżej wartości należnych dla wieku przynajmniej w jednym uchu;
2. Choroba Ménière'a;
3. Otoskleroza, nawet bez przekroczenia wartości należnych dla wieku;
4. Autoimmunizacyjna choroba ucha wewnętrznego;
5. Przebyte choroby ucha wewnętrznego (np. nagła głuchota, uraz głowy z uszkodzeniem słuchu);
6. Przewlekłe uciążliwe szumy uszne (zwłaszcza z niewielkimi uszkodzeniami słuchu);
7. Wyciek z ucha środkowego niepoddający się leczeniu;
8. Przebyte operacje ucha środkowego;
9. Oporne na leczenie wypryskowe zapalenie skóry przewodu słuchowego;
10. Zmiany skórne małżowiny uniemożliwiające noszenie ochronników słuchu.

Szczegółowe informacje dotyczące powyższych chorób zamieszczono w rozdziale 9.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej dotyczące badań profilaktycznych nie określa, jakie progi słuchu uznać za prawidłowe w aspekcie dopuszczenia do pracy w hałasie. Zgodnie z oceną kliniczną za prawidłowy próg słuchu przyjmowane są wartości w zakresie do 20 dB HL w całym paśmie ocenianych częstotliwości 125 Hz–8 kHz. Kryterium kliniczne jest jednak bardzo ostre, ponieważ nie uwzględnia procesu starzenia się narządu słuchu, ani nie odnosi utraty słyszenia tonów czystych do rozumienia słów (mowy). Zgodnie z klasyfikacją niedosłuchów Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) niewielkie ubytki słuchu, tj. ubytki w zakresie do 25 dB HL w częstotliwościach mowy, nie mają wpływu na wydolność społeczną narządu słuchu [5]. Stąd, biorąc dodatkowo pod uwagę, że badanie audiometrii tonalnej jest testem subiektywnym i wymagającym współpracy badanego, a skok w tym badaniu wynosi 5 dB, dla celów badań profilaktycznych za granicę szeroko rozumianej normy można uznać wartości progów słuchu do 25 dB HL w paśmie częstotliwości mowy. Obie normy (20 lub 25 dB HL) znajdują pełne zastosowanie w odniesieniu do ludzi młodych, u których pomijalny jest efekt starzenia się. Jeśli jednak badanie wstępne do pracy przeprowadza się u osób w późniejszym wieku, racjonalne jest przyjęcie za prawidłowe wartości progów słuchu z poprawką na wiek (tab. I). Zalecenia takie są przykładowo obowiązujące w Niemczech [2].

Tabela I. Normatywne wartości progowe słuchu w zależności od wieku

Wiek w latach [W]	Próg słuchu w dB HL*				
	1 kHz	**2 kHz**	**3 kHz**	**4 kHz**	**6 kHz**
W < 30	15	15	20	25	25
30 < W ≤ 35	15	20	25	25	30
35 < W ≤ 40	15	20	25	30	35
40 < W ≤ 45	20	25	30	40	40
W > 45	20	25	35	45	50

Wartości progów słuchu odnoszą się do audiometrii powietrznej, gdy nie ma przewodzeniowych zaburzeń słuchu; u osób ze stwierdzonym zaburzeniem przewodzenia dźwięku wartości te odnoszą się do audiometrii kostnej.

Przyjęcie wyżej wymienionych kryteriów w Polsce wydaje się być w pełni racjonalne. Nie stoi również w sprzeczności z przyjętym w Polsce ustawodawstwem określającym wielkość granicznego uszkodzenia słuchu dla choroby zawodowej (średnia dla 1, 2 i 3 kHz ≥ 45 dB) [4].

Żadne inne, w tym zwłaszcza ogólne, zaburzenia zdrowia nie są uznawane za przeciwwskazania do pracy w narażeniu na hałas, nawet jeśli są one prawdopodobnym czynnikiem zwiększonego ryzyka rozwoju NIHL (patrz rozdział 9).

Badania okresowe

Badania okresowe przeprowadzane są systematycznie u osób pracujących w narażeniu na hałas, podczas ich zatrudnienia w danym zakładzie pracy. Stanowią one realizację umowy między pracodawcą a lekarzem profilaktykiem. Nie odnoszą się natomiast do pracowników zmieniających zakład pracy lub podejmujących pracę w hałasie na innym stanowisku lub po okresie długiej przerwy, spowodowanej np. chorobą.

Celem badań okresowych jest monitorowanie stanu słuchu w aspekcie oceny prawidłowości realizacji działań profilaktycznych w danym zakładzie pracy. Zakres badania okresowego pokrywa się z zakresem badania wstępnego.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań profilaktycznych nie określa granicy głębokości uszkodzenia słuchu czy też dynamiki rozwoju tego uszkodzenia, które stanowiłyby przeciwwskazanie do dalszego zatrudnienia na dotychczasowym stanowisku pracy. Stąd istnieje duża dowolność orzekania w tym zakresie, oparta często na subiektywnej decyzji danego lekarza profilaktyka. Zgodnie ze standardami niemieckimi za istotne wartości niedosłuchu, świadczące o niedostatecznej ochronie słuchu osoby pracującej w narażeniu na hałas, należałoby uznać [2]:

- dużą dynamikę progresji niedosłuchu, tj. sumę wzrostu progów słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz > 30 dB (lub średni wzrost progów słuchu dla tych częstotliwości > 10 dB),
- uszkodzenie słuchu co najmniej w jednym uchu większe niż 30 dB, obliczone jako średnia dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz.

Pierwsze z kryteriów ustalone jest na podstawie częstotliwości audiometrycznych, dla których dynamika uszkodzenia słuchu związanego z hałasem jest największa (obejmuje bowiem częstotliwości 3 i 4 kHz). Drugie z kryteriów bazuje na częstotliwościach najbardziej istotnych dla rozumienia mowy, stanowiących również częstotliwości bazowe dla orzekania o chorobie zawodowej narządu słuchu.

Przekroczenie powyżej sugerowanych kryteriów wskazuje, że narażenie na hałas nie jest w wystarczającym stopniu kontrolowane i wymaga od lekarza podjęcia szeroko pojętych działań profilaktycznych. W szczególności do zadań lekarza profilaktyka należą w takim przypadku:

1. wskazanie pracodawcy na konieczność dostarczenia i stosowania indywidualnie dobranych ochronników słuchu,
2. szczególny nadzór nad prawidłowym stosowaniem ochronników słuchu w pracy, zarówno w aspekcie poprawności założenia, jak i czasu stosowania podczas zmiany roboczej (można to ocenić np. poprzez pomiar czasowego przesunięcia progu słuchu po zmianie roboczej; patrz również rozdział 11),
3. jeśli konieczne, zastosowanie, za zgodą zakładu pracy, metod zmniejszających poziom ekspozycji dziennej na hałas,
4. zwiększenie częstości badań słuchu (co 6 lub 12 miesięcy).

W trakcie pracy zawodowej w narażeniu na hałas wystąpić mogą istotne dla dalszej kwalifikacji do pracy zaburzenia zdrowia, niezwiązane z ekspozycją zawodową. Są to stany chorobowe narządu słuchu i układu równowagi, wymienione jako przeciwwskazania do pracy w hałasie w podrozdziale dotyczącym badań wstępnych. Należy mieć na uwadze, że wystąpienie lub nasilenie objawów chorobowych ze strony ucha środkowego i zewnętrznego mogą być przeciwwskazaniami czasowymi, a nie trwałymi, do zatrudnienia. Po ustąpieniu zmian zapalnych, kiedy możliwe jest ponowne zastosowanie ochronników słuchu, możliwe staje się również przywrócenia pracownika do pracy na dotychczasowym stanowisku. Wystąpienie zaburzeń ze strony narządu słuchu w trakcie pracy zawodowej w narażeniu na hałas wymaga bezwzględnie konsultacji specjalisty – lekarza otolaryngologa lub audiologa, celem postawienia prawidłowego rozpoznania i zastosowania odpowiedniego leczenia.

Kwestią dyskusji pozostaje, czy lekarz widząc w badaniach okresowych dużą dynamikę rozwoju uszkodzenia słuchu powinien odsuwać pracownika od pracy w hałasie. Zdaniem autorów niniejszego opracowania działanie takie zawsze stanowi ostateczność, dowodzi braku skuteczności profilaktyki zawodowego uszkodzenia słuchu i powinno być podejmowane w wyjątkowych sytuacjach, zawsze indywidualnie i po wyczerpaniu wszystkich innych sposobów ochrony pracownika przed skutkami działania hałasu. Zarówno pracownik, jak i pracodawca powinien wcześniej zostać poinformowany o takim zagrożeniu (w sposób niełamiący tajemnicy lekarskiej). Pracownik powinien przez pewien czas zostać dopuszczony warunkowo do pracy na danym stanowisku (pod ścisłą kontrolą stanu słuchu i sposobu wypełniania zaleceń profilaktycznych), tak by miał czas na przekwalifikowanie się do pracy na innym stanowisku pracy, niestwarzającym ryzyka dalszego rozwoju uszkodzenia słuchu. Pracodawca powinien poczynić wszelkie starania w kierunku zapewnienia pracownikowi możliwości zmiany stanowiska pracy (przyuczenie, szkolenia).

Wszelkie istotne dla losów pracownika działania powinny być poprzedzone co najmniej 2–3 badaniami słuchu (audiometria tonalna), wykonanymi w kilkudniowych odstępach czasu. Zalecane jest przeprowadzenie weryfikacji badań w referencyjnych ośrodkach (poradnie audiologiczne, WOMP, pracownie audiologiczne klinik uniwersyteckich, Instytut Medycyny Pracy). W przypadku stwierdzenia u pracownika podczas wykonywanych badań okresowych przewodzeniowych zaburzeń słuchu, będących następstwem np. zapalenia ucha środkowego, niedrożności trąbek słuchowych, pracownik powinien zostać czasowo odsunięty od pracy w narażeniu na hałas. Po zakończeniu leczenia powinno zostać wykonane badanie kontrolne oceniające wpływ danego schorzenia lub innego zdarzenia (uraz głowy, przyjmowanie leków ototoksycznych, epizod niedokrwienny ośrodkowego układu nerwowego) na narząd słuchu. Badanie okresowe powinno być wykonane również zawsze w przypadku zmiany stanowiska pracy przez pracownika w obrębie danego zakładu pracy.

W przypadku stwierdzenia dużej dynamiki uszkodzenia słuchu (wystąpienia istotnych wykładników progresji uszkodzenia słuchu), badania powinny być przeprowadzane co 6 miesięcy,

zaś w przypadku narażenia na hałas impulsowy lub hałas o poziomie równoważnym powyżej 110 dB (A) raz na rok.

Rozporządzenie MZiOS, na którym opierają się działania służby medycyny pracy, określa minimalny zakres opieki medycznej. Zakres ten może zostać poszerzony ze wskazań medycznych na wniosek lekarza profilaktyka lub na wniosek pracodawcy, który może to zawrzeć w umowie z lekarzem (np. poszerzenie zakresu diagnostycznego badań u pracowników zakładu). Lekarz sprawujący opiekę nad osobami zatrudnionymi w hałasie powinien dostosować zarówno zakres, jak i częstość badań okresowych do potrzeb zapewnienia jak najlepszej ochrony słuchu pracownika, z uwzględnieniem jego osobniczej podatności na działanie hałasu, poziomów hałasu na stanowisku pracy, jego impulsowości oraz dodatkowych środowiskowych czynników ryzyka, w tym narażenia na rozpuszczalniki organiczne.

Badanie końcowe

Jest to badanie wykonywane na zakończenie aktywności zawodowej lub przy zmianie zakładu pracy. Dokumentacja zmian słuchu w relacji do całego okresu narażenia na hałas stanowi ważny dokument zabezpieczający zakład pracy przed ewentualnymi roszczeniami pracownika w przyszłości. Zgodnie z obecnym ustawodawstwem za okres umożliwiający rozpoznanie choroby zawodowej – uszkodzenie słuchu spowodowanego hałasem – uważa się okres do 2 lat od zaprzestania pracy w narażeniu na hałas >85 dB(A).

Opieka profilaktyczna nad młodocianymi i kobietami w ciąży

Zgodnie z Ustawą o medycynie pracy osoby młodociane, które w trakcie nauki zawodu narażone są na hałas, podlegają profilaktycznym badaniom medycznym wg zasad dotyczących pracowników dorosłych [3]. Należy przy tym pamiętać, że wartość NDN hałasu jest niższa niż dla pracowników i dla równoważnego poziomu ekspozycji wynosi 80 dB(A).

Kobiety w ciąży, z chwilą rozpoznania tego stanu, nie powinny być zatrudnione w narażeniu na hałas. NDN dla kobiet w ciąży wynosi 65 dB(A), co jest dużo poniżej granicy poziomu ekspozycji całkowicie bezpiecznej dla narządu słuchu.

Piśmiennictwo

1. Directive 2003/10/EC of European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risk s arising from physical agents (noise) (17th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) (Official Journal of the European Communities. No L42/38,15.2.2003, 2003.
2. Milde J.J.: Guidelines for occupational medical examinations: Prophylaxis in occupational medicine. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV, Gentner Verlag, Stuttgart, Germany, 2007.
3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (DzU z 1996 r., Nr 69, poz. 332).
4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych (DzU z 2009 r., Nr 105, poz. 869)
5. www.who.inf?pbd/deafness/en.

11. Ochronniki słuchu

Dr nauk techn. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska
Mgr Małgorzata Zamojska

Najprostszym i najczęściej stosowanym sposobem ograniczenia narażenia na hałas jest stosowanie indywidualnych ochronników słuchu (środków ochrony indywidualnej), zmniejszających istotnie ilość energii akustycznej docierającej do ucha.

W środowisku pracy ochronników słuchu używa się przede wszystkim w sytuacji, gdy nie jest możliwe ograniczenie narażenia na hałas metodami technicznymi lub organizacyjno-administracyjnymi, a także wtedy, gdy ekspozycja występuje rzadko lub gdy pracownik obsługujący hałaśliwe urządzenie musi jedynie okresowo wchodzić do pomieszczenia, w którym się ono znajduje.

Rodzaje ochronników słuchu

Obecnie dostępne są dwie kategorie ochronników słuchu, a mianowicie:

- pasywne ochronniki słuchu wykonane z materiałów pochłaniających lub/i odbijających dźwięk,
- specjalne ochronniki słuchu, czyli ochronniki słuchu wykonane z materiałów pochłaniających lub/i odbijających dźwięk realizujące dodatkowe funkcje, które są wyposażone w dodatkowe układy mechaniczne lub elektroniczne.

Do specjalnych ochronników zalicza się:

a) ochronniki słuchu o regulowanym wzmocnieniu – zaprojektowane w celu zapewnienia różnego tłumienia w zależności od zmian poziomu hałasu; ich podstawowym zadaniem jest ochrona przed hałasem impulsowym i przerywanym oraz umożliwienie komunikacji w okresach ciszy;
b) ochronniki o płaskiej charakterystyce tłumienia w całym zakresie częstotliwości, umożliwiające efektywną komunikację;
c) ochronniki słuchu wyposażone w układy do komunikacji przewodowej lub bezprzewodowej, umożliwiające porozumiewanie się, odbiór sygnałów ostrzegawczych, poleceń słownych lub programów rozrywkowych;
d) ochronniki z aktywną redukcją hałasu (ARN) – ochronniki wyposażone w układy elektro-akustyczne służące do kompensacji dźwięków dochodzących z zewnątrz.

Wśród ochronników o regulowanym wzmocnieniu wyróżnia się:
- ochronniki słuchu zawierające układy elektroniczne odtwarzające dźwięki; w warunkach niskich poziomów hałasu odbierany przez mikrofon zewnętrzny dźwięk jest wzmacniany i przekazywany do głośnika wewnątrz czaszy nausznika lub wkładki; gdy poziom dźwięku na zewnątrz ochronnika wrasta, układy elektroniczne stopniowo redukują transmisję dźwięku w ochronniku słuchu;
- pasywne ochronniki o regulowanym tłumieniu – wyposażone w filtry akustyczne, przepuszczające sygnały akustyczne o niskich poziomach dźwięku, lecz zapewniające większe tłumienie hałasów o wysokich poziomach dźwięku; przewidziane przede wszystkich do tłumienia hałasów impulsowych o bardzo wysokich poziomach, np. takich jak hałas z broni palnej.

Zasada działania aktywnych ochronników słuchu oparta jest na idei interferencji fal akustycznych i sprowadza się do kompensacji hałasu dźwiękami generowanymi z dodatkowych źródeł. Układy tego typu są stosowane przede wszystkim do poprawy skuteczności tłumienia hałasu niskoczęstotliwościowego, umożliwiają redukcję rzędu 10–15 dB w zakresie częstotliwości 50–500 Hz [1].

Zarówno pasywne, jak i specjalne ochronniki słuchu są dostępne w formie:
- dousznych wkładek przeciwhałasowych (jednorazowego lub wielokrotnego użytku), w tym wkładek kształtowanych przez producenta lub użytkownika oraz wkładek formowanych (dopasowywanych) indywidualnie do kanału usznego użytkownika,
- nauszników przeciwhałasowych (nahełmowych lub z nagłowną sprężyną dociskową) oraz hełmów przeciwhałasowych.

Parametry tłumienne ochronników słuchu

Właściwości tłumienne ochronników słuchu są charakteryzowane przez następujące parametry: a) średnie tłumienie dźwięku M_f, b) założony poziom tłumienia APV_{fx}, w tym minimalne tłumienie, c) tłumienie: wysokoczęstotliwościowe H, średnioczęstotliwościowe M i niskoczęstotliwościowe L oraz d) jednoliczbową ocenę tłumienia SNR. Parametry te są wyznaczane na podstawie testowania wybranych egzemplarzy danego typu ochronników.

Podstawowym parametrem określającym właściwości ochronnika słuchu jest tłumienie dźwięku M_f. Jest to wielkość określająca, o ile decybeli obniży się poziom ciśnienia akustycznego w pasmach oktawowych 63–8000 Hz przy błonie bębenkowej po zastosowaniu ochronnika.

Parametr ten jest określany na podstawie badań z udziałem 16-osobowej grupy młodych, zdrowych otologicznie słuchaczy w specjalnej kabinie (wg wymagań PN-EN 24869–1) [2]. Tłumienie dźwięku M_f wyznacza się na podstawie pomiaru różnicy progu słyszenia słuchacza z ochronnikiem i bez ochronnika słuchu. Sygnałem testowym jest szum różowy[1] filtrowany w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 63, 126, 250, 500, 1000, 2000, 4000 i 8000 Hz.

Badania przeprowadza się na co najmniej dwóch próbkach ochronnika słuchu. Próg słuchu bez i z ochronnikiem jest mierzony jednokrotnie dla każdego słuchacza. W wyniku przeprowadzonych pomiarów otrzymuje się dla każdego pasma częstotliwości wartości średnie tłumienia dźwięku M_f i odchylenie standardowe s_f.

Na podstawie wyznaczonych w ten sposób wartości M_s i s_f oblicza się pozostałe parametry tłumienne ochronników. Różnica między średnim tłumieniem dźwięku M_f a odchyleniem stan-

1 Szum różowy – dźwięk złożony, którego gęstość widmowa mocy akustycznej jest odwrotnie proporcjonalna do częstotliwości. Poziom ciśnienia akustycznego w tercjowych (oktawowych) pasmach częstotliwości nie zależy od częstotliwości środkowej pasm.

dardowym s_f określa minimalne tłumienie dźwięku (APV_f). Założony poziom tłummienia APV_{fx} (z ang. *assumed protection value*) jest ogólnie określony wzorem (1):

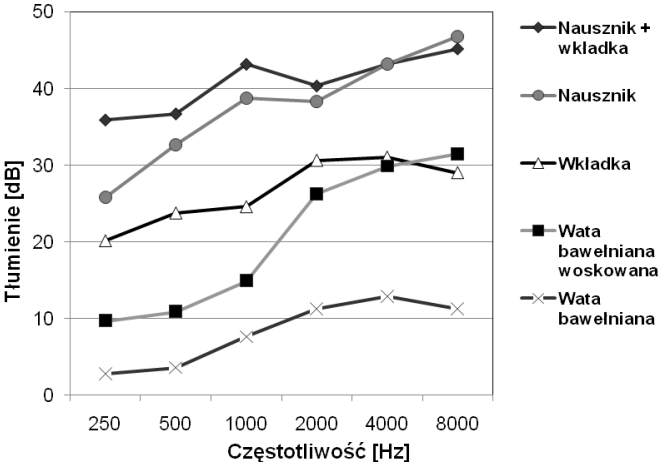
$$APV_{fx} = M_f - \alpha s_f \quad (1)$$

gdzie:
M_f – średnie tłumienie dźwięku w f-tym paśmie oktawowym, w dB,
s_f – odchylenie standardowe tłumienia dźwięku w f-tym paśmie oktawowym, w dB,
f – pasma oktawowe: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz,
α – przyjęty współczynnik korekcyjny przy założonym poziomie ochrony (np. dla x=80%; 84%; 90%, i 95% – α=0,84; 1,00; 1,28 i 1,64).

W związku z tym, że przy określaniu właściwości tłumiennych ochronników słuchu nie uwzględnia się żadnych indywidualnych cech ich potencjalnych użytkowników, przyjmuje się założony poziom ochronny (x). Zgodnie z definicją poziom ochronny to odsetek sytuacji, w których tłumienie dźwięku przez ochronnik będzie nie mniejsze od deklarowanego.

Parametry tłumienne H, M, L określają, o ile decybeli zmniejszy się poziom dźwięku A przy błonie bębenkowej po zastosowaniu ochronnika odpowiednio w przypadku hałasów wysokoczęstotliwościowych, średnioczęstotliwościowych i niskoczęstotliwościowych[2]. Z kolei parametr SNR (z ang. *single noise reduction*) mówi o tym, o ile obniży się poziom dźwięku w przypadku hałasu o widmie zbliżonym do szumu różowego; wartość tę należy odjąć od poziomu dźwięku C hałasu, aby oszacować poziom dźwięku A pod ochronnikiem.

Parametry tłumienne wybranych typów ochronników słuchu przedstawiono na rycinie 1.



Rycina 1. Porównanie właściwości tłumiennych wkładki dousznej i ochronnika nausznikowego oraz ich kombinacji z właściwościami waty bawełnianej i woskowanej waty bawełnianej.

2 Pojęcia hałas wysokoczęstotliwościowy, średnioczęstotliwościowy i niskoczęstotliwościowy mówią o tym, jaki zakres częstotliwości dominuje w widmie hałasu. Rodzaj hałasu jest określany na podstawie różnic pomiędzy poziomem dźwięku C i poziomem dźwięku A ($L_C - L_A$), czyli na podstawie tzw. wskaźnika oceny widma. Zgodnie z ustaleniami normy PN-EN ISO 4869-2:2002 parametry tłumienne H, M, L są wyznaczane dla hałasów o określonych wartościach różnic $L_C - L_A$, a mianowicie (i) $L_C - L_A = -2$ dB – parametr H, (ii) $L_C - L_A = +2$ dB – parametr M, oraz (iii) $L_C - L_A = +10$ dB – parametr L.

Zasady doboru ochronników słuchu

Podstawowym warunkiem prawidłowego doboru ochronników słuchu jest zapewnienie pod ochronnikiem poziomu dźwięku niższego niż obowiązujące wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu (w tym równoważnego poziomu dźwięku A niższego niż 85 dB i szczytowego poziomu dźwięku C niższego niż 135 dB). Istotna jest również dolna granica poziomu dźwięku pod ochronnikiem, jako że zbyt duże wytłumienie hałasu może powodować u pracownika poczucie izolacji akustycznej. Dlatego zaleca się, aby równoważny poziom dźwięku A pod ochronnikiem nie był niższy niż 70 dB.

W związku z tym, że istnieje wiele typów ochronników różniących się konstrukcją, funkcjami i parametrami tłumiennymi, przy ich doborze uwzględnia się również wygodę użytkowania, specjalne potrzeby użytkownika oraz warunki środowiskowe stosowania ochronników (np. wysoką i niską temperaturę lub wilgotność, konieczność rozumienia mowy czy też możliwość stosowania w warunkach ekspozycji na hałas przerywany itp.), a także przeciwwskazania zdrowotne.

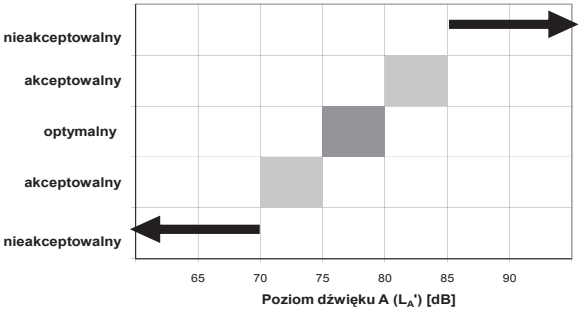
Osoby z problemami zdrowotnymi ze strony narządu słuchu, takimi jak podrażnienie przewodu słuchowego, ból ucha, wyciek z ucha i ubytki słuchu, lub pozostające w trakcie leczenia tych chorób, powinny być konsultowane przez laryngologa.

O wygodzie użytkowania wkładek przeciwhałasowych decyduje m.in. łatwość ich wkładania i wyjmowania, natomiast ochronników nausznikowych – masa i siła docisku sprężyny dociskowej. Praca fizyczna w wysokich temperaturach i dużej wilgotności powietrza może powodować pocenie się skóry pod poduszkami ochronników nausznikowych. Wówczas lepszym rozwiązaniem może być stosowanie wkładek przeciwhałasowych. Z kolei praca w zanieczyszczonych warunkach wymaga sprawdzenia, czy zakładanie ochronników, zwłaszcza wkładek, brudnymi rękoma nie stwarza ryzyka infekcji u ich użytkowników.

Dobór ochronników słuchu na podstawie parametrów tłumiennych

Podstawą doboru ochronników słuchu jest oszacowanie spodziewanego poziomu dźwięku pod ochronnikiem słuchu na podstawie parametrów tłumiennych ochronników słuchu i wyników pomiarów hałasu. Tłumienie ochronnika słuchu można uznać za wystarczające, gdy równoważny poziom dźwięku $L'_{Aeq,Te}$ pod ochronnikiem (poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnnego dobowego wymiaru czas $L'_{EX,8h}$) i szczytowy poziom dźwięku C (tylko w przypadku hałasów impulsowych i udarowych) jest niższy od wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu. Jednakże w celu uniknięcia zbyt dużego wytłumienie hałasu, które mogłoby powodować poczucie izolacji akustycznej u pracownika, zalecane jest, aby poziom dźwięku A pod ochronnikiem nie był mniejszy niż 70 dB. Optymalny dobór ochronnika ma miejsce wtedy, gdy pod ochronnikiem występuje hałas o poziomie dźwięku A z przedziału 75–80 dB (ryc. 2).

Ogólne zalecenia dotyczące doboru, użytkowania oraz konserwacji codziennej i okresowej ochronników słuchu opisuje norma PN-EN 458:2006 [3]. Sposób postępowania jest uzależniony od rodzaju hałasu. W przypadku narażenia na hałas impulsowy lub udarowy o szczytowym poziomie dźwięku C powyżej 140 dB, przy przeliczeniach uwzględnia się parametry tłumienne H, M lub L i skład widmowy hałasu. Natomiast w przypadku ekspozycji na hałas ustalony, nieustalony i impulsowy o szczytowym poziomie dźwięku C poniżej 140 dB, norma daje do wyboru cztery metody doboru ochronników słuchu, tj.: a) metodę pasm oktawowych, b) metodę HML, c) metodę kontroli HML oraz d) metodę SNR. W zależności od metody wymagane są inne dane pomiarowe nt. hałasu (równoważne poziomy ciśnień w pasmach oktawowych 63(125)–8000 Hz lub równoważny poziom dźwięku A lub/i równoważny poziom dźwięku C) i brane pod uwagę inne parametry tłumienne ochronników (parametry APV_f lub H, M, L lub SNR).



Rycina 2. Zasady doboru ochronników słuchu na podstawie oceny poziomu dźwięku A pod ochronnikiem

Najdokładniejszą metodą doboru ochronników jest metoda pasm oktawowych, aczkolwiek równie dokładna jest metoda HML. Metodę kontroli HML należy traktować jako orientacyjną. Z kolei metoda SNR daje wiarygodne wyniki w przypadku typowych hałasów przemysłowych, ale zdecydowanie zaniża poziom dźwięku pod ochronnikiem w przypadku hałasów niskoczęstotliwościowych.

Dobór ochronników słuchu wg specjalnych potrzeb lub wymagań

W przypadku, gdy występują specjalne potrzeby lub wymagania istnieje możliwość stosowania ochronników specjalnych, czyli pasywnych ochronników wyposażonych w dodatkowe układy mechaniczne lub elektryczne. Przykładowo ochronniki słuchu o regulowanym tłumieniu mogą być rozpatrywane do stosowania wtedy, gdy występuje hałas impulsowy lub przerywany oraz jeśli wymagane jest dobre rozumienie mowy. Z kolei ochronniki słuchu z urządzeniami do komunikacji mogą być używane:

- podczas szkoleń i zajęć edukacyjnych w hałaśliwych miejscach,
- w miejscach hałaśliwych, gdzie przekazywane są szczegółowe instrukcje,
- podczas zwiedzania zakładów przemysłowych w hałaśliwych miejscach,
- tam, gdzie odtwarza się audycje radiowe.

Natomiast w przypadku hałasów niskoczęstotliwościowych o wysokich poziomach zalecane jest stosowanie ochronników słuchu z aktywną redukcją hałasu[3].

Rzeczywista skuteczność ochronników słuchu

Znormalizowane metody szacowania poziomu dźwięku pod ochronnikiem słuchu nie biorą pod uwagę szeregu czynników warunkujących ich rzeczywistą skuteczność, w tym wpływu procesu starzenia i rzeczywistych warunków akustycznych, w jakich są one użytkowane.

Warto pamiętać o tym, że parametry tłumienne ochronników, a w szczególności tłumienie dźwięku M_f, wyznaczane jest w warunkach laboratoryjnych z zastosowaniem sygnałów testowych o niskich poziomach dźwięku, podczas gdy ochronników używa się w hałaśliwych miejscach (o poziomach dźwięku powyżej 80 dB). Nic więc dziwnego, że badania rzeczywistej skuteczności ochronników prowadzone na hałaśliwych stanowiskach pracy często wykazują, że jest ona znacz-

3 Zasady doboru specjalnych ochronników słuchu z odtwarzaniem dźwięku oraz aktywną redukcją hałasu zawierają odpowiednio Załączniki C i D do normy PN-EN 458:2006.

nie niższa od skuteczności wyznaczanej w warunkach laboratoryjnych w procesie certyfikacji. Różnice te, w zależności od rodzaju ochronników (zarówno wkładek, jak i ochronników nausznikowych), mogą dochodzić nawet do kilkunastu dB [5].

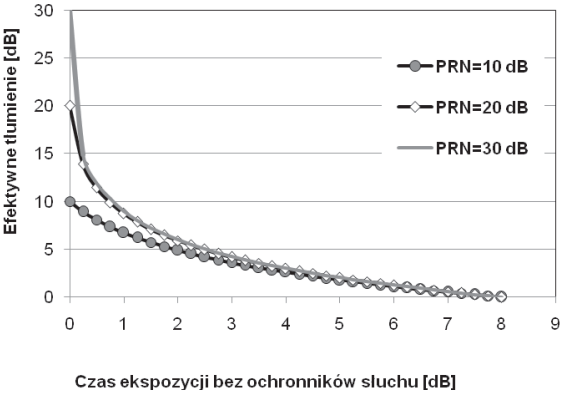
Również badania dotyczące wpływu czasu użytkowania i magazynowania oraz oddziaływania warunków atmosferycznych na właściwości tłumienne nauszników przeciwhałasowych wskazują, że wpływ ten, w przypadku niektórych wzorów ochronników, może być znaczący. W odniesieniu do niektórych rozwiązań konstrukcyjnych obserwowano pogorszenie skuteczności ochronników rzędu 8–10 dB związane z czasem magazynowania lub/i oddziaływania warunków atmosferycznych [4].

Niebagatelne znaczenie dla rzeczywistej skuteczności ochronników słuchu ma także poprawne ich zakładanie i noszenie. Jest to szczególnie istotne w przypadku wkładek dousznych. Niepoprawne ich stosowanie, wynikające z braku odpowiedniego przeszkolenia, może powodować obniżenie ich skuteczności w zakresie częstotliwości poniżej 1000 Hz rzędu kilkunastu dB, a w zakresie wyższych częstotliwości – o 5 dB [5].

Jednym ze sposobów weryfikacji rzeczywistej skuteczności ochronników słuchu jest metoda pomiaru czasowych zmian słuchu z zastosowaniem audiometrii tonalnej lub emisji otoakustycznych. Badania te wykonuje się dwukrotnie, czyli przed i po zakończeniu zmiany roboczej. Brak czasowego przesunięcia (pogorszenia) progu słuchu (TTS) ocenianego z zastosowaniem audiometrii tonalnej (przewodnictwo powietrzne) lub czasowego obniżenia amplitudy sygnału emisji otoakustycznej stanowi potwierdzenie skutecznej ochrony narządu słuchu przed hałasem.

Pracownicy narażeni na bardzo wysokie poziomy hałasu mogą niekiedy potrzebować większej ochrony niż ta, jaką zapewniają same nauszniki przeciwhałasowe lub wkładki douszne. W takich przypadkach można stosować ochronę podwójną (za pomocą wkładki i nausznika). Należy mieć jednak świadomość, że przy jednoczesnym stosowaniu wkładek przeciwhałasowych i ochronników nausznikowych tłumienie dźwięku nie jest sumą tłumienia obu typów ochronników. Stosowanie niektórych kombinacji może prowadzić do pogorszenia właściwości ochronnych. Dlatego stosowanie tego typu rozwiązań zaleca się stosować, gdy potwierdzone są właściwości tłumienne zestawu [3].

Warto pamiętać o tym, że podstawowym warunkiem skutecznej ochrony przed hałasem jest nieprzerwane stosowanie ochronników w trakcie narażenia. Nawet jeśli ochronniki zdejmowane są na krótki czas, to ich efektywna skuteczność znacząco maleje (ryc. 3).



Rycina 3. Skuteczność ochrony, jaką zapewnia stosowanie ochronników słuchu o różnym przewidywanym tłumieniu (PRN) w zależności od długości przerw w ich stosowaniu

W przypadku stosowania ochronników przez część zmiany roboczej, o ich skuteczności bardziej decyduje czas przebywania w hałasie bez ochronników niż ich parametry tłumienne (przewidywane tłumienie PRN). Przykładowo jednogodzinna przerwa w noszeniu ochronników w ciągu 8-godzinnej zmiany w przypadku ochronników o tłumieniu rzędu 20–30 dB powoduje obniżenie efektywnej skuteczności o około 12–13 dB. Z kolei skrócenie czasu użytkowania ochronników o połowę, bez względu na ich tłumienie (10, 20 lub 30 dB) powoduje, że ich skuteczność jest taka sama i wynosi zaledwie około 3 dB.

Piśmiennictwo

1. Engel Z., Makarewicz G., Murzyński T., Zawieska W.M.: Aktywne metody redukcji hałasu. CIOP, Warszawa, 2001.
2. PN-EN ISO 24896-1: 1999 Akustyka. Ochronniki słuchu. Metoda subiektywna pomiaru tłumienia dźwięku.
3. PN-EN 458: 2006 Ochronniki słuchu. Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej. Dokument przewodni.
4. Kotarbińska E.: Ochronniki słuchu – przepisy, rozwiązania konstrukcyjne, metody doboru. Bezpieczeństwo Pracy, 2005, nr 4, s. 2e5.
5. Starck J., Toppila E., Pyykkö I.: Hearing protectors. W: Luxon L., Linda M., Prasher D. (red.). Noise and Its Effects. John Wiley & Sons Ltd, 2007, s. 667–680.

12. Szacowanie ryzyka zawodowego uszkodzenia słuchu

Dr nauk tech. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska
Mgr Adam Dudarewicz

Skuteczna ochrona słuchu przed skutkami działania hałasu jest w znacznym stopniu uwarunkowana prawidłowym oszacowaniem ryzyka uszkodzenia słuchu. Miarą ryzyka uszkodzenia słuchu jest odsetek osób (danej płci) w populacji, u których progi słuchu dla poszczególnych częstotliwości audiometrycznych lub średni próg słuchu dla wybranej kombinacji częstotliwości osiągają lub przekraczają przyjętą wartość graniczną.

Obowiązujące przepisy prawne, w tym Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [3] obligują pracodawcę do szacowania tzw. ryzyka zawodowego. Pojęcie ryzyka zawodowego zostało wprowadzone do prawa europejskiego dyrektywą nr 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków sprzyjających poprawie bezpieczeństwa i higieny pracy. W dyrektywie tej przywołuje się wprawdzie pojęcie „ryzyka", ale nie definiuje go [1]. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku dyrektywy hałasowej nr 2003/10/EW [2]. W Polsce zgodnie z § 2 pkt 7 ww. Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej przez ryzyko zawodowe rozumie się „*prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą, powodujących straty, w szczególności wystąpienia u pracowników niekorzystnych skutków zdrowotnych w wyniku zagrożeń zawodowych występujących w środowisku pracy lub sposobu wykonywania pracy*" [3]. Ryzyko zawodowe jest więc pojęciem szerszym niż pojęcie ryzyka uszkodzenia słuchu istotnego z punktu widzenia lekarza sprawującego opiekę nad pracownikiem narażonym na hałas w miejscu pracy.

Zasady oceny ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy opisuje norma PN-N-18002:2000[1]. Zgodnie z zaleceniami tej normy, podstawę szacowania ryzyka zawodowego stanowią wielkości charakteryzujące narażenie, w szczególności narażenie na hałas, co pozwala jedynie na jego opisowe określenie (tab. I). Brak jest ilościowego odniesienia parametrów ekspozycji do głębokości ubytków słuchu, czyli powiązania narażenia z ryzykiem

1 W Polsce do szacowania ryzyka zawodowego poza metodą wg PN-N-18002:2000 stosuje się również inne metody, w tym metodę risk score, metodę pięciu kroków, metodę wstępnej analizy zagrożeń (z ang. *preliminary hazard analysis* – PHA) oraz metodę analizy bezpieczeństwa pracy (z ang. *job safety analysis* – JSA).

zdrowotnym. Pomijane są przy tym inne czynniki decydujące o urazowości hałasu, dotyczące zarówno samej ekspozycji na hałas (np. impulsowość, stosowanie przerw w pracy), a także innych czynników środowiskowych i osobniczych, w tym występujących łącznie z hałasem narażeń na niektóre substancje chemiczne (np. rozpuszczalniki organiczne) lub drgania mechaniczne, na co uwagę zwracają szczegółowe przepisy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne, stanowiące implementację ww. dyrektywy hałasowej [4].

Tabela I. Oszacowanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na hałas jako czynnikiem szkodliwym dla narządu słuchu w skali trójstopniowej wg Załącznika B.2 do normy PN-N-18002:2000 [8]. Wyniki szacowania dotyczą ogółu zatrudnionych z wyłączeniem kobiet ciężarnych i osób młodocianych; przy szacowaniu ryzyka dla grup szczególnego ryzyka zalecane jest uwzględnienie ustanowionych dla nich wartości dopuszczalnych.

Wartość wielkości charakteryzującej narażenie (P)*		**Ryzyko**
$P>P_{max}$	$L_{EX,8h}$ ($L_{EX,w}$) > 85 dB lub $L_{A\ max}$ > 115 dB lub $L_{C\ peak}$ > 135 dB	Duże
$P_{max} \geq P \geq 0{,}5\ P_{max}$	85 dB ≥ $L_{EX,8h}$ ($L_{EX,,w}$) ≥ 82 dB oraz 109 dB ≥ $L_{A\ max}$ ≥ 115 dB oraz 129 dB ≥ $L_{C\ peak}$ ≥ 135 dB	Średnie
$P<0{,}5\ P_{max}$	$L_{EX,8h}$ ($L_{EX,w}$) < 82 dB oraz $L_{A\ max}$ < 109 dB oraz $L_{C\ peak}$ < 129 dB	Małe

* Bez uwzględnienia ograniczenia narażenia poprzez zastosowanie środków ochrony indywidualnej; stosowanie prawidłowo dobranych ochronników słuchu pozwala na zmianę oszacowania ryzyka np. z dużego na średnie.

P_{max} – wartość dopuszczalna wielkości charakteryzującej narażenie, np. wartość najwyższego dopuszczalnego natężenia (NDN)

$L_{EX,8h}$ ($L_{EX,w}$) – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy (tygodnia pracy)

$L_{A\ max}$ – maksymalny poziom dźwięku A

$L_{C\ peak}$ – szczytowy poziom dźwięku C

Narażenie na hałas w miejscu pracy po raz pierwszy powiązano z ryzykiem zdrowotnym w normie międzynarodowej ISO 1999:1975 [5]. W normie tej podano wyniki szacowania

ryzyka upośledzenia słuchu wywołanego hałasem, wyrażonego jako różnica między odsetkiem osób w danym wieku narażonych na hałas i odsetkiem osób nienarażonych na hałas w tym samym wieku, u których stwierdzono niedomogę słuchu. Przyjęto przy tym założenie, że niedomoga słuchu utrudniająca rozumienie mowy występuje wtedy, gdy średnia arytmetyczna trwałego przesunięcia progu słyszenia dla częstotliwości audiometrycznych 500, 1000 i 2000 Hz jest większa lub równa 25 dB. Zgodnie z ustaleniami ww. normy ryzyko upośledzenia słuchu po 40 latach pracy w hałasie o poziomie dźwięku A równym 90 dB wynosi 21% i maleje do 10% przy poziomie 85 dB. Zerowe ryzyko wystąpienia niedomogi słuchu występuje dopiero przy poziomie 80 dB (tab. II).

Tabela II. Ryzyko wystąpienia niedomogi słuchu w funkcji ekspozycji zawodowej na hałas wg normy międzynarodowej ISO 1999:1975 [5]

Poziom dźwięku A [dB]	**Ryzyko [%]**									
	Czas narażenia [lata]									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7
90	0	4	10	14	16	16	18	20	21	15
95	0	7	17	24	28	29	31	32	29	23
100	0	12	29	37	42	43	44	44	41	33
105	0	18	42	53	58	60	62	61	54	41

W drugim, aktualnym wydaniu normy międzynarodowej ISO 1999: 1990 (PN-ISO 1999: 2000[2]) [6] opisano metodę umożliwiającą wyznaczanie przewidywanych trwałych ubytków słuchu w populacji osób narażonych zawodowo na hałas oraz szacowanie ryzyka uszkodzenia słuchu na podstawie takich zmiennych, jak wiek, płeć i narażenie na hałas (średni poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia (tygodnia) pracy ($L_{EX, 8h}$/ $L_{EX, w}$) i czas narażenia w latach).

2 Polska norma PN-ISO 199:2000 jest tłumaczeniem angielskiej wersji normy międzynarodowej ISO 1999:1990 i jest wydana jako norma identyczna z wprowadzoną normą międzynarodową.

Szacowanie ryzyka uszkodzenia słuchu wg ISO 1999:1990

Norma międzynarodowa ISO 1999:1990 zakłada, że próg słuchu związany z wiekiem i hałasem (z ang. *hearing threshold level related to noise and age* – HTLAN) jest kombinacją progu słuchu związanego z wiekiem i płcią (HTLA) oraz trwałego przesunięcia progu słuchu wywołanego hałasem (NIPTS)[3] i pozwala na wyznaczenie rozkładów przewidywanych ubytków słuchu w populacji osób w danym wieku i danej płci narażonych zawodowo na hałas.

Zgodnie z ustaleniami normy miarą ryzyka uszkodzenia słuchu związanego z ekspozycją na hałas i wiekiem jest odsetek (centyl[4]) osób w danym wieku (oddzielnie kobiet i mężczyzn), których próg słuchu przekracza założoną wartość graniczną (np. 25 dB HL). Z kolei ryzyko uszkodzenia (upośledzenia) słuchu związane tylko z ekspozycją na hałas jest określane jako różnica między odsetkiem (centylem) populacji w danym wieku (oddzielnie kobiet i mężczyzn) narażonych na hałas, dla którego próg słuchu przekracza wartość graniczną, a odsetkiem populacji w tym samym wieku (i tej samej płci) bez narażenia na hałas z progiem słuchu powyżej wartości granicznej. W obu przypadkach ryzyko może być określane oddzielnie dla poszczególnych częstotliwości (1, 2, 3, 4 i 6 kHz) lub jako wartość średnia dla kombinacji częstotliwości, np. jako średnia dla 1, 2 i 3 kHz lub 2, 3 i 4 kHz. Częstotliwości 1, 2 i 3 kHz są szczególnie istotne ze względu na rozumienie mowy i tzw. wydolność socjalną słyszenia. Z kolei częstotliwości 2, 3 i 4 kHz są optymalne do monitorowania wczesnych ubytków słuchu spowodowanych hałasem.

Progi słuchu w populacji osób nienarażonych zawodowo na hałas (HTLA) zależą nie tylko od wieku i płci, ale również od szeregu innych czynników, w tym przebytych chorób, przyjmowanych leków ototoksycznych oraz nieznanej zawodowej i pozazawodowej ekspozycji na hałas. Dlatego norma dopuszcza stosowanie dwóch baz danych odniesienia, tj. bazy danych uwzględniającej progi słuchu wyselekcjonowanej populacji zdrowych otologicznie osób (oddzielnie kobiet i mężczyzn) wg normy ISO 7029 (baza danych A) i bazy obejmującej niewyselekcjonowane, nienarażone zawodowo na hałas populacje (mężczyzn i kobiet) z uprzemysłowionych krajów europejskich i północnoamerykańskich (baza danych B).

A zatem, aby oszacować ryzyko należy:

- ustalić wiek, płeć oraz parametry narażenia na hałas (średni poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy[5] i czas narażenia w latach);

---

3 Próg słuchu związany z wiekiem i narażeniem na hałas wg normy ISO 1999:1990 opisuje następujący wzór:

$$HTLAN = HTLA + NIPTS - \frac{HTLA \cdot NIPTS}{120}$$

gdzie:
HTLA – próg słuchu związany z wiekiem (i płcią) (z ang. *age-related hearing threshold level*), w dB;
NIPTS – trwałe przesunięcie progu słuchu wywołane ekspozycją na hałas (z ang. *noise-induced permanent threshold shift* – NIPTS) wyznaczone przy uwzględnieniu uśrednionego (za czas narażenia) poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{EX,\,8h}$ ($L_{EX,\,w}$) i czasu narażenia T, w latach.

4 Centyl – to parametr pozycyjny rozkładu zmiennej losowej; dzieli on zbiorowość statystyczną uporządkowaną wg wartości badanej cechy w kolejności niemalejącej. Na użytek normy PN-ISO 1999:2000 przyjęto, że jest to wartość z przedziału od 0 do 1, która określa część rozkładu znajdującą się powyżej lub równą danej wartości.

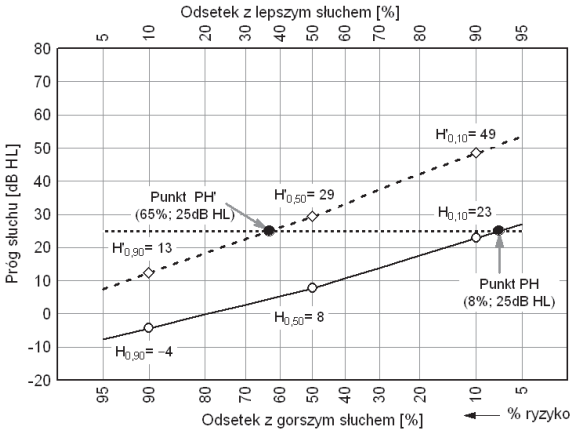
5 Średni poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy za okres pracy w narażeniu na hałas jest obliczany wg wzoru:

$$L_{EX} = 10 \lg\left(\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{N} T_i \cdot 10^{0{,}1\cdot(L_{EX,8h})_i}\right)$$

gdzie:
N – liczba różnych zajmowanych stanowisk pracy; $(L_{EX,8h})_i$ – równoważny poziom dźwięku odniesiony do 8-godzinnego dni pracy na i-tym stanowisku pracy, w dB; T_i – okres zatrudnienia na i-tym stanowisku pracy, w latach; $T = \sum_{i=1}^{N} T_i$ – łączny czas narażenia na hałas w latach.

- wybrać oceniane częstotliwości lub ich kombinację (np. 1, 2 i 3 kHz) i ustalić graniczną wartość progu słuchu (np. 25 lub 45 dB);
- przyjąć referencyjną bazę danych z progami słuchu populacji osób nienarażonych zawodowo na hałas (bazę danych A lub B).

Przykład ilustrujący sposób szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu przedstawiono na rycinie 1.



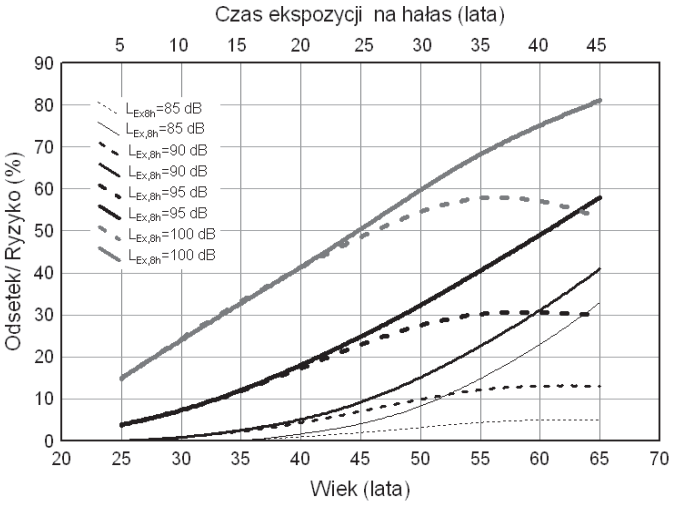
Rycina 1. Przykład oszacowania ryzyka upośledzenia słyszenia wg PN-ISO 1999:2000

Na wykresie przedstawiono rozkład progu słyszenia (dla częstotliwości 4 kHz) w grupie 40-letnich mężczyzn narażonych na hałas o poziomie ekspozycji $L_{EX,8h}$=95 dB przez okres 20 lat (H') oraz rozkład progu słyszenia w grupie wyselekcjonowanych, zdrowych otologicznie mężczyzn w wieku 40 lat, nienarażonych zawodowo na hałas (H), zaczerpnięty z bazy danych A. Punkt PH' określa odsetek osób narażonych na hałas z progiem słuchu powyżej 25 dB HL (równy 65%), a punkt PH – odsetek osób bez narażenia na hałas z takim samym stanem słuchu (równy 8%). Ryzyko upośledzenia słuchu związane z ekspozycją wynosi 57% (65%–8%=57%).

Przykładowe wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu związanego z narażeniem na hałas i wiekiem oraz ryzyka związanego tylko z narażeniem hałas podano w Tabelach III–VI. W obliczeniach tych uwzględnione zostały rozkłady progu słuchu bazy danych A.

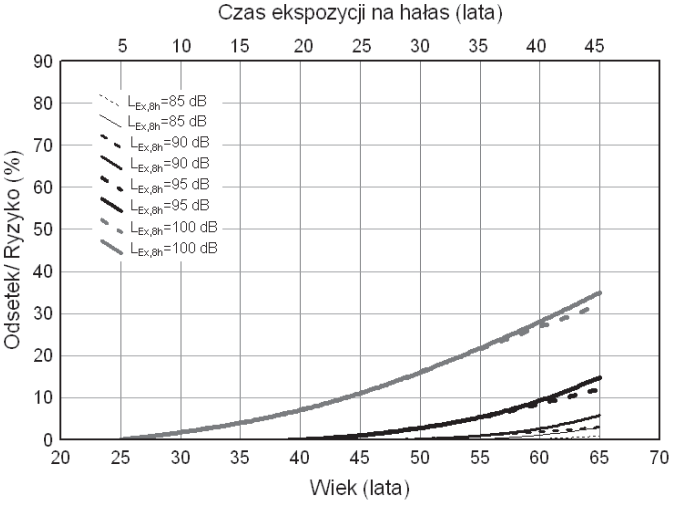
Dane te wskazują, że przykładowo w wyniku 40-letniej ekspozycji zawodowej na hałas o poziomie 85 dB, średni próg słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz będzie większy lub równy 25 dB HL u 27% kobiet i 46% mężczyzn (tab. V). Natomiast ubytków słuchu kwalifikujących do rozpoznania zawodowego uszkodzenia słuchu (tj. średnich progów słuchu dla 1, 2 i 3 kHz ≥ 45 dB) można spodziewać się u kobiet i mężczyzn narażonych przez 40 lat na hałas o poziomach co najmniej równych i wyższych od 95 dB (tab. IV).

Bez względu na poziom ekspozycji na hałas ($L_{EX,8h}$) w początkowym okresie narażenia ryzyko uszkodzenia słuchu wywołane hałasem wzrasta z czasem i jest takie same jak ryzyko związane z wiekiem i hałasem. Dopiero później zaczyna zmniejszać się wpływ hałasu, a dominować wieku. Im wyższy poziom ekspozycji na hałas i wyższa wartość graniczna progu słuchu, tym później zaczyna się to uwidaczniać (ryc. 2). Przykładowo przy wartości granicznej 25 dB i narażeniu na hałas o poziomie 90 dB ryzyko związane z hałasem zaczyna maleć dopiero po około 15 latach narażenia (w wieku 35 lat), podczas gdy przy narażeniu na hałas o poziomie 100 dB – po około 22 latach (ryc. 2a). Z kolei przy poziomie 100 dB i wartości granicznej progu słyszenia równej 45 dB ryzyko to zaczyna zmniejszać się dopiero po około 35 latach pracy w narażeniu na hałas (ryc. 2b).



Rycina 2a. Porównanie ryzyka uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem z ryzykiem wynikającym z wieku i narażenia na hałas u mężczyzn w zależności od poziomu ekspozycji na hałas ($L_{EX,8h}$), przy założonym średnim progu słuchu dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz większym lub równym 25 dB.

Na wykresie ryzyko uszkodzenia słuchu wywołane hałasem oznaczono liniami ciągłymi, a ryzyko związane z wiekiem i hałasem – liniami przerywanymi.



Rycina 2b. Porównanie ryzyka uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem z ryzykiem wynikającym z wieku i narażenia na hałas u mężczyzn w zależności od poziomu ekspozycji na hałas ($L_{EX,8h}$), przy założonym średnim progu słuchu dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz większym lub równym 45 dB.

Na wykresie ryzyko uszkodzenia słuchu wywołane hałasem oznaczono liniami ciągłymi, a ryzyko związane z wiekiem i hałasem – liniami przerywanymi.

Tabela III. Ryzyko uszkodzenia słuchu związane z wiekiem i ekspozycją na hałas w zależności od narażenia na hałas (poziomu ekspozycji $L_{EX,8h}$ i czasu narażenia w latach), wieku i płci wg normy ISO 1999:1990. Wyniki szacowania dotyczą średniego progu słuchu dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz.

Ryzyko uszkodzenia słuchu związane z wiekiem i hałasem [%]																			
Płeć		Kobiety									Mężczyźni								
Wiek [lata]		25	30	35	40	45	50	55	60	65	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Narażenie [lata]		5	10	15	20	25	30	35	40	45	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Poziom ekspozycji na hałas $L_{EX,8h}$ [dB]	Średni próg słuchu (1, 2 i 3 kHz) ≥ 25 dB																		
	80	0	0	0	0	0	2	5	9	16	0	0	0	0	1	5	9	18	28
	85	0	0	0	0	1	3	8	13	21	0	0	0	1	3	7	13	22	32
	90	0	0	2	3	6	10	16	23	31	0	1	3	5	9	15	23	31	41
	95	3	6	10	16	22	28	35	42	50	4	7	12	18	25	32	41	49	58
	100	14	23	32	40	48	56	64	72	77	15	24	33	41	50	60	69	75	81
	Średni próg słuchu (1, 2 i 3 kHz) ≥ 45 dB																		
	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	90	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	6
	95	0	0	0	0	0	2	3	6	9	0	0	0	0	1	3	5	9	15
	100	0	1	3	6	10	13	18	24	29	0	2	4	7	11	16	22	28	35

Tabela IV. Ryzyko uszkodzenia słuchu związane tylko z ekspozycją na hałas w zależności od narażenia na hałas (poziomu ekspozycji $L_{EX,8h}$ i czasu narażenia w latach), wieku i płci wg normy ISO 1999:1990. Wyniki szacowania dotyczą średniego progu słuchu dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz.

Ryzyko uszkodzenia słuchu związane tylko z hałasem [%]																			
Płeć		Kobiety									Mężczyźni								
Wiek [lata]		25	30	35	40	45	50	55	60	65	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Narażenie [lata]		5	10	15	20	25	30	35	40	45	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Poziom ekspozycji na hałas $L_{EX,8h}$ [dB]	Średni próg słuchu (1, 2 i 3 kHz) ≥ 25 dB																		
	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	85	0	0	0	0	0	2	3	3	5	0	0	0	0	1	2	3	4	4
	90	0	0	2	3	5	8	11	13	15	0	1	2	4	7	10	13	13	13
	95	3	6	10	16	21	26	31	33	33	4	7	11	17	23	28	31	30	30
	100	14	23	32	39	47	54	60	63	61	15	24	33	41	48	55	59	57	53
	Średni próg słuchu (1, 2 i 3 kHz) ≥ 45 dB																		
	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	90	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	3
	95	0	0	0	0	0	2	3	6	9	0	0	0	0	1	3	5	9	12
	100	0	1	3	6	10	13	18	24	29	0	2	4	7	11	16	22	27	32

Tabela V. Ryzyko uszkodzenia słuchu związane z wiekiem i ekspozycją na hałas w zależności od narażenia na hałas (poziomu ekspozycji $L_{EX,8h}$ i czasu narażenia w latach), wieku i płci wg normy ISO 1999:1990. Wyniki szacowania dotyczą średniego progu słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz.

Ryzyko uszkodzenia słuchu związane z wiekiem i hałasem [%]																			
Płeć		Kobiety									Mężczyźni								
Wiek [lata]		25	30	35	40	45	50	55	60	65	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Narażenie [lata]		5	10	15	20	25	30	35	40	45	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Poziom ekspozycji na hałas $L_{EX,8h}$ [dB]	Średni próg słuchu (2, 3 i 4 kHz) ≥ 25 dB																		
	80	0	0	0	1	2	5	11	20	29	0	0	1	3	8	16	27	39	52
	85	0	0	1	3	6	11	18	27	37	0	1	3	7	13	23	35	46	58
	90	2	5	8	13	19	27	35	44	53	3	6	12	18	28	38	50	60	70
	95	11	20	28	37	44	52	61	69	75	13	22	32	41	51	61	71	78	83
	100	29	44	56	66	74	81	85	89	91	30	45	58	69	77	84	88	91	94
	Średni próg słuchu (2, 3 i 4 kHz) ≥ 45 dB																		
	80	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	7	15
	85	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	1	4	10	19
	90	0	0	0	0	0	1	3	6	12	0	0	0	0	2	5	10	18	28
	95	0	0	1	3	6	10	15	21	28	0	1	2	6	10	17	25	34	44
	100	2	8	14	20	27	33	40	47	54	3	9	16	23	31	40	48	57	67

Tabela VI. Ryzyko uszkodzenia słuchu związane tylko z ekspozycją na hałas w zależności od narażenia na hałas (poziomu ekspozycji $L_{EX,8h}$ i czasu narażenia w latach), wieku i płci wg normy ISO 1999:1990. Wyniki szacowania dotyczą średniego progu słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz.

Ryzyko uszkodzenia słuchu związane z hałasem [%]																			
Płeć		Kobiety									Mężczyźni								
Wiek [lata]		25	30	35	40	45	50	55	60	65	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Narażenie [lata]		5	10	15	20	25	30	35	40	45	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Poziom ekspozycji na hałas $L_{EX,8h}$ [dB]	Średni próg słuchu (2, 3 i 4 kHz) ≥ 25 dB																		
	80	0	0	0	0	2	4	7	10	10	0	0	1	2	7	13	17	13	1
	85	0	0	1	3	5	10	14	18	19	0	1	3	6	12	20	25	20	8
	90	2	5	8	13	19	26	31	35	34	3	6	11	18	27	35	40	34	20
	95	11	20	28	37	44	50	57	60	57	13	22	32	40	50	58	61	52	33
	100	29	44	56	66	74	79	81	80	73	30	45	58	68	76	80	78	65	44
	Średni próg słuchu (2, 3 i 4 kHz) ≥ 45 dB																		
	80	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	7	15
	85	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	1	4	10	18
	90	0	0	0	0	0	1	3	6	12	0	0	0	0	2	5	10	18	27
	95	0	0	1	3	6	10	15	21	28	0	1	2	6	10	17	25	34	43
	100	2	8	14	20	27	33	40	47	54	3	9	16	23	31	40	48	57	66

Przedstawiona wyżej metoda powstała na bazie danych uzyskanych dla populacji osób narażonych na ustalony hałas szerokopasmowy bez składowych tonalnych. Istotne czynniki wpływające na urazowość hałasu, takie jak np. jego widmo częstotliwości i charakter zmienności w czasie (np. impulsowość), w modelu tym zostały tylko częściowo uwzględnione w postaci 5 dB zwiększenia wartości poziomu ekspozycji. Norma ISO 1999:1990 nie uwzględnia również szeregu innych czynników, do których należą m.in. uwarunkowania środowiskowe, takie jak ekspozycje pozazawodowe na hałas czy występujące łącznie z hałasem narażenie na niektóre substancje chemiczne (np. rozpuszczalniki organiczne), a także uwarunkowania osobnicze, takie jak np.: nadciśnienie tętnicze, hyperlipidemia czy palenie papierosów. Dlatego podejmowane są próby modyfikacji metody szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu opisanej w normie ISO 1999:1990, aby możliwe było uwzględnienie wpływu wszystkich istotnych zawodowych i pozazawodowych czynników ryzyka.

Piśmiennictwo

1. Dyrektywa 89/391/EWG w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy. (DzU WE L183 z 29.06.1989).
2. Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (Siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG). (DzU WE L042 z 15.2.2003).
3. Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. (DzU z 2003 nr 169 poz. 1650).
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. (DzU z 2005 r., nr 157, poz. 1318).
5. ISO 1999:1975 Acoustics – Assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes.
6. ISO 1999:1990 Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.
7. PN-ISO 1999:2000 Akustyka – Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem.
8. PN-N-18002:2000 System zarządzania bezpieczeństwem i higiena pracą. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.

13. Kompleksowy program ochrony słuchu

Dr nauk techn. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczyńska
Mgr Adam Dudarewicz
Dr med. Ewa Zamysłowska-Szmytke
Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

Od szeregu lat funkcjonują w Polsce instrumenty prawne obligujące pracodawców do podejmowania działań mających na celu minimalizowanie ryzyka zawodowego związanego z hałasem w miejscu pracy, obejmujące m.in.: a) kontrolę narażenia [5, 6], b) ograniczenie ekspozycji metodami technicznymi i organizacyjno-administracyjnymi oraz stosowanie środków ochrony indywidualnej [9], a także c) profilaktykę medyczną [4]. Mimo to zawodowe uszkodzenie słuchu wciąż plasuje się w czołówce listy najczęściej rozpoznawanych chorób zawodowych w Polsce, co wskazuje, że realizacja ww. postanowień jest wciąż niezadowalająca.

W praktyce działaniami profilaktyki słuchu zajmują się służby bhp i służby medycyny pracy. Jednakże niejednokrotnie każda z tych służb realizuje swe cele niezależnie, nie konsultując się wzajemnie, a co za to idzie nie w pełni wykorzystując informacje dotyczące zarówno oceny narażenia, jak i stanu zdrowia pracownika.

Na świecie od szeregu lat realizowane są programy ochrony słuchu. Krajem, w którym rozwinięto najbardziej kompleksową opiekę nad pracownikiem narażonym na hałas jest USA. Założenia amerykańskiego programu ochrony słuchu opublikowano w 2002 roku na stronach internetowych. Na bazie tych zaleceń w kolejnych latach opracowywano programy stanowe, np. w 2004 r. przygotowano Program Ochrony Słuchu Uniwersytetu Stanu Colorado, a w 2006 r. Uniwersytetu w Stanford i sukcesywnie w pozostałych stanach [1, 10, 11].

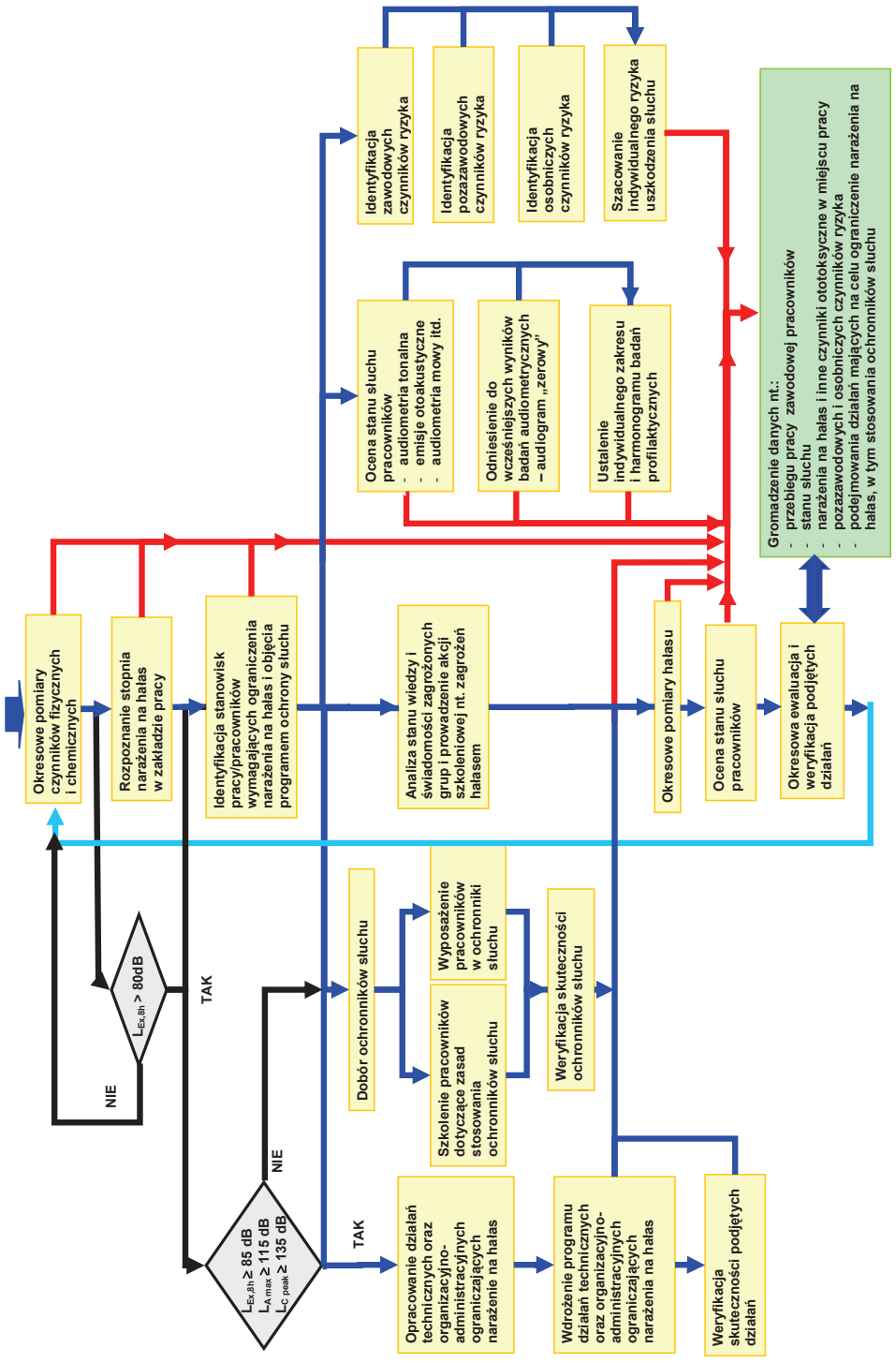
W rozdziale tym opisane są kompleksowe działania składające się na modelowy program ochrony słuchu[1]. Program ten może być adaptowany do poszczególnych zakładów pracy, z uwzględnieniem ich specyfiki.

Założenia kompleksowego programu ochrony słuchu

Kompleksowy program ochrony słuchu (POS) obejmuje takie działania, jak:

- kontrolę narażenia na hałas oraz inne szkodliwe czynniki ototoksyczne (w tym chemiczne) w środowisku pracy,

1 Kompleksowy program ochrony słuchu został opracowany pod kierunkiem prof. dr hab. med. M. Śliwińskiej-Kowalskiej przez zespół specjalistów z Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi.



Rycina 1. Schemat blokowy programu ochrony słuchu

- identyfikację stanowisk pracy i pracowników wymagających ochrony przed hałasem,
- monitorowanie stanu słuchu pracowników,
- zaplanowanie i wdrożenie działań mających na celu ograniczenie narażenia na hałas metodami technicznymi i organizacyjno-administracyjnymi,
- dobór i wyposażenie pracowników w środki ochrony indywidualnej,
- identyfikację zawodowych, pozazawodowych i osobniczych czynników ryzyka uszkodzenia słuchu,
- szacowanie indywidualnego ryzyka uszkodzenia słuchu,
- akcje uświadamiające i szkoleniowe pracowników i kadry kierowniczej,
- gromadzenie i analizę danych oraz
- okresową ewaluację i weryfikację podjętych działań (ryc. 1).

Program ten zawiera opis obowiązków spoczywających na pracodawcy, służbach bhp i służbie medycyny pracy (tab. I), a także algorytm postępowania oraz narzędzia do prowadzenia, dokumentowania i weryfikacji skuteczności podjętych działań.

Tabela I. Odpowiedzialność i uprawnienia podmiotów zaangażowanych w realizację programu ochrony słuchu

Pracodawca	**Personel kierowniczy, służby bhp lub/i inne osoby wskazane przez pracodawcę**	**Służby medyczne**	**Pracownicy**
Odpowiedzialny za: ■ ograniczenie ryzyka wynikającego z ekspozycji na hałas do możliwie najniższego poziomu z uwzględnieniem postępu technicznego i dostępności środków ograniczenia hałasu, szczególnie u źródeł jego powstawania, ■ zapewnienie pracownikom profilaktycznej opieki lekarskiej, w tym badań słuchu, ■ wytypowanie osób odpowiedzialnych za realizację poszczególnych zadań (modułów) programu ochrony słuchu, ■ nadzór nad realizacją programu ochrony słuchu i okresowa (coroczna) ewaluacja programu ochrony słuchu.	Odpowiedzialni za: ■ kontrolę narażenia na hałas i inne szkodliwe ototoksyczne czynniki, ■ opracowanie i realizowanie programu redukcji hałasu metodami technicznymi i organizacyjnymi; ■ zapewnienie środków ochrony zbiorowej przed hałasem (np. tłumików, obudów maszyn); ■ konserwację środków ochrony zbiorowej przed hałasem; ■ zapewnienie pracownikom indywidualnych ochronników słuchu, ■ oznakowanie obszarów zagrożonych hałasem i ograniczenie do nich dostępu; ■ prowadzenie szkoleń nt. zasad stosowania środków ochrony indywidualnej i zbiorowej.	Odpowiedzialne za: ■ prowadzenie badań profilaktycznych, ■ opracowywanie kart wyników badań słuchu, ■ przygotowywanie zaświadczeń lekarskich o braku lub występowaniu przeciwwskazań do pracy na stanowisku pracy, ■ typowanie osób wymagających szczególnej ochrony przed hałasem, ■ wnioskowanie o zmianę i weryfikacja skuteczności ochronników słuchu, ■ przeprowadzenie szkoleń dla pracowników lub ich przedstawicieli nt. ryzyka uszkodzenia słuchu z powodu narażenia na hałas.	Zobligowani do: ■ współdziałania przy ocenie zagrożenia hałasem, ■ stosowania środków ochrony zbiorowej przed hałasem (np. tłumików, obudów maszyn), ■ stosowania indywidualnych ochronników słuchu, ■ informowania pracodawców o uszkodzeniach środków ochrony przed hałasem lub o trudnościach w ich stosowaniu, ■ konserwacji środków ochrony indywidualnej.

Działania podejmowane przez pracodawcę, personel kierowniczy i służby bhp

Większość działań podejmowanych przez pracodawcę w ramach realizacji programu ochrony słuchu są to działania, do których obligują obowiązujące przepisy prawne [4, 5, 9]

Kontrola narażenia na szkodliwe czynniki w środowisku pracy

Pracodawca dokonuje rozeznania procesów technologicznych, organizacji i sposobu wykonywania pracy oraz występujących w nich czynników szkodliwych dla zdrowia i kontroluje narażenie na te czynniki na stanowiskach pracy. W ramach realizacji POS kontroli podlega przede wszystkim narażenie na hałas. W przypadku występowania, obok hałasu, innych czynników chemicznych i fizycznych o potencjalnym szkodliwym działaniu na narząd słuchu, takich jak: rozpuszczalniki organiczne (m.in. ksylen, toluen, styren, n-heksan, mieszaniny), metale ciężkie (ołów, arsen, rtęć, kadm), gazy duszące (tlenek węgla, arsenowodór), pestycydy oraz drgania mechaniczne, to kontrolę narażenia rozszerza się o te czynniki.

Tryb, metody, rodzaj i częstotliwość pomiarów i badań szkodliwych czynników określa Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [7].

Wyniki badań czynników szkodliwych, w tym hałasu[2], porównywane są z:

- wartościami najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) lub najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) wg Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [6], odnoszącymi się do ogółu pracowników z wyłączeniem kobiet ciężarnych i osób młodocianych,
- wartościami dopuszczalnymi wg rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 20 lipca 2002 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom [5], odnoszącymi się do kobiet ciężarnych tylko wtedy, gdy na danym stanowisku pracują lub planowane jest zatrudnienie kobiet,
- wartościami dopuszczalnymi wg rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac [8], odnoszącymi się do osób młodocianych tylko wtedy, gdy na danym stanowisku pracują lub planowane jest zatrudnienie osób młodocianych,
- wartościami progów działania wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne [9] tylko w przypadku badań hałasu oraz drgań mechanicznych.

O wynikach przeprowadzonych badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia pracodawca informuje pracowników zatrudnionych na konkretnych stanowiskach pracy.

Na podstawie wyników badań i pomiarów pracodawca prowadzi na bieżąco rejestr czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy wraz z kartą badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia wg wzorów stanowiących Załącznik nr 1 i 2 do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2005 r. [7]. Dla każdego stanowiska pracy przygotowywana jest jego charakterystyka, podawana jest liczba zatrudnionych osób, w tym liczba kobiet, osób młodocianych i osób pracujących na nocnej zmianie, a także wymieniane są szkodliwe czyn-

2 Zasady oceny narażenia na hałas przedstawiono w rozdziale 2.

niki fizyczne i chemiczne wraz z liczbą osób pracujących w warunkach przekroczenia wartości dopuszczalnych.

Dodatkowo, dla celów POS, pracodawca uzupełnia rejestry czynników szkodliwych i karty badań i pomiarów o dane osobowe pracowników zatrudnionych na poszczególnych stanowiskach pracy (imię i nazwisko, płeć, wykształcenie, data rozpoczęcia pracy na danym stanowisku, zakres wykonywanych czynności, itp.), a także odnotowuje fakt występowania ekspozycji na hałas impulsowy. Dane te, wraz z informacjami o narażeniu na szkodliwe czynniki fizyczne i chemiczne, są gromadzone w komputerowej bazie danych.

Identyfikacja stanowisk pracy (osób) wymagających objęcia programem ochrony słuchu

Programem ochrony słuchu powinny być objęte wszystkie osoby zatrudnione na stanowiskach pracy, na których stwierdzono (przynajmniej w ostatnim badaniu) przekroczenie wartości progów działania hałasu (tj. $L_{EX,\ 8h}$/ $L_{EX,\ w}$>80 dB lub/ i $L_{C\ peak}$≥135 dB)[3]. Wykaz stanowisk pracy (osób) objętych POS jest weryfikowany co roku.

Kobiety ciężarne i osoby młodociane są odsuwane od pracy na stanowiskach, na których występuje hałas o wartościach wyższych od wartości dopuszczalnych w odniesieniu do tych grup szczególnego ryzyka (patrz rozdział 2).

Ograniczenie narażenia na hałas metodami organizacyjno-technicznymi

W odniesieniu do stanowisk pracy, dla których stwierdzono przekroczenia wartości NDN hałasu, pracodawca sporządza i wdraża program działań organizacyjno-technicznych zmierzających do ograniczenia narażenia na hałas [9]. Program działań organizacyjno-technicznych obejmuje:

- unikanie procesów lub metod pracy powodujących narażenie na hałas i zastępowanie ich innymi, stwarzającymi mniejsze narażenie,
- dobieranie środków pracy właściwie zaprojektowanych pod względem ergonomicznym, o możliwie najniższym poziomie emisji hałasu,
- ograniczenie narażenia środkami technicznymi, w tym stosowanie obudów dźwiękoizolacyjnych, kabin dźwiękoszczelnych, tłumików, ekranów, materiałów dźwiękochłonnych oraz układów izolujących i tłumiących dźwięki materiałowe,
- projektowanie miejsc pracy i rozmieszczanie stanowisk pracy w sposób umożliwiający izolację od źródeł hałasu oraz ograniczający jednoczesne oddziaływanie hałasu z wielu źródeł na pracownika,
- konserwowanie środków pracy, obiektów budowlanych, urządzeń oraz układów izolujących i tłumiących hałas oraz innych środków ochrony zbiorowej,
- ograniczanie czasu i poziomu narażenia oraz liczby osób narażonych na hałas przez właściwą organizację pracy, w tym:
  - stosowanie skróconego czasu lub przerw w pracy i rotacji pracowników na stanowiskach,
  - oznaczanie znakami bezpieczeństwa miejsc pracy, w których występuje hałas o poziomach przekraczających wartości NDN oraz ograniczenie (jeśli to technicznie wykonalne) dostępu do nich,
  - wydzielanie cichych pomieszczeń przeznaczonych do wypoczynku.

3 $L_{EX,\ 8h}$/$L_{EX,\ w}$ – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy/tygodnia; $L_{C\ peak}$ – szczytowy poziom dźwięku C.

W zakładzie, w którym wprowadzony jest POS, dodatkowo kładzie się nacisk na szkolenie pracowników nt. sposobów ograniczenia szkodliwego działania hałasu, w tym zasad bezpiecznego stosowania środków ochrony zbiorowej przed hałasem.

Dobór i stosowanie indywidualnych ochron słuchu

Z formalnego punktu widzenia pracodawca udostępnienia pracownikom środki ochrony indywidualnej przy poziomach wyższych od wartości progów działania ($L_{EX,\ 8h}/L_{EX,\ w}$>80 dB) i dodatkowo nadzoruje prawidłowość ich stosowania, jeżeli wielkości charakteryzujące hałas osiągają lub przekraczają wartości NDN ($L_{EX,\ 8h}/L_{EX,\ w}$≥85 dB lub/i $L_{A\ max}$≥115 dB lub/i $L_{C\ peak}$≥135 dB) [9].

Pracodawca jest zwolniony z obowiązku udostępniania ochronników słuchu do prac, przy których właściwe stosowanie ich przez cały czas mogłoby spowodować większe zagrożenie dla zdrowia i bezpieczeństwa pracownika niż rezygnacja z ich stosowania, a w szczególności w przypadku prac wykonywanych przez:

- osoby prowadzące akcję ratowniczą w celu ochrony życia lub zdrowia ludzkiego, ochrony mienia lub środowiska, usunięcia awarii albo przeciwdziałania klęsce żywiołowej;
- kierujących pojazdami samochodowymi, ciągnikami rolniczymi lub maszynami samobieżnymi po drogach publicznych lub drogach komunikacyjnych i transportowych na terenie zakładu pracy;
- artystów – wykonawców widowisk muzycznych i rozrywkowych [9].

Środki ochrony indywidualnej są dobierane w sposób eliminujący ryzyko uszkodzenia słuchu lub zmniejszający je do najniższego poziomu możliwego do osiągnięcia w danych warunkach. Ogólne zalecenia dotyczące doboru, użytkowania oraz konserwacji codziennej i okresowej ochronników słuchu opisuje norma PN-EN 458:2006 (patrz również rozdział 5).

Szacowanie ryzyka zawodowego

Pracodawca jest zobligowany do oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem pracowników na hałas, w tym pracowników należących do grup szczególnego ryzyka [9]. W ramach POS pracodawca dokonuje identyfikacji nie tylko zawodowych, ale również pozazawodowych i osobniczych czynników ryzyka uszkodzenia słuchu u pracowników objętych programem profilaktycznym. Zawodowe czynniki ryzyka są określane na podstawie wyników okresowych pomiarów szkodliwych czynników w środowisku pracy, natomiast pozazawodowe i osobnicze czynniki ryzyka ustalane są przez lekarza profilaktyka w trakcie badań profilaktycznych (patrz dalej).

Rutynowo pracodawca szacuje ryzyko zawodowe związane z ekspozycją na hałas wg normy PN-N-18002, co sprowadza się do porównania wyników pomiarów hałasu z wartościami najwyższych dopuszczalnych natężeń [3]. Ten sposób postępowania umożliwia jedynie opisowe oszacowanie ryzyka zawodowego dla grup osób zatrudnionych na tych samych stanowiskach pracy (patrz rozdział 12). Narażenie na hałas powyżej wartości NDN wiąże się z dużym ryzykiem zawodowym, natomiast poniżej połowy NDN z małym ryzykiem. W przypadku występowania hałasu o wartościach poniżej wartości NDN, a powyżej połowy NDN występuje ryzyko średnie.

W ramach POS pracodawca szacuje indywidualne ryzyko uszkodzenia słuchu wywołane hałasem dla wszystkich pracowników objętych programem profilaktycznym. Szacowanie to uwzględnia nie tylko aktualne wyniki pomiarów hałasu, lecz również dane o narażeniu na hałas w przeszłości (w tym dotyczące poprzednich stanowisk pracy), a także wiek i płeć pracownika oraz inne zawodowe i pozazawodowe czynniki ryzyka uszkodzenia słuchu.

Szacowanie ryzyka uszkodzenia słuchu z uwzględnieniem wieku i płci pracownika oraz średniego poziomu ekspozycji na hałas (odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy) i łącznego czasu narażenia na hałas w latach, umożliwia metoda opisana w normie PN-ISO 1999:2000 [2].

W modelowym POS proponowane jest stosowanie, opracowanej na bazie normy PN-ISO 1999:2000, zmodyfikowanej metody, która oprócz narażenia na hałas, wieku i płci, uwzględnia dodatkowe czynniki ryzyka uszkodzenia słuchu takie, jak: narażenie na hałas impulsowy, palenie papierosów, podwyższone ciśnienie tętnicze oraz równoczesna ekspozycja na rozpuszczalniki organiczne, a także ochronny efekt stosowania ochronników słuchu.

Modelowy program ochrony słuchu zakłada, że w przypadku stwierdzenia w kolejnym badaniu okresowym pogorszenia słuchu (tzw. znaczącego przesunięcia progu słuchu), lekarz profilaktyk, przy udziale służb bhp, dokonuje weryfikacji skuteczności ochronników metodą pomiaru czasowego przesunięcia progu słuchu z zastosowaniem audiometrii tonalnej lub emisji otoakustycznych.

Działania z zakresu medycyny pracy

Działania służb medycyny pracy oparte są na Rozporządzeniu MZiOS z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych dla celów przewidzianych w kodeksie pracy [4]. Rozporządzenie to określa minimalny zakres opieki medycznej, który pracodawca jest zobowiązany zapewnić osobom zatrudnionym. Zakres ten może zostać poszerzony ze wskazań medycznych na wniosek lekarza przeprowadzającego badanie lub na wniosek pracodawcy, który podczas zawierania umowy z jednostką wykonującą badania zleca częstsze ich przeprowadzanie lub poszerza zakres diagnostyczny ponad wymagane minimum (patrz rozdział 10).

Proponowany modelowy POS zakłada znacznie szersze działania służb medycznych.

Opieka medyczna stanowi zasadniczą część kompleksowego programu ochrony słuchu. W opracowanym przez pracowników Zakładu Zagrożeń Fizycznych i Kliniki Audiologii i Foniatrii IMP modelu, zgodnie ze standardami światowymi, jej ciężar przesunięty jest z „niedopuszczenia do rozwoju niedosłuchu o głębokości upoważniającej do rozpoznania choroby zawodowej" na jak najwcześniejsze wykrycie niewielkich ubytków słuchu i podejmowanie szerokich działań profilaktycznych tak, aby zachować w pełni wydolny społecznie słuch pracownika. Działania te opierają się na ścisłej współpracy z służbami bhp. W szczególności proponowane jest wprowadzenie pojęcia tzw. znaczącego przesunięcia progu słuchu (ZPPS, od ang. *significant threshold shift* – STS). ZPPS definiowane jest jako wystąpienie średniego przesunięcia (pogorszenia) progu słuchu w częstotliwościach 2, 3 i 4 kHz o wartość co najmniej 10 dB w odniesieniu do audiogramu „zerowego", uzyskanego podczas badania audiometrycznego wykonanego w chwili rozpoczęcia pracy w narażeniu na hałas (w danym zakładzie), bądź w chwili przystąpienia zakładu pracy do POS. Audiogram „zerowy" może podlegać weryfikacji na wniosek specjalisty otolaryngologa, z uwzględnieniem wieku pracownika. Coroczne badania słuchu z zastosowaniem audiometrii tonalnej i ustalenie ZPPS może odbywać się bez udziału lekarza profilaktyka.

Konsultacje lekarza medycyny pracy i specjalisty otolaryngologa lub audiologa powinny być przeprowadzane z częstotliwością podaną w rozporządzeniu MZiOS lub gdy w badaniu audiometrycznym wystąpi ZPPS. Lekarz powinien otrzymywać od służb bhp szczegółową informację o poziomach ekspozycji i impulsowości hałasu, do których powinien dostosować, indywidualną dla każdego pracownika, częstość badań okresowych. Monitorowanie stanu słuchu można prowadzić również za pomocą oceny emisji otoakustycznych, uznawanych za czulsze narzędzie wykrywania niewielkich uszkodzeń ślimaka niż audiometria tonalna.

W przypadku wystąpienia ZPPS lekarz profilaktyk zobowiązany jest do:

1. bezzwłocznego poinformowania o tym fakcie pracownika (optymalnie w formie pisemnej);
2. przekazania pracodawcy (z zachowaniem tajemnicy lekarskiej) informacji o konieczności:

- weryfikacji stosowanych ochron słuchu, w tym konieczności oceny skuteczności ochronników opierając się na pomiarze czasowego przesunięcia progu słuchu (pomiar słuchu przed i po zmianie roboczej),
- w przypadku uzasadnionym – korekty doboru ochronników słuchu,
- nadzoru nad sposobem i efektywnym czasem stosowania ochronników słuchu w trakcie zmiany roboczej,
- przeprowadzenia indywidualnego szkolenia pracownika w zakresie ochrony narządu słuchu przed hałasem;

3. zalecenia kontrolnego badania słuchu w terminie nie późniejszym niż 6 miesięcy.

Jeżeli w badaniu kontrolnym stwierdza się dalsze pogłębienie niedosłuchu (powyżej 5 dB), lekarz profilaktyk zobowiązany jest do wnioskowania o czasowe lub trwałe przeniesienie pracownika na inne stanowisko pracy, bez narażenia na hałas. Decyzje administracyjne podejmowane powinny być jedynie w przypadku, gdy progi słuchu przekraczają zakres wartości prawidłowych dla wieku (patrz rozdział 10).

Kolejnym elementem opieki medycznej jest współudział lekarza z pracodawcą w szacowaniu indywidualnego ryzyka zdrowotnego (co musi odbywać się z zachowaniem tajemnicy lekarskiej[4]).

Pracodawca ma obowiązek uwzględnienia wniosków wynikających z porady specjalisty medycyny pracy lub innej wykwalifikowanej osoby, czy też właściwych organów, wprowadzając wszelkie środki wymagane w celu eliminacji lub zmniejszenia ryzyka progresji uszkodzenia słuchu, łącznie z możliwością przeniesienia pracownika do innej pracy, gdzie nie występuje dalsze narażenie na hałas.

Okresowa ewaluacja i weryfikacja działań podjętych w ramach POS

Pracodawca co roku dokonuje oceny skuteczności wszystkich działań podejmowanych w ramach programu ochrony słuchu, a w szczególności:

- profilaktycznej opieki lekarskiej,
- indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed hałasem,
- szkoleń nt. zagrożeń wynikających z narażenia na hałas i zasad prawidłowego korzystania z indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed hałasem

oraz weryfikuje plan działań służących minimalizowaniu ryzyka uszkodzenia słuchu.

Pracodawca organizuje również okresową ocenę orzeczeń lekarskich.

Podsumowanie

Przedstawiony modelowy program ochrony słuchu zawiera wszystkie niezbędne moduły dla prawidłowej ochrony słuchu u pracowników narażonych na hałas. Nowatorskimi elementami programu są:

- wprowadzenie do profilaktyki medycznej nowego pojęcia „znaczącego przesunięcia progu słuchu" (ZPPS) i działań profilaktycznych z tego wynikających, w tym pisemnego powiadomienia o tym fakcie pracownika, obowiązkowego przeszkolenia go w zakresie istotności ochrony słuchu przed hałasem, weryfikacji skuteczności stosowania ochronnika słuchu, nadzorowania czasu i poprawności stosowania ochronnika w czasie zmiany

4 W tym celu pracownik objęty programem ochrony słuchu przed wstępnym lub okresowym badaniem profilaktycznym powinien wypełnić kwestionariusz służący identyfikacji pozazawodowych i osobniczych czynników ryzyka (patrz rozdział 9).

roboczej, ewentualnego doboru innego typu ochronnika; działania te pozwolą na wczesne reagowanie już przy minimalnym upośledzeniu słuchu,
- zacieśnienie współpracy między lekarzem profilaktykiem i służbami bhp w zakresie działań profilaktycznych, oparte na pogłębieniu umiejętności interpretacji wyników badań prowadzonych i gromadzonych przez obie strony,
- zintensyfikowanie akcji szkoleniowo-uświadamiającej wśród pracowników nt. zagrożeń zdrowotnych wynikających z narażenia na hałas i metod ograniczenia narażenia, w tym zasad prawidłowego stosowania ochronników słuchu,
- wypracowanie narzędzi dla efektywnego szacowania indywidualnego ryzyka uszkodzenia słuchu, z uwzględnieniem narażenia na czynniki ototoksyczne (np. rozpuszczalniki organiczne) oraz innych czynników pozazawodowych i osobniczych mogących sprzyjać uszkodzeniom słuchu wraz z aplikacją programową (elektroniczną).

Piśmiennictwo

1. A practical guide to effective hearing conservation programs in the workplace. Adres: http://www.cdc.gov/niosh/90–120.html [cytowany 6 grudnia 2009 r.].
2. PN-ISO 1999:2000 Akustyka. Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem.
3. PN-N-18002:2000 System zarządzania bezpieczeństwem i higiena pracą. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.
4. Rozporządzenie MZiOS z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych dla celów przewidzianych w kodeksie pracy (DzU z 1996 r., Nr 69, poz. 332 z późn. zm.).
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. zmieniającego rozporzadzenie w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom (DzU z 2002 r., Nr 192, poz. 1092).
6. Rozporządzenie MPiPS z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (DzU z 2002 r., Nr 217, poz. 1833 z późn. zm.).
7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (DzU z 2011 r., Nr 33, poz. 166).
8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac (DzU z 2004 r., Nr 200 poz. 2047 z późn. zm.).
9. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (DzU z 2005 r., Nr 157, poz. 1318).
10. Toppila E., Pyykkö I., Starck J., Johnson A-C., Juhola M.: Methodology and value of databases: an individual hearing conservation programme. W: Luxon L., Linda M., Prasher D., (red.). Noise and Its Effects. Whurr Publishers Limited (a subsidiary of John Wiley & Sons Ltd), 2007, s. 312–44.
11. What constitutes an effective hearing conservation program? Adres: http://www.osha.gov/dts/osta/otm/noise/hcp/index.html [cytowany 6 grudnia 2009 r.].

14. Choroby zawodowe narządu głosu
– aspekty epidemiologiczne, definicje

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

Aspekty epidemiologiczne

Na przestrzeni ostatniego stulecia obserwowany był dynamiczny wzrost odsetka osób, których praca wymaga komunikowania się. Podczas gdy na początku XX wieku 90% zawodów opierało się na sprawności manualnej, tak pod koniec XX wieku aż 90% zawodów wymagało komunikowania się, a co za tym idzie kontaktowania słownego.

Z roku na rok powiększa się też grupa osób zawodowo posługujących się głosem. Jest to trend ogólnoświatowy, w związku z tym do głównych zadań działalności Międzynarodowej Federacji Towarzystw Otorynolaryngologicznych wprowadzono w ostatnich latach problematykę zaburzeń procesu komunikatywnego, w którym głos odgrywa wiodącą rolę. Zgodnie z wytycznymi Unii Europejskich Foniatrów zawody obciążające głos można podzielić na 3 grupy [8]:

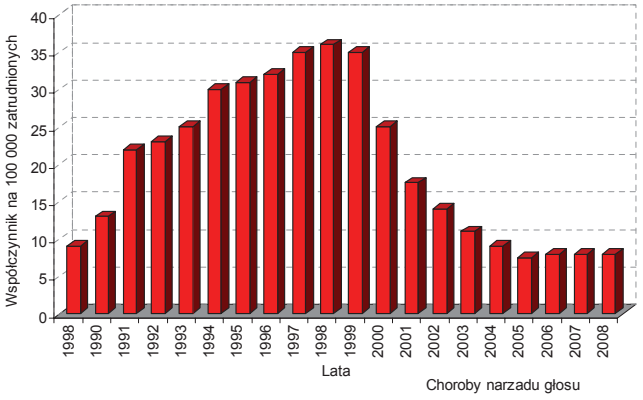
- Grupa I – zawody wymagające specjalnej jakości głosu np. śpiewacy, aktorzy, mówcy radiowi i telewizyjni,
- Grupa II – zawody stawiające znaczne wymogi narządowi głosu (nauczyciele, pedagodzy, tłumacze, politycy),
- Grupa III – zawody wymagające wydolności głosu ponad przeciętną (prawnicy, wojskowi).

Największą grupą wśród osób pracujących w zawodach wymagających wysiłku głosowego stanowią nauczyciele, a choroby zawodowe są u nich poważnym problemem nie tylko zdrowotnym, ale również społecznym. Z danych amerykańskich wynika, że populacja nauczycieli w USA to ponad 3 miliony osób; około 58% spośród nich uskarża się w ciągu swego życia zawodowego na dolegliwości z zakresu narządu głosu, wiążąc je z wykonywaną pracą, natomiast 39% osób z dolegliwościami musi z tego powodu przerwać pracę w zawodzie [3]. Statystyki amerykańskie podają również, że problemy głosowe nauczycieli przynoszą budżetowi państwa straty rzędu 2,5 miliarda dolarów rocznie [4]. W Wielkiej Brytanii z powodu utraty głosu rocznie przebywa na zwolnieniu lekarskim 5 milionów Brytyjczyków, co kosztuje budżet angielski około 200 milionów funtów [1].

W Polsce wprawdzie brak jest dokładnych opracowań ekonomicznych, ale przy liczbie nauczycieli sięgającej 800 tysięcy, skala problemu wydaje się być porównywalnie duża [2]. Pośrednio świadczy o tym liczba rozpoznawanych corocznie przypadków chorób zawodowych narządu

głosu, które od początku lat 1990. do 2008 roku zajmowały pierwsze miejsce na liście najczęściej rozpoznawanych chorób zawodowych w Polsce [6].

Dynamika zmian częstości rozpoznań chorób zawodowych narządu głosu zmieniała się na przestrzeni lat – od 1974 roku, kiedy choroba ta została wprowadzona na listę chorób zawodowych, do chwili obecnej [6]. Do 1998 roku miał miejsce wyraźny trend wzrostowy, aż do maksymalnej liczby 3654 przypadków rocznie (ryc. 1). W późniejszym okresie rozpoczął się natomiast systematyczny spadek liczby orzeczeń, przeciętnie o 460 rocznie. W 2008 roku rozpoznano 809 nowych przypadków choroby, co stanowiło 22,8% wszystkich zachorowań na choroby zawodowe (ryc. 2) [7]. Równolegle obserwowany był również spadek liczby wszystkich chorób zawodowych. Przyczyny spadku zachorowań na choroby zawodowe od końca lat 90. XX wieku mogły być wielorakie. Należy uwzględnić zwłaszcza zmniejszenie narażenia na czynniki szkodliwe dla zdrowia, poprawę profilaktyki medycznej, wdrożenie doprecyzowanych zasad postępowania orzeczniczego oraz względy społeczne, w tym obawę przed utratą pracy.

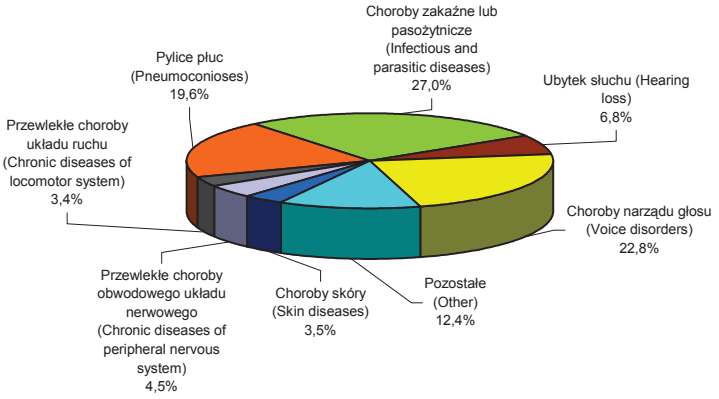


Rycina 1. Współczynniki zachorowań na choroby zawodowe narządu głosu w latach 1989–2008

Choroby zawodowe narządu głosu rozpoznawane są zdecydowanie częściej u kobiet (w 2008 roku – ok. 48% wszystkich chorób zawodowych) niż u mężczyzn (odpowiednio ok. 5% wszystkich chorób zawodowych) [7]. W 2008 roku współczynnik zachorowań na 100 000 zatrudnionych w całej Polsce nauczycieli wynosił 7,9, w grupie kobiet był on równy 14,8 (najwyższy spośród wskaźników dla wszystkich chorób zawodowych), natomiast w grupie mężczyzn wynosił jedynie 1,8 [7].

Zdecydowana większość rozpoznań (ponad 60%) stawianych jest u pacjentów w wieku 50 lat i więcej, z ponad 20-letnim stażem pracy, i zbiega się z okresem przechodzenia na wcześniejszą emeryturę. Jednakże ok. 15% rozpoznań dotyczy osób znacznie młodszych, w wieku poniżej 50 lat. Stanowi to znaczny ubytek populacji osób pracujących.

Liczba rozpoznawanych chorób zawodowych w różnych regionach Polski jest bardzo zróżnicowana w przeliczeniu na liczbę zatrudnionych [7]. W 2008 roku najwięcej przypadków tych chorób stwierdzono w województwach: wielkopolskim, lubelskim i małopolskim (powyżej 10 przypadków na 10 000 czynnych zawodowo – opłacanych nauczycieli). Natomiast najmniejszą liczbę tych chorób odnotowano w województwach: łódzkim, mazowieckim, warmińsko-mazurskim i podkarpackim (poniżej 3 przypadków na 10 000 opłacanych nauczycieli). Podobnie wyglądało zróżnicowanie między poszczególnymi województwami w ubiegłych latach. Może ono wiązać się z różną dostępnością opieki foniatrycznej w różnych województwach, a co się z tym wiąże – możliwościami diagnostycznymi, a także różną świadomością nauczycieli o możliwości ubiegania się o chorobę zawodową.



Rycina 2. Odsetkowa struktura chorób zawodowych w Polsce w 2008 roku ([według 7], przedrukowano za zgodą Oficyny Wydawniczej IMP). W 2008 roku rozpoznano 809 przypadków chorób zawodowych narządu głosu.

Definicja chorób zawodowych narządu głosu

W obowiązującym od 3 lipca 2009 roku Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30.06.2009 r. (DzU z 2009 r., Nr 105 poz. 869) w punkcie 15. Załącznika „Wykaz chorób zawodowych", choroby zawodowe narządu głosu zdefiniowano jako:

15. Przewlekłe choroby narządu głosu spowodowane nadmiernym wysiłkiem głosowym, trwającym co najmniej 15 lat (guzki głosowe twarde, wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych, niedowład mięśni wewnętrznych krtani z wrzecionowatą niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonią).

Okres, w którym wystąpienie udokumentowanych objawów chorobowych upoważnia do rozpoznania choroby zawodowej, pomimo wcześniejszego zakończenia narażenia zawodowego, nie powinien przekraczać 2 lat [5].

Określenie przewlekłe choroby narządu głosu oznacza wieloletnią chorobę krtani (narządu, odpowiedzialnego za generowanie tonu pierwotnego), z objawami utrzymującymi się ciągle lub z okresami zaostrzeń i remisji choroby.

Określenie nadmierny wysiłek głosowy jest trudne do jednoznacznego zdefiniowania i w wielu przypadkach może budzić wątpliwości. Biorąc pod uwagę, że zdrowy narząd głosu może podołać bardzo dużym wysiłkom głosowym bez rozwoju zmian patologicznych, określenie „nadmierny" nie jest fortunne. Powinno ono być interpretowane jako duże obciążenie głosu (większe niż przeciętne obciążenie głosu w innych zawodach, nieopierających się na pracy głosem), w aspekcie codziennego wymiaru godzinowego pracy głosem czy też śpiewu. Dla celów medyczno-orzeczniczych należy przyjąć, że jest to praca w pełnym wymiarze godzinowym w zawodach grupy I i II wg podanego wcześniej wykazu zawodów obciążających głos, opracowanego przez Unię Europejskich Foniatrów. W aspekcie społecznym niewątpliwie w największym stopniu problem ten dotyczy nauczycieli.

Za choroby zawodowe narządu głosu pozostające w związku z nadmiernym wysiłkiem głosowym uznawane są trzy jednostki chorobowe: guzki głosowe twarde, wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych oraz niedowłady mięśni wewnętrznych krtani z wrzecionowatą niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonią [5]. Lista chorób zawodowych narządu głosu ulegała

modyfikacjom na przestrzeni lat. W szczególności zaś doprecyzowano charakter guzków głosowych – jako guzki głosowe twarde (w przeszłości do chorób zawodowych zaliczano również guzki głosowe miękkie, które pod wpływem właściwego leczenia mogą zanikać). Określono precyzyjniej zmiany przerostowe jako „wtórne". Określenie to wskazuje, że jako chorobę zawodową można rozpoznać nie każdą zmianę przerostową fałdów głosowych, ale tylko taką, która rozwinęła się wtórnie w stosunku do obciążania głosowego. Zmiana przerostowa powinna dotyczyć krawędzi wolnych brzegów fałdów głosowych i musi być etiopatogenetycznie związana z nieprawidłową fonacją (wytwarzaniem głosu), a nie z innym czynnikiem np. paleniem papierosów czy czynnikiem rakotwórczym.

Najwięcej wątpliwości na przestrzeni lat związanych było z trzecią z jednostek chorobowych wymienionych w wykazie chorób zawodowych, określoną jako niedowład fałdów głosowych. Pod nazwą tą należy rozumieć utrwaloną hypofunkcję mięśni wewnętrznych fałdów głosowych, spowodowaną ciągłym, nadmiernym w stosunku do wydolności krtani, wysiłkiem głosowym. W wyniku tej niewydolności fałdy głosowe nie domykają się w czasie fonacji, pozostaje między nimi charakterystyczna wrzecionowata szczelina. Stała dysfonia w definicji tej jednostki chorobowej oznacza natomiast przewlekle występujące zaburzenia głosu, manifestujące się m.in. chrypką.

Najczęściej rozpoznawaną jednostką chorobową z trzech chorób narządu głosu uwzględnionych na liście chorób zawodowych jest niedowład mięśni wewnętrznych krtani (66%), rzadszą natomiast – wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych (25%). Sporadycznie rozpoznawane są natomiast guzki głosowe twarde (3% chorób zawodowych narządu głosu), mimo że powszechnie uznawane są one za typową chorobę związaną z wysiłkiem głosowym.

Z reguły niemal wszyscy nauczyciele z rozpoznaną chorobą zawodową nie powracają do etatowej pracy w zawodzie, choć wielu z nich, po poprawie stanu zdrowia, mogłoby taką decyzję podjąć. Wielu nauczycieli nie ma jednak szans powrotu do zdrowia (a tym samym do pracy), z powodu braku dostępności odpowiedniej rehabilitacji głosu.

Reasumując, przedstawione wyżej dane wskazują na dużą rangę chorób zawodowych narządu głosu w populacji osób w wieku produkcyjnym. Stąd wysiłki pracowników medycznych powinny być ukierunkowane z jednej strony na działania profilaktyczne (np. wprowadzenie w trakcie nauki zawodu obowiązkowych zajęć z emisji głosu), z drugiej zaś strony na rozwój profesjonalnych programów rehabilitacyjnych dla pacjentów z głosem patologicznym.

Piśmiennictwo

1. Carding P.: Occupational voice disorders: Is there a firm case for industrial injuries disablement benefit? Logoped Phoniatr Vocol, 2007, nr 32, s. 47–48.
2. Polski Rocznik Statystyczny. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa, 2008.
3. Roy N. [i wsp.]: Prevalence of voice disorders in teachers and the general population. J Speech Lang Hear Res, 2004, nr 47, s. 281–293.
4. Roy N. [i wsp.]: Voice disorders in teachers and the general population: effect on work performance, attendance, and future career choices. J Speech Lang Hear Res, 2004, nr 47, s. 542–551.
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 30 czerwca 2009 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzania chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach (DzU z 2009 r., Nr 132, poz. 1115).
6. Szeszenia-Dąbrowska N. [i wsp.]: Choroby zawodowe w Polsce. Statystyka i epidemiologia. Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, IMP, Łódź, 2007.
7. Szeszenia-Dąbrowska N. [i wsp.]: Choroby zawodowe w Polsce w 2008 r. Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, IMP, Łódź, 2009.
8. Vilkman E.: Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. Folia Phoniatr Logop, 2004, nr 56, s. 220–253.

15. Patofizjologia chorób narządu głosu o podłożu zawodowym

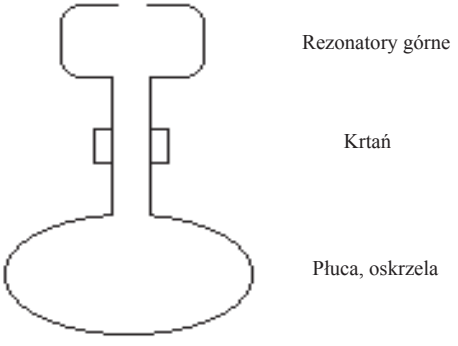
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

Etiologia zaburzeń głosu u osób pracujących zawodowo głosem jest złożona i obejmuje zarówno uwarunkowania zewnętrzne, jak i wewnętrzne. Niewątpliwie jednak zasadnicze znaczenie ma brak umiejętności świadomego korzystania z narządu głosu, co prowadzi do wytworzenia nieprawidłowego sposobu emisji, a następnie do rozwoju zmian czynnościowych lub organicznych krtani.

Podstawy anatomii czynnościowej narządu głosu

Głos jest złożonym zjawiskiem akustycznym i mechanicznym. Do jego wytwarzania niezbędne jest sprawne funkcjonowanie traktu głosowego (ryc. 1), złożonego z narządów, które:

- zabezpieczają strumień powietrza wydechowego, koniecznego do fonacji (płuca, oskrzela, tchawica);
- generują ton podstawowy (krtań – głośnia);
- nadają głosowi barwę i odpowiednie brzmienie (rezonatory górne: nos, zatoki przynosowe, jama ustna, gardło, część nadgłośniowa krtani).



Rycina 1. Schemat traktu głosowego ([według 9], przedrukowano za zgodą Oficyny Wydawniczej IMP).

Podstawowym składnikiem, niezbędnym do emisji głosu jest możliwość tworzenia dźwięku, zwanego tonem podstawowym. W organizmie człowieka miejscem jego wytwarzania (generatorem drgań) jest krtań.

Krtań umiejscowiona jest w przestrzeni szyi środkowej i stanowi łącznik między górnymi i dolnymi drogami oddechowymi. Zbudowana jest ze szkieletu chrzęstnego, więzadeł i mięśni. Na szkielet chrzestny składa się dziewięć chrząstek (trzy nieparzyste: nagłośnia, chrząstka tarczowata i pierścieniowata oraz trzy parzyste, z których najważniejsze to chrząstki nalewkowate). Poszczególne chrząstki połączone są stawami i więzadłami oraz mięśniami.

Wyróżniamy dwie grupy mięśni krtani: zewnętrzne i wewnętrzne. Mięśnie zewnętrzne krtani można podzielić na: nadgnykowe i podgnykowe. Ich rola polega na ustalaniu położenia krtani, podnoszeniu jej w górę, obniżaniu ku dołowi, przemieszczaniu ku przodowi i do tyłu. Jakkolwiek nie odgrywają one bezpośredniej roli w procesie fonacji, to jednak ich zwiększone napięcie (np. mięśni szyi w dysfonii hyperfuncjonalnej) może przenosić się na napięcie mięśni wewnętrznych krtani, promując rozwój patologii zawodowych.

Do mięśni wewnętrznych krtani, których zaburzenia funkcji są zasadnicze dla rozwoju zawodowych zaburzeń krtani, zaliczamy:

- mięsień rozwierający szparę głośni:
  - m. pierścienno-nalewkowy tylny (m. *posticus*) – zabezpiecza pasaż powietrzny
- mięśnie zwierające szparę głośni:
  - m. pierścienno-nalewkowy boczny (m. *lateralis*)
  - m. tarczowo-nalewkowy: zewnętrzny, wewnętrzny, czyli głosowy, i m. kieszonki krtaniowej
  - m. nalewkowy (poprzeczny, skośny)
- mięśnie napinające fałdy głosowe:
  - m. pierścienno-tarczowy
  - m. głosowy

Mięśnie wewnętrzne krtani unerwione są przez nerw krtaniowy dolny, poza mięśniem pierścienno-tarczowym, który jest unerwiony przez gałąź zewnętrzną nerwu krtaniowego górnego.

Mięśnie wewnętrzne umożliwiają przemieszczanie się chrząstek krtani względem siebie – modelując w ten sposób światło krtani w fazie fonacyjnej i oddechowej. Szczególną rolę w fonacji (tworzeniu dźwięku) odgrywa przemieszczanie się w kierunku wnętrza krtani parzystych chrząstek nalewkowatych, powodujące zwężanie jej światła. Do wystających do światła krtani części chrząstek nalewkowatych, zwanych wyrostkami głosowymi, przyczepiają się jedne z ważniejszych mięśni wewnętrznych krtani – mięśnie głosowe. Mięśnie te, wraz z pokrywającą je błoną śluzową, tkanką łączną i więzadłami głosowymi tworzą parzystą strukturę zwaną fałdami głosowymi. Umieszczone są one w środkowej części krtani zwanej głośnią i dzielą wnętrze krtani na okolicę dolną – podgłośniową i górną – nadgłośniową. Natomiast pod względem czynnościowym głośnię dzielimy na: 1. część przednią – międzybłoniastą (znajdujące się między fałdami głosowymi), istotną dla funkcji fonacyjnej krtani oraz 2. część tylną-międzynalewkową (między powierzchniami przyśrodkowymi nalewek), ważną dla roli oddechowej krtani.

Fałdy głosowe pełnią szczególną rolę w fonacji, dzięki specjalnym właściwościom wibracyjnym, które zapewnia im złożona wielowarstwowa budowa. Wyróżnia się w nich trzy zasadnicze struktury:

- tzw. pokrycie (*cover*) utworzone przez nabłonek i warstwę powierzchowną blaszki właściwej błony śluzowej (przestrzeń Reinckego) – w tej strukturze najczęściej dochodzi do zmian patologicznych o etiologii zawodowej np. guzków głosowych stanowiących zgrubienia nabłonkowo-podnabłonkowe; w przestrzeni Reinckego rozwijają się również uwarunkowane zawodowo zmiany przerostowo-obrzękowe;

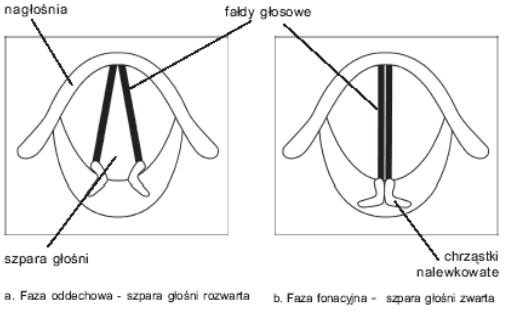
– część przejściową, obejmującą warstwy pośrednią i głęboką blaszki właściwej błony śluzowej, czyli więzadło głosowe;
– trzon (*body*), czyli mięsień głosowy.

Prawidłowa budowa fałdów głosowych warunkuje ich prawidłową czynność.

Fizjologia i patofizjologia tworzenia tonu podstawowego

Fałdy głosowe posiadają właściwość zbliżania się i oddalania, co powoduje odpowiednio zwieranie i rozwierania szpary głośni (ryc. 2).

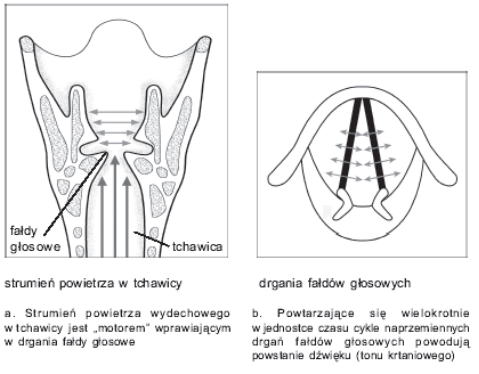
Do powstania dźwięku niezbędne jest wytworzenie drgań powietrza przechodzącego przez szparę głośni. Drgania te powstają w krtani na skutek ruchów fałdów głosowych, odbywających



Rycina 2. Schemat czynności fałdów głosowych ([według 9], przedrukowano za zgodą Oficyny Wydawniczej IMP).

się między innymi w kierunku poprzecznym do ich długiej osi. W znacznym uproszczeniu mechanizm ten przedstawia rycina 3.

Pierwszą fazą, konieczną dla wytworzenia dźwięku, jest wdech, który umożliwia zgromadzenie w płucach dostatecznie dużej ilości powietrza. Na skutek czynności mięśni oddechowych



Rycina 3. Schemat tworzenia dźwięku ([według 9], przedrukowano za zgodą Oficyny Wydawniczej IMP).

rozpoczyna się wydech. Strumień powietrza wydychanego z płuc jest motorem wprawiającym w drgania fałdy głosowe (ryc. 3a). Ponieważ w fazie wydechu szpara głośni jest zamknięta (fałdy głosowe przylegają do siebie), następuje wzrost ciśnienia powietrza w okolicy podgłośniowej. Po przekroczeniu wartości krytycznej ciśnienia podgłośniowego, następuje rozwarcie szpary głośni. Przez szparę głośni przepływa powietrze. Doprowadza to do spadku ciśnienia podgłośniowego i powrotu fałdów głosowych do pierwotnego położenia (ich zwarcia). Powtarzające się wielokrotnie w jednostce czasu cykle naprzemiennego rozwierania i zwierania fałdów głosowych powodują powstawanie drgań powietrza, czyli dźwięku (ryc. 3b).

Charakter tego dźwięku (zwanego tonem podstawowym-krtaniowym) zależy od właściwości fałdów głosowych — ich długości, napięcia, elastyczności i masy, oraz charakteru przepływu powietrza. Upraszczając można powiedzieć, że im dłuższe fałdy głosowe, tym niższy głos, im krótsze, tym wyższy. Cechy te mogą być modulowane przez czynność mięśni krtaniowych, a w szczególności przez mięsień głosowy. W warunkach patologicznych (np. w przypadku zmian przerostowych na brzegach fałdów głosowych lub nieregularnych drgań fonacyjnych) dochodzi do turbulencji powietrza, nieregularnie przechodzącego przez głośnię w czasie fonacji. Cechą kliniczną tego zjawiska jest chrypka. Natomiast znaczne zwiększenie masy fałdu głosowego z powodu obrzęku lub przerostu powoduje istotne obniżenie wysokości tonu podstawowego.

Oddychanie podczas mowy czy śpiewu (tzw. dynamiczne) różni się istotnie od oddychania w spoczynku (statycznego). W oddychaniu dynamicznym faza wydechu ulega kilkakrotnemu wydłużeniu w porównaniu z wdechem (w śpiewie operowym – nawet kilkunastokrotnemu). Oddech staje się głębszy. Aby emisja głosu była prawidłowa, konieczne jest efektywne gospodarowanie zaczerpniętym powietrzem.

Zwarcie fałdów głosowych podczas fonacji może być różne i jest decydujące dla tzw. nastawienia głosowego. Rozróżniamy trzy rodzaje nastawienia głosowego:

- Nastawienie miękkie występuje, gdy fałdy głosowe podczas fonacji zbliżają się do siebie, zostawiając wąską, eliptyczną szczelinę, pozwalającą im na swobodne drgania. Fałdy są do siebie zbliżone, ale niezbyt silnie zwarte. Miękkie nastawienie głosowe jest cechą charakterystyczną głosu fizjologicznego;
- Nastawienie twarde występuje, gdy fałdy głosowe mocno się zwierają, zbyt silnie napierając na siebie. W takiej sytuacji głos jest twardy i ma charakter eksplozyjny. Takie nastawienie jest charakterystyczne dla hyperkinetycznego sposobu fonacji, występującego w najczęstszych zaburzeniach czynnościowych uwarunkowanych zawodowo, czyli dysfoniach hyperfunkcjonalnych;
- Nastawienie chuchające występuje, gdy fałdy głosowe nie stykają się i pozostaje między nimi szczelina o różnym kształcie, w zależności od tego, które mięśnie uległy uszkodzeniu. Część powietrza wydechowego nie zostaje zamieniona na falę głosową, lecz tworzy komponent szmerowy. Taki sposób fonacji może świadczyć o hypofunkcji głośni związanej np. z wiekiem lub ciężką chorobą ogólną, może też być wynikiem zmęczenia głosowego, zwłaszcza u osób pracujących głosem.

Należy podkreślić, że na elastyczność fałdów głosowych ma wpływ śluz produkowany przez gruczoły wydzielnicze błony śluzowej głośni, zapewniający właściwe jej nawilżenie. Odpowiedniej lepkości śluz ma działanie ochronne, zapobiega nadmiernemu „tarciu" i „przegrzewaniu" się krawędzi fałdów głosowych w trakcie ich drgań podczas fonacji. Lepkość śluzu zależy od 1. charakteru wchodzących w jego skład glikoprotein (m.in. kwasu hialuronowego, którego stężenie jest niższe u kobiet), 2. stopnia nawodnienia organizmu oraz 3. niektórych przyjmowanych leków (zarówno w postaci wziewnej: np. aerozole stosowane w leczeniu astmy, jak i doustnej np. niektóre leki psychotropowe, przeciwalergiczne). Zwiększenie lepkości śluzu powoduje większą suchość błony śluzowej krtani oraz wzrost o ok. 25% wartości ciśnienia podgłośniowego, niezbędnego

do wzniecenia tonu podstawowego. Warunkuje to zmianę jakości i wydolności głosu. Z wyżej wymienionych powodów osoby narażone na wzmożony wysiłek głosowy, zwłaszcza kobiety, powinny dbać o właściwe nawadnianie narządu głosu.

Istotne znaczenie dla fonacji ma również prawidłowa funkcja nerwów krtaniowych górnego i dolnego (zwanego również wstecznym), unerwiających mięśnie wewnętrzne krtani.

Rola rezonatorów

Ton krtaniowy posiada określoną wysokość i natężenie, jest jednak słaby i bezbarwny. Dzięki rezonatorom, tj. przestrzeniom powietrznym znajdującym się w ciele człowieka, dochodzi do wzmocnienia lub osłabienia niektórych składowych tonu krtaniowego, przez co nabiera on odpowiedniej siły i barwy i przekształca się w głos artykułowany.

Rezonatory głosowe dzielimy na:

- Dolne — położone poniżej głośni (krtani); obejmują one tchawicę, oskrzela, płuca, często określamy je wspólnie jako rezonator piersiowy.
- Górne — położone powyżej głośni (krtani); obejmują one zatoki przynosowe, jamę nosową, gardło, jamę ustną. Określamy je wspólnym mianem rezonatora „nasady". Część z nich posiada zdolność zmiany swojej objętości i kształtu, co daje możliwość odpowiedniej modulacji głosu. Stąd nazywamy je również rezonatorami ruchomymi.

Oprócz rezonatorów na natężenie głosu ma wpływ ciśnienie podgłośniowe oraz wydolność głośni.

Artykulacja

Krtań służy do produkcji dźwięku, który musi być następnie przekształcony w mowę artykułowaną. Zarówno mowa jak i śpiew powstają dzięki ścisłej współpracy licznych narządów koordynowanych przez układ nerwowy. W trakcie artykulacji, na skutek ruchów języka, warg, podniebienia, policzków oraz dzięki ruchom zwierania i rozwierania szczęki i żuchwy głos zamieniany jest w głoski mowy. Proces tworzenia głosu i mowy wymaga wzajemnego współdziałania wszystkich wymienionych składowych i pozostaje pod ścisłą kontrolą słuchu oraz ośrodkowego układu nerwowego. Uwarunkowany jest ponadto licznymi mechanizmami odruchowymi.

Czynniki ryzyka zaburzeń głosu

Wśród przyczyn zaburzeń głosu o podłożu zawodowym (dysfonii zawodowych) najważniejsza jest nieprawidłowa emisja głosu. Można to bezpośrednio wiązać z brakiem szkolenia głosu u osób mających podjąć pracę w zawodach wymagających zwiększonego wysiłku głosowego, w tym zwłaszcza u studentów szkół pedagogicznych. Dopiero od kilku lat przedmiot ten wdrożono do zakresu nauczania na kierunkach pedagogicznych szkół wyższych. Należy podkreślić, że dysfonie zawodowe rzadko występują u śpiewaków czy wokalistów, co może mieć związek nie tylko ze specjalnymi walorami ich narządu głosu, ale również z jego długoletnim szkoleniem i doskonaleniem technik emisji głosu. Natomiast schorzenia te występują relatywnie często u nauczycieli, u których narząd głosu podlega bardzo dużym obciążeniom. Według danych skandynawskich, przy założeniu, że dzień pracy nauczyciela to 5 godzin dziennie, z czego 30% zajmuje mówienie, z racji wykonywania tej profesji u kobiet występuje milion drgań fonacyjnych dzienne, a u mężczyzn pięćset tysięcy. Z tego powodu nie budzi zdziwienia fakt, że dysfunkcje w obrębie poszczególnych elementów wyżej opisanego traktu głosowego oraz brak koordyna-

cji podczas emisji prowadzą do częstych zaburzeń głosu, szczególnie u przedstawicieli zawodów pedagogicznych.

Głos jest zjawiskiem akustycznym, którego wytwarzanie zależy wprawdzie od indywidualnych czynników morfologiczno-czynnościowych omówionych powyżej, jednak istotny wpływ na pracę narządu głosu mają również liczne uwarunkowania psychospołeczne. Mają one szczególne znaczenie w rozwoju chorób krtani u osób posługujących się zawodowo głosem. Profesje pomocowe, których istotą jest kontakt słowny z drugim człowiekiem (a do takich zaliczane są zawody wymagającego zwiększonego wysiłku głosowego, w tym przede wszystkim zawód nauczyciela) charakteryzuje duże narażenie na stres zawodowy. Jest on wynikiem wielu czynników, m.in. wad organizacyjnych oraz nieprawidłowych relacji interpersonalnych w placówkach pedagogicznych, niskiego statusu zawodu oraz małych możliwości awansu. Zaburzenia adaptacyjne w stresie odgrywają istotną rolę w etiologii wypalenia zawodowego. Mogą one też przyczyniać się do powstawania dysfonii zawodowych. **Czynniki psychogenne** mogą być współodpowiedzialne za powstawanie zaburzeń głosu lub też mogą być bezpośrednią ich przyczyną. Adaptację w stresie zawodowym mogą utrudniać objawy napięciowe, wynikające z nadaktywności autonomicznego i obwodowego układu nerwowego, typowej dla ludzi o wysokim poziomie lęku. Można wskazać na kilka mechanizmów wyjaśniających związek pomiędzy stresem a powstawaniem dysfonii, np.:

1. przenoszenie napięcia (np. z mięśni karku i odcinka lędźwiowego kręgosłupa na mięśnie zewnętrzne i wewnętrzne krtani),
2. powstrzymywanie się od reakcji (co prowadzi do objawu „zaciśniętego" gardła, dławienia gardła),
3. spłycenie oddechu jako utrwalona reakcja na stres, co znacznie utrudnia fonację,
4. zaburzenia w wydzielaniu śluzu w błonie śluzowej układu oddechowego (np. w sytuacjach stresowych występuje charakterystyczna suchość w gardle).

Stres zawodowy może promować rozwój dysfonii zawodowych. Z drugiej strony dysfonie zawodowe, powodując długotrwały dyskomfort fizyczny, pogorszenie funkcjonowania zawodowego i społecznego, w dłuższej perspektywie mogą prowadzić do zmian w stanie zdrowia psychicznego i wywoływać takie objawy jak obniżony nastrój, depresja, lęk, szczególnie w przypadku osób, u których głos jest narzędziem pracy. Wytwarza się swego rodzaju „błędne koło" uzależnień przyczynowych, które mogą prowadzić nie tylko do rozwoju utrwalonych patologii głosu, ale również do poważnych zaburzeń psychicznych.

U osób zawodowo pracujących głosem niemniej ważny od stresu zawodowego jest wpływ niekorzystnych czynników środowiskowych na narząd głosu, w tym zwłaszcza praca głosem w nieodpowiednich warunkach akustycznych i klimatycznych sal: brak wyposażenia w aparaturę nagłaśniającą, suche, przegrzane lub zapylone powietrze. Sprawiają one, że problemy związane z jakością i wydolnością głosu rozwijają się szybciej lub są szczególnie nasilone.

Niekorzystnym czynnikiem występującym powszechnie zwłaszcza w środowisku pracy nauczyciela jest hałas. Jak wykazały badania, przeciętny poziom hałasu w przedszkolach oraz szkołach na przerwach wynosi ponad 75-80 dB, co znacznie przewyższa poziom głośności mowy, uniemożliwiając jej słyszenie. Co prawda narażenie takie nie zwiększa ryzyka uszkodzenia słuchu, jednak zmusza osoby mówiące do nadmiernego wysiłku głosowego. Typowa reakcja na hałas, szczególnie u początkujących pedagogów, to mówienie „podniesionym głosem" tzn. zbyt głośno i zbyt wysoko. Powoduje to wzrost napięcia mięśniowego gardła i szyi oraz twarde nastawienie głosowe. W konsekwencji taka hyperfonacja prowadzi do nieprawidłowego obciążania fałdów głosowych i powstawania uszkodzeń narządu głosu. Z kolei podniesiony głos nauczyciela powoduje u dzieci nawyk głośnego mówienia.

Oprócz hałasu negatywnie na emisję głosu oddziałuje nieprawidłowa akustyka sal. Niekorzystne odbicia dźwięku mogą znacznie pogarszać zrozumiałość mowy. Taka sytuacja zmusza nauczyciela do nadmiernego wysiłku głosowego, tym bardziej że rzadko w środowisku pedagogicznym używa się mikrofonów, nawet w warunkach dużych sal wykładowych. Należy pamiętać, że głośność fali dźwiękowej zmniejsza się znacznie wraz z odległością i można spodziewać się, że osoba znajdująca się w odległości 10–20 m od wykładowcy, nie usłyszy jego mowy, nawet przy dużym natężeniu jego głosu.

Jednym z ważnych czynników sprzyjających schorzeniom narządu głosu jest nieprawidłowy klimat pomieszczeń, na który składają się głównie: wilgotność, temperatura powietrza, zapylenie oraz ruch powietrza. W pomieszczeniach zamkniętych (klasach, salach wykładowych, aulach), szczególnie w okresie grzewczym, powietrze jest stosunkowo suche. Jego wilgotność zwykle nie przekracza 45%. Wartości takie są za niskie dla prawidłowego funkcjonowania narządu głosu. Przy temperaturze stanowiącej „komfort cieplny", która dla zamkniętych pomieszczeń waha się od 18˚C do 21˚C, optymalna wilgotność powietrza dla pracy nauczyciela powinna wynosić 60–70%. Podczas intensywnego mówienia lub śpiewu wdychamy 3–4 razy więcej powietrza niż przy spokojnym oddychaniu. W warunkach fizjologicznych oddychamy przez nos, w którym powietrze zewnętrzne zostaje ogrzane, oczyszczone z zanieczyszczeń oraz nawilżone. Podczas znacznego wysiłku głosowego oddychamy przez usta. Stąd zanieczyszczone, zbyt suche powietrze powoduje nadmierne wysychanie błony śluzowej gardła i krtani.

Istotną funkcją jam nosa jest oczyszczanie wdychanego powietrza z pyłów (cząstek) o średnicy większej niż 5 μm. Cząstki mniejsze mogą docierać nawet do pęcherzyków płucnych. Szkodliwość zapylenia polega na jego drażniącym i alergizującym działaniu na błonę śluzową dróg oddechowych (w tym krtani), co szczególnie niekorzystnie wpływa na narząd głosu poddany dużemu obciążeniu.

Ważnym czynnikiem dynamicznym jest ruch powietrza wpływający na mikroklimat zamkniętych pomieszczeń. Ruch powietrza powinien odbywać się z prędkością około 0,5 m/s. Większa prędkość ruchu powietrza jest odczuwalna i może być szkodliwa, potocznie określamy ją wtedy jako „przeciąg". Nadmierny ruch powietrza może powodować ochłodzenie i nadmierne wysychanie błony śluzowej krtani, przyczyniając się do częstszych infekcji dróg oddechowych.

Do powstawania zaburzeń głosu przyczynia się również brak podstawowej wiedzy o higienie głosu. U osób pracujących głosem niezwykle istotna jest świadomość szkodliwego wpływu palenia papierosów na błonę śluzową gardła i krtani. Wdychany przez palacza dym tytoniowy powoduje przekrwienie, obrzęk i w efekcie przewlekłe zanikowe zapalenie błony śluzowej całego traktu głosowego. Ponadto nikotyna jest wymieniana na pierwszym miejscu jako czynnik rakotwórczy w powstawaniu raka krtani i płuc. Przewlekłe drażnienie krtani przez dym tytoniowy u osób pracujących głosem prowadzi do przekrwienia fałdów głosowych, szczególnie na ich wibrującym – wolnym brzegu, co może przyczyniać się do powstawania zmian przerostowych. Należy podkreślić, że takie działanie nikotyny ma miejsce nie tylko u palaczy czynnych, ale także biernych, eksponowanych na długotrwałe wdychanie dymu tytoniowego z otoczenia. Bierne palenie wpływa niekorzystnie na narząd głosu bezpośrednio lub przez urazowe działanie suchego kaszlu spowodowane wdychaniem dymu tytoniowego.

Szkodliwe działanie na fałdy głosowe ma nadmierne stosowanie używek pod postacią mocnej kawy i herbaty. Kofeina (kawa), również teina (herbata), a także teobromina (kakao, czekolada), powodują odwodnienie błony śluzowej krtani, szczególnie gdy są używane tuż przed wysiłkiem głosowym. Efektem odwodnienia jest spadek produkcji śluzu w krtani i wzrost jego lepkości, co zmniejsza elastyczność fałdów głosowych, czyniąc je bardziej podatne na mikrourazy podczas fonacji. Symptomem takiego działania używek na narząd głosu jest uczucie nadmiernej suchości oraz konieczność częstego odchrząkiwania.

Dodatkowym czynnikiem, powodującym częstszą zapadalność na zapalenia dróg oddechowych, jest przebywanie w środowisku zgromadzenia dzieci i młodzieży – potencjalnego źródła zakażenia w sezonie jesiennym i wczesnowiosennym. Infekcje górnych dróg oddechowych istotnie upośledzają czynność narządu głosu, szczególnie ostre nieżyty gardła i krtani. Takie objawy jak: ból gardła, chrypka czy nawet bezgłos powinny być sygnałem do szybkiego włączenia leczenia oraz ograniczenia lub zupełnego przerwania narażenia na wysiłek głosowy. Nadmierne obciążanie narządu głosu w trakcie jego ostrego zapalenia jest szczególnie niebezpieczne, gdyż może doprowadzić do uszkodzenia mięśni głosowych, co skutkuje upośledzeniem funkcji fonacyjnej krtani, a nawet całkowitą utratą głosu.

Do czynników ryzyka powstania schorzeń krtani o podłożu zawodowym należą także nieprawidłowości konstytucjonalne w obrębie jamy ustnej, gardła i krtani (np. wrodzone asymetrie lub dysplazje). Na stan głosu u osób obciążających go zawodowo mają wpływ także przewlekle schorzenia ogólne, np. alergie, refluks przełykowo-żołądkowy, zaburzenia endokrynologiczne, a także długotrwała terapia hormonalna u kobiet lub konieczność ciągłego stosowania sterydów wziewnych.

Piśmiennictwo

1. Dietrich M., Verdolini Abbott K., Gartner-Schmidt J., Rosen C.: The frequency of perceived stress, anxiety, and depression in patients with common patologies affecting voice. J Voice, 2008, nr 22(4), s. 472–488.
2. Mesquita de Medeiros A., Baretto S.M., Assuncao A.A.: Voice disorders (dysphonia) in public school female teachers working in Belo Horizonte: prevalence and associated factors. J Voice, 2008, nr 22(6), s. 676–687.
3. Niebudek-Bogusz E., Fiszer M., Śliwińska-Kowalska M.: Ocena parametrów analizy akustycznej u nauczycielek z chorobami zawodowymi narządu głosu. Med. Pr., 2005, nr 56(6), s. 431–438.
4. Obrębowski A.: Narząd głosu i jego znaczenie w komunikacji społecznej. Poznań, 2008.
5. Preciado-Lopez J., Perez-Fernandez C., Calzada-Uriondo M., Preciado-Ruiz P.: Epidemiological study of voice disorders among teaching professionals of La Rioja, Spain. J Voice, 2008, nr 22(4), s. 489–508.
6. Pruszewicz A.: Zawodowe zaburzenia głosu. W: Foniatria kliniczna. PZWL. Warszawa, 1992, s. 205–209.
7. Pyżalski J.: Obciążenia psychospołeczne w miejscu pracy pedagoga związane z niewłaściwymi zachowaniami uczniów. Medycyna Pracy, 2008, nr 59(4), s.307–313.
8. Roy N., Bless D.M., Heisey D.: Personality and voice disorders: a multitrait-multidisorder analysis. J Voice, 2000, nr 14(4), s. 521–48.
9. Śliwińska-Kowalska M.: Głos narzędziem pracy – poradnik dla nauczycieli. IMP, Łódź 2000.
10. Śliwińska-Kowalska M., Niebudek-Bogusz K., Fiszer M., Łoś-Spychalska T., Kotyło P., Sznurowska-Przygocka B., Modrzewska M.: The prevalence and risk factors for occupational voice disorders in teachers. Folia Phoniatr Logop, 2006, nr 58(2), s. 85–102.
11. Verdolini K., Ramig L.: Occupational risks for voice problems. Logoped Phoniatr Vocol, 2001, nr 26, s. 37–46.

16. Metody badania narządu głosu

Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

Obecnie standardy europejskie podkreślają konieczność kompleksowej oceny zaburzeń głosu, dokonywanej podczas badania foniatrycznego. Zgodnie z protokołem opracowanym przez Komitet Foniatrii Europejskiego Towarzystwa Laryngologicznego (ELS) w 2000 roku, wśród 5 podstawowych narzędzi badawczych, stosowanych w diagnostyce zaburzeń głosu, znalazły się następujące metody: 1. ocena percepcyjna głosu, 2. laryngowideostroboskopia, 3. analiza akustyczna głosu, 4. ocena aerodynamiczna, 5. ocena subiektywna głosu, dokonywana indywidualnie przez pacjenta [1].

Uwzględniając ww. zalecenia, kompleksowa ocena narządu głosu u osób obciążających go zawodowo powinna zawierać:

1. wywiad,
2. samoocenę głosu np. z zastosowaniem Wskaźnika Niepełnosprawności Głosu (*Voice Handicap Index* – VHI),
3. ocenę percepcyjna głosu np. z zastosowaniem skali GRBAS,
4. ocenę sposobu tworzenia głosu z oceną postawy ciała,
5. rutynowe badanie laryngologiczne,
6. laryngowideostroboskopię lupową – ocenę struktury krtani i funkcji fałdów głosowych,
7. ocenę podstawowych parametrów głosu: czasu fonacji, zakresu głosu, wysokości, natężenia głosu, próbę obciążeniową głosu, analizę akustyczną głosu.

Poniżej omówiono wymienione metody badania.

Wywiad

Badanie foniatryczne u osoby zawodowo posługującej się głosem powinno być zawsze poprzedzone dokładnym wywiadem dotyczącym środowiska pracy, z uwzględnieniem godzinowego obciążenia głosu dziennie i tygodniowo oraz liczby przepracowanych lat w zawodzie. Warto zwrócić uwagę na charakter wykładanego przedmiotu, tygodniowy rozkład zajęć, wykorzystanie urządzeń nagłaśniających i doświadczenie metodologiczne nauczyciela. Powinno się też uzyskać informacje dotyczące dotychczasowych zaburzeń głosu i ich leczenia, innych chorób współistniejących, przyjmowanych leków (zwłaszcza hormonalnych oraz wziewnych), nałogu palenia papierosów, zwyczaju picia mocnej kawy i herbaty. Należy też uwzględnić wpływ stanów emocjonalnych na jakość głosu.

Samoocena głosu

Ostatnio coraz bardziej doceniana jest na świecie wartość diagnostyczna samooceny głosu, dokonywanej przez pacjenta. Uznaje się bowiem, że izolowane badania specjalistyczne, bez uwzględnienia własnych odczuć pacjenta dotyczących jego głosu, są niewystarczające do określenia stopnia upośledzenia głosu. Tym bardziej że definicja niepełnosprawności (*handicap*) wg WHO obejmuje nie tylko wykładnik zdrowia fizycznego, ale również ograniczenia lub brak możliwości realizacji codziennych życiowych zadań. Obecnie istnieje niewiele standaryzowanych metod oceny psychosocjalnych konsekwencji zaburzeń głosu. Najpowszechniej stosowanym narzędziem subiektywnej oceny wpływu problemów głosowych na jakość życia jest kwestionariusz określający wskaźnik niepełnosprawności głosowej (*Voice Handicap Index* – VHI). Wskaźnik ten, wprowadzony przez Jacobsona i wsp. w 1997 r., opiera się on na odczuciach pacjenta dotyczących niesprawności wynikającej z zaburzeń głosu. Metoda ta jest szeroko stosowana w krajach całego świata; adaptacji na język polski i związanych z tym modyfikacji dokonali w 2004 r. Pruszewicz i wsp. [4]. Kwestionariusz składa się łącznie z 30 pytań, oceniających problemy z głosem w trzech skalach. Pytania dotyczące 1. sfery funkcjonalnej – opisują wpływ zaburzeń głosu na codzienną aktywność społeczno-zawodową; 2. sfery emocjonalnej – odczucia chorego w stosunku do własnego głosu, zaś 3. sfery fizykalnej – dotyczą odczuwanych dolegliwości fizycznych związanych z chorobą narządu głosu. Osoba wypełniająca kwestionariusz przy każdym zdaniu wskazuje 1 z 5 podanych odpowiedzi, które są punktowane w skali 0–4, przy czym odpowiedź „nigdy" to 0 punktów, „prawie nigdy" – 1, „czasami" – 2, „prawie zawsze" – 3, a „zawsze" to 4 punkty. Całkowity wynik VHI określa stopień zaburzeń głosu. Uzyskanie 0–30 punktów określane jest jako niewielka niesprawność głosu, 31–60 punktów to średnia niesprawność głosu, zaś wynik w granicach 61–120 punktów oznacza dużą niesprawność głosu i sygnalizuje konieczność pilnej konsultacji foniatrycznej.

Ocena percepcyjna głosu

Podczas rozmowy z pacjentem foniatra nie tylko przeprowadza wywiad lekarski, ale także percepcyjnie (odsłuchowo) bada jakość głosu i prawidłowość jego emisji. Charakter głosu określamy jako prawidłowy – dźwięczny lub nieprawidłowy (dysfoniczny) – czyli np. matowy, obłożony, ochrypły. W skrajnych przypadkach występuje zupełny bezgłos (afonia). Głos prawidłowy (eufoniczny) w ocenie percepcyjnej powinien być dźwięczny, ale też czysty, pozbawiony komponenty szumowej, niemęczliwy, bogaty rezonansowo, tworzony z miękkim nastawieniem głosowym. Wysokość głosu powinna odpowiadać płci i wiekowi, a głośność (natężenie) warunkom sytuacyjnym. Ponadto głos prawidłowy powinien posiadać odpowiednią plastyczność, wyrażającą się możliwością modulacji i płynnych zmian wysokości i głośności w czasie wypowiadania różnych kwestii słownych.

Do oceny percepcyjnej głosu służą również usystematyzowane skale, używane przez foniatrów i terapeutów głosu. Najczęściej stosowana jest skala GRBAS. Skala ta opisuje zburzenia głosu za pomocą dobrze zdefiniowanych pięciu parametrów: G (*grade of hoarseness*) – stopień chrypki, R (*roughness*) – szorstkość głosu wynikająca z nieregularności drgań fałdów głosowych, B (*breathiness*) – głos chuchający, będący wynikiem wydobywania się powietrza w czasie fonacji przez niezwartą głośnię, A (*asthenic*) – głos słaby, asteniczny i S (*strained*) – głos napięty, hyperfunkcjonalny. Pięcioparametrowa skala GRBAS posiada cztery stopnie natężenia zaburzeń i tak „0" – oznacza głos normalny, „1" – lekkie nasilenie, „2" – mierne, „3" – ciężkie w odniesieniu do wszystkich parametrów.

Ocena sposobu tworzenia głosu

Opisując głos badanego, foniatra nie tylko słucha jak on mówi, ale również obserwuje, w jaki sposób tworzy głos. Zwraca uwagę na zachowanie mięśni szyi podczas fonacji, nastawienie głosowe, tor oddychania, uczynnianie rezonatorów. Prawidłowa emisja głosu powinna przebiegać bez napięcia wewnętrznego i bez napinania mięśni traktu głosowego. Nadmiernie napięte mięśnie szyi i obręczy barkowej czy poszerzone żyły szyjne podczas fonacji świadczą o wadliwym, hyperkinetycznym sposobie tworzenia głosu. Taki sposób emisji głosu, określany jako hyperfunkcjonalny (np. stopień S2 lub S3 w opisanej wyżej skali GRBAS), jest charakterystyczny dla osób pracujących głosem, szczególnie nauczycieli. Wynika z nieprawidłowej kompensacji nadmiernego obciążania głosu.

W trakcie badania foniatrycznego należy też ustalić tor oddechowy, obserwując ruchy klatki piersiowej podczas emisji głosu. Wyróżniamy trzy typy toru oddechowego: górny – piersiowy (charakterystyczny dla kobiet), dolny – brzuszny (charakterystyczny dla mężczyzn) oraz mieszany: piersiowo-brzuszny, najbardziej pożądany dla efektywnego wykorzystania powietrza oddechowego przy prawidłowej emisji głosu. W typie piersiowym oddychania podczas wdechu poszerzają się głównie górne obszary klatki piersiowej, następuje uniesienie ramion i łopatek, w dalszej fazie następuje podciągnięcie brzucha. Natomiast w typie brzusznym oddychania wdech dokonuje się przez rozszerzanie się jedynie dolnych partii płuc, część górna klatki piersiowej nie pracuje, brzuch wypychany jest na zewnątrz. Opisane powyżej oba tory oddechowe nie są prawidłowe, nie zabezpieczają bowiem odpowiedniego podparcia oddechowego podczas fonacji. Optymalny dla prawidłowej pracy narządu głosu jest typ oddychania piersiowo-brzuszny, tj. brzuszno-przeponowy, podczas którego następuje równomierne poszerzenie całej klatki piersiowej, wspomagane niewielką pracą przepony.

Ważne dla wzmocnienia i uzyskania indywidualnej barwy głosu jest uczynnianie rezonatorów nasady, czyli odpowiednie wykorzystanie jam rezonacyjnych nosa, jamy ustnej, gardła oraz zatok przynosowych. Dla oceny uczynniania rezonatorów środkowy palec należy przyłożyć do bocznej, kostnej ściany nosa lub zatoki czołowej i równocześnie wypowiadać murmurando głoski „mo-mu-mi". W trakcie prawidłowej fonacji i artykulacji tych głosek, tj. z uczynnianiem rezonatorów, pod opuszką palca powinny być wyczuwane drgania.

Kolejnym etapem oceny sposobu tworzenia głosu jest badanie nastawienia głosowego, czyli tzw. ataku na fałdy głosowe (sposobu zwierania się fałdów głosowych podczas fonacji). Prawidłowe, miękkie nastawienie cechuje swobodne zwieranie drgających fałdów głosowych. W nastawieniu chuchającym – „niedomknięta" głośnia w fazie fonacyjnej powoduje patologiczne przedostawanie się części powietrza przez pozostawioną szczelinę, wywołując szmer („chuchanie"). Natomiast podczas twardego nastawienia głosowego zbyt napięte fałdy głosowe za mocno napierają na siebie, zaburzając drgania fonacyjne. Twarde nastawienie głosowe jest charakterystyczne dla hyperfunkcjonalnego sposobu tworzenia głosu, często wynika nie tylko z nadmiernego napięcia mięśni wewnętrznych krtani, ale również szyi, klatki piersiowej lub nawet całego układu mięśniowo-szkieletowego. Tym bardziej, że powszechny ostatnio stres zawodowy często powoduje nadmierne napięcie mięśni karku i odcinka lędźwiowego kręgosłupa, które u tzw. mówców zawodowych przenoszone jest przeważnie na mięśnie zewnętrzne i wewnętrzne krtani oraz gardła. Z tego powodu niezwykle istotna jest ocena postawy ciała podczas emisji głosu. Optymalną postawą dla prawidłowej emisji głosu jest wyprostowana swobodna sylwetka, z rozluźnionymi mięśniami szyi, barków i klatki piersiowej i niezgarbionymi plecami. Stopy powinny być stabilnie oparte o podłoże, bez nadmiernego napinania ud i łydek. Taka postawa zapewnia odpowiedni tor oddechowy podczas fonacji i sprzyja tworzeniu głosu bez zbędnych napięć.

Równie ważna jest ocena sprawności aparatu artykulacyjnego, głównie języka, warg i podniebienia miękkiego. Prawidłowa, tzw. szeroka artykulacja powinna się cechować wyrazistą wymową samogłosek i spółgłosek, z umiarkowanym tempem mowy. W trakcie badania oceniamy również, czy nie występuje niepożądane nosowanie podczas wymawiania głosek ustnych. Podczas prawidłowej emisji nosowanie występuje tylko dla głosek nosowych tzn.: ą, ę, m, n, ń.

Badanie laryngologiczne

W trakcie wykonywania rutynowego badania laryngologicznego oceniamy nos, gardło, krtań i uszy. Krtań oglądamy dokonując laryngoskopii pośredniej za pomocą lusterka krtaniowego o średnicy 25–30mm. W badaniu laryngologicznym zwracamy uwagę na zmiany patologiczne, uwzględniając również odchylenia od normy powodujące zaburzenia emisji głosu; np. skrzywienie przegrody nosa lub krótkie podniebienie twarde, czy rozszczepy podśluzówkowe podniebienia miękkiego mogące zaburzać pracę rezonatorów. Istotna jest ocena narządu słuchu z uwzględnieniem jego wydolności (orientacyjne badanie szeptem, ewentualnie audiometria tonalna).

Wideolaryngostroboskopia

Jest podstawowym badaniem specjalistycznym, pozwalającym precyzyjnie ocenić morfologicznie i czynnościowo stan narządu głosu (ryc. 1). Składa się ono z laryngoskopii lupowej i stroboskopii.



Rycina 1. Przykładowy obraz krtani w badaniu wideolaryngostroboskopowym.

W laryngoskopii lupowej oceniamy obraz krtani w powiększeniu, szczególnie zwracając uwagę na: barwę, kształt oraz powierzchnię fałdów głosowych i przedsionkowych, ruchomość fałdów głosowych podczas oddychania i fonacji zwarcie fonacyjne głośni, tendencję do hyperfunkcji, wilgotność błony śluzowej oraz różnicę poziomów fałdów głosowych. Zwracamy także uwagę na ewentualne asymetrie w budowie krtani.

W badaniu stroboskopowym wykorzystany jest efekt stroboskopowy, polegający na optycznym złudzeniu wynikającym z tego, że wrażenia świetlne trwają dłużej w naszym oku niż dzia-

łający bodziec. Oko ludzkie jest w stanie zarejestrować tylko 5 drgań w ciągu 1 sekundy. Drgania fałdów głosowych są za szybkie, aby mogły być widziane jako oddzielne wrażenia. Jeżeli jednak oświetlimy krtań światłem przerywanym (stroboskopowym) o częstotliwości drgań różnej od częstości drgań fałdów głosowych, to zaobserwujemy ruchy fałdów głosowych w zwolnionym tempie. Na podstawie tak uzyskanego obrazu można ocenić funkcjonowanie fałdów głosowych. Badanie laryngostroboskopowe może być przeprowadzone w znieczuleniu powierzchniowym, szczególnie przy nadmiernych odruchach oraz napięciu mięśni gardła i podniebienia. Badanie wykonuje się obserwując ruchy fałdów głosowych przy jednakowym natężeniu głosu w zakresie całej skali głosu, zaczynając od rejestru średniego.

Badania wykonywane za pomocą wideolaryngostroboskopów są rejestrowane na taśmie wideo lub zapisywane na dyskach komputerowych. Badanie stroboskopowe można wykonać również za pomocą elastycznego laryngofiberoskopu. Fiberoskop wprowadzony przez nos na wysokość wejścia do krtani umożliwia obserwację krtani w warunkach fizjologicznej fonacji (tj. bez wyciągania języka, koniecznego przy stosowaniu laryngostroboskopów sztywnych).

Ocena podstawowych parametrów głosu

Obejmuje pomiar czasu fonacji, zakres głosu, wysokość i natężenie głosu. Czas fonacji jest prostym, jednak wartościowym parametrem aerodynamicznym, świadczącym o wydolności narządu głosu. Jego pomiar polega na określeniu maksymalnego czasu swobodnego fonowania głoski „a" podczas pełnego wydechu; Wynik jest średnią 3 pomiarów, norma wynosi 20–25 s, wartości poniżej 10 s świadczą o dużej patologii narządu głosu.

W skład badania foniatrycznego wchodzi również określenie wysokości głosu (częstotliwości), tj. jej średniego położenia oraz zakresu głosu, które bada się za pomocą częstotliwościomierza. Średnie położenie głosu 2 znajduje się najczęściej w 1/3 dolnej zakresu i wynosi dla mężczyzn 128 Hz (c), a dla kobiet 256 Hz (c 1). Przeciętny zakres głosu mówionego wynosi 8–9 półtonów (norma dla kobiet 196–326 Hz, dla mężczyzn 98–162 Hz) (tab. I). Zakres głosu śpiewanego dla osoby nieszkolonej wokalnie obejmuje 1,5–2 oktawy.

Natomiast natężenie głosu podczas szeptu wynosi średnio 50 dB, podczas mowy potocznej 65 dB, podczas krzyku – 80 dB.

Tabela I. Normy parametrów głosowych u mężczyzn i kobiet wg Wendlera

	Kobiety	**Mężczyźni**
Średnie położenie głosu F_0	256 Hz	128 Hz
Przedział prawidłowych wartości F_0	200–260 Hz	100–130 Hz
Zakres głosu mówionego	196–326 Hz	98–162 Hz

F_0 – częstotliwość podstawowa głosu

Próba obciążeniowa głosu

Próba jest przydatna do oceny wydolności narządu głosu, szczególnie u osób znacznie obciążających głos zawodowo. Test obciążania głosu wykonujemy polecając pacjentowi, zagłuszanemu białym hałasem o natężeniu 85 dB, czytać przez pół godziny tak głośno, aby sam się słyszał. Wpływ wysiłku głosowego na czynność fonacyjną krtani oceniamy, dokonując wideostroboskopii i pomiaru natężenia głosu (ewentualnie komputerowej analizy akustycznej głosu), przed i po obciążeniu głosu.

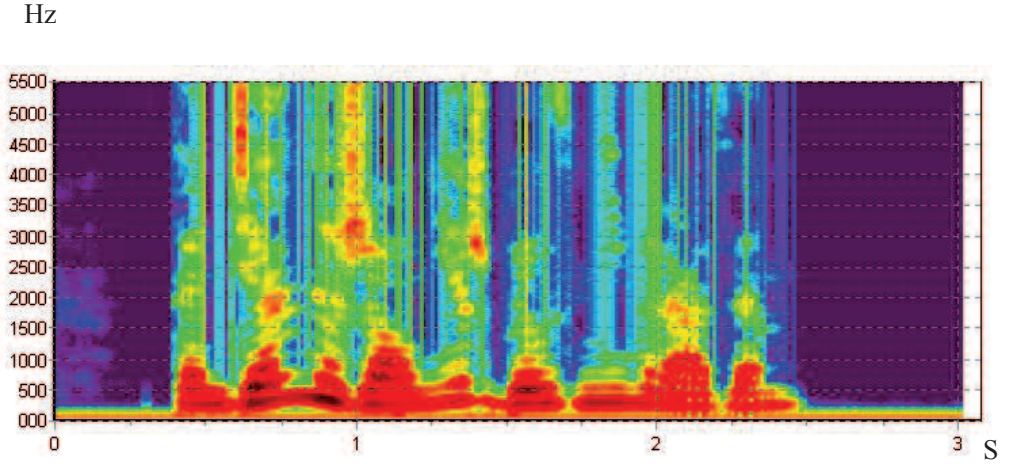
Próba ma wynik dodatni, gdy po obciążeniu stwierdza się pogorszenie jakości głosu w ocenie percepcyjnej (ew. analizie akustycznej), osłabienie natężenia głosu oraz pogorszenie parametrów wideostroboskopowych, w tym zwiększenie niedomykalności głośni, zwiększone zaburzenia drgań czy nawet ich zanikanie (tzw. wyczerpywanie się drgań fonacyjnych).

Akustyczna analiza głosu

Przeprowadzana jest z użyciem technik komputerowych. Coraz częściej wchodzi ona do oceny kompleksowej narządu głosu. Metoda ta daje możliwość obiektywizacji oceny czynności fonacyjnej głośni.

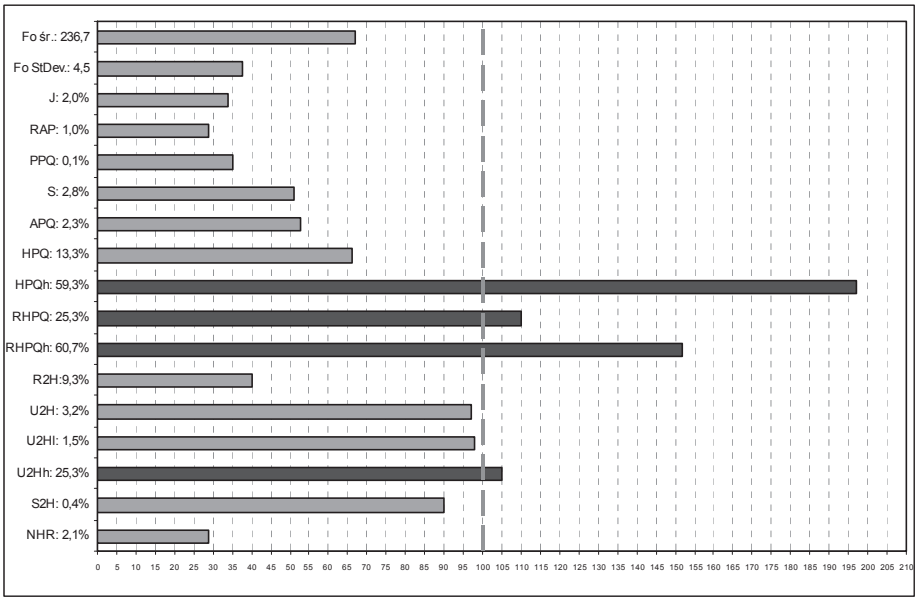
Nagranie głosu do analizy akustycznej powinno odbywać się w wyciszonym pomieszczeniu, o przeciętnym poziomie hałasu 30 dB. Nagrań dokonuje się za pomocą oprogramowania do analizy akustycznej głosu oraz mikrofonu pojemnościowego w zestawie z komputerem wyposażonym w kartę dźwiękową. Badania przeprowadza się nagrywając próbki głosu pacjenta, najczęściej trzykrotnie: samogłoskę „a" w trakcie przedłużonej fonacji oraz zdanie: „Ten dzielny żołnierz był z nim razem". Zdanie to jest reprezentatywne dla języka polskiego pod względem zawartych w nim samogłosek, spółgłosek dźwięcznych i bezdźwięcznych oraz głosek nosowych.

Do powszechnie stosowanych metod analizy akustycznej należy analiza spektrograficzna, w której w funkcji czasu przedstawiona jest wartość wysokości i natężenia głoski lub zdania. Im większe natężenie głosu, tym intensywniejsze kolory zapisu (ryc. 2).



Rycina 2. Spektrogram szerokopasmowy zdania „Ten dzielny żołnierz był z nim razem" – głos prawidłowy. Czerwony kolor wskazuje największe skupienia energii widma akustycznego (natężenia dźwięku mowy) w pasmach częstotliwości (formantach) charakterystycznych dla samogłosek zawartych w zdaniu.

Ostatnio coraz bardziej popularna staje się też wieloparametrowa ocena całego traktu głosowego, dokonywana za pomocą amerykańskiego oprogramowania MDVP (*Multi Dimensional Voice Program*), oceniającego 33 parametry akustyczne, lub polskiego IRIS dla Foniatrii, oceniającego 17 parametrów akustycznych (ryc. 3). Najczęściej uwzględniane parametry to jitter (określa procentowo względne zmiany częstotliwości podstawowej głosu), shimmer (określa względ-



Rycina 3. Parametry analizy akustycznej głoski „a" (program IRIS dla Foniatrii). Wynik nieprawidłowy stwierdzono dla więcej niż 2 parametrów, co wskazuje na dysfonię.

ne zmiany amplitudy/natężenia) czy NHR (*Noise to Harmonic Rate*) – określa zawartość szumu w sygnale głosu.

Można też wykonać badanie pola głosowego, które jest graficznym przedstawieniem zależności poszczególnych tonów z zakresu głosu od natężenia – od minimalnego do maksymalnego natężenia, z jakim są one tworzone. Badanie to umożliwia jakościową ocenę różnic między głosem prawidłowym i patologicznym oraz obserwację postępów leczenia i rehabilitacji głosu.

Piśmiennictwo

1. Dejonckere P.H., Crevier-Buchman L., Marie J.P., Moerman M., Remacle M., Woisard V.: Interpretation of the European Laryngological Socjety (ELS) basic protocol for assessing voice treatment effect. Rev Laryngol Otol Rhinol, 2003, nr 124, s. 279–283.
2. Niebudek-Bogusz E., Fiszer M., Kotyło P., Śliwińska-Kowalska M.: Diagnostic value of a voice acoustic analysis in assessment of occupational voice pathologies in teachers. Logoped Phoniatr Vocol, 2006, nr 31, s. 100–106.
3. Pruszewicz A.: Metody badania narządu głosu. Postępy w Chirurgii Głowy i Szyi 2002, nr 2(2), s. 3–25.
4. Pruszewicz A., Obrębowski A., Wiskirska-Woźnica B., Wojnowski W.: W sprawie kompleksowej oceny głosu – własna modyfikacja testu samooceny niesprawności głosu (Voice Handicap Index). Otolaryngologia Polska, 2004, nr 58, s. 547–549.
5. Rubin J.S., Satalof R.T., Korovinn G.S. (red).: Diagnosis and treatment of voice disorders. Thomson Delmar Learning, New York, 2003.
6. Wiskirska-Woźnica B., Pruszewicz A., Obrębowski A., Świdziński P.: Korelacja pomiędzy oceną subiektywną i obiektywną głosu w schorzeniach organicznych i czynnościowych krtani. Otolaryngol. Pol., 2003, nr 5, s. 537–548.

17. Obraz kliniczny chorób narządu głosu o podłożu zawodowym

Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

Choroby narządu głosu o podłożu zawodowym są to choroby krtani, w których etiopatogenezie zasadniczą rolę odgrywa przewlekły wysiłek głosowy, związany z wykonywaną pracą. Klinicznie zaliczyć do nich można zarówno zaburzenia czynnościowe (głównie hyperfunkcjonalną dysfonię czynnościową), jak i zmiany naczyniowe na fałdach głosowych (wybroczyny, „żylaki"), guzki głosowe, wtórne zmiany przerostowe oraz niedowłady fałdów głosowych. W postępowaniu medyczno-orzeczniczym jedynie trzy ostatnie jednostki chorobowe dają podstawę do ubiegania się o rozpoznanie choroby zawodowej.

Najczęściej spotykane objawy zaburzeń głosu o podłożu zawodowym to:

- parestezje gardła i krtani,
- nawykowe chrząkanie,
- uczucie przeszkody w gardle,
- zmatowienie głosu,
- zawężenie skali głosu,
- skrócenie czasu fonacji,
- okresowe zaniki głosu,
- utrwalona chrypka, a nawet bezgłos.

Synonimem opisanych powyżej wielopostaciowych zaburzeń głosu jest określenie dysfonia. W dysfoniach, niezależnie od ich tła, zmianom patologicznym mogą ulegać: sposób emisji głosu, czas fonacji, częstotliwość, natężenie, zakres głosu i jego barwa. Każdą zmianę barwy odbiegającą od normy nazywamy chrypką. Jest ona wynikiem nieprawidłowej wibracji fałdów głosowych, spowodowanej turbulencjami powietrza nieregularnie przechodzącego przez głośnię w czasie fonacji. Zwyczajowo jest ona utożsamiana z dysfonią. Dysfonia jest jednak pojęciem szerszym niż chrypka, jakkolwiek ta ostatnia jest jej najczęstszym elementem składowym.

Chrypka może być spowodowana następującymi czynnikami:

- niepełnym zamknięciem fonacyjnym głośni,
- zgrubieniami błony śluzowej na brzegach fałdów głosowych, powodującymi powstawaniem szmerów turbulencyjnych podczas fonacji,
- ograniczeniem przesunięcia brzeżnego, czyli tzw. fali śluzówkowej (*mucosal wave*) uwarunkowanej przesuwalnością błony śluzowej fałdu głosowego względem jego podłoża więzadłowo-mięśniowego,

- zmianami masy i napięcia fałdów głosowych, prowadzącymi do nieregularności drgań fonacyjnych.

W początkowym okresie zaburzenia głosu o podłożu zawodowym mają charakter dysfonii czynnościowych, a dysfunkcja głosu jest odwracalna. Gdy pojawią się zmiany morfologiczne w narządzie głosu, szczególnie dotyczące fałdów głosowych, mówimy o dysfoniach organicznych.

Dysfonie czynnościowe

Dysfonie czynnościowe są spowodowane nieprawidłowymi mechanizmami fonacyjnymi lub podłożem psychogennym. Wynikają one z nieprawidłowego działania mięśni wewnętrznych i zewnętrznych krtani, zakłócenia stosunku między napinaniem a rozluźnianiem mięśni antagonistycznych oraz zaburzonej koordynacji oddechowo–fonacyjno–artykulacyjnej. U osób pracujących głosem dysfonie czynnościowe wyprzedzają najczęściej pojawienie się zmian organicznych na fałdach głosowych.

Dysfonie czynnościowe mogą występować w trzech postaciach:

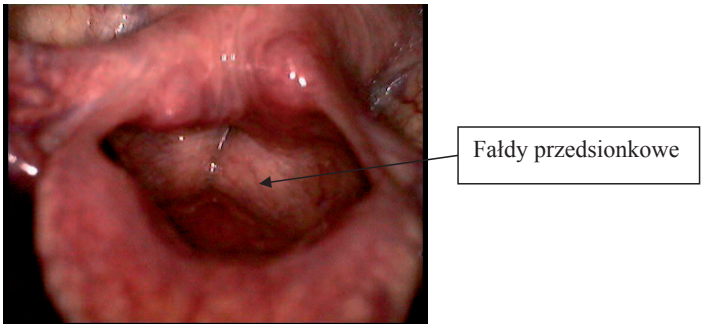
1. Dysfonia hyperfunkcjonalna (najczęstsza), będąca wynikiem niewydolności narządu głosu z nadmiernym napinaniem mięśni wewnątrz- i zewnątrzkrtaniowych podczas fonacji (tzw. twarde nastawienie głosowe). Zwykle występuje również napięcie mięśni gardła dolnego i środkowego oraz podniebienia miękkiego. Ten typ dysfonii jest charakterystyczny dla osób nadużywających głosu i nieprawidłowo się nim posługujących;
2. Dysfonia hypofunkcjonalna wiąże się ze zmniejszeniem napięcia mięśni wewnątrz- i zewnątrzkrtaniowych w czasie fonacji, spowodowanym np. przeciążaniem narządu głosu w stanie zapalnym. Mogą się do niej przyczyniać również choroby ogólnoustrojowe: zaburzenia endokrynologiczne, alergie, niedokrwistości, awitaminozy;
3. Dysfonia dysfunkcjonalna (fonastenia). Charakteryzuje się zaburzeniem koordynacji pomiędzy czynnością oddechową i fonacyjną krtani oraz artykulacją i działaniem rezonatorów.

Objawy dysfonii hyperfunkcjonalnej

W najczęściej występującej u osób pracujących zawodowo głosem dysfonii hyperfunkcjonalnej, głos jest oceniany odsłuchowo jako party, ochrypły, gardłowy lub nosowy, z ograniczonym rezonansem; tworzony jest z nastawieniem twardym. Dochodzi do nadmiernego napinania mięśni szyi, często z widocznym rysunkiem wypełnionych naczyń żylnych. Taki stan mięśni szyi i karku może powodować usztywnienie kręgosłupa oraz jego bóle; postawa ciała jest nieprawidłowa, z usztywnieniem obręczy barkowej. Stwierdza się tor oddechowy górny, z wykorzystaniem tylko szczytowych partii płuc, co skutkuje krótkim czasem fonacji.

Obraz krtani w dysfonii hyperfunkcjonalnej

Obraz krtani stwierdzany w laryngoskopii pośredniej to: nagłośnia opadająca, często uniemożliwiająca obejrzenie krtani w rutynowym badaniu laryngologicznym. W takich przypadkach zbadanie krtani jest możliwe tylko podczas laryngoskopii lupowej. Widać wówczas fałdy głosowe napięte, brzeżnie przekrwione ze względu na hyperkinetyczny mechanizm fonacji W zaawansowanym stadium dysfonii hyperfunkcjonalnej fałdy głosowe są schowane pod fałdami przedsionkowymi, które przejmują funkcję fałdów głosowych w patologicznej fonacji tzw. fonacji przedsionkowej (ryc. 1). Jest to skutkiem źle „ustawionego" głosu.



Rycina 1. Dysfonia hyperfunkcjonalna – obraz wideolaryngostroboskopowy; fałdy przedsionkowe zwierają szparę głośni podczas fonacji.

Skutki nieleczonej dysfonii hyperfunkcjonalnej

Charakterystyczny dla długo trwającej, nieleczonej dysfonii hyperfunkcjonalnej jest tzw. zespół zmęczenia głosowego, powstały w wyniku nieprawidłowej kompensacji obciążania głosu. Występuje wówczas zwiększone napięcie zmęczeniowe mięśni szyi i mięśni wewnętrznych krtani. Pacjenci skarżą się na „męczliwość" głosu, dyskomfort w okolicy gardła i krtani, a czasem nawet silny ból uniemożliwiający wydobycie głosu (odynofonia). W zespole zawodowego zmęczenia głosowego dochodzi do redukcji przepływu krwi przez tkanki, kumulacji mleczanów w mięśniach krtani oraz wyczerpania zapasów glikogenu, podobnie jak w innych mięśniach poprzecznie prążkowanych po wysiłku fizycznym np. u lekkoatlety po długim dystansie. Ponadto zwiększona lepkość śluzu tkanek narządu głosu w stadium zmęczenia głosowego powoduje większe „tarcie" fałdów głosowych oraz wzrost energii cieplnej w trakcie drgań fonacyjnych, czym można tłumaczyć nagminny objaw suchości błony śluzowej gardła i krtani, występujący często u tzw. mówców zawodowych. Kluczową rolę w nawilżaniu narządu głosu pełni kwas hialuronowy, znajdujący się w błonie śluzowej fałdów głosowych; substancja, która też ostatnio chętnie jest stosowana jako bioimplant w dermokosmetyce. Zawartość kwasu hialuronowego w tkankach krtani jest mniejsza u kobiet niż u mężczyzn. Może to być jeden z czynników warunkujących częstsze występowanie u kobiet zaburzeń głosu po wysiłku głosowym.

Czasami przedłużające się i nieleczone objawy zmęczenia głosowego mogą skutkować dysfonią hypofunkcjonalną. Negatywna adaptacja narządu głosu do długotrwałego wzmożonego wysiłku głosowego, może powodować osłabienia napięcia (hypotonię) mięśni wewnętrznych krtani. Prowadzić to może do rozwoju niedowładu mięśni fałdów głosowych z tzw. wrzecionowatą, owalną niedomykalnością głośni.

W zespole zmęczenia głosowego obserwuje się dużą fluktuację zmian oraz duże zróżnicowanie indywidualne. U osób z nieprawidłową techniką emisji pierwotna dysfonia hyperfunkcjonalna, kompensująca nadmierny wysiłek głosowy, prowadzi w konsekwencji do rozwoju hypofunkcji głośni, która wtórnie jeszcze bardziej nasila hyperkinezę mięśni krtani, powodując błędne koło objawów. Daje to w efekcie nadmierne przeciążenie i osłabienie mięśni krtani, powodujące coraz większe zaburzenia głosu, prowadzące nawet do całkowitej utraty głosu, czyli bezgłosu.

Nieleczone dysfonie czynnościowe ograniczają w znacznym stopniu wydolność narządu głosu i uniemożliwiają posługiwanie się głosem w sensie zawodowym. U osób pracujących głosem dysfonia czynnościowa hyperfunkcjonalna poprzedza zwykle pojawienie się zmian organicznych na fałdach głosowych.

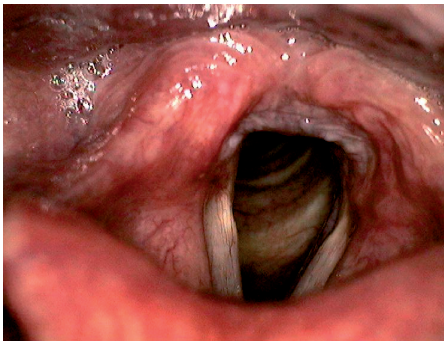
Dysfonie organiczne

Na skutek przewlekłych mikrourazów głośni podczas fonacji hyperkinetycznej powstawać mogą różne zmiany patologiczne fałdów głosowych, czyli dysfonie organiczne. Najczęściej są to guzki głosowe, zmiany naczyniowe pod postacią żylaków lub krwawych wybroczyn (ryc. 2), obrzęki czy zmiany przerostowo-polipowate, dotyczące zwłaszcza wolnych brzegów fałdów głosowych, atrofie mięśni głosowych lub owrzodzenia kontaktowe, jakkolwiek w etiopatogenezie tego ostatniego schorzenia kluczową rolę odgrywa refluks żołądkowo-przełykowy, szczególnie jego odmiana gardłowa.



Rycina 2. Zmiany naczyniowe fałdu głosowego prawego w obrazie wideolaryngostroboskopowym.

W refluksie gardłowym, na skutek uszkodzenia błony śluzowej gardła i krtani sokiem żołądkowym, dochodzi do zapalenia tylnej części krtani (*laryngitis posterior*) z przekrwieniem i zgrubieniem w okolicy nalewek. Często występuje też zaczerwienienie tylnych odcinków fałdów głosowych (ryc. 3).



Rycina 3. Zapalenie tylne krtani (*laryngitis posterior*) w obrazie wideolaryngostroboskopowym.

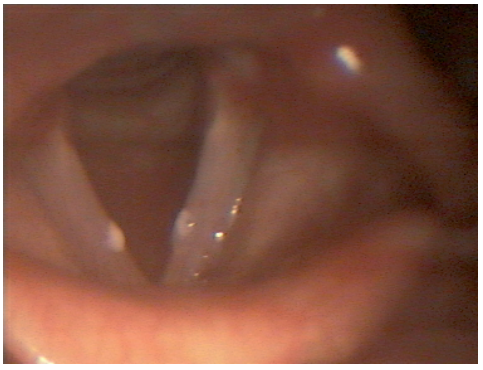
Pacjenci z refluksem gardłowym skarżą się na zgagę, kaszel występujący bez objawów infekcji, uczucie przeszkody w gardle oraz konieczność ciągłego odchrząkiwania, a także chrypkę. W populacji osób pracujących głosem refluks bardzo często nasila objawy dysfonii, które w takich przypadkach powinny być leczone razem ze stosowaniem terapii antyrefluksowej.

Guzki głosowe

Guzki głosowe, zwane również guzkami śpiewaczymi, są to małe okrągłe twory występujące obustronnie, na granicy 1/3 przedniej i środkowej części fałdów głosowych (ryc. 4).

Etiopatogeneza

Powszechnie uważa się, że podstawową przyczyną ich powstawania jest nadmierny wysiłek głosowy. Wśród innych czynników przyczynowych wymienia się: niewłaściwą, zbyt wysoką częstotliwość głosu, nadmierne forsowanie głosu o dużym natężeniu, mowę i śpiew w nieodpowiednich warunkach środowiskowych, ostre i przewlekłe zapalenia krtani, zmiany alergiczne lub hormonalne. Guzki głosowe w wieku dziecięcym dotyczą przeważnie chłopców, w wieku dojrzałym powstają głównie u kobiet. Utrwalone guzki śpiewacze utrudniają pełne zwarcie fonacyjne fałdów głosowych, powodując niedomykalność głośni w kształcie klepsydry.



Rycina 4. Guzki głosowe na fałdach głosowych – obraz wideolaryngostroboskopowy – faza oddechowa.

Objawy

Jakkolwiek rozmiar zmian patologicznych jest niewielki (często wielkości łepka od szpilki), guzki głosowe powodują duże zmiany głosu. Głos jest ochrypły, drżący, chrypka nasila się po dłuższym mówieniu. Zmiany te szczególnie często występują u nauczycielek, śpiewaczek (sopranistek), aktorek.

Obraz krtani i postępowanie

W wyniku działania sił wibracyjnych podczas nieprawidłowej fonacji dochodzi do zgrubienia podnabłonkowego zlokalizowanego na granicy 1/3 przedniej i środkowej długości wolnego brzegu fałdu głosowego. W pierwszym stadium choroby występują guzki głosowe miękkie, mające charakter obrzękowy; często ustępują one spontanicznie po pewnym okresie ograniczenia wysiłku głosowego, są też bardzo podatne na rehabilitację głosu. Nieleczone guzki głosowe miękkie przechodzą w guzki twarde, w wyniku podnabłonkowego bliznowacenia i wtórnego przerostu nabłonka. Guzki twarde nie tak łatwo poddają się rehabilitacji foniatrycznej, często wymagają leczenia mikrochirurgicznego, a następnie korekty emisji głosu.

Wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych

Wtórne zmiany przerostowe są to ograniczone zmiany obrzękowo-polipowate lub w postaci uformowanego polipa na szerokiej podstawie, występujące na wolnych brzegach fałdów głosowych (ryc. 5).

Etiopatogeneza

Lokalizacja zmian na wolnych brzegach fałdów głosowych wynika najczęściej z ich długotrwałych mikrourazów, przy tzw. napiętej fonacji w dysfonii hyperfunkcjonalnej. Przeciążenie narządu głosu, przy napiętych nadmiernie fałdach głosowych, w pierwszej fazie prowadzi do ich obrzęku i przekrwienia, szczególnie na krawędziach (*laryngitis marginalis*). Taki stan może ustąpić po odpoczynku głosowym. Gdy trwa dłużej, dochodzi do wtórnych zmian przerostowych na brzegach (krawędziach) fałdów głosowych w postaci rozrostu fibroblastów i włókien kolagenowych w przestrzeni Reinckego, czyli w warstwie powłoki fałdu głosowego głębszej niż umiejscowienie zmian guzkowych, które tworzą się w warstwie podnabłonkowej.

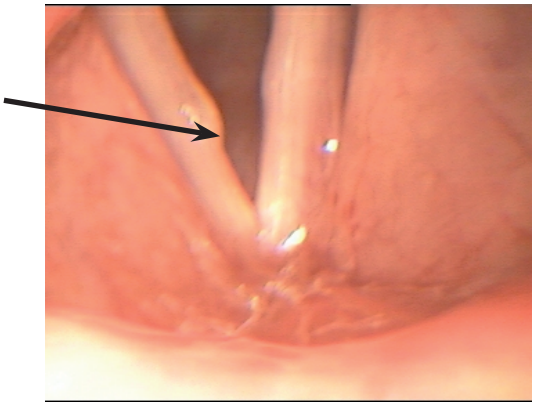
Polipy fałdów głosowych powstają w wyniku przeciążania głosu, najczęściej w stanie zapalnym krtani. W ich powstawaniu, obok wysiłku głosowego, szczególne znaczenie mają niekorzystne dla zdrowia nałogi np. palenie papierosów, nadużywanie alkoholu. W etiopatogenezie rolę odgrywają również czynniki alergiczne oraz choroby ogólne (niedoczynność tarczycy, cukrzyca, awitaminozy).

Objawy

Wzrost masy fałdów głosowych powoduje turbulencje powietrza podczas jego przepływu przez głośnię, co zaburza ich prawidłową czynność fonacyjną. Główne dolegliwości to chrypka i obniżenie głosu.

Obraz krtani

U nauczycieli zmiany przerostowe fałdów głosowych są zawsze skojarzone ze zmianami błony śluzowej o charakterze obrzękowym. Od typowego obrzęku Reinckego różni je pogrubienie nabłonka, poszerzenie naczyń krwionośnych, czasem z wynaczynieniami. Często występują na ograniczonej powierzchni i przyjmują postać polipów na szerokiej podstawie. Zmiany polipowate uwarunkowane zawodowo lokalizują się na krawędziach fałdów głosowych w warstwie



Rycina 5. Twór polipowaty na szerokiej podstawie w 1/3 środkowej prawego fałdu głosowego (strzałka) – obraz wideolaryngostroboskopowy.

powierzchniowej *lamina propria*. Natomiast polipy o przeważającej etiologii pozazawodowej są w większości uszypułowane, czasami mogą osiągać duże rozmiary, powodując zwężenie szpary głośni, a nawet duszność.

Leczenie

Zmiany przerostowe fałdów głosowych stosunkowo trudno poddają się leczeniu zachowawczemu i często wymagają interwencji chirurgicznej. W niektórych przypadkach leczenie fonochirurgiczne powinno być poprzedzone rehabilitacją foniatryczną. Zdarza się bowiem, że zmiany o typie małych przerostów polipowatych fałdów głosowych lub owrzodzeń kontaktowych ustępują po rehabilitacji głosu i leczenie mikrochirurgiczne nie jest wówczas konieczne. Gdy jednak fonochirugia okaże się niezbędna, prowadzenie rehabilitacji głosu jest wskazane również po zabiegu, aby zapobiec nawrotowi schorzenia.

Niedowład mięśni wewnętrznych krtani

W wyniku długotrwającej i nieleczonej dysfonii hyperfunkcjonalnej może dojść do wtórnej hypofunkcji („astenii") mięśni wewnętrznych krtani – czyli „niedowładu" mięśni głosowych, któremu zawsze towarzyszy niewydolność fonacyjna głośni (ryc. 6).

Etiopatogenza

Dysfunkcja krtani spowodowana jest hypotonią, a następnie atrofią mięśni głosowych, rozwijającą się na skutek nadmiernego przeciążenia narządu głosu; szczególnie niebezpieczne jest obciążanie mięśni wewnętrznych krtani w stanie ostrej infekcji. Często u podłoża uszkodzenia mięśni głosowych leży tzw. zmęczenie głosowe.

Objawy

Charakterystyczne objawy niedowładu mięśni wewnętrznych krtani uwarunkowanych zawodowo to tzw. męczliwość głosowa oraz zaniki głosu po wysiłku głosowym, a nawet bezgłos. Głos jest słaby, cichy, okresowo ochrypły. Nadmierne napinanie mięśni gardła i krtani nie przynosi efektu w postaci zwiększania natężenia głosu, a może skutkować bólem i tkliwością nadmiernie przeciążanych mięśni. Zmęczenie głosowe, jako negatywna adaptacja narządu głosu do wzmożonego wysiłku głosowego, powoduje tzw. łukowatą, wrzecionowatą niedomykalność głośni, na skutek osłabienia napięcia mięśni głosowych. Obraz choroby jest zmienny, objawy mogą się



Rycina 6. Niedomykalność głośni o kształcie wrzecionowatym – obraz wideolaryngostroboskopowy.

zmniejszać po odpoczynku głosowym. Jednak w przypadku, gdy zmiany patologiczne głośni są utrwalone, wydolność narządu głosu w sensie zawodowym może być poważnie ograniczona.

Obraz krtani

Cechą charakterystyczną jest brak zwarcia fonacyjnego głośni w jej części międzybłoniastej, co daje w obrazie stroboskopowym niedomykalność głośni o kształcie wrzecionowatym (ryc. 6). Stopień tej niedomykalności może się pogłębiać po obciążeniu głosu w warunkach zawodowych lub np. po diagnostycznej próbie zmęczeniowej.

Postępowanie

Należy wykluczyć wszelkie inne przyczyny występowania niedowładów np. niedowład nerwu krtaniowego po operacji tarczycy. Niedowłady mięśni głosowych, powstałe na podłożu nadmiernego przeciążenia narządu głosowego, mogą cofnąć się po dłuższym odpoczynku głosowym (np. rocznym urlopie dla poratowania zdrowia) i leczeniu foniatrycznym. Można je skutecznie leczyć, o ile zostaną dostatecznie wcześnie wykryte. Metodą z wyboru jest rehabilitacja głosu. Często uzupełniana jest ona o zabiegi fizjoterapeutyczne lub leczenie balneologiczne. Ostatnio, gdy leczenie zachowawcze nie przynosi spodziewanego efektu terapeutycznego, w niewydolności głośni próbuje się stosować bioimplanty podawane w iniekcji do fałdów głosowych np. kwas hialuronowy czy tłuszcz autogenny. Zabiegi te nie są jeszcze powszechne w Polsce. W zaawansowanym stadium niedowłady fałdów głosowych stwarzają poważne problemy terapeutyczne.

Piśmiennictwo

1. Dursun G.[red]: Proceedings of the 3rd World Voice Congress, Istambul, 19–22 czerwca 2006.
2. Kosztyła-Hojna B., Rogowski M., Ruczaj J., Pepiński W., Łobaczuk-Sitnik A.: An analysis of occupational dysphonia diagnosed the north-east of Poland. Occupational medicine and Environmental Health, 2004, nr 17(2), s. 237–278.
3. Koufman J.A.: Laryngeal muscle tension patterns (MTPs), W: Rubin, J.S., Sataloff, R.T., Korovin, G.S. ed.: Diagnosis and Treatment of Voice Disorders. New York, Thomson Delmar Learning, 2003, s. 171–182.
4. Laukkanen A-M., Kankare E.: Vocal loading-related changes in male teachers' voices investigated before and after a working day. Folia Phoniatr Logop. 2006, nr 58(4), s. 229–239.
5. Niebudek-Bogusz E.: Dysfonia hyperfunkcjonalna o podłożu zawodowym – rozpoznanie i postępowanie. Otorynolaryngologia, 2006, nr 5 (supl.1), s. 56–60.
6. Obrębowski A. [red]: Proceedings of the Congress of the 25th Union of European Phoniatricians, 3rd Conference of Phoniatric Section and Audiologic Section of the Polish Society of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery II, Poznań, 8–10 maja 2008. W: Nowiny Lekarskie 77, Supl.I Uniwersytet Medyczny im. Marcinkowskiego w Poznaniu.
7. Obrębowski A.: Narząd głosu i jego znaczenie w komunikacji społecznej. Poznań, 2008.
8. Rantala L., Vilkman E., Bloigu R.: Voice changes during work: subjective complaints and objective measurements for female primary and secondary schoolteachers. J Voice, 2002, nr 16(3), s.344–355.
9. Schutte HK. [red]: Proceedings of the 7 Pan European Voice Conference, Groningen, 29 sierpnia – 1 września 2007.
10. Welham, N.V., Maclagan, M.A.: Vocal fatigue: current knowledge and future directions. J Voice, 2003, nr 17(1), s. 21–30.
11. Zaleska-Kręcicka M., Kręcicki T., Wierzbicka E.: Głos i jego zaburzenia, zagadnienia higieny i emisji głosu. Polskie Stowarzyszenie Pedagogów Śpiewu. Akademia Muzyczna im. Karola Lipińskiego we Wrocławiu, Katedra Wokalistyki, Wrocław 2004.

18. Orzekanie o chorobach zawodowych narządu głosu

Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

Utrwalone zmiany patologiczne krtani ograniczają w znacznym stopniu wydolność narządu głosu i uniemożliwiają posługiwanie się głosem w znaczeniu zawodowym. Jeśli występują dostatecznie długo i nie poddają się leczeniu foniatrycznemu, mogą być podstawą do orzeczenia choroby zawodowej.

Orzekanie o chorobie zawodowej narządu głosu polega na:

- Stwierdzeniu narażenia badanej osoby na działanie czynnika szkodliwego o dużym natężeniu i dostatecznie długo,
- Wykluczeniu możliwości powstania choroby przed rozpoczęciem pracy lub niezależnie od warunków pracy,
- Stwierdzeniu związku przyczynowo-skutkowego miedzy zmianami chorobowymi a narażeniem,
- Stwierdzeniu znamiennego dla danej choroby obrazu klinicznego.

Narażenie zawodowe

Czynnikiem narażenia jest wieloletni, stały, nadmierny wysiłek głosowy, zwłaszcza przy współistnieniu nieprawidłowej emisji głosu. Rozwój choroby w dużej mierze zależy od czynników osobniczych, stąd trudno jest określić minimalne narażenie, które może zwiększać ryzyko rozwoju choroby. Dla celów orzekania o chorobie zawodowej należy przyjąć, że w przypadku nauczycieli, stanowiących najczęstszy odsetek osób ubiegających się o przyznanie chorób zawodowych, powinna być to praca głosem w wymiarze co najmniej obowiązującego pensum dydaktycznego. W przypadku innych grup zawodowych decydujące znaczenie ma pełnoetatowe, czynne uprawianie zawodu związanego ze stałym wysiłkiem głosowym. Opisane poniżej zmiany patologiczne krtani można uznać za chorobę zawodową, jeśli istnieje przekonywujący związek ich wystąpienia z narażeniem na stały wysiłek głosowy trwający co najmniej 15 lat.

Wykluczenie możliwości powstania choroby niezależnie od warunków pracy

Wykluczenie możliwości powstania choroby z innych przyczyn lub przed rozpoczęciem pracy jest najtrudniejszym warunkiem do spełnienia w postępowaniu orzeczniczym. Wynika to m.in. z faktu, że nie prowadzi się w zasadzie foniatrycznych badań kandydatów do pracy w zawodzie nauczyciela ani nie wykonuje oceny foniatrycznej pracujących przedstawicieli tej profesji w trakcie badań profilaktycznych. Również dokumentacja medyczna dostarczana przez pacjentów jest często niekompletna w aspekcie rozwoju zmian chorobowych na przestrzeni lat pracy.

Stwierdzenie związku przyczynowo-skutkowego między zmianami chorobowymi a narażeniem

Przy poszukiwaniu związku pomiędzy stwierdzanymi chorobami narządu głosu a wykonywanym zawodem należy uwzględnić przyczyny pozazawodowe dysfonii, w tym:

1. stosowane używki: palenie tytoniu bierne i czynne (jego szkodliwy wpływ na błonę śluzową dróg oddechowych jest od dawna udowodniony),
2. czynniki konstytucjonalne: płeć (fizjologiczne zmiany hormonalne podczas menstruacji, ciąży i menopauzy), jakość narządu oddechowego, fonacyjnego i artykulacyjnego,
3. rozpoczynający się okres starzenia narządu głosu w wieku okołoemerytalnym; wyróżnia się dwa typy zmian starczych fałdów głosowych:
   - polipowatą degenerację, częściej występującą u kobiet, powodującą znaczne obniżenie głosu,
   - atrofię fałdów głosowych, pojawiającą się głównie u mężczyzn, przyczyniającą się do podwyższenia głosu.
4. inne choroby: endokrynologiczne, alergiczne, układu oddechowego i krążenia, awitaminozy, niedobory żelaza,
5. stosowanie leków :
   - ogólnie, np. hormonalnych – u kobiet prowadzi do wirylizacji narządu głosu; odwadniających – powodują suchość błony śluzowej krtani,
   - miejscowo (wziewnie), np. sterydów – sprzyjających grzybicy gardła i krtani, miopatii mięśni wewnętrznych krtani i ścieńczeniu błony śluzowej,
6. urazy jatrogenne:
   - znieczulenie ogólne dotchawicze – mogące spowodować objawy uboczne takie, jak:
     - zwichnięcie nalewki, mikrourazy krtani widoczne tylko w badaniu wideostroboskopowym, będące przyczyną dysfonii, szczególnie u osób posługujących się zawodowo głosem,
     - przedłużona intubacja z późnymi powikłaniami:
       - ziarniniak pointubacyjny, zrosty lub zwężenia krtani,
     - operacje lub zabiegi endoskopowe w okolicy krtani; strumektomie, a szczególnie restrumektomie, zaliczane są do najczęstszych przyczyn neurogennych porażeń lub niedowładów fałdów głosowych; urazy wewnętrzne krtani pochodzenia jatrogennego, mogące wystąpić po bronchoskopiach, laryngoskopiach bezpośrednich lub gastroskopiach.

Obraz kliniczny chorób zawodowych narządu głosu

Definicję chorób zawodowych głosu w sensie medyczno-prawnym podano w obowiązującym obecnie (ostatnio znowelizowanym) wykazie chorób zawodowych (Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 30 czerwca 2009, DzU nr 105) w punkcie 15 Załącznika i określono jako przewlekłe choroby narządu głosu spowodowane nadmiernym wysiłkiem głosowym, trwającym co najmniej 15 lat. W wykazie ujęto następujące jednostki chorobowe:

1. Guzki głosowe twarde,
2. Wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych,
3. Niedowład mięśni wewnętrznych krtani z wrzecionowatą niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonią.

Zgłoszenie podejrzenia choroby zawodowej pracownika może nastąpić w okresie jego zatrudnienia lub po zakończeniu pracy w narażeniu na nadmierny wysiłek głosowy, nie później jednak niż 2 lata, jak to zostało określone w ww. wykazie chorób zawodowych.

Badanie diagnostyczne w orzekaniu o chorobach zawodowych polega na zebraniu wywiadu specyficznie dotyczącego narządu głosu oraz badaniu laryngologiczno-foniatrycznym z wykonaniem laryngowideostroboskopii (LWSS) składającej się, tak jak opisano w rozdziale 16, z dwóch części: laryngoskopii lupowej obrazującej w powiększeniu morfologię krtani i badania stroboskopowego, oceniającego jej funkcję fonacyjną. LWSS nie musi być koniecznie wykonywana przez foniatrę, może być również przeprowadzana przez laryngologa zajmującego się zaburzeniami głosu. Jednak powinien być to specjalista przeszkolony w zagadnieniach zawodowych chorób głosu, ponieważ interpretacja obrazów wideostroboskopowych jest subiektywna i opis wyniku LWSS w dużej mierze zależy od doświadczenia osoby oceniającej wynik badania. Diagnostyka narządu głosu powinna zawierać również ocenę warunków emisji głosu: ocenę percepcyjną głosu, toru oddechowego, postawy ciała oraz hyperkinezy mm. szyi, uczynniania rezonatorów nasady, a także podstawowych parametrów głosu: czasu fonacji, zakresu głosu, wysokości i natężenia głosu. Ocena wydolności głosowej krtani powinna opierać się na próbie obciążeniowej głosu. Badanie może być uzupełnione analizą akustyczną głosu, która, jako metoda obiektywna badania narządu głosu, budzi coraz większe zainteresowanie w diagnozowaniu zaburzeń głosu, również do celów orzeczniczych.

Guzki głosowe twarde

Guzki głosowe twarde są to symetryczne niewielkie nabłonkowe zgrubienia fałdów głosowych zlokalizowane na ich wolnym brzegu na granicy 1/3 przedniej i środkowej długości fałdów. Histopatologicznie istotą choroby są bliznowacenia podnabłonkowe i wtórny przerost nabłonka. W pierwszym stadium choroby występują guzki głosowe miękkie. Są to zmiany obrzękowe błony śluzowej fałdów głosowych, różniące się od guzków głosowych twardych brakiem bliznowacenia tkanki podnabłonkowej oraz odwracalnością zmian po leczeniu zachowawczym i odpoczynku głosowym. Guzki głosowe występują przeważnie u kobiet, sporadycznie u mężczyzn.

Dane z wywiadu

Objawy charakteryzują się występowaniem okresowej lub stałej chrypki o różnym nasileniu oraz zaników głosu.

Dane z badania lekarskiego

Głos jest najczęściej ochrypły, drżący, czasem diplofoniczny, falujący (trudności w utrzymaniu stałej wysokości i natężenia tonu); nastawienie głosu jest nieczyste i chuchające, występuje skrócenie czasu fonacji. W badaniu laryngologicznym stwierdza się charakterystyczne, najczę-

ściej symetryczne, białawe zgrubienia na wolnym brzegu fałdów głosowych w ich części przedniej. Makroskopowo guzki głosowe są przeważnie wielkości główki od szpilki. Czasami zmiany mogą być asymetryczne lub występować tylko po jednej stronie.

Konieczne badania diagnostyczne i wskazówki do ich interpretacji

Wideostroboskopia – w każdym przypadku podejrzenia choroby zawodowej badanie powinno być wykonane co najmniej 2-krotnie, w odstępach czasu 4–6 miesięcznych. W badaniu wideostroboskopowym podczas fonacji stwierdza się fazę zamknięcia głośni tylko w miejscu guzków, czyli w postaci charakterystycznej klepsydry (ryc. 1), a w guzkach głosowych twardych, również zmniejszenie amplitudy i ograniczenie lub brak przesunięcia brzeżnego.



Rycina 1. Guzki głosowe – obraz wideolaryngostroboskopowy: widoczna faza zwarcia fonacyjnego w kształcie klepsydry.

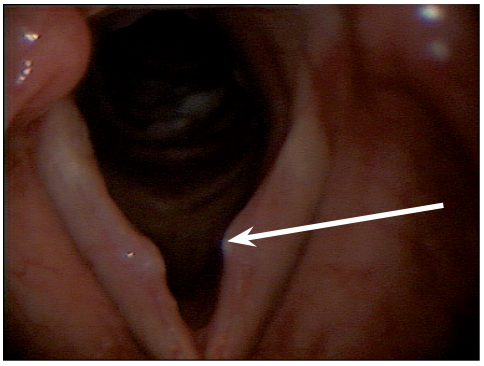
Diagnostyka różnicowa

Guzki głosowe twarde należy różnicować z:

- guzkami głosowymi miękkimi; diagnostyka różnicowa oparta jest na wyniku badania wideostroboskopowego (w guzkach miękkich nie stwierdza się braku przesunięcia brzeżnego fałdów głosowych lub jego znacznego ograniczenia). Ponadto dla rozpoznania guzków twardych istotne są obserwacje:
  - braku odwracalności zmian po leczeniu zachowawczym, w tym zwłaszcza rehabilitacji głosu,
  - tendencji do ich nawrotów po leczeniu mikrochirurgicznym;
- asymetryczny guzek głosowy twardy o nietypowej lokalizacji może budzić podejrzenie leukoplakii – stanu przedrakowego; w diagnostyce różnicowej pomocne jest stwierdzenie w miejscu objętym leukoplakią ciszy fonacyjnej, czyli braku drgań fonacyjnych zajętego fałdu głosowego w trakcie badania wideostroboskopowego. Decydujące znaczenie ma badanie histopatologiczne.

Uwagi

U starszych osób, głównie nauczycielek z wieloletnim wywiadem chorobowym, obraz krtani może być nietypowy, występują tzw. guzki głosowe płaskie, na szerokiej podstawie, często dochodzi w ich obrębie do zwyrodnień obrzękowo-polipowatych, maskujących typowe cechy choroby (ryc. 2). Jednak zmiany te występują w miejscu typowym dla guzków, w związku z tym



Rycina 2. Guzki głosowe przeistaczające się w twory polipowate – obraz wideolaryngostroboskopowy podczas fazy oddechowej.

w badaniu stroboskopowym przy fonacji występuje charakterystyczne dla tej jednostki chorobowej zamknięcie głośni w kształcie klepsydry.

Wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych

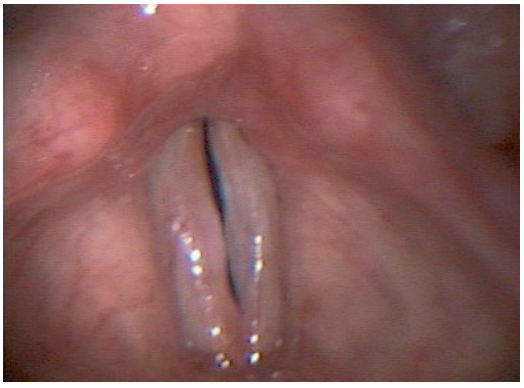
Choroba polega na wystąpieniu zmian przerostowych błony śluzowej fałdów głosowych na ich wolnych brzegach (tzw. brzeżne lub krawędziowe), które powstają zazwyczaj wtórnie do utrzymującej się długotrwale dysfonii hyperfunkcjonalnej.

Dane z wywiadu

Przewlekła, stała chrypka, pogłębiająca się w czasie wysiłku głosowego, przechodząca okresowo w bezgłos.

Dane z badania lekarskiego

Głos jest szorstki, chropowaty, tworzony w sposób party, o niskim średnim położeniu; występuje zawężenie skali głosu. W badaniu laryngologicznym stwierdza się najczęściej asymetryczne pogrubienie błony śluzowej wolnych brzegów fałdów głosowych. Dla uznania wtórnych zmian

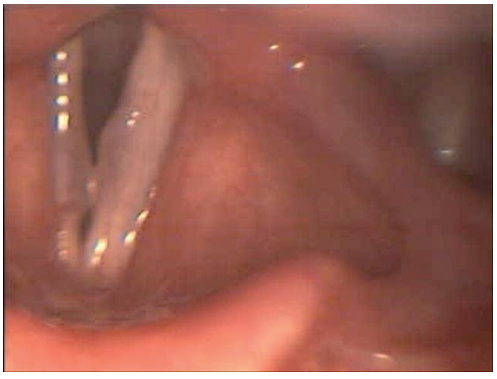


Rycina 3. Mała zmiana przerostowa w części 1/3 środkowej prawego fałdu głosowego – obraz wideolaryngostroboskopowy, faza fonacji.

przerostowych za chorobę zawodową konieczne jest wykazanie nieodwracalności zmian chorobowych po zachowawczym leczeniu foniatrycznym. Jak wspomniano w poprzednim rozdziale małe zmiany przerostowe fałdów głosowych mogą ustąpić po rehabilitacji głosu (ryc. 3).

Konieczne badania diagnostyczne i wskazówki do ich interpretacji

Wideostroboskopia – w każdym przypadku podejrzenia choroby zawodowej; badanie powinno być wykonane co najmniej 2-krotnie w odstępach czasu, przed i po zakończonym leczeniu foniatrycznym. Zmiany przerostowe fałdów głosowych często ograniczone są do ich części środkowej, czasami formują się w obrzęk podnabłonkowy ze zwyrodnieniem polipowatym brzegu fałdu głosowego (ryc. 4).



Rycina 4. Wtórne zmiany przerostowe obydwu fałdów głosowych – obraz wideolaryngostroboskopowy.

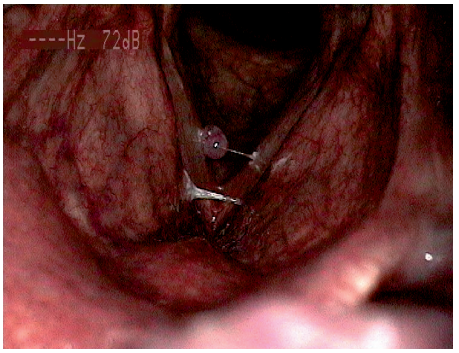
Diagnostyka różnicowa

Wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych należy różnicować z:

- obrzękiem Reinckego – dużymi zmianami o charakterze obrzękowo-polipowatym, powstającymi w związku przyczynowym z paleniem papierosów. Obrzęk Reinckego występuje z reguły na obu fałdach głosowych, ma charakter wiotkich, obwisłych obrzęków balotujących podczas oddychania; w przeciwieństwie do wtórnych zmian przerostowych może dotyczyć całej powierzchni fałdów głosowych. W przypadku dużych obrzęków Reinckego może występować duszność, co nie zdarza się u pacjentów z wtórnymi zmianami przerostowymi o podłożu zawodowym;
- innymi chorobami występującymi ze zmianami przerostowymi fałdów głosowych: w tym brodawczakiem krtani, zmianami przedrakowymi i guzami nowotworowymi (o rozpoznaniu decyduje badanie histopatologiczne).

Uwagi

Wtórne zmiany przerostowe krtani związane z zawodowym obciążeniem głosu mogą występować pod postacią polipa na szerokiej podstawie na wolnym brzegu fałdu głosowego (ryc. 5).



Rycina 5. Zmiana przerostowa fałdu głosowego pod postacią polipa na szerokiej podstawie – obraz wideolaryngostroboskopowy.

Niedowład mięśni wewnętrznych krtani z wrzecionowatą niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonią

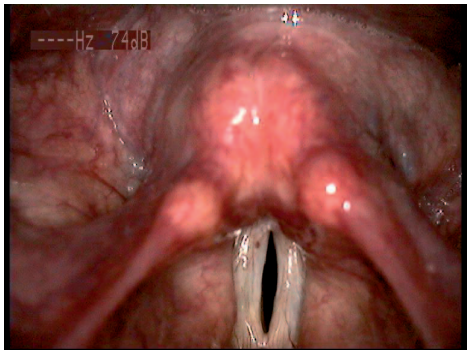
Istotą choroby jest osłabienie funkcji mięśni głosowych, występujące często u osób pracujących głosem jako następstwo przewlekłej i nieleczonej dysfonii hyperfunkcjonalnej, która wtórnie, w efekcie patologicznej kompensacji, przechodzi w nieodwracalną astenię – „niedowład" mięśni wewnętrznych krtani. Towarzyszą temu schorzeniu trwałe zaburzenia głosu.

Dane z wywiadu

Łatwa męczliwość głosu, zaniki głosu po dłuższym mówieniu, czasami silny ból uniemożliwiający wydobycie głosu, chrypka o różnym natężeniu, okresowo bezgłos.

Dane z badania lekarskiego

Głos jest słaby, chuchający, z ograniczonym rezonansem, czasami może towarzyszyć hyperkineza mięśni szyi. W badaniu przedmiotowym niedomykalność szpary głośni w jej części



Rycina 6. Niedowłady mięśni wewnętrznych krtani z wrzecionowatą niedomykalnością fonacyjną głośni – obraz wideolaryngostroboskopowy.

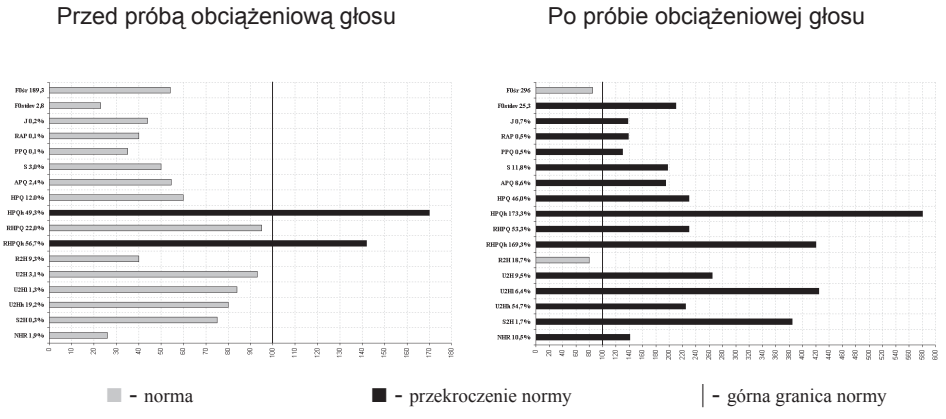
międzybłoniastej o kształcie wrzecionowatym i różnym nasileniu; skala głosu zawężona, czas fonacji znacznie skrócony.

Konieczne badania diagnostyczne i wskazówki do ich interpretacji

Wideostroboskopia – w każdym przypadku podejrzenia choroby badanie powinno być przeprowadzone co najmniej 2–3-krotnie w odstępach czasu, w tym co najmniej raz z próbą obciążeniową głosu. W badaniu wideostroboskopowym cechą charakterystyczną jest wrzecionowata niedomykalność fonacyjna głośni, czyli brak zwarcia fonacyjnego w części międzybłoniastej głośni (ryc. 6).

Obraz może podlegać znacznym fluktuacjom, a stopień niedomykalności głośni może się pogłębiać po zmęczeniu głosu (np. po próbie obciążeniowej). Należy pamiętać jednak, że zwarcie fonacyjne fałdów głosowych zmienia się w zależności od sposobu fonacji, wysokości i głośności tworzonego głosu, dlatego też stopień zwarcia fonacyjnego prezentowany na dokumentacji fotograficznej zapisu wideostroboskopowego wymaga krytycznej oceny.

Próba obciążeniowa głosu dokonywana jest z oceną wideostroboskopową oraz oceną natężenia głosu (ewentualnie komputerowej analizy głosu), przed i po próbie; próba ma wynik dodatni, gdy stwierdza się pogorszenie jakości głosu w ocenie percepcyjnej (ew. analizie akustycznej, ryc. 7) oraz pogorszenie parametrów wideostroboskopowych, w tym zwiększenie niedomykalności głośni czy nawet zanikanie (tzw. wyczerpywanie się) drgań fonacyjnych.



Rycina 7. Wynik analizy akustycznej głosu przed i po próbie obciążeniowej u pacjentki z zawodowym niedowładem mięśni wewnętrznych krtani. Porównanie parametrów akustycznych głosu przed i po próbie obciążeniowej wykazało wzrost liczby nieprawidłowych parametrów o 13.

Diagnostyka różnicowa

Niedowład mięśni wewnętrznych krtani, tj. mięśni przywodzących i napinających fałdy głosowe z niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonią należy różnicować z:

– neurogennymi niedowładami i porażeniami fałdów głosowych, związanymi z uszkodzeniem nerwów krtaniowych (np. po strumektomii). W porażeniach nerwu krtaniowego występują zaburzenia ruchomości fałdów głosowych (głównie mięśnia pierścienno-nalewkowego tylnego) w stawie pierścienno-nalewkowym (odwodzenie i przywodzenie

fałdów głosowych). Natomiast niedowłady mięśni krtani o podłożu zawodowym dotyczą uszkodzenia lub atrofii mięśni głosowych, co powoduje nieprawidłowe ich napinanie i niepełne zwarcie fonacyjne głośni lub jego brak, bez zaburzeń ruchomości w ww. stawie;
– hypofunkcją głośni w głosie starczym (*vox senile*), po 65. roku życia, szczególnie u mężczyzn, obserwuje się związane z wiekiem zmiany zanikowe, atroficzne fałdów głosowych; cechą charakterystyczną jest brak zwarcia fonacyjnego nie tylko w części międzybłoniastej (tak jak w niedowładach mięśni o podłożu zawodowym), ale i w części międzynalewkowej. W fazie fonacji zwierają się tylko wyrostki głosowe nalewek.

Uwagi

Niedowład mięśni wewnętrznych krtani można uznać za chorobę zawodową, gdy po pierwsze: 1. wykluczone są neurogenne uszkodzenia narządu nerwowo-mięśniowego krtani (najczęściej po strumektomii) lub hypofunkcja głośni obserwowana w głosie starczym – różnicowanie opisane powyżej); 2. zmiany chorobowe są utrwalone i nie cofają się po leczeniu foniatrycznym.

U chorych po strumektomii chorobę zawodową – niedowład mięśni wewnętrznych krtani z wrzecionowatą niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonią, można rozpoznać po wykluczeniu związku niedowładu z podłożem neurogennym.

Orzekanie o chorobie zawodowej nauczycieli budzi wiele emocji, dlatego też weryfikacja stanu narządu głosu powinna być przeprowadzona niezwykle obiektywnie i rzetelnie. Zakres badań związanych z oceną czynności fonacyjnej krtani jest szeroki i powinien być przeprowadzony przez laryngologa/foniatrę na podstawie badań wideostroboskopowych. Często jednak nawet doświadczony foniatra ma trudności z postawieniem precyzyjnej diagnozy, która powinna być oparta na podstawie kilku zapisów wideostroboskopowych, wykonywanych w odstępie czasu. Z tego powodu pomocnym dokumentem w postępowaniu orzeczniczym może być dostarczona przez pacjenta dokumentacja foniatryczna, z co najmniej 2-letnim leczeniem i rehabilitacją głosu. Zadaniem lekarza specjalisty oceniającego narząd głosu jest bowiem nie tylko stwierdzenie obrazu klinicznego znamiennego dla zawodowych chorób narządu głosu, ale również ocena, czy zmiany chorobowe mają charakter nieodwracalny i powodują trwałą niezdolność do pracy wymagającej obciążania głosu.

Jeśli osoba z orzeczoną chorobą zawodową narządu głosu nie rokuje w trakcie rehabilitacji przywrócenia wydolności fonacyjnej krtani, to powinno się określić uszczerbek na zdrowiu jako trwały. Ocena procentowa stałego uszczerbku na zdrowiu jest określona w poz. 189 załącznika do Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 18.12.2002 r. i wynosi dla:

- twardych guzków głosowych 10–30%,
- wtórnych zmian przerostowych 10–40%,
- niedowładu mięśni wewnętrznych krtani z niedomykalnością fonacyjną głośni i trwałą dysfonią 10–30%.

Z tytułu choroby zawodowej narządu głosu i utraty zdolności do pracy zarobkowej osobie ubezpieczonej wg obowiązującej Ustawy o emeryturach i rentach z Funduszu Ubezpieczeń Społecznych z dnia 17 grudnia 1998 roku (t. jedn. DzU RP. z 2004 roku nr 39 poz. 353 z późn. zm.) może przysługiwać renta szkoleniowa – w przypadku orzeczenia celowości przekwalifikowania zawodowego ze względu na niezdolność do pracy w dotychczasowym zawodzie lub renta z tytułu niezdolności do pracy, spowodowanej chorobą zawodową.

Piśmiennictwo

1. Dejonckere P.H.: Occupational voice-care and cure. Kugler Publications, The Hague, The Netherland 2001.

2. Jilek C., Marienhagen J., Hacki T.: Vocal stability in functional dysphonic versus healthy voices at different times of voice loading. J Voice, 2004, nr 18(4), s. 443–453.
3. Niebudek-Bogusz E., Śliwińska-Kowalska M.: Ocena przydatności analizy akustycznej z zastosowaniem próby obciążeniowej w diagnostyce chorób zawodowych narządu głosu. Med. Pr., 2006, nr 57 (6), s. 497–506.
4. Obrębowski A., Pruszewicz A., Sułkowski W.: Propozycje racjonalnego postępowania w orzekaniu o chorobie zawodowej narządu głosu. Med. Pr., 2001, nr 52, s. 35–44.
5. Obrębowski A., Tuszyński K., Wilmowska-Pietrusińska A., Obrębowska Z., Wojnowski W.: Uszczerbek na zdrowiu i renta z tytułu choroby zawodowej narządu głosu u nauczycieli. Otolaryngol. Pol., 2006, nr 60, s. 55–60.
6. Pruszewicz A.: Zawodowe zaburzenia głosu. W: Foniatria kliniczna. PZWL, Warszawa, 1992, s. 205–209.
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 30 czerwca 2009 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzania chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach (DzU Nr 132, poz. 1115).

19. Profilaktyka chorób zawodowych narządu głosu

Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz
Mgr Ewelina Woźnicka

Najskuteczniejszą formą profilaktyki rozwoju chorób zawodowych głosu jest przestrzeganie higieny głosu oraz kształcenie głosu, dające gwarancję opanowania prawidłowej jego emisji. Jak wykazały wieloośrodkowe badania przeprowadzone w populacji nauczycieli w Polsce, większość osób pracujących w zawodzie pedagoga nie jest głosowo przygotowanych do podjęcia pracy, wymagającej dużego obciążania narządu głosu. W związku z tym każdy nauczyciel powinien zostać poddany procesowi szkolenia głosu w celu uzyskania jak najlepszego stopnia technicznego opanowania swego narzędzia pracy. Docelowym wynikiem nauki posługiwania się własnym głosem powinno być umiejętne wykorzystanie pracy całego aparatu głosotwórczego, w celu uzyskania najlepszego efektu głosowego jak najmniejszym kosztem.

Profilaktyka zaburzeń głosu obejmuje działania pośrednie – dotyczące przestrzegania higieny głosu i zdrowego stylu życia oraz poprawy warunków środowiska pracy, a także bezpośrednie – obejmujące szkolenie technik prawidłowej emisji głosu.

Działanie pośrednie – higiena pracy głosem

Edukacja

Instruktaż na temat higieny głosu, prowadzony w formie rozmowy indywidualnej lub wykładu dla większej grupy osób, powinien obejmować podstawowe informacje: 1. o powstawaniu głosu, 2. zasadach prawidłowej emisji głosu, 3. prawidłowych nawykach głosowych i prowadzeniu trybu życia, pożądanego dla tzw. mówców zawodowych, 4. higienie osobistej i unikaniu używek 5. zagrożeniach środowiskowych dla narządu głosu, 6. schorzeniach krtani uwarunkowanych zawodowo, 7. formach radzenia sobie ze stresem w pracy oraz 8. aktualnie obowiązujących przepisach.

W zawodach wymagających obciążenia głosowego niedopuszczalne jest palenie papierosów, zarówno bierne, jak i czynne. Szkodliwy wpływ dymu papierosowego na błonę śluzową gardła i krtani nie podlega dyskusji. Wyeliminowanie dymu papierosowego jest głównym warunkiem utrzymywania aparatu głosotwórczego w dobrej kondycji.

Należy również zwrócić uwagę na unikanie nadużywania alkoholu i spożywania mocnej kawy i herbaty. Szkodliwe działanie alkoholu na błonę śluzową dolnych i górnych dróg oddechowych jest powszechnie znane. Natomiast kofeina (kawa) czy teina (herbata) są również czynnikami szkodliwymi i przyczyniają się do wysuszenia błony śluzowej gardła, krtani i jamy ustnej, dając uczucie uporczywej suchości, konieczność ciągłego chrząkania i pogorszenie jakości tworzonego głosu.

Ważne miejsce w higienie narządu głosu nauczyciela stanowi właściwe nawilżanie fałdów głosowych. Jest ono bowiem jednym z ważniejszych uwarunkowań prawidłowej funkcji wibracyjnej fałdów głosowych. Każda osoba pracująca głosem narażona jest w czasie mówienia na wdychanie suchego powietrza, zawierającego zanieczyszczenia, które osadzają się na błonie śluzowej gardła i krtani, co w konsekwencji doprowadzi do jej wyschnięcia i podrażnienia. Popijanie wody mineralnej niegazowanej w trakcie mówienia jest konieczne, by utrzymać dobre nawilżenie gardła i krtani.

Niezwykle ważna w profilaktyce dysfonii zawodowych jest również prewencja infekcji górnych dróg oddechowych, które istotnie upośledzają czynność narządu głosu. Jeśli pojawią się pierwsze oznaki infekcji: ból gardła, chrypka, katar, podwyższona ciepłota ciała, konieczne jest szybkie włączenie leczenia oraz ograniczenie lub zupełne przerwanie narażenia na wysiłek głosowy w okresie choroby. Obciążanie głosu w trakcie infekcji krtani może spowodować zapalenie mięśni głosowych i doprowadzić nawet do ich niedowładów. Aby zapobiegać infekcjom górnych dróg oddechowych należy przestrzegać właściwej higieny jamy ustnej i dbać o uzębienie. Istotny jest też problem eliminacji ognisk zapalnych np. przewlekłego zapalenia migdałków podniebiennych lub zatok przynosowych.

Ważnym elementem dysfonii zawodowych jest stosowanie diety zrównoważonej i unikanie nadwagi, co pozwoli zapobiec chorobie refluksowej, poważnie zaburzającej jakość głosu. Jeśli pojawią się jednak objawy refluksu, oprócz farmakoterapii zaleca się, aby pacjent zrezygnował z alkoholu, używek, ciężkostrawnych potraw z dużą ilością tłuszczu i obfitych posiłków w godzinach wieczornych. Posiłki powinny być spożywane regularnie, 3–4 razy dziennie.

Dla prawidłowego funkcjonowania narządu głosu konieczne jest utrzymywanie w zdrowiu i odpowiedniej kondycji całego ciała. Praca nauczyciela ma charakter statyczny, dlatego też szczególnie istotna jest dbałość o sprawność fizyczną. Poprawia ona koordynację oddechowo-ruchową i ogólną wydolność układu oddechowego. Prawidłowy oddech to podstawa dla prawidłowego funkcjonowania traktu głosowego. Korzystny jest wypoczynek czynny oraz nieprzeciążanie narządu głosu poza pracą.

Ostatnio w profilaktyce zawodowych zaburzeń głosu zwraca się uwagę na umiejętność rozwiązywania problemów psychicznych oraz naukę radzenia sobie ze stresem, który warunkuje szereg chorób narządu głosu. Należy pamiętać, ze krtań jest bardzo wrażliwa na wszystkie psychicznie uwarunkowane stany napięcia. Ponadto niektórzy tzw. mówcy zawodowi są bardzo podatni na stres związany z wystąpieniami na forum publicznym. Przedstawiciele zawodów, w których głos jest narzędziem pracy, powinni posiąść umiejętność adaptacji w stresie zawodowym, aby uniknąć jego przykrych następstw, w tym również na narząd głosu.

Zasady zapewnienia optymalnych warunków środowiskowych dla pracy głosem obejmują następujące działania:

- zapewnienie prawidłowego mikroklimatu pomieszczenia, na który składają się głównie: wilgotność względna na poziome 60–70%, temperatura powietrza: 20–21°C, zminimalizowanie zapylenia oraz przeciągów,
- poprawa akustyki sal, używanie mikrofonów, celem zniwelowania konieczności podnoszenia głosu w dużych aulach, w warunkach hałasu lub pogłosu,
- upowszechnienie pomocy audiowizualnych w procesie dydaktycznym,

- właściwe rozłożenie godzin pracy głosem w ciągu dnia i tygodnia, niekumulowanie godzin (np. 7–8-godzinne bloki wykładów),
- stwarzanie właściwej atmosfery sprzyjającej pracy bezkonfliktowej, eliminującej zbędne napięcia psychiczne, zapewniającej psychosocjalny komfort podczas wykonywania zawodu wymagającego nadmiernego obciążenia głosu,
- zapewnienie systematycznych badań profilaktycznych z bezwzględnym przestrzeganiem obligatoryjnego badania laryngologicznego.

Konieczność wykonywania badania laryngologicznego u nauczycieli i pedagogów w trakcie badań profilaktycznych jest określona ustawowo, jego częstość powinna wynosić co najmniej raz na 5 lat (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 30 maja 1996 r.). Natomiast badanie foniatryczne nie jest obligatoryjne, powinno być jednak wykonane ze wskazań laryngologicznych, tzn. w każdej sytuacji, gdy laryngolog stwierdza odchylenia od stanu prawidłowego krtani. Dotyczy to zwłaszcza przypadków, w których typowe postępowanie laryngologiczne nie przynosi efektów. Ma to szczególne zastosowanie w dysfoniach czynnościowych, które często występują u osób narażonych zawodowo na wysiłek głosowy.

Nieocenioną wartość prewencyjną w zapobieganiu zaburzeniom głosu o podłożu zawodowym spełniają kuracje balneologiczne, podczas których można poprawić stan zdrowotny górnych i dolnych dróg oddechowych, a także wzmocnić ogólną kondycję fizyczną i psychiczną. Dobrze byłoby, aby podczas leczenia sanatoryjnego osoby obciążające głos zawodowo mogły też skorygować emisję głosu.

Działanie bezpośrednie – nauka emisji głosu

Nauka prawidłowych technik emisji głosu może być prowadzona indywidualnie lub w grupach; w przypadku nauczycieli kształcenie emisji głosu może się odbywać np. podczas rocznego płatnego urlopu dla poratowania zdrowia (Karta Nauczyciela roz. 8, art. 73). Z urlopu takiego może skorzystać każdy pedagog pracujący w publicznej placówce, łączny wymiar urlopu to 3 lata (jednorazowo urlop nie może przekraczać roku).

Praca nad doskonaleniem emisji głosu opiera się na zmianie niekorzystnych, niewłaściwie utrwalonych nawyków związanych z postawą ciała, sposobem oddychania, sposobem wydobywania głosu.

Jednym z głównych celów szkolenia prawidłowej emisji głosu jest przekazanie osobie szkolonej podstawowych zasad dotyczących całościowego programu treningu głosu. Największy wpływ na efekty nauczania ma sama osoba, biorąca udział w zajęciach emisji głosu. Dlatego też istotnym zamierzeniem logopedy/terapeuty głosu jest zmotywowanie nauczyciela lub przedstawiciela innego zawodu wymagającego wysiłku głosowego do systematycznych ćwiczeń emisji głosu, których celem będzie likwidacja nieprawidłowych nawyków tworzenia głosu. Zgodnie z zasadą aktywnego i świadomego udziału, osoba szkolona musi czuć potrzebę ćwiczeń i rozumieć konieczność udziału w treningach. Należy zatem pobudzać jej zainteresowanie, podnosić poziom motywacji, jak najczęściej pozytywnie wzmacniać oraz zachęcić do systematycznej pracy.

Szkolenie technik prawidłowej emisji głosu obejmuje cykl kilku bądź kilkunastu spotkań w gabinecie logopedycznym. Wizyty odbywają się zazwyczaj raz w tygodniu. Rolą logopedy/terapeuty głosu jest poinstruowanie osoby rozpoczynającej szkolenie o sposobie wykonywania ćwiczeń oraz zwrócenie uwagi osoby podejmującej ćwiczenia na najczęściej popełniane błędy. Spotkania te służą również sprawdzeniu poprawności wykonywania ćwiczeń oraz korekcji ewentualnie popełnianych błędów. Wszystkie osoby szkolone powinny otrzymać materiały zawierające opis ćwiczeń, w celu samodzielnej, efektywnej pracy w domu, z zaleceniem codziennych ćwiczeń.

Program nauki emisji głosu należy dostosować indywidualnie, uwzględniając wiek, płeć oraz ogólną kondycję osób, które chcą szkolić swój głos.

Szkolenie prawidłowej emisji głosu powinno obejmować następujące etapy:

1. ćwiczenia oddechowe i relaksacyjne (tj. wydłużanie fazy wydechowej, wyrabianie prawidłowej postawy podczas emisji głosu oraz zniesienie napięć mięśni twarzy, szyi i karku),
2. ćwiczenia fonacyjne (nauka miękkiego nastawienia głosowego, „ustawiania" dźwięku i nauka uczynniania rezonatorów),
3. ćwiczenia artykulacyjne (ćwiczenia usprawniające motorykę narządów mowy: warg, języka i podniebienia),
4. ćwiczenia integracji i habituacji (utrwalanie wyuczonych elementów emisji głosu w spontanicznej rozmowie czy sytuacjach zawodowych).

Ad. 1 Ćwiczenia oddechowe i relaksacyjne

- ćwiczenia prawidłowej postawy ciała
- ćwiczenia ogólnoruchowe
- ćwiczenia redukujące napięcie psychofizyczne
- relaksacja
- ćwiczenia oddechu całościowego
- ćwiczenia podparcia oddechowego
- ćwiczenia wydłużania fazy wydechowej
- ćwiczenia ekonomicznego gospodarowania oddechem
- ćwiczenia równomierności siły wydechu
- umiejętność podporządkowania pauz oddechowych logice i składni mówionego tekstu

Piękny, eufoniczny głos pojawia się zawsze wtedy, gdy czujemy się komfortowo, zarówno w sensie psychicznym, jak i fizycznym. Istotnym celem jest usuwanie z ciała „oporów" natury psychofizycznej, by umożliwić swobodne wydanie dźwięku. Wiąże się to z uzyskaniem prawidłowej postawy ciała podczas emisji głosu oraz zmniejszeniem napięcia somatopsychicznego, poprzez zastosowanie odpowiednich metod relaksacji.

Istotnym warunkiem powstania prawidłowego głosu jest prawidłowa postawa ciała. Wpływa ona bowiem na oddech, właściwe ułożenie narządów wewnętrznych, w tym krtani, oraz cechy i jakość powstającego dźwięku. Konieczna jest swoboda, naturalność i rozluźnienie. Ważnym celem są ćwiczenia praktyczne, poprzez które skorygujemy nieprawidłowości postawy ciała osoby szkolącej swój głos. A przede wszystkim pozbędziemy się wszelkich negatywnych nawyków, które mogą wpłynąć na cechy tworzonego głosu. Do ćwiczeń fonacyjnych można przejść dopiero wtedy, gdy nauczyciel będzie świadomy swojej postawy oraz gdy rozluźni wszelkie napięcia nie tylko w obrębie narządów fonacyjnych, artykulacyjnych czy oddechowych, ale w całym ciele.

Następnym ważnym elementem jest uzyskanie stanu relaksu. Wykonywanie zawodu nauczyciela związane jest ze szczególnie wysokim poziomem stresu, ponieważ osoby te, oprócz kompetencji zawodowych, angażują własną osobowość jako swojego rodzaju narzędzie pracy. W ochronie zdrowia społecznego i w dążeniu do zwiększenia wydolności wysiłkowej istotne znaczenie ma umiejętność zapobiegania zaburzeniom napięcia nerwowo-mięśniowego, z wykorzystaniem profilaktyki relaksacyjnej. Relaks zwiększa bowiem skuteczność wysiłku głosowego, zmniejsza zmęczenie, daje większą odporność na ujemny wpływ niekorzystnych warunków środowiska i lepszą adaptację do ciągłych zmian w otoczeniu.

Ćwiczenia relaksacyjne są również najlepszym sposobem na szybkie pokonanie stresu. Dostępny jest szereg technik poprawiających umiejętność radzenia sobie ze stresem i redukowania jego niekorzystnych następstw. Należą do nich m.in. odpowiednie zestawy ćwiczeń

relaksacyjnych, podczas których osoba trenująca swój głos dąży do usunięcia nadmiernego napięcia mięśni szyi i karku. Przekłada się to także na mięśnie zewnętrzne krtani, które zazwyczaj, na skutek niezrównoważonego napięcia różnych grup mięśni, podciągają nadmiernie krtań ku górze.

W praktyce relaksacyjnej często korzysta się z wybranych elementów metody Schultza, Jacobsona, Alexandra czy też jogi tworząc różne techniki. Głównym celem technik relaksacyjnych jest uzyskanie efektu harmonijnego napięcia (eutonii). Cel ten możemy osiągnąć poprzez systematyczne ćwiczenia wykonywane w pomieszczeniach wolnych od hałasu, o łagodnym oświetleniu, jak również zastosowaniu metody muzykoterapii – odpowiedniej muzyki, która ułatwi osiągnięcie stanu wewnętrznego spokoju i harmonii, czyli stanu relaksu.

Bardzo istotne w prawidłowej technice emisji głosu jest opanowanie właściwego toru oddechowego. Prawidłowe oddychanie jest podstawą silnego, dobrze postawionego głosu, a w konsekwencji dobrej wymowy. Aby to osiągnąć należy zastosować odpowiednie ćwiczenia, w wyniku których osoba ćwicząca usprawni aparat oddechowy, zwiększy pojemność płuc, nauczy się lepszego i ekonomicznego zużycia powietrza, a przede wszystkim umiejętności podporządkowania pauz oddechowych logice i składni treści wypowiedzi.

Najkorzystniejszy dla prawidłowej emisji głosu jest tor oddychania piersiowo-brzuszny, który charakteryzuje się pogłębioną i wydłużoną fazą wydechową, a tym samym przy najmniejszym zużyciu energii pozwala otrzymać najlepszy efekt głosowy. Można to osiągnąć przez zastosowanie podparcia oddechowego tzw. apoggio, czyli świadomego zwolnienia i pogłębienia fazy wydechowej za pomocą kontrolowanego napięcia mięśni oddechowych. Umiejętność oddychania przeponą sprawi, że oddech stanie się głębszy, w związku z tym wypowiedź może być dłuższa.

Słaby i nieelastyczny, niespokojny, wyrzucany lub pozbawiony ciągłości i wymuszony oddech wywołuje chwiejność intonacyjną, twardy atak na fałdy głosowe, niemożność swobodnego operowania dynamiką, opieszałość artykulacyjną, nierówny rozwibrowany ton i wiele innych błędów emisyjnych. Dlatego, poprzez systematyczne ćwiczenia oddechowe, nauczyciel uczy się prawidłowo prowadzić oddech, co w konsekwencji sprawia, że staje się on sprawny i wydajny. Sprawny, aby sprostać wymogom frazy, tj. długości, skali, dynamice i tempu, oraz wydajny, tj. powietrze całkowicie zużyte zostaje na płynącą wąskim strumieniem falę dźwiękową, przy zawsze zachowanej pewnej jego rezerwie oddechowej.

Ad. 2 Ćwiczenia fonacyjne

Do głównych metod nauki głosu zalicza się ćwiczenia fonacyjne, które stwarzają możliwość pracy głosem bez nadmiernego wysiłku narządu głosowego. W skład ćwiczeń fonacyjnych wchodzą:

- ćwiczenia ustalające optymalną wysokość głosu
- ćwiczenia miękkiego nastawienia głosowego
- ćwiczenia wykorzystania rezonansu
- ćwiczenia właściwego umiejscowienia dźwięku, tzw. pozycji dźwięku

Osoba szkolona uczy się swobodnie, bez wysiłku i z miękkim nastawianiem wydobywać dźwięk, mówić na najbardziej wygodnej i ekonomicznej dla głosu wysokości, dostosowanej do wieku i płci danej osoby. Istotą ćwiczeń fonacyjnych jest również wyrobienie umiejętności modelowania siły i wysokości głosu, które zależne są od prawidłowego oddychania i prawidłowej fonacji. Elementy te bowiem pełnią rolę środka ekspresji, wyrażając stany emocjonalne mówiącego. Poprzez siłę głosu nauczyciel będzie realizował logiczne akcentowanie wypowiedzi, natomiast za pomocą wysokości głosu wyrazi swoje uczucia.

Głównym elementem w prawidłowej emisji głosu są ćwiczenia pobudzania i wykorzystania wszystkich rezonatorów i komór rezonansowych. Opanowanie odpowiedniego ustawienia przestrzeni rezonansowych, poprzez połączenie rezonatora piersiowego z rezonatorami nasady, decyduje o nośności i jakości wydobywanego dźwięku, jak również pozwoli na oszczędną i efektywną pracę narządu głosu.

Ad. 3 Ćwiczenia artykulacyjne

W skład ćwiczeń artykulacyjnych wchodzą:
- ćwiczenia elastyczności i siły narządów artykulacyjnych
- ćwiczenia wyrazistości artykulacji samogłosek
- ćwiczenia wyrazistości artykulacji spółgłosek
- ćwiczenia korekcyjne

Artykulacja jest mechaniczną stroną słowa, niezwykle istotną dla prawidłowej emisji i impostacji głosu. Im bardziej wyrazista i precyzyjna wymowa, tym lepsze ustawienie, brzmienie i prowadzenie głosu. Prawidłowa artykulacja powinna cechować się wyrazistą wymową samogłosek i spółgłosek, umiarkowanym tempem mowy, szerokim otwarciem ust i odpowiednim obniżeniem żuchwy. Istotne znaczenie dla prawidłowej emisji głosu mają także ruchy warg, podniebienia oraz prawidłowa ruchomość języka. Ćwiczenia usprawniania narządów artykulacyjnych, ustawiania aparatu głosowego oraz ich odblokowanie pozwolą na poprawną fonację. Prawidłowa artykulacja jest wynikiem poprawności oddechowej i fonacyjnej oraz doskonałego wykorzystania rezonansu.

Kolejnym wymaganym elementem prawidłowej emisji głosu jest uzyskanie doskonałej techniki w mowie i tu niezbędna jest precyzyjna artykulacja poszczególnych głosek, która będzie skutkowała poprawną wymową. W tym celu zaleca się osobie szkolonej wykonywanie ćwiczeń usprawniania aparatu mowy, poprzez które uzyskamy elastyczność i siłę mięśni narządów artykulacyjnych.

Ad. 4 Ćwiczenia integracji i habituacji

Znaczącym elementem tego treningu są ćwiczenia autokorekty słuchowej, które polegają na nauczeniu osoby szkolonej wychwytywania różnic pomiędzy głosem prawidłowym a nieprawidłowym. Podczas kolejnych spotkań lepiej kontroluje ona poprawność wykonywanych ćwiczeń, wykorzystując biologiczne sprzężenie zwrotne, jak również ocenia własny głos i omawia jego charakter z logopedą/terapeutą głosu.

Po zakończeniu wyżej wymienionych ćwiczeń rozpoczyna się ćwiczenia mające na celu utrwalenie wyuczonych elementów prawidłowej emisji głosu w spontanicznej rozmowie czy sytuacjach zawodowych. Szczególnie zwraca się uwagę na charakter powstałego głosu, dźwięczność, czystość, swobodę tworzenia, bez napięcia mięśniowego w okolicy krtani, z miękkim nastawieniem. Logopeda/terapeuta głosu ocenia postawę ciała, właściwy sposób oddychania, prawidłowe podparcie oddechowe, umiejętność uczynniania rezonatorów górnego i dolnego piętra, właściwy sposób fonacji oraz artykulacji podczas luźnej wypowiedzi nauczyciela.

Podczas zajęć logopedycznych zawsze dokonuje się indywidualnej oceny postępów osoby szkolonej, a następnie, w razie konieczności, kwalifikuje się je do podjęcia kolejnych ćwiczeń oddechowych, relaksacyjnych, fonacyjnych czy też artykulacyjnych.

Świadoma, systematyczna praca nad wyżej wymienionymi elementami treningu głosowego przyczyni się do osiągnięcia prawidłowej koordynacji oddechowo-fonacyjno-artykulacyjnej, zmniejszenia napięcia fizycznego i psychicznego, a tym samym do umiejętności wytwarzania głosu swobodnego i naturalnego.

Dobry i zdrowy głos stanowi ważny element w procesie komunikatywnym osób, których praca i jej efektywność zależą głównie od wykorzystania jego zalet.

Jak pisała prekursorka polskiej foniatrii A. Mitrinowicz-Modrzejewska „najładniejszy głos, jeśli nie jest oparty na właściwej technice, wcześniej czy później musi ulec uszkodzeniu". Aby tego uniknąć, osoby dla których komunikacja słowna jest częścią pracy zawodowej, powinny poznać podstawy anatomii i fizjologii narządu głosu, ale również techniki prawidłowej emisji. Przestawione powyżej rodzaje ćwiczeń prawidłowej emisji głosu są podstawowym elementem profilaktycznym u osób zawodowo posługujących się głosem.

Piśmiennictwo

1. Gillivan-Murphy P., Drinnan M.J., O'Dwyer T.P., [et al.]: The effectiveness of voice treatment approach for teachers with self-reported voice problems. J Voice, 2006, nr 20(3), s. 423–431.
2. Kubiak Sz., Wiskirska-Woźnica B., Demenko G.: Zarys higieny narządu głosu. WSHE, Włocławek, 2006.
3. Maniecka-Aleksandrowicz B., Domeracka–Kołodziej A.: Medyczne aspekty emisji głosu nauczycieli. W: Przybysz-Piwkowa M.: Emisja głosu nauczyciela. Wybrane zagadnienia. COKN, Warszawa, 2006.
4. Niebudek-Bogusz E.: Postępowanie w dysfoniach zawodowych w krajach Unii Europejskiej i na świecie. Medycyna Pracy 2009, nr 60(2), s. 151–158.
5. Obrębowski A., Pruszewicz A.: Zasady profilaktyki zawodowych zaburzeń głosu i kwalifikacji do zawodów głosowych. Nowiny Lek, 1996, nr 65, s. 55–59.
6. Obrębowski A.: Postępowanie foniatryczne w zawodowo uwarunkowanych zaburzeniach głosu. Otorynolaryngologia. Przegl. Klin., 2002, nr 1, s. 161–166.
7. Sataloff R.T.: Treatment of voice disorders. Plural Publishing, Inc San Diego Oxford, 2005.
8. Speyer R.: Effects of voice therapy: a systematic review. J Voice, 2008, nr 22(5), s. 565–580
9. Tarasiewicz B.: Mówię i śpiewam świadomie. Podręcznik do nauki emisji głosu. Universitas, Kraków, 2006.
10. Vilkman E.: Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. Folia Phoniatr Logop, 2004, nr 56(4), s. 220–253.

20. Ocena predyspozycji zdrowotnych do pracy w narażeniu na nadmierny wysiłek głosowy

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska
Dr hab. med. Ewa Niebudek-Bogusz

Decydując się na wybór zawodu związanego z pracą głosem należy mieć pełną świadomość, że narząd głosu będzie podstawowym narzędziem pracy, a zakres i sposób wykonywania pracy może narzucić mu bardzo duże obciążenia. Z drugiej strony praca głosem wiąże się z reguły z wykonywaniem zawodów pomocowych, nierozerwalnie związanych z pozostawaniem w stałym kontakcie i oddziaływaniem na innych ludzi czy społeczności. Pociąga to za sobą duże obciążenia psychospołeczne. Przykładowo, w pracy nauczycieli, największej grupy pracowników narażonych na nadmierny wysiłek głosowy, istotny wpływ na stan zdrowia mogą: mieć odporność na stres w relacjach z uczniami, innymi nauczycielami czy też przełożonym, a także cechy osobowościowe, warunkujące samoocenę sukcesów czy porażek w pracy. Brak odpowiednich predyspozycji zdrowotnych (zarówno zdrowia fizycznego, jak i psychicznego) do pracy w zawodach pomocowych prowadzić może nie tylko do szybkiego pogorszenia zdrowia osoby wykonującej pracę, ale także może przekładać się na zdrowie jednostek lub społeczności, na które ta osoba oddziałuje. Przykładowo, nieprawidłowa artykulacja czy brak dobrej dykcji u nauczyciela sprzyjać może rozwojowi wad wymowy u uczniów. Tak więc trzecim rodzajem skutków, które należy brać pod uwagę, są skutki społeczne.

Predyspozycje zdrowia fizycznego

Orzekanie o predyspozycjach zdrowia fizycznego do pracy w zawodach wymagających dużego wysiłku głosowego powinno polegać na ocenie wydolności i możliwości narządu głosu i mowy do podjęcia stawianych mu wymagań oraz na ocenie ogólnego stanu zdrowia, które może wpływać na pracę głosem. Ocenę narządu głosu może przeprowadzić foniatra, względnie przeszkolony w tym zakresie laryngolog, natomiast ocena ogólnego stanu zdrowia leży w gestii lekarza ogólnego/lekarza medycyny pracy.

Najważniejsze warunki zdrowotne/czynnościowe związane bezpośrednio z możliwościami fonacji i mowy zebrane są w tabeli I.

Tabela I. Czynniki zdrowia fizycznego warunkujące bezpośrednio prawidłową pracę głosem

1. prawidłowo rozwinięty narząd głosu (nie mogą istnieć istotne dla czynności głosu anatomiczne wady rozwojowe)
2. brak wad powodujących niewydolność oddechową
3. skala głosu mieszcząca się w granicach normy dla głosu nieszkolonego
4. utrwalony stereotyp prawidłowej artykulacji i dobrej dykcji
5. prawidłowy słuch
6. prawidłowa postawa ciała

Wady w obrębie traktu głosowego pod postacią asymetrii lub dysplazji struktur krtani lub podniebienia upośledzają czynność fonacyjną i artykulacyjną. W warunkach nadmiernego obciążania głosu u tzw. mówców zawodowych z ww. wadami uruchamia się nieprawidłowy mechanizm kompensacyjny poprzez nadmierne napięcie mm. zewnętrznych i wewnętrznych krtani. Ostatnio, podkreślając znaczenie holistycznego podejścia do zaburzeń głosu, zwraca się również uwagę na wady postawy, które niekorzystnie wpływają na produkcję głosu. Mogą one upośledzać tor oddechowy, zależny od układu mięśniowego klatki piersiowej, jamy brzusznej, szyi i grzbietu, co ma istotny wpływ na sprawne działanie traktu głosowego.

Najistotniejsze przeciwwskazania do pracy obciążającej głos, wynikające z zaburzeń zdrowia fizycznego, przedstawiono w tabeli II.

Tabela II. Najważniejsze przeciwwskazania zdrowotne do pracy obciążającej narząd głosu

1. wady rozwojowe krtani, wady wrodzone podniebienia
2. porażenia nerwów krtaniowych wstecznych
3. brodawczaki krtani
4. guzki głosowe o charakterze nawrotowym tzn. oporne na leczenie fonochirurgiczne i rehabilitację głosu
5. poważne zmiany zapalne dróg oddechowych, szczególnie ze skłonnością do zmian zanikowych
6. ciężkie stany alergiczne układu oddechowego

Na pracę narządu głosu niekorzystny wpływ może wywierać również szereg chorób ogólnych, w tym zwłaszcza alergie dróg oddechowych, zaburzenia endokrynologiczne czy refluks żołądkowo-przełykowy.

Spośród chorób ogólnych, powodujących niewydolność głosu u osób posługujących się nim zawodowo, należy wymienić alergię dróg oddechowych. Zaburzenia drożności nosa w alergicznym nieżycie nosa i zatok przynosowych są przyczyną nawracających stanów zapalnych gardła i krtani, ponadto powodują upośledzenie funkcji rezonatorów, pogarszając barwę i natężenie głosu i przyczyniając się do tzw. nosowania. Astma może obniżać wydolność oddechową traktu głosowego, czego efektem jest pogorszenie jakości głosu i wzmożenie tzw. męczliwości głosowej. Niekorzystnie na błonę śluzową górnych dróg oddechowych oddziaływać może również wziewna glikokortykosteroidoterapia stosowana nieraz przez wiele lat w astmie oskrzelowej. Sprzyja ona m.in. grzybicom krtani oraz nieżytowi suchemu gardła i krtani.

Zaburzenia endokrynologiczne powodują bardzo często zmiany w narządzie głosu. Należy pamiętać, że krtań zalicza się do drugorzędowych cech płciowych; w fałdzie głosowym znajdują się receptory estrogenowe i androgenowe. Nawet niewielkie zmiany poziomu hormonów płciowych mogą wpływać na jakość i wydolność głosu. Ma to znaczenie szczególnie u kobiet, które podlegają wahaniom poziomu hormonów nie tylko w okresie pokwitania i menopauzy, ale również w cyklach menstruacyjnych. Na skutek zaburzeń hormonalnych u kobiet lub w efekcie stoso-

wania leków hormonalnych (np. antykoncepcyjnych), dochodzi do zmian wirylizacyjnych krtani i występowania cech męskich w głosie kobiecym (np. znacznego obniżenia wysokości głosu).

Dość często czynnikiem etiologicznym schorzeń krtani mogą być zaburzenia hormonalne tarczycy. Czasami w niedoczynności tarczycy wystąpienie dysfunkcji krtani może być jednym z pierwszych objawów tej choroby.

Refluks żołądkowo-przełykowy, coraz bardziej powszechny w ostatnich dekadach, rozpoznawany jest czasami po raz pierwszy podczas endoskopii krtani. Ma to miejsce szczególnie w postaci gardłowej refluksu, gdy kwaśna treść żołądkowa przedostaje się do gardła, co powoduje objawy chorobowe ze strony gardła i krtani. Choroba refluksowa, uznawana obecnie za chorobę cywilizacyjną, jest ważnym czynnikiem etiologicznym w prawie 2/3 przypadków chorób krtani. Najczęściej powoduje przewlekłe zmiany zapalne krtani, szczególnie w tylnym odcinku; w krótkim czasie pojawiają się zmiany organiczne głośni.

Predyspozycje zdrowia psychicznego

Oprócz aspektów zdrowia fizycznego, w zawodach wymagających pracy głosem, zwłaszcza w zawodzie nauczyciela, kluczowe są także predyspozycje zdrowia psychicznego. W zawodach tych konieczna jest bowiem umiejętność nawiązywania kontaktu, otwartość na problemy innych oraz gotowość do szeroko rozumianej pomocy uczniom/wychowankom, co na pewno wymaga zaangażowania większego niż w innych zawodach. Jak wykazują badania metaanalityczne prowadzone u nauczycieli, w związku z tak dużymi obciążeniami psychospołecznymi narażeni są oni na szybkie wypalenie zawodowe. Dotyczy to w szczególności tych, którzy do swojej pracy podchodzą z pasją.

Ocena predyspozycji psychicznych do pracy w zawodzie nauczyciela leży w kompetencji psychologa. Zgodnie z zaleceniami psychologów kandydat na pedagoga powinien posiadać lub dążyć do rozwijania szeregu aspektów osobowości, przedstawionych w tabeli III. Ich posiadanie ułatwia pracę głosem, zwiększa także odporność na stres.

Tabela III. Cechy osobowości pożądane w zawodzie nauczyciela/pedagoga

1. skłonność do społecznego oddziaływania oraz zdolność sugestywna
2. umiejętność aktywnego angażowania się, przekonanie o własnej sprawczości, traktowanie nowych sytuacji jako wyzwań, a nie przeszkód (podejmowanie wyzwań)
3. skłonność do zdrowego pomagania: ułatwianie dzieciom i młodzieży procesu samodzielnego stawania się osobą suwerenną, samostanowiącą; angażowanie się w pomaganie innym tak, by nie czuć się wykorzystywanym
4. umiejętność budowania związków: budowanie relacji opartych na życzliwości i miłości
5. asertywność: dbanie o własne potrzeby i prawa z zachowaniem praw i potrzeb innych
6. nierezygnowanie za wszelką cenę z życia towarzyskiego i rodzinnego i ich pielęgnowanie
7. zdolność do zwierzeń: umiejętność dzielenia się swoimi troskami i radościami, wyrażanie uczuć i odreagowywanie
8. wrażliwość na sygnały wewnętrzne: zdolność do odczytywania reakcji ciała i niepokojących symptomów

Świadome i aktywne rozwijanie ww. cech osobowości z wykorzystywaniem dostępnych technik może pomóc w przemianie sytuacji stresowych w wyzwania i uczynić życie zawodowe bardziej satysfakcjonującym.

Okresowa niezdolność do pracy

Okresową niezdolność do pracy orzeka się u osób pracujących głosem z przewlekłymi poważnymi dysfoniami, jeżeli rokują poprawę wydolności narządu głosu. Mogą to być dysfonie czynnościowe na tle psychogennym lub spowodowane poważnymi schorzeniami ogólnymi np. chorobą tarczycy. Wskazane jest wówczas leczenie choroby zasadniczej, a po uzyskaniu remisji prowadzenie terapii głosu. Podobne postępowanie orzecznicze może dotyczyć też osób z dysfoniami organicznymi, np. guzkami głosowymi, polipami, owrzodzeniami kontaktowym, jeśli rokują one powrót do pracy po odpowiednio przeprowadzonym leczeniu tzn. mikrochirurgii krtani, odpoczynku głosowym i rehabilitacji głosu. W przypadku pedagogów objętych przywilejami wg Karty Nauczyciela, takie leczenie można prowadzić na rocznym płatnym urlopie dla poratowania zdrowia. U przedstawicieli innych zawodów wymagających obciążania głosu, zasadne jest orzeczenie o czasowej niezdolności do pracy, jeżeli okres opisanego powyżej leczenia przedłuża się, a pacjent rokuje poprawę jakości i wydolności głosu.

Długotrwała/trwała niezdolność do pracy

Trwałą niezdolność do pracy w zawodach wymagających obciążenia głosowego powodują choroby wykazane na liście chorób zawodowych. Są to guzki głosowe twarde, wtórne zmiany przerostowe fałdów głosowych oraz niedowład mięśni wewnętrznych z trwałą dysfonią. Należy jednak mieć na uwadze, że również w tych chorobach ich leczenie (np. chirurgiczne usunięcie guzków głosowych lub zmian przerostowych bądź intensywna rehabilitacja niedowładów), z towarzyszącą poprawą stanu narządu głosu, co opisano powyżej, umożliwia powrót do pracy w zawodzie. Trwałą niezdolność do pracy mogą powodować również istotne zaburzenia zdrowia psychicznego.

Reasumując, ocena predyspozycji zdrowotnych do pracy w narażeniu na nadmierny wysiłek głosowy jest procesem złożonym i zespołowym. Powinien o nich decydować zespół specjalistów – lekarz medycyny pracy wspólnie z foniatrą (laryngologiem) i psychologiem.

Piśmiennictwo

1. Dejonckere P.H.: Occupational voice-care and cure. Kugler Publications, The Hague, The Netherland, 2001.
2. Dudek B., Waszkowska M., Merecz D., Hanke W.: Ochrona zdrowia pracowników przed skutkami stresu zawodowego. Instytut medycyny Pracy, Łódź, 2005.
3. Geving A.M.: Identyfying the types of student and teacher behaviours associated with teacher stress. Teach. Educ., 2007, nr 223, s. 624–640.
4. Kooijman P., Thomas G., Graamans K., de Jong F.: Psychosocial impact of the teacher's voice throughout the career. J Voice, 2007, nr 21(3), s. 316–324.
5. Maniecka-Aleksandrowicz B., Domeracka-Kołodziej A.: Medyczne aspekty emisji głosu nauczycieli. W: Przybysz-Piwkowa M.: Emisja głosu nauczyciela. Wybrane zagadnienia. COKN, Warszawa, 2006.
6. Obrębowski A., Pruszewicz A., Wojnowski W.: Asymetrie krtaniowe u nauczycieli ubiegających się o uznanie choroby zawodowej narządu głosu. Otolaryngologia Polska, 1999, supl. 30, 53, s.273–276.
7. Obrębowski A.: Choroby zawodowe narządu głosu u lekarzy stomatologów będących nauczycielami akademickimi. W: Choroby zawodowe lekarzy stomatologów. Tuszyński, K., Lella , A. (red.). Via Medica, Gdańsk, 2009, s.142–149.
8. Pasikowski T.: Polska adaptacja kwestionariusza Maslach Burnout Inventory. W: Sęk H. [red]. Wypalenie zawodowe. Przyczyny. Mechanizmy. Zapobieganie. PWN, Warszawa, 2000.
9. Pruszewicz A.: Zawodowe zaburzenia głosu w : Pruszewicz A. [red.] Foniatria kliniczna. PZWL ,Warszawa, 1992, s. 205–209.
10. Pyżalski J., Plichta P.: Kwestionariusz Obciążeń Zawodowych Pedagoga (KOZP). Podręcznik. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2007.
11. Rantala L., Vilkman E., Bloigu R.: Voice changes during work: subjective complaints and objective measurements for female primary and secondary schoolteachers. J Voice, 2002, nr 16(3), s. 344–355.
12. Tucholska S.: Wypalenie zawodowe u nauczycieli. Psychologiczna analiza zjawiska i jego osobowościowych uwarunkowań. Wydawnictwo KUL, Lublin, 2003.