

Audiometria wysokich częstotliwości u pacjentów z szumami usznymi i prawidłowym słuchem

Extended high frequency audiometry in tinnitus patients with normal hearing

Anna Fabijańska¹, Jacek Smurzyński², Krzysztof Kochanek¹, Henryk Skarżyński¹

¹ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Warszawa/Kajetany

² East Tennessee State University, Department of Communicative Disorders, Johnson City, TN, USA

Adres autora: Anna Fabijańska, Światowe Centrum Słuchu, ul. Mokra 17, Kajetany, 05-830 Nadarzyn,
e-mail: a.fabijanska@ifps.org.pl

Streszczenie

Wprowadzenie: Audiometria wysokich częstotliwości nie jest badaniem rutynowo stosowanym w diagnostyce osób z szumami usznymi i prawidłowym audiogramem. Jednakże częste występowanie w tej grupie pacjentów szumów o wysokości powyżej 8 kHz skłania do zastosowania tego narzędzia diagnostycznego.

Cel pracy: Ocena przydatności audiometrii wysokich częstotliwości do diagnostyki audiologicznej pacjentów z szumami usznymi i prawidłowym progami słyszenia w zakresie 0,25–8 kHz.

Materiał i metody: Badaniem objęto 175 osób z szumami usznymi i prawidłowym audiogramem (0,25–8 kHz) oraz 60 osób z prawidłowym słuchem, niezgłaszających szumów usznych, będących w grupie kontrolnej. Wiek badanych nie przekraczał 40 lat. Pomiar progu słyszenia za pomocą audiometrii wysokich częstotliwości wykonywano metodą zstępującą dla 10; 12,5; 14 i 16 kHz.

Wyniki: W grupie osób z jednostronnymi szumami usznymi stwierdzono wyższe wartości progu słyszenia w zakresie częstotliwości >8 kHz w uszach z szumami w porównaniu z uszami bez szumów w obrębie tej samej grupy badanej, jak również w porównaniu z grupą kontrolną. W grupie z obustronnymi szumami usznymi nie stwierdzono różnic między uszami lewymi i prawymi, natomiast w porównaniu z grupą kontrolną różnice występowały jedynie dla 14 kHz i tylko między uszami lewymi obu grup.

Wnioski: U osób z szumami jednostronnymi częściej występują ubytki słuchu w zakresie >8 kHz w uszach z szumami w porównaniu z uszami bez szumów w tej samej grupie oraz w porównaniu z grupą kontrolną. Asymetria uszkodzeń słuchu w zakresie częstotliwości >8 kHz może być czynnikiem warunkującym lateralizację szumów usznych. Audiometria wysokich częstotliwości jest cennym narzędziem diagnostycznym, zwłaszcza u pacjentów z jednostronnymi szumami usznymi.

Słowa kluczowe: szumy uszne • prawidłowy słuch • audiometria wysokich częstotliwości

Abstract

Background: Extended high frequency audiometry is not routinely used for diagnostics of tinnitus patients with normal hearing. However, high incidence of high pitch tinnitus in this group of patients naturally inclines to use this diagnostic tool in such cases.

Aim of the study: The evaluation of extended high frequency audiometry usefulness in audiological diagnostics of tinnitus patients with normal hearing (0.25–8 kHz).

Material and methods: 175 persons with tinnitus and normal audiogram (0.25–8 kHz) and 60 persons in the control group, age up to 40. A high frequency hearing threshold was measured at 10; 12.5, 14 and 16 kHz, by a top-down method.

Results: In the unilateral tinnitus group higher values of the hearing threshold for frequencies >8 kHz were observed in ears with tinnitus than in non-tinnitus ears both in the same study group and in comparison with controls. In bilateral tinnitus

group no differences were found between right and left ears. The only difference between this group and controls was observed at 14 kHz and only in the left ears of both groups.

Conclusions: In unilateral tinnitus group there is higher incidence of high frequency hearing loss in tinnitus ears than in the opposite ears in the same group and also in comparison with control group. The asymmetry of hearing in the frequency region above 8 kHz may be one of the factors conditioning the tinnitus lateralization. Extended high frequency audiometry is a useful tool for the audiological evaluation of tinnitus patients with normal hearing, especially with unilateral tinnitus.

Key words: tinnitus • normal hearing • extended high frequency audiometry

Wprowadzenie

Audiometria wysokich częstotliwości jest badaniem pozwalającym na pomiar progu słyszenia tonów czystych w zakresie powyżej 8000 Hz. Ucho ludzkie może odbierać dźwięki do 20 000 Hz. Tymczasem standardowe badanie audiometryczne przeprowadza się w zakresie do 8000 Hz. Wynika to z dwóch powodów: po pierwsze dźwięki o częstotliwościach powyżej 8000 Hz występują w codziennym życiu rzadko, a poza tym nie są obecne w sygnale mowy ludzkiej. Dlatego też nawet znacznego stopnia ubytek słuchu w zakresie powyżej 8000 Hz nie będzie miał wpływu na jej percepcję. Po drugie – sprzęt do tego typu badań (audiometrii i przetworniki do badania przewodnictwa powietrznego i kostnego) nie jest powszechnie dostępny w gabinetach audiologicznych, wobec tego możliwość przeprowadzenia tego typu badania nadal jest ograniczona [1].

Mimo to audiometria wysokich częstotliwości znalazła swoje miejsce w praktyce klinicznej. Rozwój badań w tej dziedzinie został zapoczątkowany w latach 30. ubiegłego stulecia. Fletcher jako pierwszy wykonał badania progu słyszenia powyżej 10 kHz [2]. W 1952 r. Dadson i King wyznaczyli próg słyszenia w paśmie od 80 Hz do 15 kHz u otologicznie zdrowych osób w wieku 18–25 lat [3]. W 1964 r. Rosen jako pierwszy opublikował wyniki pomiarów progu słyszenia w zakresie wysokich częstotliwości u członków plemienia Mabaan w Sudanie oraz u osób żyjących w dużych aglomeracjach miejskich Nowego Jorku, Düsseldorfu i Kairu, z których wynikało, że Sudańczycy słyszą wysokie tony znacznie lepiej niż mieszkańcy dużych miast [4]. To zainspirowało innych badaczy do przeprowadzenia badań słuchu w rozszerzonym zakresie częstotliwości, zwłaszcza u osób narażonych na działanie czynników ototoksycznych [5]. Dziś audiometria wysokich częstotliwości znajduje zastosowanie przede wszystkim w profilaktyce wczesnych uszkodzeń słuchu spowodowanych hałasem [6] i lekami ototoksycznymi, np. po chemioterapii cispłaty [7,8] czy antybiotykami aminoglikozydowymi [9]. Przeprowadzono również badania audiometrią wysokoczęstotliwościową u osób przewlekle chorych na cukrzycę [10], niewydolność nerek [11] czy hiperlipidemię [12]. Badanie to jest szczególnie cenne w praktyce klinicznej, gdyż jest w stanie wykryć odbiorcze uszkodzenie słuchu, zanim ujawni się ono w konwencjonalnym audiogramie. To przynajmniej teoretycznie stwarza szansę – jeśli zlikwiduje się oddziaływanie na pacjenta czynnika ototraumatycznego – zapobiegnięcia rozszerzaniu się niedosłuchu na coraz niższe częstotliwości. Badanie słuchu za pomocą audiometrii wysokich częstotliwości ma więc istotne znaczenie profilaktyczne. Ograniczeniem tego badania jest przede wszystkim wiek pacjenta. Zdolność do słyszenia tonów wysokich, o częstotliwościach powyżej 8 kHz,

zanika wraz z wiekiem i jest pierwszym objawem fizjologicznego starzenia się narządu słuchu. Dlatego większość autorów [13–15] jest zgodna co do tego, że jest to badanie przydatne w ocenie audiologicznej pacjentów do 40 roku życia, choć nieliczni autorzy [16] przebadali tą techniką również osoby starsze.

Pomysł włączenia audiometrii wysokich częstotliwości do baterii testów audiologicznych u pacjentów z szumami usznymi i prawidłowym słuchem w standardowej audiometrii tonalnej był naturalną konsekwencją obserwacji dotyczącej częstego występowania szumów o częstotliwości powyżej 8 kHz (zarówno o charakterze tonalnym, jak i wąskopasmowym) w tej grupie. Ponieważ w literaturze istnieją doniesienia na temat korelacji między wysokością szumów a zakresem ubytku słuchu pacjentów [17,18], dlatego wysokotonowy charakter szumów nasunął podejrzenie istnienia ubytku słuchu w zakresie powyżej 8 kHz. Zgromadzony materiał kliniczny charakteryzował się różnym stopniem wysokoczęstotliwościowych ubytków słuchu. To zrodziło szereg pytań, m.in. dotyczących częstości występowania takich ubytków w uszach z szumami usznymi, a także ich wpływu na lokalizację szumów usznych.

Celem pracy była ocena przydatności audiometrii wysokich częstotliwości do diagnostyki osób z szumami usznymi i prawidłowym audiogramem do 8 kHz. Dotyczyła ona: 1) częstości występowania i wielkości wysokoczęstotliwościowych ubytków słuchu w uszach z szumami usznymi w porównaniu z uszami bez szumów w grupie pacjentów z jednostronnymi szumami usznymi oraz 2) częstości występowania i wielkości wysokoczęstotliwościowych ubytków słuchu u pacjentów z szumami usznymi w porównaniu z grupą kontrolną.

Materiał i metody

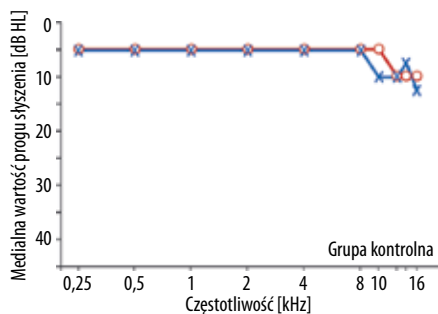
Materiał pracy stanowiło 175 pacjentów z szumami usznymi i prawidłowym słuchem w zakresie 0,25–8 kHz oraz 60 osób z prawidłowym słuchem, niezgłaszających szumów usznych, należących do grupy kontrolnej. Pacjentów z szumami usznymi podzielono na 3 grupy w zależności od lokalizacji szumów usznych:

- Grupa I – pacjenci z lewostronnymi szumami usznymi (47 osób).
- Grupa II – pacjenci z prawostronnymi szumami usznymi (23 osoby).
- Grupa III – pacjenci z obustronnymi szumami usznymi (105 osób).

W tabeli 1 przedstawiono rozkład wieku i płci w poszczególnych grupach.

Tabela 1. Rozkład wieku i płci w poszczególnych grupach
Table 1. The distribution of age and sex in each group

Grupa	Liczebność grupy	Średni wiek	Odczylenie standardowe	Min. wiek	Liczba kobiet	Liczba mężczyzn
Grupa I	47	28,1	7,4	14	24	23
Grupa II	23	29,3	7,4	15	16	7
Grupa III	105	28,3	8,0	10	53	52
Grupa N	60	28,6	7,5	14	32	28



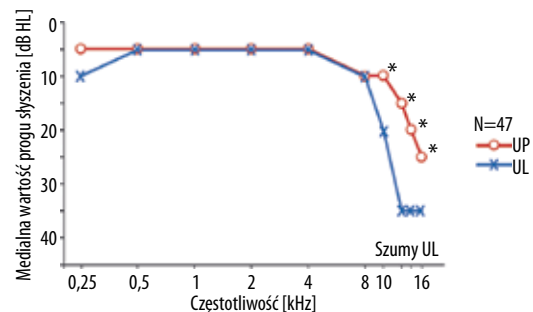
Rycina 1. Audiometria tonalna w zakresie 0,25–16 kHz w grupie kontrolnej

Figure 1. Pure-tone audiometry in the range of 0.25–16 kHz in the control group

Wiek badanych osób nie przekraczał 40 lat. Kryterium wieku wprowadzono w celu uniknięcia wpływu naturalnych zmian fizjologicznych związanych z procesem starzenia się na próg słyszenia w zakresie wysokich częstotliwości. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic dotyczących wieku oraz płci osób w poszczególnych grupach. Dodatkowym kryterium kwalifikacji do grup I–III była obecność stałych szumów usznych jedno- lub obustronnych od co najmniej 6 miesięcy oraz stabilność ich lokalizacji w porównaniu z lokalizacją pierwotną. Kwalifikacja pacjenta z szumami usznymi do grupy szumów jedno- lub obustronnych opierała się nie tylko na relacji pacjenta, lecz także na wyniku badania maskowania szumów usznych. Maskowanie wykonywano ipsilateralnie za pomocą szumu szerokopasmowego. W pierwszej kolejności wyznaczano próg słyszenia dla ucha po stronie szumów, a następnie, zwiększając stopniowo natężenie szumu ze skokiem jednodocybelowym, osiągnano stan, w którym pacjent przestawał słyszeć własne szumy. Do grupy szumów jednostronnych kwalifikowano wyłącznie tych pacjentów, którzy po zamaskowaniu szumów w jednym uchu nie odczuwali ich po stronie przeciwnej.

Pomiar progów słyszenia za pomocą audiometrii wysokich częstotliwości wykonywano dla czterech częstotliwości – 10; 12,5; 14 i 16 kHz, metodą zstępującą. Badanie prowadzono w kabinie audiometrycznej na audiometrze Orbiter 922 firmy Madsen przy użyciu słuchawek HDA 200.

Do porównania sparowanych danych uzyskanych z prawego i lewego ucha danego pacjenta, tzn. danych audiometrycznych dla poszczególnych częstotliwości, użyto testu Wilcoxa (Wilcoxon Signed Rank Test). Jest on nieparametryczną alternatywą dla testu t-Studenta



Rycina 2. Audiometria tonalna dla uszu prawych i lewych grupy I w zakresie 0,25–16 kHz

Figure 2. Pure-tone audiometry for the right and left ear in the group I in the range of 0.25–16 kHz

w przypadku dwóch równolicznych próbek dających się połączyć w pary.

Do porównania danych audiometrycznych pochodzących z różnych grup pacjentów zastosowano test Manna-Whitneya (Mann-Whitney Rank Sum Test). Jest to nieparametryczny test znamienności używany do badania niezależnych populacji różniczkowanych próbek. Porównywano ze sobą wartości medianne dla poszczególnych grup.

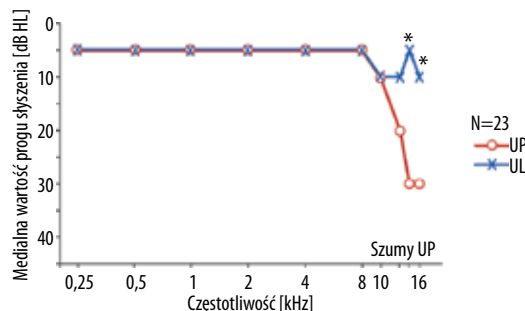
W analizie statystycznej progów słyszenia dla częstotliwości (10; 12,5; 14 i 16 kHz) zastosowano korekcję Bonferroniego, mnożąc uzyskane wartości statystyczne przez 4 (tyle było analizowanych częstotliwości). Do rozwiązania problemu powtarzających się tych samych wartości danych (w przypadku danych audiometrycznych u osób dobrze słyszących często powtarzają się wartości 0, 5, 10, 15 i 20) również posłużono się metodą korekcji Bonferroniego.

Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano z wykorzystaniem programu Sigma Stat firmy SPSS Inc, wersja 2.03, 1997. Jako poziom istotności statystycznej przyjęto $p \leq 0,05$.

Wyniki

Osoby o słuchu prawidłowym

Na rycinie 1 przedstawiono średnie wartości progów słyszenia dla uszu prawych i lewych w grupie kontrolnej. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych statystycznie różnic w wartościach progów słyszenia w zakresie częstotliwości 0,25–16 kHz pomiędzy uszami prawymi i lewymi w tej grupie.



Rycina 3. Audiometria tonalna dla uszu prawych i lewych grupy II w zakresie 0,25–16 kHz

Figure 3. Pure-tone audiometry for the right and left ear in the group II in the range of 0.25–16 kHz

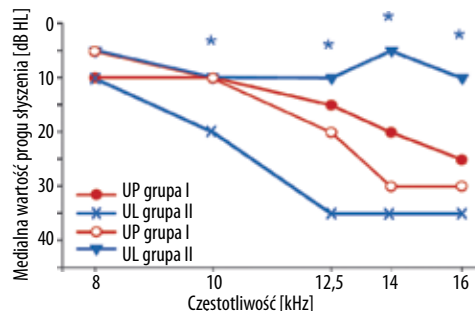
Jednostronne szumy uszne

Na rycinie 2 przedstawiono średnie wartości progów słyszenia w grupie I. Analiza statystyczna wykazała brak istotnych statystycznie różnic w wartościach progów słyszenia w zakresie częstotliwości 0,25–8 kHz. Natomiast w zakresie wysokich częstotliwości występowały istotnie wyższe wartości progów słyszenia w uszach z szumami i dotyczyły wszystkich czterech badanych częstotliwości.

Również w grupie II analiza danych audiometrycznych wykazała, że próg słyszenia w zakresie częstotliwości 0,25–8 kHz nie różnił się w sposób istotny w uszach prawych i lewych. Natomiast dla częstotliwości powyżej 8 kHz wartości progów słyszenia były istotnie wyższe w uszach z szumami (ucho prawe) niż w uszach bez szumów. Niemniej jednak różnice statystycznie istotne nie dotyczyły tym razem wszystkich czterech badanych częstotliwości powyżej 8 kHz, a jedynie 14 kHz ($p < 0,001$) oraz 16 kHz ($p = 0,024$) (rycina 3).

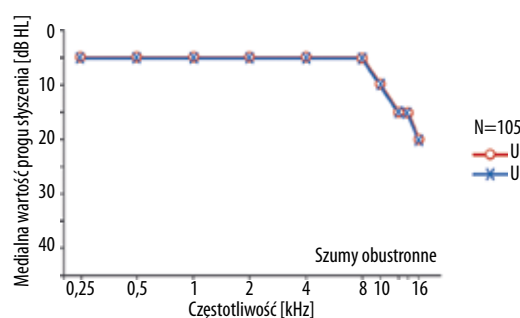
Kolejnym interesującym zagadnieniem w grupie jednostronnych szumów usznych było to, czy istnieją jakiegokolwiek istotne różnice dotyczące progów słyszenia pomiędzy grupą I a II. Analiza statystyczna nie wykazała żadnych różnic w progach słyszenia w zakresie 0,25–8 kHz między uszami należącymi do obu grup. Natomiast w zakresie częstotliwości powyżej 8 kHz wartości progów słyszenia w uszach lewych grupy I były istotnie wyższe niż w uszach lewych grupy II. Różnice istotne statystycznie dotyczyły wszystkich czterech badanych częstotliwości. Oznacza to, że w uszach lewych z szumami słyszalność dźwięków o częstotliwościach większych od 8 kHz była istotnie gorsza niż w uszach lewych bez szumów.

Inaczej wypadło porównanie uszu prawych grup I i II. Analiza statystyczna nie wykazała różnic w progach słyszenia między obiema grupami dla żadnej z wysokich częstotliwości. Ponadto nie zaobserwowano różnic istotnych statystycznie dotyczących progów słyszenia w uszach z szumami usznymi pomiędzy grupą I a grupą II. W tym wypadku porównywano ze sobą wartości progów słyszenia uszu lewych grupy I z uszami prawymi grupy II. Podobnie nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wartościach progów słyszenia w uszach bez szumów usznych (uszach prawych grupy I i uszach lewych grupy II).



Rycina 4. Audiometria wysokich częstotliwości u pacjentów z jednostronnymi szumami usznymi

Figure 4. High-frequency audiometry in patients with unilateral tinnitus



Rycina 5. Audiometria tonalna w zakresie częstotliwości 0,25–16 kHz w grupie obustronnych szumów usznych

Figure 5. Pure-tone audiometry in the frequency range of 0.25–16 kHz in patients with bilateral tinnitus

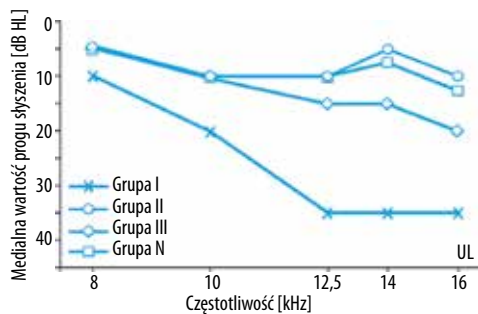
Mediany wartości progów słyszenia dla częstotliwości > 8 kHz dla uszu prawych grupy I, uszu prawych grupy II, uszu lewych grupy I i uszu lewych grupy II przedstawiono na rycinie 4. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic między uszami prawymi grupy I i II, uszami lewymi grupy I i uszami prawymi grupy II, a także między uszami prawymi grupy I i uszami lewymi grupy II.

Obustronne szumy uszne

W tej grupie, podobnie jak w grupie kontrolnej, porównanie wartości progów słyszenia dla uszu prawych i lewych nie wykazało żadnych różnic istotnych statystycznie w zakresie częstotliwości 0,25–16 kHz. Mediany wartości progów słyszenia dla częstotliwości 0,25–16 kHz w uszach prawych i lewych pacjentów z obustronnymi szumami usznymi przedstawiono na rycinie 5.

Porównanie uszu lewych należących do wszystkich czterech grup

Analiza statystyczna nie wykazała żadnych istotnych różnic dotyczących progów słyszenia w uszach lewych w zakresie 0,25–8 kHz między poszczególnymi grupami. Różnice te występowały natomiast w audiometrii wysokich częstotliwości. Na rycinie 6 przedstawiono wyniki audiometrii wysokich częstotliwości dla uszu lewych w poszczególnych grupach. Z przedstawionych wykresów wynika, że wyższe



Rycina 6. Porównanie wartości progów słyszenia w zakresie wysokich częstotliwości w uszach lewych grup I, II, III i grupy kontrolnej

Figure 6. Comparison of hearing thresholds at high frequencies in the left ear in the groups I, II, III and the control group

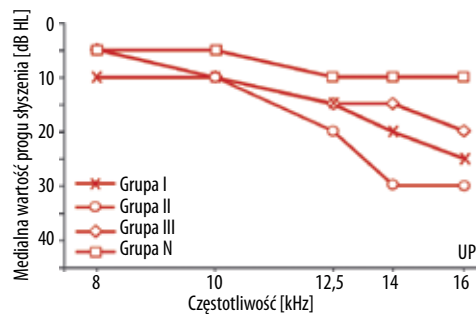
wartości progów słyszenia w odniesieniu do pozostałych grup występowały w grupie I – z szumami lewostronnymi. Mediany wartości progów słyszenia były istotnie wyższe w grupie I niż w pozostałych grupach. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice między grupą I i grupą II oraz między grupą I i grupą kontrolną dla wszystkich czterech częstotliwości. Między grupą I i III zaobserwowano istotne różnice dla 12,5 kHz, 14 kHz i 16 kHz. Natomiast nie wykazano różnic między grupą II i grupą III. Jedyna istotna różnica między grupą III i grupą kontrolną dotyczyła częstotliwości 14 kHz. Mediany wartości progów słyszenia w grupie II były nawet nieznacznie niższe niż w grupie kontrolnej dla częstotliwości 14 i 16 kHz (rycyna 6).

Porównanie uszu prawych należących do wszystkich czterech grup

Analiza statystyczna nie wykazała żadnych istotnych różnic dotyczących progów słyszenia w uszach prawych w zakresie 0,25–8 kHz między poszczególnymi grupami. Porównanie median wartości progów słyszenia w zakresie wysokich częstotliwości w uszach prawych poszczególnych grup wykazało, że najniższe wartości progów słyszenia zarejestrowano w grupie kontrolnej, a najwyższe – w grupie z szumami w uchu prawym. Analiza statystyczna wykazała obecność różnic między grupą II i grupą kontrolną dla częstotliwości 12,5 kHz ($p=0,008$), 14 kHz ($p<0,001$) i 16 kHz ($p<0,001$) oraz między grupą I i grupą kontrolną dla częstotliwości 14 kHz ($p=0,008$) i 16 kHz ($p<0,001$). Nie stwierdzono istotnych różnic między grupą I i grupą II, grupą II i grupą III oraz grupą III i grupą kontrolną (rycyna 7).

Dyskusja

Wyniki uzyskane w grupie osób z szumami jednostronnymi wykazały niezbicie, że istnieją zasadnicze różnice dotyczące audiometrii wysokich częstotliwości w uchu z szumami w porównaniu z uchem bez szumów. Różnice te występowały zarówno przy porównaniu ucha prawego z uchem lewym w obrębie tej samej grupy, jak i przy porównaniu z grupą kontrolną. Pokazały one, że w uszach z szumami występują istotnie wyższe wartości progów słyszenia w zakresie wysokich częstotliwości. Wyniki te świadczą o większym stopniu uszkodzenia słuchu w zakresie powyżej 8 kHz w uchu z szumami w porównaniu



Rycina 7. Porównanie wartości progów słyszenia w zakresie wysokich częstotliwości w uszach prawych grup I, II, III i grupy kontrolnej

Figure 7. Comparison of hearing thresholds at high frequencies in the right ear in groups I, II, III and the control group

z uchem bez szumów osoby badanej, jak również w porównaniu z grupą kontrolną. Różnice te występowały zarówno w grupie z szumami lewo-, jak i prawostronnymi. W przypadku szumów lewostronnych różnice te dotyczyły wszystkich czterech badanych częstotliwości powyżej 8 kHz, natomiast w przypadku szumów prawostronnych dotyczyły częstotliwości 14 kHz i 16 kHz.

Ciekawą obserwacją wynikającą z niniejszej pracy jest zdecydowana przewaga lewostronnych szumów usznych wśród pacjentów z prawidłowym audiogramem. Dysproporcja ta była również obserwowana przez innych autorów [19–21]. Najczęściej uzasadnia się to większą podatnością lewego ucha na czynniki ototoksyczne [22–24]. Nageris i wsp. w 2007 r. obserwowali te zależności w przypadku uszkodzeń słuchu spowodowanych działaniem hałasu. Tłumaczono je wpływem układu eferentnego, który wykazywał większą aktywność w ochronie prawego narządu Cortiego przed działaniem hałasu [25]. Przypuszcza się, że asymetria ta może mieć związek z układem eferentnym ślimaka, a nawet z praworęcznością [25]. Niemniej kwestia ta wymaga dalszych badań. Być może asymetria ta wiąże się również ze zjawiskiem lateralizacji słyszenia. W kolejnych badaniach warto byłoby sprawdzić, które ucho jest uchem dominującym u pacjentów z jednostronnymi szumami usznymi i prawidłowym audiogramem. Wiadomo, że osoby z tzw. skrzyżowaną lateralizacją (np. praworęczne i lewouszne, lewouszne i prawoocne itp.) mogą mieć gorszą koncentrację, problemy z uczeniem się i zapamiętywaniem, wolniej przyswajają nowe informacje. Być może zaburzenia lateralizacji mogą również przyczynić się do występowania szumów usznych po jednej stronie. Jedno jest pewne – ta ciekawa obserwacja wymaga dalszych badań, gdyż ponad dwukrotna przewaga pacjentów z szumami lewostronnymi nie może być jedynie kwestią przypadku.

Najbardziej zaskakującym wynikiem niniejszej pracy jest brak istotnych różnic w pomiarach audiometrycznych pomiędzy grupą z szumami obustronnymi a grupą kontrolną. Może to świadczyć o tym, że deafferentacja obwodowa nie zawsze musi być czynnikiem niezbędnym do zainicjowania ciągu zdarzeń, których efektem będą szumy uszne. Przynajmniej w części przypadków szumów usznych ich przyczyna nie musi być związana z patologią

narządu Cortiego, lecz wyższych ośrodków słuchowych, a nawet ośrodków niezwiązanych z drogami słuchowymi. Nadal przecież nie wiemy, dlaczego w przypadku dwóch osób o jednakowym ubytku słuchu u jednej z nich dojdzie do rozwoju szumów usznych, a u drugiej zjawisko to nie wystąpi. Być może powodem nie jest stan narządu słuchu, a specyficzna właściwość mózgu. Potwierdzeniem tej hipotezy mogą być wyniki pracy prezentowanej na ubiegłorocznej konferencji Europejskiej Federacji Towarzystw Audiologicznych – EFAS [26]. Badacze ci pokazali za pomocą czynnościowego i strukturalnego rezonansu magnetycznego różnice anatomiczne w rozmiarach istoty szarej w mózgach osób z szumami usznymi w porównaniu z mózgami osób z grupy kontrolnej. Obie grupy były ściśle dopasowane pod względem wieku, płci i stopnia ubytku słuchu. Nie jest to nowe odkrycie, ale potwierdzenie wyników wcześniejszych prac. Dwa lata wcześniej inni autorzy wykazali zmniejszenie obszaru istoty szarej w obszarze zakrętu hipokampa u pacjentów z szumami usznymi [27]. Najnowsze badania z zakresu neurofizjologii potwierdziły obecność istotnych różnic w aktywności elektrycznej mózgow w szumach jednostronnych w porównaniu z szumami obustronnymi oraz grupą kontrolną. Różnice te dotyczyły czterech obszarów mózgu: parahipokampa, zakrętu kąтового, górnej części kory przedruchowej i brzuszno-bocznej części kory przedczołowej [28]. Zatem różnice dotyczące stanu słuchu z pewnością nie są jedynym czynnikiem warunkującym lokalizację szumów usznych.

Wydaje się, że szумы obustronne częściej niż jednostronne mogą być wynikiem patologii niezwiązanych ze ślimakiem, a w części przypadków być może w ogóle niezwiązanych z układem słuchowym (tzw. szумы somatosensoryczne oraz szумы psychosomatyczne).

W świetle wyników niniejszej pracy uzasadnione wydaje się wprowadzenie audiometrii wysokich częstotliwości do stałego zestawu narzędzi diagnostycznych u pacjentów z szumami usznymi i prawidłowym słuchem, zwłaszcza w przypadku szumów o wysokiej częstotliwości. Brzmienie szumów często niejako „podpowiada” zakres częstotliwości, w których może być obecny ubytek słuchu. Przeważająca część osób stanowiących materiał niniejszej pracy odczuwała szумы o wysokiej częstotliwości, najczęściej zbliżonej do 12,5 kHz, często o charakterze tonalnym, określanym jako pisk, lub o charakterze wąskopasmowym, opisywanym jako syczenie, dźwięk cykad lub brzęczenie linii wysokiego napięcia. Takie dane z wywiadu mogą sugerować obecność wysokoczęstotliwościowego ubytku słuchu.

Zastosowanie audiometrii wysokich częstotliwości w diagnostyce pacjentów z szumami usznymi i prawidłowym słuchem zaproponowali wcześniej inni autorzy [29,30]. Zaobserwowali oni u części pacjentów istnienie tzw. „ukrytego niedosłuchu”, nieujawniającego się w standardowej audiometrii tonalnej, a wykrywanego za pomocą audiometrii wysokich częstotliwości. Za obecnością „ukrytego niedosłuchu” u pacjentów z szumami usznymi i prawidłowym audiogramem przemawia również praca Schaeette

i McAlpine, opublikowana ubiegłym roku [31]. Autorzy ci, rejestrując w tej grupie słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu, zauważyli znaczące zmniejszenie amplitudy fali I przy prawidłowej amplitudzie fali V. Ich zdaniem jest to bezpośredni dowód na istnienie „ukrytego niedosłuchu”, który manifestuje się zmniejszonym poziomem informacji wychodzących ze ślimaka, i jednocześnie następczej wtórnej normalizacji wielkości odpowiedzi neuronalnej w obrębie ośrodków pnia mózgu. Podobnego zdania są Weisz i wsp., według których występowanie szumów usznych o wysokiej częstotliwości przy braku wykrywalnego niedosłuchu nie oznacza braku deaferencji obwodowej. W przeprowadzonym przez nich badaniu porównywano wyniki uzyskane przez pacjentów z szumami usznymi i prawidłowym słuchem oraz przez grupę kontrolną w dwóch testach: TEN (ang. *Threshold Equalizing Noise*) i teście skalowania częstotliwości. Prawidłowe wykonanie obydwu testów wymaga pełnej sprawności komórek słuchowych wewnętrznych. Okazało się, że nawet pacjenci z prawidłowym audiogramem, ale odczuwający szумы uszne, osiągnęli zdecydowanie gorsze wyniki niż grupa kontrolna [32].

Kwestia lokalizacji szumów usznych u pacjentów z niedosłuchem jest na ogół łatwa do rozstrzygnięcia. Już w latach 80. ubiegłego wieku zaobserwowano, że u pacjentów z asymetrycznym niedosłuchem szумы uszne są zazwyczaj odczuwane po stronie większego ubytku słuchu, bądź występują obustronnie, ale silniej po stronie słabszego ucha [33]. Nowsze badania przeprowadzone na grupie osób z poślusowymi ubytkami słuchu potwierdziły wcześniejsze obserwacje [34]. Niemniej jednak kwestia lokalizacji szumów usznych u pacjentów z prawidłowym słuchem nadal pozostaje niewyjaśniona. Wyniki niniejszej pracy przemawiają za tym, że asymetria wysokoczęstotliwościowego ubytku słuchu może być jednym z czynników warunkujących lateralizację szumów usznych w tej grupie pacjentów.

Wnioski

1. Szумы jednostronne u osób z prawidłowym audiogramem mogą być związane z uszkodzeniem słuchu w zakresie częstotliwości powyżej 8 kHz.
2. W uchu z szumami jednostronnymi częściej występuje wysokoczęstotliwościowy ubytek słuchu w porównaniu z grupą kontrolną.
3. U osób z szumami jednostronnymi większy stopień wysokoczęstotliwościowego ubytku słuchu występuje w uchu z szumem niż w uchu przeciwnym.
4. Asymetria ubytku słuchu w zakresie wysokich częstotliwości może być czynnikiem warunkującym lateralizację szumów usznych.
5. Szумы obustronne, częściej niż jednostronne, mogą powstawać w wyniku patologii niezwiązanych z narządem słuchu.
6. Audiometria wysokich częstotliwości jest cennym narzędziem diagnostycznym w ocenie audiologicznej szumów usznych, zwłaszcza u pacjentów z jednostronnymi szumami usznymi i prawidłowym audiogramem w zakresie do 8 kHz.

Piśmiennictwo:

1. Schmuzinger N, Probst R, Smurzyński J. Test-retest reliability of pure-tone thresholds from 0.5 to 16 kHz using Sennheiser HDA 200 and Etymotic ER-2 earphones. *Ear Hear*, 2004; 25: 127–32.
2. Fletcher JL. A history of high frequency hearing research and application. *Semin Hear*, 1985; 6: 325–9.
3. Dadson RS, King JH. A determination of the normal threshold of hearing and its relation to the standardisation of audiometers. *J Laryngol Otol*, 1952; 66: 366–78.
4. Rosen S, Plester D, El-Mofty A i wsp. High frequency audiometry in presbycusis: a comparative study of the Mabaan tribe in the Sudan with urban populations. *Arch Otolaryngol*, 1964; 79: 34–48.
5. Dreschler WA, Hulst RJ, Tange RA i wsp. The role of high frequency audiometry in early detection of ototoxicity. *Audiology*, 1985; 24: 387–95.
6. Balatsouras DG, Hosioglou E, Danielidis V. Extended high-frequency audiometry in patients with acoustic trauma. *Clin Otolaryngol*, 2005; 30: 249–54.
7. Knight KR, Kraemer DF, Winter C i wsp. Early changes in auditory function as a result of platinum chemotherapy: use of extended high-frequency audiometry and evoked distortion product otoacoustic emissions. *J Clin Oncol*, 2007; 25: 1190–5.
8. Arora R, Thakur JS, Azad RK i wsp. Cisplatin-based chemotherapy: add high-frequency audiometry in the regimen. *Indian J Cancer*, 2009; 46: 311–7.
9. Popielski L. Audiometria wysokich częstotliwości w ocenie toksycznego wpływu aminoglikozydów na ucho wewnętrzne. Rozprawa na tytuł doktora nauk medycznych, Kraków 2001.
10. Osterhammel D, Christau B. High-frequency audiometry and stapedius muscle reflex thresholds in juvenile diabetes. *Scand Audiol*, 1980; 9: 13–8.
11. Markowski J. Ocena wydolności narządu słuchu w zakresie wysokich częstotliwości u osób z przewlekłą niewydolnością nerek leczonych hemodializą i erytropoetyną uzyskaną metodą rekombinacji genetycznej (rhEPO). Rozprawa na tytuł doktora nauk medycznych, 1999.
12. Cunningham D, Goetzing C. Extra-high frequency hearing loss and hyperlipemia. *Audiology*, 1974; 13: 470–84.
13. Ahmed HO, Dennis JH, Badran O i wsp. High-frequency (10–18 kHz) hearing thresholds: reliability, and effects of age and occupational noise exposure. *Occup Med*, 2001; 51: 245–58.
14. Rzymelka S. High-frequency audiometry in the evaluation of hearing loss. *Molecular and Quantum Acoustics*, 2000; 21: 247–50.
15. Grzesik J, Grabiński S, Rzymelka S i wsp. High-frequency hearing threshold in 20-year-old subjects previously unexposed to noise. *Jour Occup Med*, 1998; 1: 243–54.
16. Matthews LJ, Lee FS, Mills JH i wsp. Extended high-frequency threshold in older adults. *J Speech Lang Hear Res*, 1997; 40: 208–14.
17. Bartnik G, Fabijańska A, Raj-Koziak D, Borawska B, Rogowski M, Skarzyński H. Korelacja między wysokością szumów a audiogramem i DP-gramem. *Audiofonologia*, 2001; 20: 133–9.
18. Nicolas-Puel C, Akbaraly T, Lloyd R i wsp. Characteristics of tinnitus in a population of 555 patients: specificities of tinnitus induced by noise trauma. *Int Tinnitus J*, 2006; 12: 64–70.
19. Hazell JWP, Williams GR, Sheldrake JB. Tinnitus maskers – successes and failures. A report on the state of the art. *Proceedings of the 1st International Tinnitus Seminar. J Laryngol Otol [Suppl]*, 1981; 4: 80–7.
20. Hazell JWP, Wood SM, Cooper HR i wsp. A clinical study of tinnitus maskers. *Br J Audiol*, 1985; 19: 65–146.
21. Meikle M, Taylor-Walsh E. Characteristics of tinnitus and related observations in over 1800 tinnitus clinic patients. *J Laryngol Otol Suppl*, 1984; 9: 17–21.
22. Drettner B, Hedstrand H, Kockhoff I i wsp. Cardiovascular risk factors and hearing loss. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 1975; 79: 366–71.
23. Kannan PM, Lipscomb DM. Bilateral hearing asymmetry in a large population. *J Acoust Soc Am*, 1974; 55: 1092–4.
24. National Center for Health Statistics. Hearing levels of adults by age and sex. *Vital and Health Statistics Publications*, 1965; Series 11, No. 11.
25. Nageris BI, Raveh E, Zilberberg M i wsp. Asymmetry in noise-induced hearing loss: Relevance of acoustic reflex and left or right handedness. *Otol Neurotol*, 2007; 28: 434–7.
26. Van Dijk P, Boyen K, Gendt M i wsp. Functional magnetic resonance imaging in tinnitus. *Jour Hear Sci*, 2011; 1: 52.
27. Landgrebe M, Langguth B, Rosengarth K i wsp. Structural brain changes in tinnitus: grey matter decrease in auditory and non-auditory brain areas. *Neuroimage*, 2009; 46: 213–8.
28. Vanneste S, Plazier M, van der Loo E i wsp. The difference between uni- and bilateral auditory phantom percept. *Clin Neurophysiol*, 2011; 122: 578–87.
29. Cai Y, Tang J, Li X. Relationship between high frequency hearing threshold and tinnitus. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi*, 2004; 18: 8–11.
30. Shim HJ, Kim SK, Park CH i wsp. Hearing abilities at ultra-high frequency in patients with tinnitus. *Clin Exp Otorhinolaryngol*, 2009; 2: 169–74.
31. Schaeffe R, McAlpine D. Tinnitus with normal audiogram: physiological evidence for hidden hearing loss and computational model. *J Neurosci*, 2011; 31: 13452–7.
32. Weisz N, Hartmann T, Dohrmann K i wsp. High frequency tinnitus without hearing loss does not mean absence of deaf-ferentation. *Hear Res*, 2006; 222: 108–14.
33. Cahani M, Paul G, Shahar A. Tinnitus asymmetry. *Audiology*, 1984; 23: 127–35.
34. Nageris BI, Attias J, Raveh E. Test-retest tinnitus characteristics in patients with noise-induced hearing loss. *Am J Otolaryngol*, 2010; 31: 181–4.