

Grażyna Bartnik, Anna Fabijańska, Danuta Raj-Koziak, Beata Borawska, Marek Rogowski, Henryk Skarżynski

Klinika Szumów Usznych, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa

Korelacja pomiędzy wysokością szumu, audiogramem i DP-gramem

The correlation between the pitch of tinnitus and DP-gram and audiogram

Słowa kluczowe: wysokość szumu, DP-gram, audiogram.

Key words: tinnitus pitch, DP-gram, audiogram.

Streszczenie

Badaniem objęto 53 osoby ze stałym, subiektywnym szumem usznym, prawidłowym słuchem lub odbiorczym niedosłuchem lekkiego i średniego stopnia. W każdym przypadku wykonano audiometrię tonalną i psychoakustycznie określono wysokość szumu usznego pacjenta. Oceniając aktywność ślimaka u badanych pacjentów stosowano pomiar otoemisji produktów zniekształceń ślimaka – DPOAE. Celem pracy było stwierdzenie, czy istnieje korelacja pomiędzy DP-gramem, audiogramem i wysokością szumu. Wyniki pracy sugerują, że miejsca największego zniszczenia komórek słuchowych zewnętrznych na błonie podstawnej mogą być odpowiedzialne za generację szumu o odpowiadającej tym miejscom wysokości.

Summary

To investigate cochlear activity in tinnitus patients the DPOE-audiograms (distortion product otoacoustic emission – DP-gram) were measured. To assess the condition of the ears and hearing pathways pure tone audiometry were established for each case.

53 patients with subjective tinnitus were included to this study. The patients were asked to assess the pitch of their tinnitus. The purpose of this investigation was to determine whether there is any correlation between the shape of DP-gram and audiogram and above mentioned parameter of tinnitus. The result of this study shows that there is a correlation between the pitch of tinnitus and DP-gram and audiogram.

In conclusion, the most damaged area of OHC (Outer Hair Cells) seems to be the places of tinnitus generation. This is indicated by perceptual pitch matching of tinnitus which is strictly correlated with the shape of audiogram and DPOAE recording.

Badania kliniczne wykazują, że w około 80% przypadków szum uszny generowany jest w ślimaku [Eggermont 1983; 1990; Jastreboff 1990; Jastreboff (i in.) 1991; Kemp 1981; Zenner, Ernst 1995]. Do obiektywnej oceny funkcji ślimaka w badaniach klinicznych wykorzystuje się pomiar otoemisji akustycznej. Spośród różnego rodzaju sygnałów najbardziej przydatny do badania pacjentów z szumem usznym jest pomiar produktów zniekształceń nieliniowych ślimaka (DPOAE), który umożliwia ocenę funkcji komórek słuchowych zewnętrznych w sposób specyficzny częstotliwościowo.

Powszechnie wiadomo, że nie opracowano dotychczas obiektywnych metod badania i oceny szumu usznego, przy czym od momentu wprowadzenia otoemisji do praktyki klinicznej wielokrotnie podejmowano próby oceny przydatności tego testu jako obiektywnej miary obecności szumu.

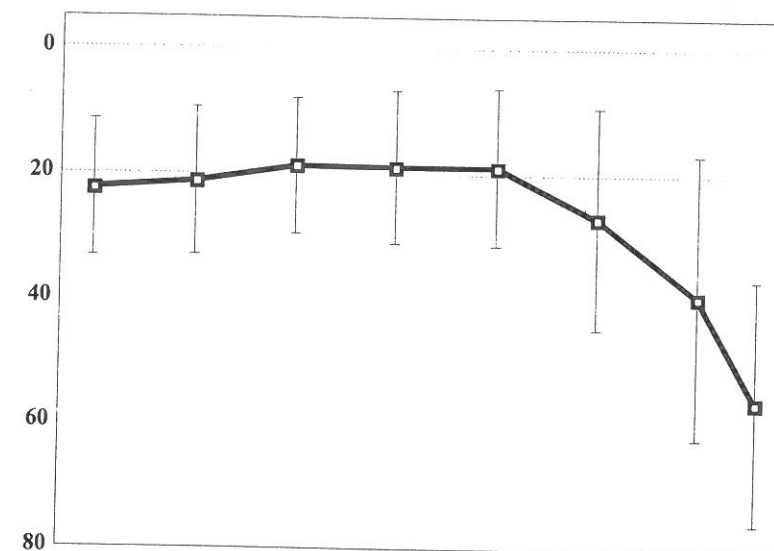
Szum uszny towarzyszy najczęściej zaburzeniom słuchu różnego stopnia. Jednak w około 30% przypadków pacjentów z szumem stwierdza się normalną czułość słuchu [Jastreboff, Hazell 1993; Jastreboff (i in.) 1996]. Jak dowodzą wyniki wielu prac, nawet u pacjentów z prawidłową czułością słuchu mogą być zaburzone inne funkcje słuchowe, np. selektywność częstotliwościowa, która, jak wiemy, powiązana jest głównie z funkcją komórek słuchowych zewnętrznych [Kemp 1981; Zenner (i in.) 1988; Zenner, Ernst 1995]. Można zatem oczekiwać, że w pomiarach otoemisji znajdzie się w tych przypadkach dowody, świadczące o zaburzonej funkcji ślimaka w tych obszarach. Ponieważ w codziennej praktyce klinicznej obserwujemy, że wysokość szumu pacjentów mieści się w rejonie częstotliwości najniższych wartości DP-gramu, jak również związana jest z obszarem ubytku słuchu w audiogramie, interesująca jest weryfikacja ilościowa tych zależności.

Celem pracy było ustalenie związku pomiędzy: audiogramem i DP-gramem, wysokością szumu i audiogramem oraz wysokością szumu i DP-gramem.

I. MATERIAŁ I METODA

Materiał pracy stanowiły 53 osoby (78 uszu), w tym 28 kobiet i 25 mężczyzn w wieku od 22 do 46 lat (średni wiek 31 lat). W grupie tej było 17 osób ze słuchem normalnym oraz 36 osób z ubytkiem słuchu typu zmysłowo-nerwowego lekkiego lub średniego stopnia. We wszystkich przypadkach pacjenci byli w stanie określić wysokość swego szumu, a jego wartość utrzymywała się na stałym poziomie w ciągu kolejnych badań.

U wszystkich pacjentów wykonano: badanie progu słyszenia za pomocą audiometrii tonalnej oraz określenie wysokości szumu przez porównanie go z tonem lub szumem wąskopasmowym podawanym najczęściej do ucha kontrlateralnego. Otoemisja produktów zniekształceń (DPOAE) była mierzona w cichym pomieszczeniu przy użyciu Madsen Electronics Cochlear Emissions Analyzer – Celesta 503. Stosunek częstotliwości pomiędzy dwoma tonami prostymi f_1 i f_2 wynosił 1,22. Odpowiedzi dla częstotliwości $2f_1-f_2$ były mierzone dla średniej geometrycznej tych częstotliwości z zakresu częstotliwości od 500 Hz i 8000 Hz przy użyciu stałej intensywności tonów stymulujących ($L_1=L_2$) wynoszącej 70 dB SPL.



Ryc. 1. Średnie wartości progu słyszenia w badanym materiale

Biorąc pod uwagę kształt średniego audiogramu dla badanej grupy, w którym spadek czułości słuchu wyraźnie zaznacza się dla częstotliwości powyżej 2000 Hz, wyróżniono dwie grupy pacjentów: grupa A – wysokość szumu mniejsza niż 2000 Hz ($n = 29$ uszu), grupa B – wysokość szumu równa i większa od 2000 Hz ($n = 42$ uszu).

Związek pomiędzy audiogramem i DP-gramem, wysokością szumu i audiogramem określano za pomocą wartości współczynnika korelacji liniowej, a pomiędzy wysokością szumu i DP-gramem poprzez określenie częstotliwości, dla której występowały minima w DP-gramie. W analizie statystycznej stosowano również analizę czynnikową. Współczynnik korelacji dla $p < 0,05$ stanowił wartość istotną statystycznie.

II. WYNIKI

W tab. 1 przedstawiono wartości współczynników korelacji pomiędzy audiogramem i DP-gramem.

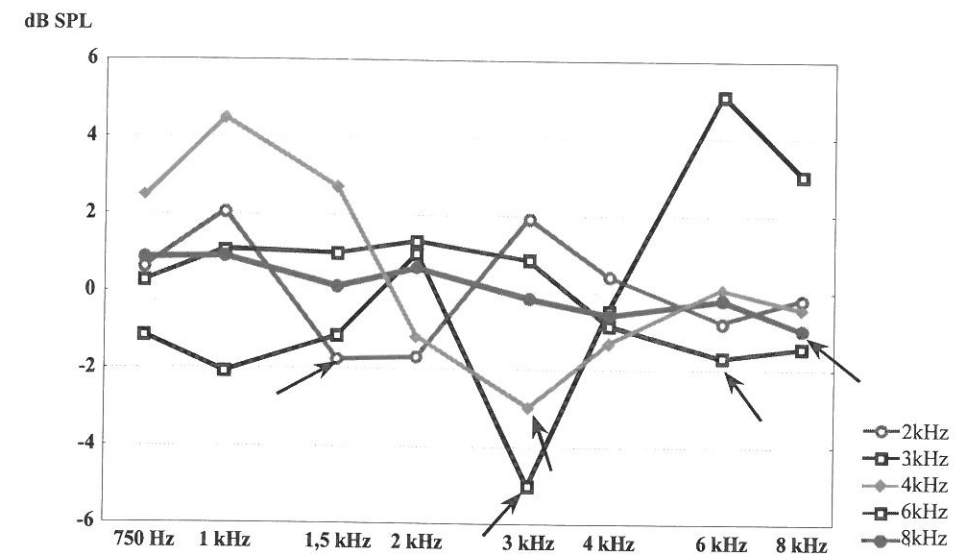
Tab. 1. Wartości współczynników korelacji pomiędzy audiogramem i DP-gramem (wyłuszczone wartości oznaczono istotnie statystycznie wartości współczynnika korelacji)

Częstotliwość DP (Hz)	Częstotliwość audiogramu (Hz)							
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	12 000
750	-0,19	-0,22	-0,32	-0,42	-0,36	-0,14	-0,35	-0,51
1000	-0,19	-0,20	-0,31	-0,48	-0,38	-0,11	-0,34	-0,48
1500	-0,08	-0,13	-0,28	-0,43	-0,45	-0,36	-0,45	-0,49
2000	0,00	-0,07	-0,18	-0,26	-0,43	-0,45	-0,39	-0,42
3000	-0,02	-0,04	-0,08	-0,27	-0,61	-0,58	-0,47	-0,45
4000	0,04	0,03	-0,06	-0,25	-0,54	-0,65	-0,51	-0,47
6000	-0,08	-0,08	-0,09	-0,18	-0,35	-0,42	-0,38	-0,39
8000	-0,19	-0,015	-0,15	-0,16	-0,11	-0,24	-0,39	-0,40

Ujemne wartości współczynników oznaczają, że wartości amplitudy DP-gramu zmniejszają się wraz ze wzrostem ubytku czułości słuchu w audiogramie. Z zależności tej wynika, że wraz ze wzrostem częstotliwości ubytku słuchu rośnie zakres częstotliwości, w którym pomiar DP jest skorelowany z audiogramem.

Analiza związku pomiędzy wysokością szumu a audiogramem wykazała, że w grupie A nie zaobserwowano zależności pomiędzy wysokością szumu a kształtem audiogramu. Natomiast w grupie B stwierdzono, że aż w 90,5% przypadków wysokość szumu przypada na rejon częstotliwości, w której występowały największe ubytki czułości słuchu.

W analizie czynnikowej związku pomiędzy wysokością szumu i DP-gramem zastosowano specyficzną częstotliwościowo miarę DP-gramu opracowaną dla potrzeb niniejszej pracy. Na ryc. 2 przedstawiono składowe specyficzne częstotliwościowo DP-gramów w funkcji częstotliwości w grupie B. W tej grupie pacjentów stwierdzono wyraźny związek pomiędzy wysokością szumu a częstotliwością minimum DP-gramu. Wyraźne minima zaznaczyły się na wykresach dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz.



Ryc. 2. Uśrednione składowe specyficzne częstotliwościowo DP-gramów dla grupy osób z szumem o wysokości od 2 do 8 kHz (strzałkami zaznaczono minima kolejnych wykresów)

III. DYSKUSJA

Jedną z najbardziej rozpowszechnionych hipotez na temat generacji szumu jest teoria dysharmonicznego zniszczenia układów komórek słuchowych zewnętrznych i wewnętrznych [Jastreboff 1990; 1995; Jastreboff (i in.) 1996]. Zakłada ona, że patologiczna aktywność neuronalna, postrzegana następnie jako szum, powstaje w tych miejscach ślimaka, gdzie obok siebie współistnieją sprawne komórki wewnętrzne i zniszczone komórki zewnętrzne. Celem potwierdzenia tej teorii, w powyższej pracy, należałoby ocenić stan komórek słuchowych wewnętrznych w przedziałach częstotliwości, dla których za pomocą otoemisji stwierdzono ubytek komórek słuchowych zewnętrznych. Niestety, do chwili obecnej nie ma testu specyficznego dla określenia funkcji komórek słuchowych wewnętrznych.

Przeprowadzone badania potwierdziły obserwacje, że często wysokość szumu ma związek z kształtem audiogramu i DP-gramu [Hazell 1987; Zenner, Ernst 1995]. Należy jednak pamiętać, że nie dotyczy to wszystkich przypadków szumu usznego. Jakkolwiek wydaje się pewne, że percepcja szumu wiąże się z miejscem zniszczenia komórek słuchowych zewnętrznych na błonie podstawnej, najprawdopodobniej istnieją również inne drogi do identyfikacji, rozróżniania i kodowania częstotliwości szumu. Wysokość szumu może być modyfikowana przez tzw. okresowość impulsów neuronalnych, co może wywoływać odczucie jej alternatywnej wartości [Feldmann 1995]. Jest również prawdopodobne, że wysokość

odczuwanego szumu znajduje się pod kontrolą sprzężonych mechanizmów obwodowych i centralnych [Hazell 1987; Zenner (i in.) 1988]. Zjawiska te mogłyby wytłumaczyć istnienie szumu usznego o wysokości zlokalizowanej w innych rejonach częstotliwości audiogramu i DP-gramu, co obserwowano u części pacjentów w niniejszym badaniu.

W przeprowadzonych badaniach uzyskano umiarkowaną korelację pomiędzy audiogramem i DP-gramem (tab.1). Otrzymane wyniki potwierdzają powszechne stwierdzenie, że pomiar DP nie pozwala w sposób obiektywny przewidzieć wielkości ubytku słuchu w audiogramie. Z danych przedstawionych w tab.1 wynika również, że wraz ze wzrostem częstotliwości ubytku słuchu rośnie zakres częstotliwości, w którym pomiar DP jest skorelowany z audiogramem. Oznacza to, że ubytek słuchu w zakresie wysokich częstotliwości w znacznie większym stopniu wpływa na amplitudę sygnału otoemisji z zakresu niskich częstotliwości niż w sytuacji odwrotnej.

Wysokość szumu u pacjentów z niedosłuchem najczęściej zawierała się w przedziale częstotliwości ubytku słuchu w audiogramie tonalnym (dla wysokości szumu 2000 Hz i wyższej). Wydaje się więc, że zakres częstotliwości ubytku słuchu silnie wpływa na odczuwaną wysokość szumu u pacjenta. Zatem wyniki uzyskane w niniejszej pracy są zgodne z doniesieniami innych autorów [Feldmann 1995; Hazell 1987].

W grupie pacjentów z szumem o wysokości 2000 Hz i wyższej zaobserwowano również wyraźny związek pomiędzy wysokością szumu a położeniem minimum DP-gramu. Potwierdzałoby to tezę, że szum uszny generowany jest w tych przedziałach ślimaka, gdzie występuje największe uszkodzenie komórek słuchowych zewnętrznych na błonie podstawnej.

Bibliografia

- Eggermont J. J.: [1983]. Tinnitus: some thoughts about its origin. „J. Laryngol. Otol. Suppl.” 9, 31-37.
- Eggermont J. J. [1990]. On the pathophysiology of tinnitus: a review and a peripheral model. „Hear. Res.” 48, 111-124.
- Feldmann H. [1995]. Mechanisms of tinnitus. W: J. Vernon, A. Müller (red.). Mechanisms of tinnitus. Boston: Allyn and Bacon, 35-39.
- Hazell J. W. P. [1987]. A cochlear model of tinnitus. W: H. Feldmann (red.). Proceedings, III International Tinnitus Seminar (Muenster 1987), Harsch Verlag, Karlsruhe, 121-128.
- Hazell J. W. P., Jastreboff P. J. [1992]. Central Mechanisms of Tinnitus. Academic conference: Cambridge, UK, 1992, Sep. 21-24, „Audiology in Europe” 22.
- Jastreboff P. J. [1990]. Phantom auditory perception (tinnitus): mechanisms of generation and perception. „Neurosci. Res.” 8, 221-254.
- Jastreboff P. J. [1995]. Tinnitus as a phantom perception: theories and clinical implications. W: J. Vernon, A. Müller (red.). Mechanisms of tinnitus. Boston: Allyn and Bacon, 73-95.

- Jastreboff P. J., Ikner C. L., Hassen A. [1991]. An approach to the objective evaluation of tinnitus in humans. W: J. M. Aran, R. Dauman (red.). Proceedings of the Fourth International Tinnitus Seminar, Bordeaux, Amsterdam/New York: Kugler Publications, 331-339.
- Jastreboff P. J., Hazell J. W. P. [1993]. A neurophysiological approach to tinnitus: Clinical implications. „Br. J. Audiol.” 27, 7-17.
- Jastreboff P. J., Gray W. C., Gold S. L. [1996]. Neurophysiological approach to tinnitus patients. „Am. J. Otol.” 17, 236-240.
- Kemp D. T. [1981]. Physiologically active cochlear micromechanics-one source of tinnitus. W: D. Evered, G. Lawrenson (red.). Tinnitus. London: Pitman Books, 54-81.
- Zenner H. P., Arnold W., Gitter A. H. [1988]. Outer hair cells as fast and slow cochlear amplifiers with a bidirectional transduction cycle. „Acta Otolaryngol. (Stockh.)” 105, 457-462.
- Zenner H. P., Ernst A. [1995]. Cochlear motor tinnitus, transduction tinnitus, and signal transfer tinnitus: three models of cochlear tinnitus. W: J. Vernon, A. Müller (red.). Mechanisms of tinnitus. Boston: Allyn and Bacon, 237-255.