

Badania otoemisji akustycznej w uszach z dodatnim ciśnieniem w jamie bębenkowej

Otoacoustic emissions tests in the ears with positive pressure in the tympanic cavity

EMILIA KĄTSKA, TOMASZ BRODA, GRAŻYNA NIEDZIELSKA

Katedra i Klinika Otolaryngologii Dziecięcej, Foniatrii i Audiologii, 20-093 Lublin, ul. Chodźki 2

Wprowadzenie. Otoemisja akustyczna jest nieinwazyjną, obiektywną i łatwą metodą badawczą pozwalającą ocenić funkcję komórek słuchowych zewnętrznych. Prawidłowo funkcjonujące ucho środkowe gwarantuje dotarcie dźwięku do ucha wewnętrznego. Istnieją doniesienia o wpływie ciśnienia w uchu środkowym na odpowiedzi otoemisji akustycznej.

Cel. Celem pracy było prześledzenie zachowania się otoemisji akustycznej (OAE) w uszach z dodatnim ciśnieniem w jamie bębenkowej.

Materiał i metody. Badaniami objęto 20 pacjentów z prawidłowym słuchem w audiometrii tonalnej oraz bez stanów zapalnych uszu w wywiadzie. Dodatnie ciśnienie w jamie bębenkowej uzyskiwano wykonując próbę Valsalvy. OAE i audiometrię impedancyjną wykonywano przed i po wykonaniu próby Valsalvy. Przeanalizowano zachowanie się otoemisji wywołanej trzaskiem (TEOAE) w paśmie częstotliwości 0,7-4kHz i otoemisji produktów niekształceń nieliniowych (DPOAE) w paśmie 1,5-6kHz.

Wyniki. Zaobserwowano zmiany amplitudy sygnału TEOAE dla niskich częstotliwości oraz dla niskich i wysokich częstotliwości w badaniu DPOAE.

Wnioski. Prawidłowa interpretacja OAE wymaga poprzedniej oceny ciśnienia w jamie bębenkowej.

Słowa kluczowe: *otoemisja akustyczna, dodatnie ciśnienie, jama bębenkowa*

Introduction. Otoacoustic emission is noninvasive, objective and easy test which allows to estimate function of outer hearing cells. The correct function of middle ear ensures that the sound can reach inner ear. There are some reports about influence of pressure in middle ear on otoacoustic emission response.

Aim. The aim of the study was to investigate the otoacoustic emissions (TEOAE and DPOAE) in ears with positive pressure in tympanic cavity.

Material and methods. We examined 20 patients with normal hearing in pure-tone audiometry and without otitis media in medical history. Positive pressure in tympanic cavity was achieved using Valsalva's test. OAE and impedance audiometry were performed before and after Valsalva's test. Transient-evoked otoacoustic emission (TEOAE) and distortion-product otoacoustic emission (DPOAE) at 0.7-4kHz and 1.5-6kHz, respectively, were analysed.

Results. TEOAE signal amplitudes were found to vary at low frequencies, while in the DPOAE test the amplitudes varied both at low and high frequencies.

Conclusions. Estimation of pressure in tympanic cavity is necessary for a reliable interpretation of OAE results.

Key words: *otoacoustic emission, positive pressure, tympanic cavity*

Nadesłano: 20.01.2006
Oddano do druku: 29.05.2006

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Emilia Kątska
20-730 Lublin, ul. Olsztyńska 7
tel. (081) 526 10 30 e-mail: ekatska@o2.pl

WSTĘP

Otoemisja akustyczna (OAE) jest nieinwazyjną, obiektywną i łatwą metodą oceny czynności ślimaka. Polega ona na rejestrowaniu odpowiedzi w częstotliwościach innych niż częstotliwość podawanego bodźca. Poza zastosowaniem otoemisji w badaniach przesiewowych słuchu u noworodków, znalazła ona należne miejsce w zestawie topodiagnostycznych badań zaburzeń narządu słuchu. Wiarygodność badań OAE zależy od uwzględnienia ograniczeń zastosowania metody oraz oceny kryterium rejestracji. Jednym z nich jest prawidłowe upowietrzenie ucha środkowego oraz niezaburzony układ przewodzący gwarantujące dotarcie dźwięku do ucha wewnętrznego. Zaburzenie ciśnienia w jamie bębenkowej i w przewodzie słuchowym zewnętrznym może mieć wpływ na parametry odpowiedzi otoemisji akustycznej.

Amplituda otoemisji wywołanej (*transient evoked otoacoustic emission* – TEOAE) dla średnich częstotliwości ma wyższe wartości niż dla częstotliwości wyższych, natomiast amplituda produktów zniekształceń nieliniowych (DPOAE) zachowuje się odwrotnie.

Istnieją doniesienia o wpływie ciśnienia w uchu środkowym na odpowiedzi otoemisji akustycznej, zatem celem naszej pracy było prześledzenie zachowania się TEOAE i DPOAE w uszach z dodatnim ciśnieniem w jamie bębenkowej.

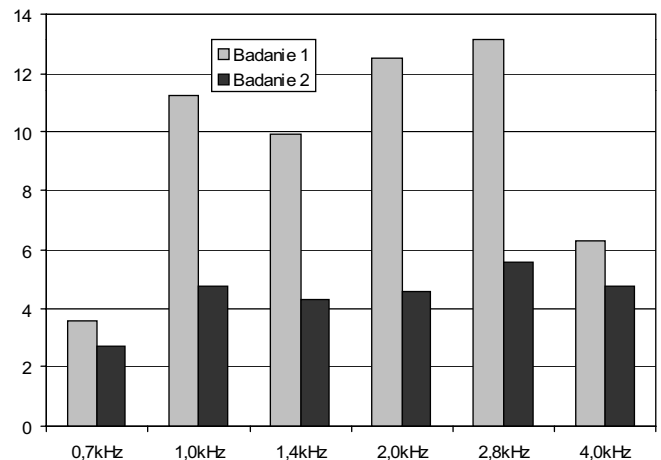
MATERIAŁ I METODY

Badani

Badaniom laryngologicznym i audiologicznym w Klinice Otolaryngologii Dziecięcej, Foniatrii i Audiologii w Lublinie poddano 20 pacjentów (40 uszu) w wieku 20-50 lat (średnia wieku 27,25) bez obciążenia chorobami uszu w wywiadzie. U wszystkich pacjentów, poza badaniem wzornikowym, przeprowadzono: audiometrię tonalną (Midimate, Madsen) i tympanometrię (Zodiak 201, Madsen). Pacjentów z prawidłowym słuchem (krzywe progowe do 20 dB oraz tympanogram typu „A” wg klasyfikacji Jergera) kwalifikowano do dalszej diagnostyki audiologicznej. Wykonywano otoemisję akustyczną wywołaną trzaskiem (TEOAE dla 0,7 kHz, 1,0 kHz, 1,4 kHz, 2,0 kHz, 2,8 kHz, 4,0 kHz) i otoemisję produktów zniekształceń nieliniowych (DPOAE dla 1,5 kHz, 2,0 kHz, 3,0 kHz, 4,0 kHz, 5,0 kHz, 6,0 kHz) (OtoRead, Interacoustic). Badania wykonywano przy parametrach pomiaru zgodnych z zaleceniami producenta (w DPOAE stosowane były dwa czyste tony podstawowe f_1 i f_2 o natężeniu bodźca 40-65 dB SPL i stosunku $f_2/f_1=1,22$, natężenie bodźca dla TEOAE wynosiło 83 dB SPL, za wartości prawidłowe przyjmowano odpowiedź przy stosunku S/N >3dB). TEOAE i DPOAE wykonywano po teście tympanometrycznym, traktując pierwsze badanie jako wyjściowe. Następnie pacjent wykonywał próbę Valsalvy, po której oceniano ciśnienie w jamie bębenkowej oraz TEOAE, po krótkim odpoczynku ponownie po próbie Valsalvy wykonywano DPOAE. Pomiar przeprowadzono dla ucha prawego i lewego oddzielnie.

Tabela I. Średnie wartości TEOAE dla poszczególnych częstotliwości przed i po wykonaniu próby Valsalvy

Częstotliwość	TEOAE	n	Badanie 1		Badanie 2		Z	p
			S	SD	S	SD		
0,7 kHz	40	3,56	4,37	2,74	2,37	1,302	0,198	
1,0 kHz	40	11,22	5,24	4,78	5,97	4,186	0,001	
1,4 kHz	40	9,91	5,60	4,30	8,65	1,001	0,321	
2,0 kHz	40	12,50	4,68	4,57	10,13	2,054	0,044	
2,8 kHz	40	13,13	5,37	5,57	10,53	1,895	0,063	
4,0 kHz	40	6,28	4,60	4,75	4,00	1,951	0,056	



Ryc. 1. Graficzny obraz średnich wartości TEOAE przed i po wykonaniu próby Valsalvy

Statystyczne opracowanie wyników przeprowadzono za pomocą nieparametrycznej odmiany testu t-Studenta, gdzie Z to wartość funkcji testowej, p – poziom istotności (dla $p < 0,5$ – wartości istotne; $0,5 < p < 0,1$ – wartości bliskie istotności; $p > 0,1$ – brak istotności) (tab. I), korelacje pomiędzy badaniami przed i po próbie Valsalvy i OAE oceniano za pomocą współczynnika korelacji *tau Kendela*.

WYNIKI

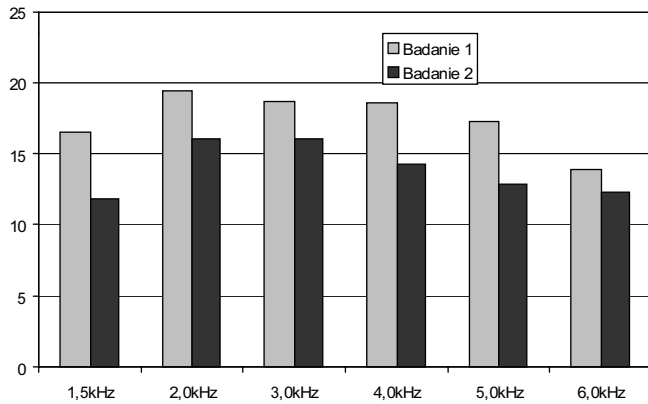
Wartości ciśnienia w jamie bębenkowej po wykonaniu próby Valsalvy przesuwały się w kierunku wartości dodatnich (od 10-45 mm H₂O, śr. 24,75 mm H₂O). W naszych badaniach uzyskano zmianę OAE w wyniku zmiany ciśnienia w uchu środkowym, ale nie uzyskano istotnych statystycznie korelacji pomiędzy wartością ciśnienia w uchu środkowym a wartością OAE.

W tabeli I i na rycinie 1 zestawiono średnie wartości TEOAE dla poszczególnych częstotliwości przed i po wykonaniu próby Valsalvy.

Na wszystkich badanych częstotliwościach nastąpiło obniżenie wartości OAE, najbardziej dla 1 kHz, 2 kHz i 2,8 kHz. Dla tych częstotliwości w pierwszym badaniu uzyskano najwyższe odpowiedzi. Dla 2 wartości różnice

Tabela II. Średnie wartości DPOAE dla poszczególnych częstotliwości przed i po wykonaniu próby Valsalvy

Częstotliwość	DPOAE	n	Badanie 1		Badanie 2		Z	p
			S	SD	S	SD		
1,5 kHz	40	16,56	7,04	11,84	7,72	2,555	0,013	
2,0 kHz	40	19,44	8,67	16,06	5,66	1,844	0,069	
3,0 kHz	40	18,66	6,44	16,02	5,98	1,709	0,092	
4,0 kHz	40	18,62	6,49	14,34	6,32	2,673	0,009	
5,0 kHz	40	17,34	7,18	12,88	6,83	2,551	0,013	
6,0 kHz	40	13,94	8,06	12,28	7,10	0,872	0,386	



Ryc. 2. Graficzny obraz średnich wartości DPOAE przed i po wykonaniu próby Valsalvy

były znamienne statystycznie (1 kHz i 2 kHz – $p < 0,05$).

W tabeli II i na rycinie 2 zestawiono średnie wartości DPOAE dla poszczególnych częstotliwości przed i po wykonaniu próby Valsalvy.

W zakresie częstotliwości od 1,5 kHz do 5 kHz nastąpiło istotne obniżenie odpowiedzi DPOAE (różnice istotne statystycznie lub bliskie istotności: $p < 0,05$ dla 1,5 kHz, 4 kHz i 5 kHz, $p < 0,1$ dla 2 kHz i 3 kHz). Jedynie dla 6kHz spadek wartości był nieistotny.

DYSKUSJA

Wpływ ciśnienia w uchu środkowym na rejestrację OAE był przedmiotem zainteresowania wielu badaczy. W większości przypadków analizowano wpływ ciśnienia ujemnego, które zmniejsza amplitudę zapisu [1–6]. Przy ujemnym ciśnieniu w uchu środkowym amplituda redukowała się dla niskich częstotliwości [3, 7], szczególnie dotyczyła częstotliwości w okolicy 1 kHz [5, 7]. Wg Zhang'a ujemne ciśnienie w uchu środkowym powoduje dysfunkcję kosteczek słuchowych. Gdy ciśnienie z ujemnego zaczynało się normalizować, to również wzrastał poziom TEOAE [5, 6]. Ujemne ciśnienie związane z obecnością płynu w jamie bębenkowej redukuje odpowiedzi w TEOAE [4], natomiast wyniki ulegają poprawie po założeniu tubek wentylacyjnych [1]. Podobne zjawisko obserwowano u noworodków po ustąpieniu z jamy bębenkowej płynu owodniowego [8]. TEOAE zmienia się przy zmianie pozycji ciała [9]. Leki

Piśmiennictwo

1. Koike KJ, Wetmore SJ. Interactive effects of the middle ear pathology and the associated hearing loss on transient-evoked otoacoustic emission measures. *Otolaryngol. Head Neck Surg* 1999; 121(3): 238–244.
2. Hauser R, Probst R, Harris FP. Effects of atmospheric pressure variation on spontaneous, transiently evoked, and distortion product otoacoustic emissions in normal human ears. *Hear Res* 1993; 69(1–2): 133–145.
3. Plinkert PK, Ptak M. Changes in transitory evoked otoacoustic emissions and acoustic distortion products in disorders of eustachian tube ventilation. *HNO* 1994; 42(7): 434–440.
4. Qiu WW, Stucker FJ, Welsh LW. Clinical interpretations of transient otoacoustic emissions. *Am J Otolaryngol* 1998; 19(6): 370–378.

stosowane przy znieczuleniu ogólnym nie mają wpływu na zachowanie się odpowiedzi TEOAE [10].

Analiza zachowania się odpowiedzi DPOAE pod wpływem zmian ciśnienia w uchu środkowym wykazała, że ujemne ciśnienie miało większy wpływ niż dodatnie. Natomiast dodatnie ciśnienie było bardziej efektywne dla niskich częstotliwości, a słabiej dla wysokich [7]. Wg Zhang'a dodatnie ciśnienie ma większy wpływ na wysokie częstotliwości. DPOAE zmienia się wraz ze zmianą ciśnienia, a tym samym zależy od transmisji dźwięku [2, 11]. Przy normalizacji ciśnienia z ujemnego na dodatnie również poprawia się amplituda DPOAE [2, 5, 7].

Ciśnienie w przewodzie słuchowym zewnętrznym może wywierać inny efekt niż ciśnienie w uchu środkowym. Efekt ten zależy od stanu błony bębenkowej i kosteczek słuchowych. Dodatnie ciśnienie w przewodzie słuchowym zewnętrznym i ujemne w jamie bębenkowej będą miały ten sam efekt na ucho wewnętrzne. Kiedy ciśnienie w jamie bębenkowej staje się dodatnie to wypukła błona bębenkową oraz usztywnia łańcuch kosteczek zmniejszając transmisję przez ucho środkowe. Redukcja OAE zależy od stopnia nieprawidłowości ciśnienia w uchu środkowym i im bardziej to ciśnienie jest nieprawidłowe to efekt końcowy jest wyraźniejszy [7].

W naszych badaniach uzyskano statystycznie znamienne pogorszenie odpowiedzi TEOAE w całym zakresie częstotliwości ze szczególnym uwzględnieniem niskich częstotliwości. Dla badań DPOAE efekt obniżenia zapisów również obejmował cały zakres ze znamiennością statystyczną dla niskich i wysokich częstotliwości.

Efekt OAE przy niskim ciśnieniu w jamie bębenkowej jest związany ze sztywnością błony bębenkowej, a dla wysokich częstotliwości z dysfunkcją stawu kowadełkowo-strzemiączkowego [7].

WNIOSKI

1. Dodatnie ciśnienie w uchu środkowym prowadzi do zmiany amplitudy TEOAE dla niskich częstotliwości oraz dla niskich i wysokich częstotliwości w badaniu DPOAE.
2. Prawidłowa interpretacja OAE wymaga oceny ciśnienia w jamie bębenkowej.

5. Schmuziger N, Hauser R, Probst R. Transitory evoked otoacoustic emissions and distortion product emissions in disorders of middle ear ventilation. *HNO* 1996; 44(6): 319-323.
6. Trine MB, Hirsch JE, Margolis RH. The effect of middle ear pressure on transient evoked otoacoustic emissions. *Ear Hear* 1993; 14(6): 401-407.
7. Zhang M, Abbas PJ. Effects of middle ear pressure on otoacoustic emission measures. *J Acoust Soc Am* 1997; 102(2 Pt 1): 1032-1037.
8. Priner R, Freeman S i wsp. The neonate has a temporary conductive hearing loss due to fluid in the middle ear. *Audiol Neurootol* 2003; 8(2): 100-110.
9. De Kleine E, Wit HP i wsp. The behavior of evoked otoacoustic emissions during and after postural changes. *J Acoust Soc Am* 2001; 110(2): 973-980.
10. Hess MM, Lamprecht A i wsp. Measuring evoked otoacoustic emissions at various times during intubation anesthesia. *Folia Phoniatr (Basel)* 1991; 43(2): 68-73.
11. Osterhammel PA, Nielsen LH, Rasmussen AN. Distortion product otoacoustic emission. The influence of the middle ear transmission. *Scand Audiol* 1993; 22(2): 111-116.