

Marek Rogowski, Elżbieta Gindzieńska

Klinika Otolaryngologii Akademii Medycznej
Białystok

Czasowo-częstotliwościowa analiza wąskopasmowych wywołanych emisji otoakustycznych u noworodków*

Time and Frequency Analysis of Narrow Bands
Evoked Otoacoustic Emissions in Newborns

Słowa kluczowe: emisje otoakustyczne, analiza czasowo-częstotliwościowa,
noworodki.

Key words: otoacoustic emissions, time and frequency analysis, newborns.

Streszczenie

Przejściowo wywołane emisje otoakustyczne (TEOAE) stanowią doskonałą metodę oceny czynności ślimaka u noworodków. Badanie TEOAE pozwala na wyróżnienie dwu grup pacjentów: pierwszej — z prawidłowo zachowanymi TEOAE, świadczącymi o normalnym słuchu i drugiej — bez TEOAE lub z wąskopasmowymi emisjami otoakustycznymi, co może wskazywać na uszkodzenie narządu słuchu. Analiza Fouriera pozwala na równoczesną ocenę natężenia emisji w funkcji czasu i częstotliwości. Czasowo-częstotliwościowa analiza TEOAE ułatwia diagnostykę różnicową uszkodzeń słuchu wieku noworodkowego.

Summary

Transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) appear to be an efficient way to assess cochlear function in infants and neonates. TEOAE research allows to identify two groups of subjects: those with normal TEOAE who can be considered as normal hearing subjects, and those without TEOAE and narrow bands of TEOAE who may present a disturbed auditory system. A short-time Fourier analysis was performed so that the TEOAE intensity in time and frequency domains could be observed simultaneously. The time and frequency analysis provides a new tool for the differential diagnosis of inner ear disorders in newborns.

* Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego KBN nr 4 S405 031 05.

U dorosłych obecność wąskopasmowego spektrum częstotliwościowego emisji otoakustycznych często jest powiązana z wybiórczym ubytkiem słuchu [Mathis (i inni) 1991]. W pracy podjęto próbę interpretacji rzadko spotykanych u noworodków wąskopasmowych zapisów przejściowo wywołanych emisji otoakustycznych (TEOAE).

I. MATERIAŁ I METODA

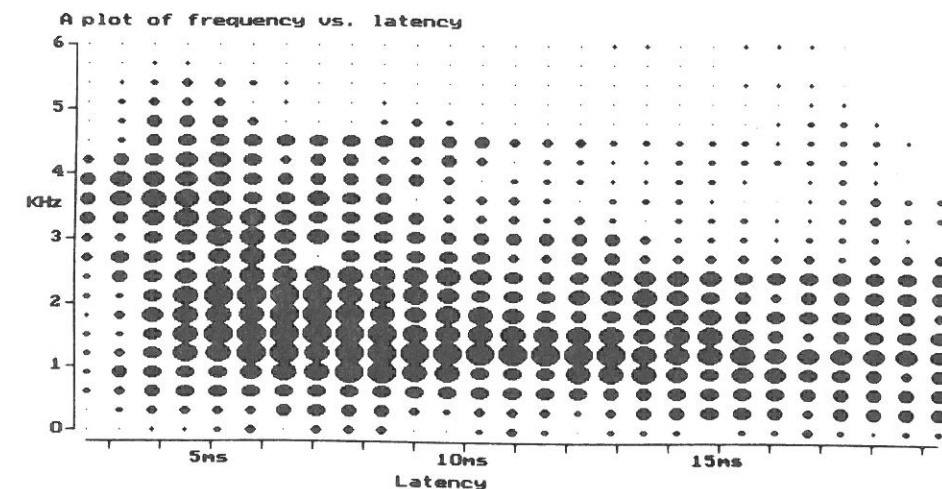
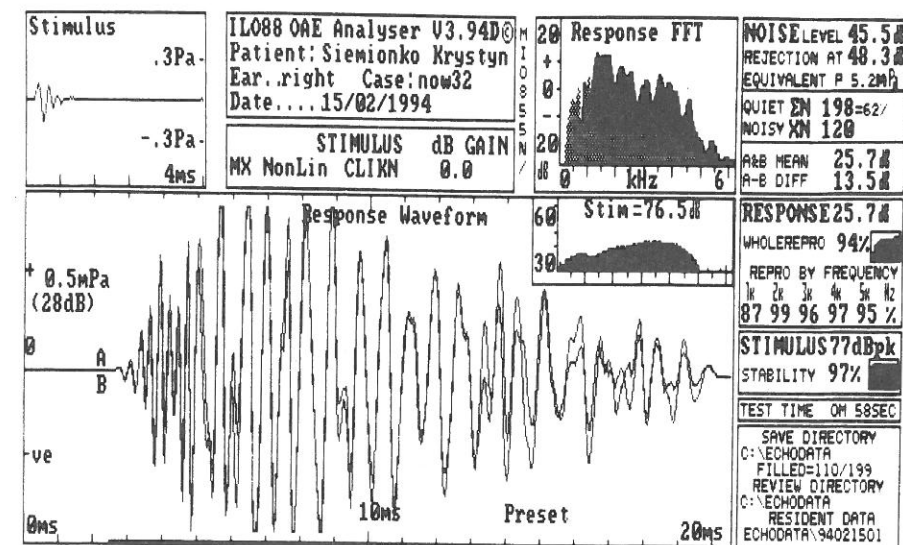
Ocenie poddano 160 uszu u 80 zdrowych noworodków przebywających w Klinice Neonatologii Akademii Medycznej w Białymstoku. Do rejestracji wywołanych trzaskiem emisji otoakustycznych zastosowano aparat ILO88 firmy Otodynamics Ltd., pozwalający na zapis emisji w zakresie 350-6000 Hz. Wyniki rejestracji przedstawione w postaci oscylogramu (TEOAE w funkcji czasu) i zapisu spektrum częstotliwości za pomocą Szybkiej Transformaty Fouriera (*Fast Fourier Transformation* — FFT) uzupełniono o przestrzenny diagram częstotliwościowo-czasowy (spektrogram) (ryc. 1). U dzieci z ujemnym wynikiem pomiaru TEOAE, jak też z zapisami wąskopasmowymi wykonywano dodatkowo pomiar potencjałów wywołanych z pnia mózgu (BERA), posługując się bodźcem nieswoistym częstotliwościowo (trzaskiem).

II. WYNIKI

TEOAE zarejestrowano przy badaniu 151 (94,3%) uszu. W 9 przypadkach wynik badania TEOAE był ujemny. Wśród 151 dodatnich pomiarów TEOAE w 148 przypadkach zapis wywołanych emisji otoakustycznych był szerokopasmowy. TEOAE występowały wówczas we wszystkich objętych badaniem częstotliwościach. Z analizy spektrogramów wynikało, że bezpośrednio po akustycznej stymulacji obecne były emisje o wysokich i niskich częstotliwościach, podczas gdy na końcu analizowanego przedziału czasowego występowały emisje niskoczęstotliwościowe (ryc. 1).

W trzech przypadkach zapis emisji otoakustycznych przedstawiony za pomocą FFT był wąskopasmowy, w dwóch — ograniczony do częstotliwości niskich (do 2 kHz) (ryc. 2), a w jednym przypadku TEOAE obecne były powyżej 3 kHz.

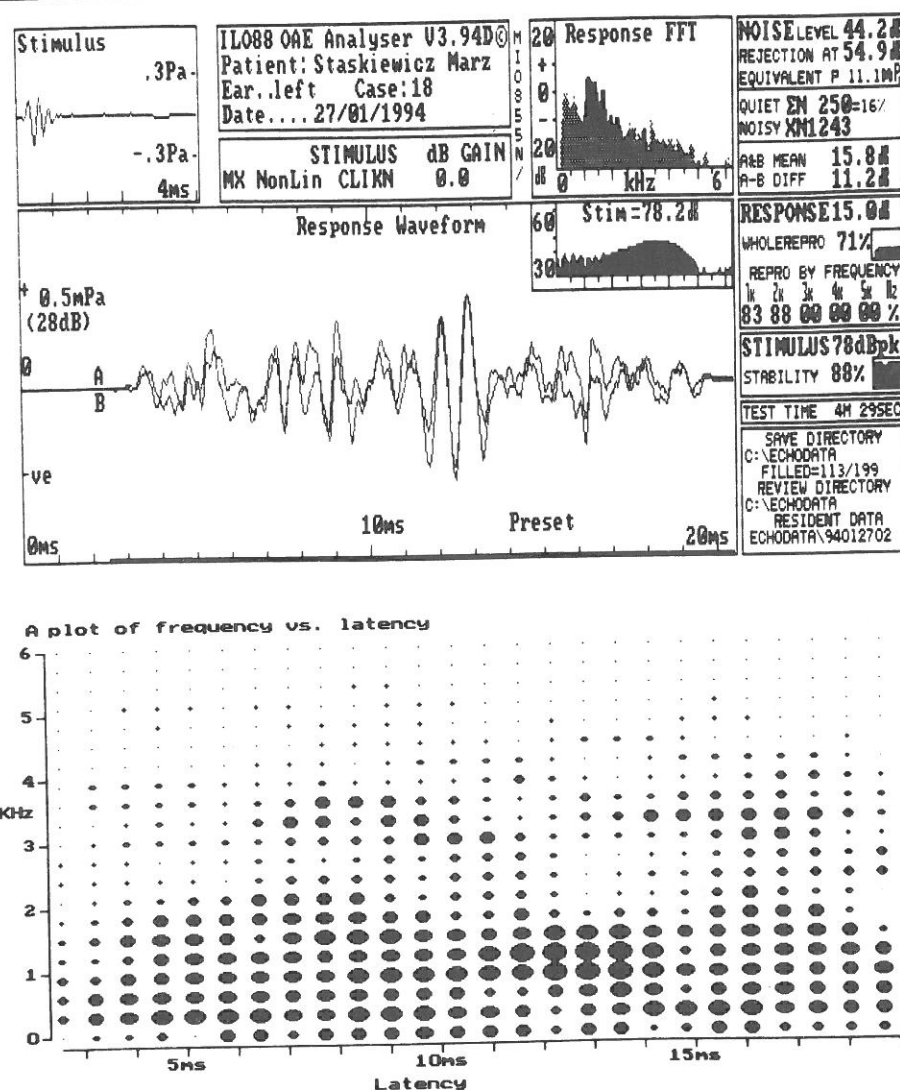
Analiza spektrograficzna TEOAE w dwóch pierwszych przypadkach przedstawiała obraz emisji niskoczęstotliwościowych, pojawiających się nie tylko z opóźnieniem charakterystycznym dla zakreślenia szczytowego ślimaka, lecz również w pierwszych milisekundach po bodźcu. Oscylogramy wykazywały brak szybkich oscylacji występujących normalnie u noworodków z szerokopasmowym zapisem emisji otoakustycznych (ryc. 2). W badaniu



Ryc. 1. Zapis spektrum częstotliwości TEOAE, oscylogram i spektrogram. Noworodek z typowym, szerokopasmowym zapisem emisji otoakustycznych. W górnym prawym oknie „Response FFT” spektrum częstotliwości emisji otoakustycznych, w oknie dolnym oscylogram — nakładające się na siebie krzywe pomiarowe A i B. Współczynnik korelacji „WHOLEREPRO” 94%, stabilność sondy pomiarowej 97%

kontrolnym, wykonanym rok później, zapis TEOAE miał podobny wąskopasmowy charakter w jednym na dwa oceniane przypadki.

W przypadku noworodka z TEOAE obecnymi w zapisie FFT, głównie w zakresie częstotliwości wysokich, spektrogram wykazywał obok spodziewanych emisji otoakustycznych w zakresie wysokich częstotliwości również emisje niskoczęstotliwościowe. Obydwa typy emisji generowane były



Ryc. 2. Zapis spektrum częstotliwości TEOAE, oscylogram i spektrogram. Wynik pomiaru TEOAE u noworodka z wąskopasmowymi, ograniczonymi do niskich częstotliwości emisjami otoakustycznymi

w pierwszych 10 ms po bodźcu, a więc z obszaru zakrepu podstawnego ślimaka. W oscylogramie największe natężenie oscylacji o małej komponentie niskoczęstotliwościowej miało miejsce w pierwszych 10 ms pomiaru. W ocenie kontrolnej TEOAE, przeprowadzonej po roku, zapis TEOAE był prawidłowy.

W badaniu BERA wśród 9 uszu z ujemnymi TEOAE w jednym przypadku zarejestrowano nieprawidłowy wynik pomiaru (fala V rejestrowana przy 50 dB). W dwu innych przypadkach wynik był trudny do interpretacji z po-

wodu nieoptymalnych warunków badania. U noworodków z wąskopasmowymi zapisami TEOAE pomiar potencjałów wywołanych trzaskiem wypadł prawidłowo.

III. OMÓWIENIE

Dotychczas publikowane prace zajmujące się zastosowaniem TEOAE w teście skринingowym u noworodków niewiele miejsca poświęcały analizie morfologii zapisu [Bonfils (i inni) 1990; Hauser (i inni) 1989; Johnsen 1989]. Słuch uznawany był za prawidłowy, gdy przy dobrych warunkach pomiaru korelacja odpowiedzi krzywych A i B przekraczała 60% [Hauser (i inni) 1989]. Dokładnej kontroli poddawano dzieci z ujemnym wynikiem pomiaru TEOAE. Naszym zdaniem badaniami takimi objęte powinny być również noworodki z wąskopasmowym zapisem emisji otoakustycznych. W badaniu BERA należy wówczas stosować bodźce swoiste częstotliwościowo.

Normalnie słyszące ucho ludzkie odpowiada na przejściowo działający szerokopasmowy bodziec dźwiękowy przesuniętymi w czasie emisjami złożonymi z częstotliwości zawartych w podanym bodźcu. W przypadku emisji otoakustycznych reprezentowanych tylko w zakresie częstotliwości niskich można podejrzewać, że w zakresie częstotliwości wysokich mamy do czynienia z ubytkiem słuchu. Analiza spektrograficzna wykazuje w takich przypadkach obecność niskoczęstotliwościowych emisji o długim, ale także o krótkim czasie utajenia (ryc. 2), a więc generowanych również przez komórki włoskowe zewnętrzne zakrepu podstawnego. Hoth jest zdania, że położone w zakrecie podstawnym komórki włoskowe potrafią wytwarzać emisje otoakustyczne o niskiej częstotliwości również po utracie swojej funkcji słuchowej [Hoth, Lenarz 1993].

Tego typu niskoczęstotliwościowe, krótkolatencyjne emisje widoczne są wyraźnie u dzieci z typowymi, szerokopasmowymi wynikami pomiaru (ryc. 1) oraz zaznaczają się u noworodka z TEOAE ograniczonymi w zapisie spektralnym FFT do częstotliwości wysokich. W ostatnim przypadku wyniki pomiaru mogą wskazywać na ubytek słuchu w zakresie niskich częstotliwości. Podejrzenie to wynika także z obecności emisji występujących głównie w pierwszych 10 ms po bodźcu oraz ze słabego nasilenia niskoczęstotliwościowych oscylacji widocznych na oscylogramie.

Omawiane w pracy przypadki wąskopasmowego zapisu TEOAE wymagają dalszej dokładnej kontroli audiologicznej. Na tego typu wyniki, obok całkowitego braku emisji otoakustycznych, należy również zwracać uwagę podczas prowadzenia badań skринingowych z zastosowaniem aparatury do pomiaru TEOAE. Analiza spektrograficzna ułatwia interpretację wąskopasmowych zapisów rejestrowanych emisji otoakustycznych.

Bibliografia

- Bonfils P., Dumont A., Marie P., François M., Narcy P., 1990: Evoked Otoacoustic Emissions in Newborn Hearing Screening, *Laryngoscope* 100, 186-189.
- Hauser R., Löhle E., Pedersen P., 1989: Zur klinischen Anwendung Click-Evozierter otoakustischer Emissionen an der Freiburger HNO-Klinik, *Laryng., Rhinol. Otol.* 67, 661-666.
- Hoth S., Lenarz Th., 1993: *Otoakustische Emissionen*, Stuttgart—New York: Georg Thieme Verlag.
- Johnsen N. J., 1989: Evoked Otoacoustic Emissions in Neonates. II. International Symposium on Clinical Applications of Otoacoustic Emissions, Lyon.
- Mathis A., De Min N., Arnold W., 1991: Transitorisch-evozierte otoacustische Emissionen (TEOAE) bei isoliertem Hochton-, Tieftone- bzw. Mitteltongehör, *Hals—Nasen—Ohrenheilkunde* 39, 55-60.