

Krzysztof Kochanek^{1, 2}, Ewa Orkan-Lęcka², Adam Pilka¹

¹ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa

² Katedra i Klinika Otolaryngologii, Akademia Medyczna, Warszawa

Porównanie odpowiedzi ABR dla krótkich tonów o częstotliwościach 1000, 2000 i 4000 Hz oraz dla trzasku w uszach normalnie słyszających

Comparison of auditory brainstem responses elicited by 1000,
2000 and 4000 Hz tone pips and click in normal hearing subjects

Słowa kluczowe: słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu, krótkie tony.

Key words: auditory brainstem responses, tone-pips.

Streszczenie

We wczesnej diagnostyce zaburzeń pozaślimakowych za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu – ABR standardowym bodźcem jest trzask. Jak wykazują jednak liczne badania, metoda ta wykazuje niewystarczającą czułość i specyficzność przy wykrywaniu małych nerwiaków nerwu słuchowego o średnicy poniżej 1 cm. Wynika to zapewne z faktu, że odpowiedzi ABR dla trzasku pochodzą głównie z rejonu częstotliwości wysokich. Jeżeli nerwiak nie uciska w znaczący sposób włókien biorących udział w generowaniu odpowiedzi dla trzasku, to odpowiedzi te będą prawidłowe. Metodą, która umożliwia otrzymanie odpowiedzi z różnych rejonów ślimaka, a tym samym z różnych grup włókien nerwu słuchowego, jest metoda ABR z zastosowaniem krótkich tonów o różnych częstotliwościach. Celem niniejszej pracy było porównanie cech odpowiedzi ABR dla trzasku i krótkich tonów o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz w uszach normalnie słyszających. Przeprowadzone badania wykazały, że różnice międzysuszne latencji fali V są praktycznie takie same w odpowiedziach dla krótkich tonów i dla trzasku, natomiast wartości odchylenia standardowego średnich wartości latencji fali V dla krótkich tonów są prawie dwukrotnie większe niż dla trzasku.

Summary

In early diagnosis of retrocochlear hearing loss with auditory brainstem responses (ABR), a click is typically used as the standard stimulus. However, as numerous authors have showed it, this method has insufficient selectivity and specificity for detecting small auditory tumors of diameter smaller than 1 cm. It is probably due to the fact that click-elicited ABR potentials originate mainly from the high frequency region. As long as the tumor does not exert pressure on the fibers generating the click-evoked ABRs, the responses might be correct. The method which gives the possibility of registering responses from different areas of the cochlea, so that from different groups of auditory nerve fibers, is the application of ABRs elicited by short tone-pips at different frequencies. The aim of the work was to compare the characteristics of the ABRs elicited by a click with those evoked by tone-pips at frequencies of 1000, 2000 and 4000 Hz in normal ears. The results showed that the differences of wave V latency between individual ears were almost the same for the tone-pips and for the click. However, standard deviation of the mean value of wave V latency measured for the tone pips was almost two times greater than that of the click.

I. WPROWADZENIE

We wczesnej diagnostyce zaburzeń pozaślimakowych za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu – ABR standardowym bodźcem jest trzask, który jest prezentowany z intensywnościami w granicach od 80 do 100 dB nHL. Jak wykazują liczne badania, metoda ta jednak wykazuje niewystarczającą czułość i specyficzność przy wykrywaniu małych nerwiaków nerwu słuchowego o średnicy poniżej 1 cm [Wilson (i in.) 1992; Ferguson (i in.) 1996; Marangos (i in.) 2001]. Wynika to z faktu, że odpowiedzi ABR dla trzasku pochodzą głównie z rejonu wysokich częstotliwości [Bauch, Olsen 1986; 1988]. Jeżeli zatem nerwiak nie uciska w znaczący sposób włókien biorących udział w generowaniu odpowiedzi dla trzasku, to odpowiedzi ABR będą prawidłowe [Don (i in.) 1997]. Metodą, która potencjalnie umożliwia otrzymanie odpowiedzi specyficznych częstotliwościowo z różnych rejonów ślimaka, a tym samym z różnych grup włókien nerwu słuchowego, jest metoda ABR z zastosowaniem krótkich tonów o różnych częstotliwościach [Campbell, Brady 1995; Stapells 2000; Kochanek 2000; Purdy, Abbas 2002].

W diagnostyce zaburzeń pozaślimakowych w analizie odpowiedzi ABR stosuje się szereg parametrów, takich jak latencje fal I, III i V oraz wartości interwałów czasowych I-III, III-V i I-V. Parametry wyznaczone w obu uszach porównuje się między sobą oraz z wartościami normowymi [Hall, Mueller 1997]. W przypadku jednostronnych zaburzeń pozaślimakowych niewątpliwie jednymi z najbardziej skutecznych parametrów we wczesnej diagnostyce zaburzeń pozaślimakowych jest wartość różnicy międzysusznej interwałów czasowych. Bardzo często nie udaje się jednak w praktyce wyznaczyć poszczególnych interwałów i ocena odpowiedzi musi być przeprowadzona na podstawie wartości latencji fali V. W przypadku jedno-

stronnego zaburzenia słuchu typu pozaślimakowego można wyznaczyć wielkość różnicy międzysusznej latencji, natomiast jeżeli nie jest to możliwe, należy wartość latencji fali V odnieść do normy. Zakres normalnych wartości latencji fali V wyznacza się na podstawie jej wartości średniej grupy osób o słuchu normalnym oraz wartości dwóch odchyłeń standardowych.

Z uwagi na bardzo niewielki czas narastania trzasku odpowiedzi ABR w uszach normalnie słyszących charakteryzują się dużym stopniem synchronizacji, co w praktyce przekłada się na dużą amplitudę odpowiedzi i niewielki rozrzut śród- i międzysobniczy latencji fali V. W przypadku krótkich tonów, które charakteryzują się większymi niż trzask czasami narastania, stopień synchronizacji odpowiedzi z pojedynczych włókien nerwu słuchowego jest mniejszy, co powoduje spadek amplitudy odpowiedzi [Kodera (i in.) 1983; Barth, Burkard 1993; Beattie (i in.) 1997; Burkard 1991; Kochanek (i in.) 2002]. Odpowiedzi, szczególnie dla bodźców o niskich częstotliwościach, charakteryzują się mniejszym wyostrzeniem szczytów poszczególnych fal [Stapells 2000; Kochanek 2000]. Z uwagi na zmniejszenie stopnia synchronizacji odpowiedzi z pojedynczych włókien nerwu słuchowego można się spodziewać większego rozrzutu międzysobniczego latencji fali V niż w odpowiedziach dla trzasku.

Celem niniejszej pracy było porównanie, w uszach normalnie słyszących, wielkości różnicy międzysusznej latencji fali V oraz wielkości rozrzutu międzysobniczego latencji fali V odpowiedzi rejestrowanych dla trzasku oraz krótkich tonów o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz.

II. MATERIAŁ I METODA

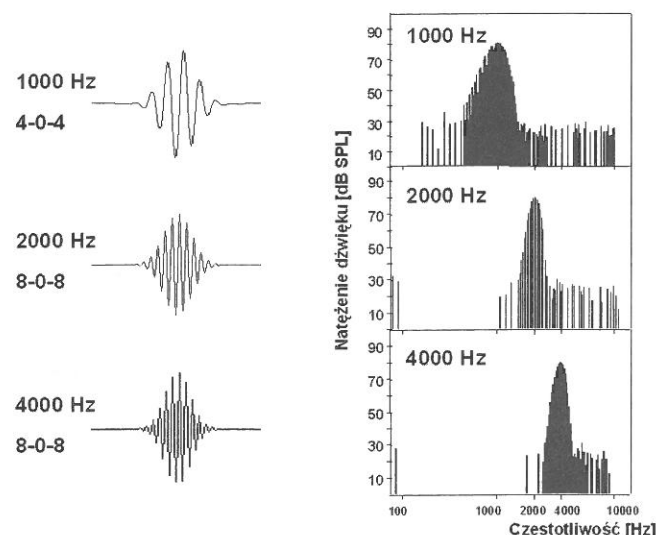
Badania wykonano w grupie 55 osób o słuchu normalnym w wieku od 18 do 38 lat. Próg słyszenia badanych osób w zakresie częstotliwości 250-8000 Hz nie przekraczał 20 dB HL.

W badaniach stosowano krótkie tony o obwiedni Gaussa o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz oraz bodziec typu „trzask”. Parametry krótkich tonów były takie same, jak w pracy Kochanka [2002] – dla częstotliwości 1000 Hz wartość czasu narastania wynosiła 4 okresy, dla częstotliwości 2000 i 4000 Hz – 8 okresów. Intensywności bodźców wynosiły 90 dB nHL.

Na rys. 1 przedstawiono przebiegi czasowe oraz akustyczne widma mocy krótkich tonów stosowanych w niniejszej pracy. Widma zmierzono za pomocą zestawu firmy Bruel & Kjaer, składającego się ze sztucznego ucha 4152, mikrofonu pomiarowego 4190 oraz analizatora widmowego 2145.

Odpowiedzi rejestrowano za pomocą polskiego systemu do badań elektrofizjologicznych słuchu o nazwie „Eptest” z czasem analizy wynoszącym 20 ms w przypadku odpowiedzi rejestrowanych dla krótkich tonów i 10 ms dla trzasku. Pasma

wzmacniacza biologicznego wynosiło od 200 do 2000 Hz. Bodźce prezentowano przez słuchawki nauszne TDH-49 firmy Telephonics z częstotliwością powtarzania 31/s. Przedmiotem analizy statystycznej były latencje fali V wyznaczone z odpowiedzi dla poszczególnych bodźców. Skok kursora przy wyznaczaniu latencji wynosił 0,08 ms. W analizie statystycznej stosowano test t-Studenta z poziomem istotności $p < 0,05$.



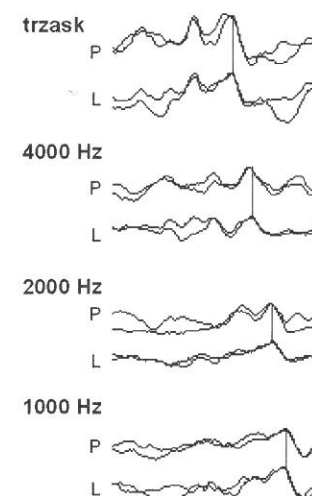
Rys. 1. Przebiegi czasowe oraz widma mocy krótkich tonów o obwodni Gauss o częstotliwościach 1000, 2000 i 4000 Hz

III. WYNIKI

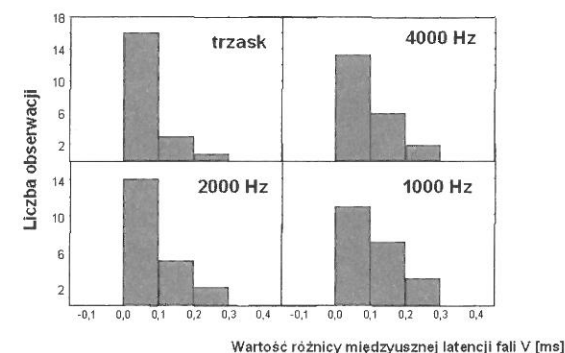
Na rys. 2 przedstawiono przykład odpowiedzi pnia mózgu dla trzasku oraz krótkich tonów zarejestrowanych u jednej z osób biorących udział w badaniach. Odpowiedzi obu uszu dla poszczególnych bodźców są praktycznie takie same. Różnice latencji i amplitud fali V odpowiedzi obu uszu były bardzo niewielkie niezależnie od rodzaju i częstotliwości bodźca.

Na rys. 3 przedstawiono histogramy międzyuszných różnic latencji fali V w grupie 21 osób dla poszczególnych bodźców wykonane ze skokiem 0,1 ms. We wszystkich histogramach dominują wartości różnic w granicach od 0 do 0,1 ms.

W tab. 1 zestawiono średnie wartości oraz odchylenie standardowe różnic międzyuszných latencji fali V dla poszczególnych bodźców. Wartości średnie różnic międzyuszných były praktycznie takie same dla krótkich tonów i dla trzasku.



Rys. 2. Przykład zapisów odpowiedzi pnia mózgu dla trzasku oraz krótkich tonów zarejestrowanych u jednej z osób biorących udział w badaniach



Rys. 3. Histogramy międzyuszných różnic latencji fali V dla poszczególnych bodźców

Tab. 1. Średnie wartości i odchylenie standardowe różnicy międzyuszných latencji fali V dla poszczególnych bodźców w grupie 21 osób

Bodziec	Wartość średnia [ms]	Odchylenie standardowe [ms]
Trzask	0,10	0,07
Krótki ton 4000 Hz	0,10	0,08
Krótki ton 2000 Hz	0,11	0,07
Krótki ton 1000 Hz	0,11	0,08

Tab. 2. Średnie wartości i odchylenie standardowe latencji fali V dla poszczególnych bodźców w grupie 55 osób

Bodziec	Wartość średnia [ms]	Odchylenie standardowe [ms]
Trzask	5,65	0,17
Krótki ton 4000 Hz	6,79	0,27
Krótki ton 2000 Hz	7,68	0,30
Krótki ton 1000 Hz	8,21	0,30

W tab. 2 przedstawiono średnie wartości i odchylenie standardowe latencji fali V dla poszczególnych bodźców w całej grupie osób ($n = 55$). Latencje fali V dla krótkich tonów były w sposób istotny statystycznie dłuższe niż latencja fali V dla trzasku. Latencja fali V w odpowiedziach dla krótkich tonów wzrastała wraz ze zmniejszaniem częstotliwości. Wartość odchylenia standardowego latencji fali V dla trzasku wynosiła 0,17 ms, dla 4000 Hz – 0,27 ms, dla 2000 Hz – 0,30 ms oraz 0,30 ms dla 1000 Hz. Zatem wartość odchylenia standardowego latencji fali V dla krótkich tonów była prawie dwukrotnie większa niż w odpowiedziach dla trzasku.

IV. DYSKUSJA

Zasadniczym celem niniejszej pracy było porównanie różnic międzysusznych latencji fali V oraz wielkości rozrzutu międzysobniczego u osób normalnie słyszących dla dwu rodzajów bodźców – trzasku oraz krótkich tonów o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz. Informacja o tych cechach latencji fali V jest niezbędna, jeżeli w metodzie ABR stosowany jest inny bodziec niż standardowy bodziec typu „trzask”.

Przeprowadzona analiza wykazała, że dla wszystkich bodźców w odpowiedziach dominują różnice latencji międzysusznej w granicach do 0,1 ms (rys. 2). Wartości średnie różnic międzysusznych latencji fali V, jak i wartości odchylenia standardowego (tab. 1) były praktycznie takie same dla wszystkich bodźców. Ponieważ nie stwierdzono różnic w wielkościach różnicy międzysusznej latencji dla tonów i dla trzasku, dlatego przy porównywaniu latencji obu uszu w przypadku jednostronnych zaburzeń słuchu można się posługiwać jedną wartością międzysusznej różnicy latencji. Dla trzasku standardowo przyjmuje się wartość różnicy międzysusznej latencji fali V wynoszącą 0,2 ms [Hall, Mueller 1997]. Z uwagi na uzyskane wyniki taką samą wartość różnicy międzysusznej latencji można przyjąć jako graniczną w odpowiedziach dla krótkich tonów.

Wartości odchylenia standardowego średniej wartości latencji dla krótkich tonów były znacząco większe niż dla trzasku (tab. 2). Zatem zakres normy latencji dla tonów jest większy niż dla trzasku. Może to oznaczać w praktyce większe trudności przy różnicowaniu odpowiedzi uszu normalnie słyszących i z zaburzeniami.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować następujące wnioski:

1. Wielkości międzysusznych różnic latencji w grupie osób normalnie słyszących są praktycznie takie same w odpowiedziach dla trzasku i krótkich tonów o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz.

2. Wartość odchylenia standardowego średniej wartości latencji fali V odpowiedzi ABR wywoływanych krótkimi tonami o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz jest prawie 2-krotnie większa niż w odpowiedziach dla trzasku.

Bibliografia

- Barth C. D., Burkard R. [1993]. Effects of noise burst rise time and level on the human brainstem auditory evoked response. „Audiology” 32, 225-233.
- Bauch C. D., Olsen W. O. [1986]. The effect of 2000 – 4000 Hz hearing sensitivity on ABR results. „Ear and Hearing” 7, 314-317.
- Bauch C. D., Olsen W. O. [1988]. Auditory brainstem responses as a function of average sensitivity for 2000-4000 Hz. „Audiology” 27, 156-163.
- Beattie R. C., Moretti M., Warren V. [1984]. Effects of rise-fall time, frequency, and intensity on the early/middle evoked response. „Journal of Speech and Hearing Disorders” 49, 114-127.
- Beattie R. C., Torre P. [1997]. Effects of rise-fall time and repetition rate on the auditory brainstem response to 0.5 and 1 kHz tone bursts using normal-hearing and hearing-impaired subjects. „Scandinavian Audiology” 26, 23-32.
- Burkard R. [1991]. Effects of noise burst rise time and level on the gerbil brainstem auditory evoked response. „Audiology” 30, 47-58.
- Campbell K. C. M., Brady B. A. [1995]. Comparison of 1000-Hz tone bursts and click stimuli in otoneurologic ABR. „American Journal of Audiology” 4, 2, 55-60.
- Don M., Masuda A., Nelson R., Brackmann D. [1997]. Successful detection of small acoustic tumors using the stacked derived-band auditory brain stem response amplitude. „American Journal of Audiology” 18, 5, 608-621.
- Ferguson M. A., Smith P. A., Lutman M. E., Mason S. M., Coles R. R., Gibbin K. P. [1996]. Efficiency of tests used to screen for cerebellopontine angle tumors. „British Journal of Audiology” 30, 3, 159-176.
- Hall III J. W., Mueller G. H. [1997]. Audiologists' desk reference. Vol. 1: Diagnostic audiology, procedures, and practices. San Diego: Singular Publishing Group.
- Kochanek K. [2000]. Ocena prognozy słyszenia za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w zakresie częstotliwości 500-4000 Hz. Rozprawa habilitacyjna. Warszawa: Wydawnictwa Akademii Medycznej w Warszawie.
- Kochanek K., Piłka A., Skarżyński H., Orkan-Lęcka E. [2002]. Wpływ czasu narastania krótkiego tonu na parametry słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu. „Audiofonologia” 21, 103-112.
- Kodera K., Marsh R., Suzuki M., Suzuki J. [1983]. Portions of tone pips contributing to frequency-selective auditory brain stem responses. „Audiology” 22, 209-218.
- Marangos N., Maier W., Merz R., Laszig R. [2001]. Brainstem response in cerebellopontine angle tumors. „Otolaryngology and Neurology” 22, 1, 95-99.

- Purdy S. C., Abbas P. C. [2002]. ABR thresholds to tone bursts gated with Blackman and linear windows in adults with high-frequency sensorineural hearing loss. „Ear & Hearing” 23, 4, 358-368.
- Stapells D. R. [2000]. Threshold estimation by tone-evoked auditory brainstem response: A literature meta-analysis. „Journal of Speech-Language Pathology and Audiology” 224, 74-83.
- Wilson D. F., Hodgson R. S., Gustafson M. F., Hogue S., Mills L. [1992]. The sensitivity of auditory brainstem response testing in small acoustic neuromas. „Laryngoscope” 102, 961-964.

Adres do korespondencji:

Krzysztof Kochanek
ul. Saska 48 a m 35
03-914 Warszawa
e-mail: k.kochanek@ichs.pl