

Ewa Orkan-Łęcka¹, Krzysztof Kochanek^{1, 2}, Henryk Skarżyński²,
Adam Pilka²

¹ Katedra i Klinika Otolaryngologii, Akademia Medyczna, Warszawa

² Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa

**Wpływ ubytku ślimakowego na latencję fali V
odpowiedzi pnia mózgu wywoływanych krótkimi tonami
o częstotliwościach 1000, 2000 i 4000 Hz
przy intensywności 90 dB nHL**

**Effect of cochlear hearing loss on latency of wave V of auditory brainstem
responses elicited by 1000, 2000 and 4000 Hz tone pips presented
with 90 dB nHL intensity**

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

Key words: auditory brainstem responses, tone-pips.

Streszczenie

Jak wykazały badania Dona prowadzone metodą „stosu”, rejestracja odpowiedzi z wąskich obszarów błony podstawnej znacznie zwiększa czułość metody słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu – ABR w odniesieniu do niewielkich zmian pozaślimakowych. Metoda ta ma jednak szereg wad, które powodują, że w praktyce stosowana jest niezmiernie rzadko. W tej sytuacji poszukuje się alternatywnych metod stymulacji, które byłyby pozbawione wad metody „stosu”, a podobnie jak ta metoda umożliwiałyby wykrywanie niewielkich zmian pozaślimakowych. Wielu autorów sugeruje, że czułość metody ABR można zwiększyć, wykorzystując do stymulacji krótkie tony. Ponieważ dość często zaburzeniom pozaślimakowym towarzyszą zaburzenia ślimakowe, dlatego w niniejszej pracy podjęto badania, których celem było wyznaczenie wpływu ubytku ślimakowego na latencję fali V odpowiedzi ABR. W pracy przedstawiono wyniki badań odpowiedzi ABR wywoływanych krótkimi tonami o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz u osób z ubytkami słuchu typu ślimakowego o różnej wielkości. Przeprowadzone badania wykazały, że małe i średnie ubytki słuchu typu ślimakowego nie zwiększają latencji fali V w sposób istotny statystycznie.

Summary

The research on the „stack” method, carried out by Don, have shown that registration of evoked responses from narrow areas of the basilar membrane significantly increases sensitivity of the auditory brainstem response method (ABR) in the cases of small acoustic neuroma. However, the method has several disadvantages that hinder its practical application. In this situation, the researchers seek for new stimulation methods, free of disadvantages of the „stack” method, but having the same ability of early detecting of retrocochlear hearing loss. Many authors suggest that applying tone-pip stimuli may increase sensitivity of the ABR method. Because retrocochlear impairments are often accompanied by the cochlear ones, the presented work was aimed at determining the influence of cochlear hearing loss on the latency of wave V in the ABR. The authors examined ABRs elicited by short tone-pips at frequencies: 1000, 2000 and 4000 Hz in patients with cochlear-type hearing loss of different degree. The research showed that mild and/or medium hearing loss of cochlear type did not increase the latency of wave V in statistically significant way.

I. WPROWADZENIE

W badaniach słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (ABR), stosowanych we wczesnej diagnostyce zaburzeń pozaślimakowych słuchu, standardowym bodźcem jest trzask, który jest prezentowany z dużymi intensywnościami z zakresu od 80 do 100 dB nHL [Hall, Mueller 1997]. Badanie to daje ponad 90% wykrywalności nerwiaków nerwu słuchowego i guzów kąta mostowo-mózdzkowego o średnicy powyżej 1 cm, natomiast znacznie niższą, bo w granicach od 45 do 80%, w przypadku nerwiaków o średnicy poniżej 1 cm [Wilson (i in.) 1992; Ferguson 1996; Marangos (i in.) 2001]. Don opracował metodę „stosu”, opartą na sumowaniu odpowiedzi różnicowych ABR pochodzących z różnych przedziałów ślimaka, której czułość i specyficzność jest porównywalna z badaniem MRI („złotym standardem” w diagnostyce guzów nerwu VIII) [Don (i in.) 1997]. Jednakże poważną wadą tej metody, znacznie utrudniającą jej praktyczne rozpowszechnienie, jest duża czasochłonność oraz brak odpowiednich urządzeń komercyjnych wyposażonych w opcję do tych badań. W tej sytuacji poszukuje się alternatywnych metod stymulacji i analizy odpowiedzi ABR, które dawałyby podobną czułość, a byłyby bardziej użyteczne klinicznie [Campbell, Brady 1995].

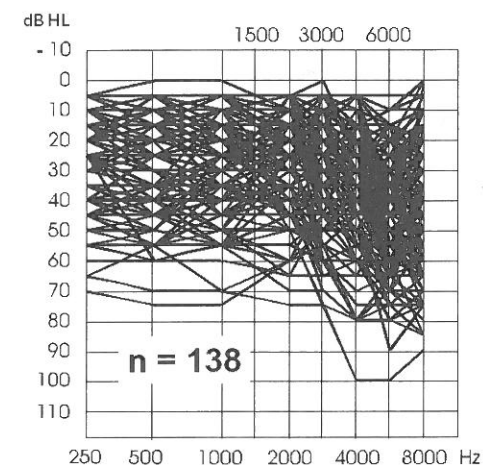
Jedną z metod, która umożliwia stymulację wąskich obszarów ślimaka, jest metoda, w której do stymulacji wykorzystuje się krótkie tony o obwiedniach nieliniowych. Wysoką specyficzność częstotliwościową tej metody w odniesieniu do badań progowych ABR potwierdzili Kochanek [2000] i Stapells [1997; 2000]. Opierając się na doświadczeniach z badań progowych ABR za pomocą krótkich tonów, Kochanek i współautorzy [2002] opracowali parametry krótkich tonów o obwiedni Gaussa o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz. Bodźce te charakteryzują się dłuższymi czasami narastania niż bodźce stosowane w badaniach progowych ABR. Dzięki temu zwiększa się potencjalnie specyficzność częstotli-

ściowa słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu dla bodźców o dużych intensywnościach, jak bowiem wykazano w wielu pracach [Hecox, Deegan 1983; Beattie, Torre 1997; Kochanek (i in.) 2001; Orkan-Lęcka (i in.) 2002], szerokość widma krótkiego tonu ma znaczenie dla specyficzności częstotliwościowej odpowiedzi.

Ponieważ dość często zaburzeniom pozaślimakowym towarzyszą zaburzenia ślimakowe, dlatego w niniejszej pracy podjęto badania, których celem było wyznaczenie wpływu ubytku ślimakowego na latencję fali V odpowiedzi ABR.

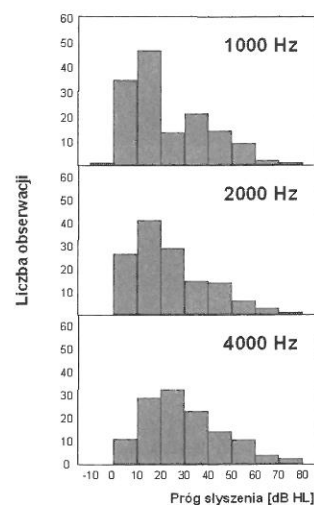
II. MATERIAŁ I METODA

Badania wykonano w grupie 138 osób z ubytkami słuchu typu ślimakowego, jedno- lub obustronnymi o różnej wielkości. Na rys. 1 przedstawiono indywidualne audiogramy uszu objętych badaniami, natomiast na rys. 2 histogramy ubytków słuchu dla poszczególnych częstotliwości. Dla wszystkich częstotliwości dominują ubytki niewielkiej i średniej wielkości.



Rys. 1. Indywidualne audiogramy osób z uszkodzeniem słuchu biorących udział w badaniach

W badaniach stosowano krótkie tony o obwiedni Gaussa o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz oraz bodziec typu „trzask”. Wartości czasów narastania i opadania krótkich tonów były takie same, jak w pracy Kochanka i współautorów [2002] i wynosiły: dla częstotliwości 1000 Hz – 4 okresy, dla częstotliwości 2000 i 4000 Hz – 8 okresów. Bodźce prezentowano z natężeniem wynoszącym 90 dB nHL przez słuchawki nauszne TDH-49 firmy Telephonics z częstością powtarzania 31/s.

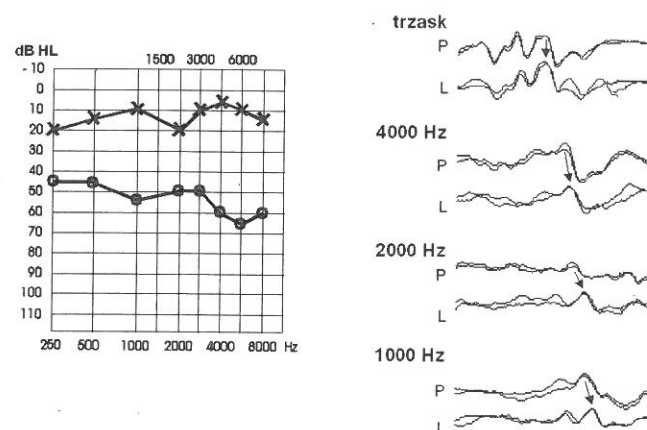


Rys. 2. Histogramy wielkości ubytków słuchu dla poszczególnych częstotliwości u osób ze ślimakowym uszkodzeniem słuchu

Odpowiedzi rejestrowano za pomocą polskiego systemu do badań elektrofizjologicznych słuchu o nazwie „Eptest” z czasem analizy wynoszącym 20 ms. Pasma wzmacniacza biologicznego wynosiło od 200 do 2000 Hz.

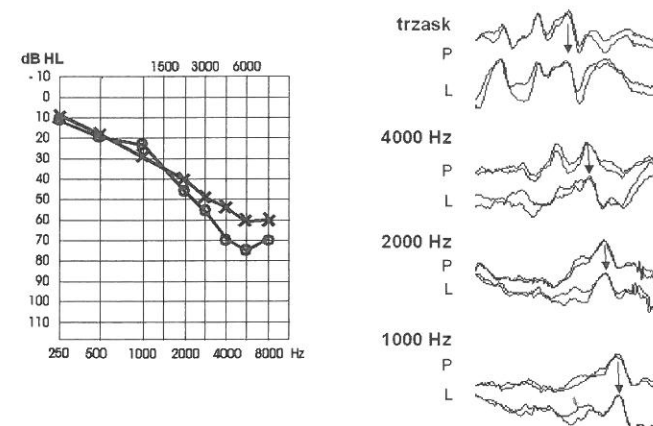
Przedmiotem analizy statystycznej były latencje fali V wyznaczone z odpowiedzi dla poszczególnych bodźców. W analizie statystycznej stosowano test t-Studenta z poziomem istotności $p < 0,05$.

III. WYNIKI



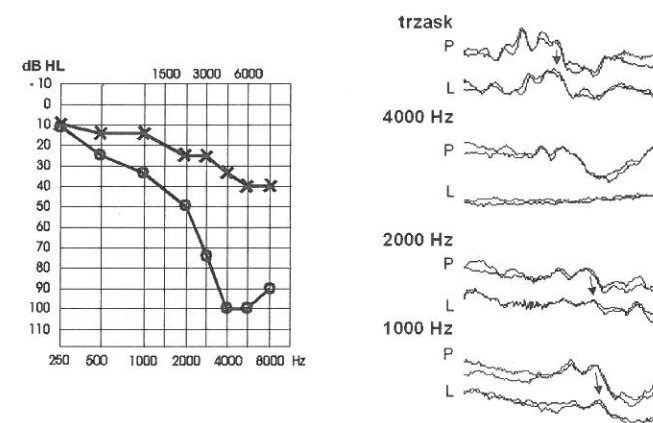
Rys. 3. Przykład rejestracji odpowiedzi pnia mózgu dla trzasku i krótkich tonów u osoby z jednostronnym ubytkiem ślimakowym

Na rys. 3 przedstawiono przykład rejestracji odpowiedzi ABR dla trzasku i krótkich tonów u osoby z jednostronnym ubytkiem słuchu średniej wielkości. Morfologia odpowiedzi w obu uszach dla wszystkich bodźców jest praktycznie taka sama. W odpowiedziach ucha z ubytkiem słuchu można zauważyć niewielki wzrost latencji fali V, większy dla krótkich tonów niż dla trzasku.



Rys. 4. Przykład rejestracji odpowiedzi pnia mózgu dla trzasku i krótkich tonów u osoby z obustronnym symetrycznym ubytkiem ślimakowym

Na rys. 4 przedstawiono przykład rejestracji ABR dla poszczególnych bodźców u osoby z symetrycznym wysokoczęstotliwościowym ubytkiem słuchu. Odpowiedzi obu uszu są praktycznie takie same, zarówno pod względem morfologii jak i latencji fali V.



Rys. 5. Przykład rejestracji odpowiedzi pnia mózgu dla trzasku i krótkich tonów u osoby z obustronnym ubytkiem ślimakowym o różnej wielkości

Trzeci przypadek, przedstawiony na rys. 5, dotyczy osoby z obustronnym ubytkiem ślimakowym o różnej wielkości. Warto zwrócić uwagę na fakt, że odpowiedzi obu uszu są praktycznie takie same dla trzasku, natomiast różnią się dla tonów, szczególnie dla częstotliwości 4000 Hz, dla której w uchu z większym ubytkiem w ogóle nie uzyskano odpowiedzi. Dla pozostałych częstotliwości, dla których różnice pomiędzy progami obu uszu były mniejsze, latencje odpowiedzi różniły się w stopniu nieznacznym, przy czym były dłuższe w uszach z większym ubytkiem słuchu.

Analiza przedstawionych trzech przypadków oraz pozostałych przypadków w całym materiale pracy wykazała, że latencje odpowiedzi dla trzasku w uszach z ubytkiem ślimakowym tylko w niewielkiej liczbie przypadków są dłuższe niż w uszach normalnie słyszących. W znacznie większej liczbie przypadków obecność ubytku ślimakowego zwiększała latencję fali V dla krótkich tonów.

Tab. 1. Średnie wartości latencji fali V [ms] uszu normalnie słyszących i z ubytkiem ślimakowym w grupie osób z jednostronnymi ubytkami słuchu

Rodzaj bodźca	Uszy normalnie słyszące	Uszy z niedosłuchem
Trzask	5,67±0,17	5,70±0,21
4000 Hz	6,73±0,34	6,81±0,32
2000 Hz	7,55±0,49	7,65±0,45
1000 Hz	8,08±0,53	8,23±0,57

W tab. 1 zestawiono średnie wartości latencji fali V uszu normalnie słyszących i z ubytkiem ślimakowym w grupie osób z ubytkami jednostronnymi. Pomimo że w pojedynczych przypadkach, tak jak to ukazano w przykładzie przedstawionym na rys. 3, obserwowano różnice w odpowiedziach ucha normalnie słyszącego i ucha z ubytkiem słuchu, średnie wartości latencji w obu grupach osób nie różniły się w sposób istotny statystycznie zarówno dla trzasku, jak i dla krótkich tonów.

Tab. 2. Średnie wartości latencji fali V [ms] w uszach normalnie słyszących (zaczepnięte z pracy Kochanka i współautorów [2003 a]) oraz w ubytkach ślimakowych o wielkościach do 40 dB i powyżej 40 dB HL

Grupa	Rodzaj bodźca			
	trzask	4000 Hz	2000 Hz	1000 Hz
Norma słuchowa	5,65 +/-0,17	6,79 +/-0,27	7,68 +/-0,30	8,21 +/-0,30
Niedosłuch do 40 dB HL	5,73 +/-0,20	6,78 +/-0,30	7,71 +/-0,37	8,25 +/-0,31
Niedosłuch powyżej 40 dB HL	5,80 +/-0,21	7,03 +/-0,35	7,84 +/-0,41	8,15 +/-0,43

W tab. 2 przedstawiono średnie wartości latencji fali V w uszach normalnie słyszących (zaczepnięte z pracy Kochanka i współautorów [2003 a]) oraz w ubytkach ślimakowych o wielkościach do 40 dB i powyżej 40 dB HL. Pomimo że nie-

co większe średnie wartości latencji fali V występowały w uszach z ubytkami słuchu, szczególnie dla większych ubytków, co obserwowano w pojedynczych przypadkach, to jednak różnice latencji pomiędzy grupą osób o słuchu normalnym i dwoma grupami osób z ubytkami słuchu o różnej wielkości nie były istotne statystycznie. Jest to zapewne wynik dość znacznego rozrzutu międzyosobniczego średnich wartości latencji w grupie osób z ubytkami słuchu.

IV. DYSKUSJA

Analiza całego materiału wykazała, że latencja fali V w odpowiedziach dla trzasku jest praktycznie taka sama w uszach z ubytkiem ślimakowym, jak w uszach normalnie słyszących, co jest zgodne z wynikami prac innych autorów, którzy oceniali wpływ ubytku słuchu dla bodźców o dużych intensywnościach. W pracy Oatesa i Stapellsa [1992] oraz Sheparda i współautorów [1992], którzy badali wpływ wielkości ubytku ślimakowego na latencje fali V odpowiedzi dla trzasku o dużych intensywnościach, stwierdzono wyraźne zmiany latencji fali V dopiero dla ubytków przekraczających 60-65 dB HL. Również w pracy Kochanka [2000] wydłużenie latencji stwierdzono w odpowiedziach dla trzasku o intensywności 100 dB nHL przy ubytkach słuchu przekraczających 60 dB HL. Zmiana latencji fali V spowodowana ubytkami słuchu w zakresie 61-80 dB HL wynosiła w pracy Kochanka zaledwie 0,12 ms (5,97-5,85 ms), a dopiero dla ubytków przekraczających 80 dB HL wzrost latencji był większy i wynosił 0,61 ms. Hayes i Jerger [1982] oraz Rosenhamer i współautorzy [1981] stwierdzili, że zmiany latencji fali V są istotne dla ubytków słuchu przekraczających wartość 55 dB HL. Stwierdzenie to jest słuszne jedynie dla trzasków o dużych intensywnościach. Przy mniejszych intensywnościach, nawet dla mniejszych ubytków słuchu, obserwuje się istotny wzrost latencji [Kochanek 2000; Prosser, Arslan 1987; Oates, Stapells 1992].

Przeprowadzone badania wykazały, że obserwowane w pojedynczych przypadkach osób z jednostronnym ubytkiem ślimakowym nieznacznie dłuższe latencje fali V w odpowiedziach dla krótkich tonów w uszach z ubytkiem słuchu nie znalazły potwierdzenia w analizie grupowej (tab. 1). Również porównanie średnich wartości latencji w grupie osób o słuchu normalnym i grupach osób z ubytkami słuchu wykazało, że ubytek słuchu nie wpływa w sposób istotny statystycznie na wydłużenie latencji fali V.

Uzyskane wyniki mają duże znaczenie praktyczne przy ewentualnym wykorzystaniu odpowiedzi ABR dla krótkich tonów we wczesnej diagnostyce zaburzeń pozaślimakowych słuchu, obecność bowiem niewielkiego czy średniej wielkości ubytku słuchu nie zmienia w istotny sposób latencji fali V. Zatem istotne wydłużenie latencji fali V będzie można uznać jako skutek zaburzeń przewodzenia dźwięku

w uchu środkowym lub jako skutek zwolnienia przewodnictwa w nerwie słuchowym lub pniu mózgu. Jeżeli zostanie wykluczona pierwsza przyczyna istotnego wydłużenia latencji fali V, to wynik badania będzie sugerował obecność zaburzeń pozaślimakowych słuchu.

Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano następujący wniosek: ubytek ślimakowy słuchu o niewielkiej lub średniej wielkości nie zmienia w istotny sposób latencji fali V w odpowiedziach ABR dla trzasku i krótkich tonów o częstotliwościach: 1000, 2000 i 4000 Hz.

Bibliografia

- 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.
- 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” 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.
- Hayes D., Jerger J. [1982]. Auditory brainstem response (ABR) to tone-pips. Results in normal and hearing-impaired subjects. „Scandinavian Audiology” 11, 133-142.
- Hecox K., Deegan D. [1983]. Rise-fall time effects on the brainstem auditory evoked response. Mechanisms. „Journal of the Acoustical Society of America” 73, 2109-2116.
- Kochanek K. [2000]. Ocena progu słyszenia za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w zakresie częstotliwości 500-4000 Hz. Rozprawa habilitacyjna. Warszawa: Wydawnictwa Akademii Medycznej w Warszawie.
- Kochanek K., Orkan-Lęcka E., Piłka A. [2003]. Porównanie odpowiedzi ABR dla krótkich tonów o częstotliwościach 1000, 2000 i 4000 Hz oraz dla trzasku w uszach normalnie słyszających. „Audiofonologia” 23.
- 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.
- Kochanek K., Skarżyński H., Orkan-Lęcka E., Piłka A. [2001]. Porównanie odpowiedzi pnia mózgu dla krótkich tonów o takich samych wartościach czasów narastania i opadania, ale różnych widmach u osób z wysokoczęstotliwościowymi ubytkami słuchu. „Audiofonologia” 19, 39-49.
- Marangos N., Maier W., Merz R., Laszig R. [2001]. Brainstem response in cerebellopontine angle tumors. „Otology and Neurotology” 22, 1, 95-99.
- Oates P., Stapells D. R. [1992]. Interaction of click intensity and cochlear hearing loss on auditory brain stem response wave V latency. „Ear and Hearing” 13, 28-34.

- Orkan-Lęcka E., Kochanek K., Janczewski G., Piłka A. [2002]. Wpływ szerokości widma krótkiego tonu na parametry słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu. „Audiofonologia” 21, 93-101.
- Prosser S., Arslan E. [1987]. Prediction of auditory brainstem wave V latency as a diagnostic tool of sensorineural hearing loss. „Audiology” 26, 179-187.
- Rosenhamer H. J., Lindstrom B., Lundborg T. [1981]. On the use of click-evoked electric brainstem responses in audiological diagnosis. III. Latencies in cochlear hearing loss. „Scandinavian Audiology” 10, 3-11.
- Shepard N., Webster J., Baumen M., Schuck P. [1992]. Effect of hearing loss of cochlear origin on the auditory brain stem response. „Ear and Hearing” 13, 173-180.
- 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.
- Stapells D. R., Oates P. [1997]. Estimation of the pure-tone audiogram by the auditory brainstem response: A review. „Audiology and Neuro-Otology” 2, 5, 257-280.
- 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:

Ewa Orkan-Lęcka
ul. Stanisława Augusta 42 m 44
03-946 Warszawa