

Grażyna Tacikowska^{1,2}, Krzysztof Kochanek^{1,2}, Adam Pilka^{1,2},
Henryk Skarżyński^{1,2}

¹ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu
Warszawa

² Klinika Otolaryngologii Akademii Medycznej
Warszawa

Ocena wielkości adaptacji słuchowej metodą ABR MLS w ubytkach ślimakowych i pozaślimakowych

The Evaluation of Auditory Adaptation Using ABR MLS in Patients
with Cochlear and Retrocochlear Hearing Loss

Słowa kluczowe: słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu, adaptacja, ciągi maksymalnej długości, niedosłuch typu ślimakowego, niedosuch typu pozaślimakowego
Key words: auditory brainstem response, adaptation, maximum length sequences cochlear hearing loss, retrocochlear hearing loss.

Streszczenie

Słuchowe odpowiedzi wywołane pnia mózgu rejestrowano metodą standardową – ABR STD oraz metodą ciągów maksymalnej długości – ABR MLS w grupie osób o słuchu normalnym, w grupie osób z jednostronnym lub obustronnym ubytkiem ślimakowym oraz w grupie osób z zaburzeniami słuchu typu pozaślimakowego. W badaniach stosowano bodziec typu "trzask", który prezentowano z intensywnością 60 dB nHL. Częstość powtarzania bodźca w metodzie ABR STD wynosiła 31/s, natomiast w metodzie ABR MLS – 190/s. Wielkość adaptacji słuchowej wyznaczano na podstawie pomiaru przyrostu latencji fali V, spowodowanego wzrostem częstości stymulacji z 31 do 190/s. Przeprowadzone badania wykazały, że w obu typach zaburzeń słuchu wielkość adaptacji jest mniejsza niż w uszach normalnie słyszających.

Summary

Conventional and MLS ABRs were recorded in the following groups of subjects: normals, patients with bilateral and unilateral cochlear hearing loss and patients with retrocochlear hearing loss. Clicks were presented at 60 dB nHL level and rates of 31/s 190/s for conventional and MLS method respectively. Wave V latency shift induced by increasing the stimulation rate from 31/s to 190/s was used to assess the magnitude of adaptation in all groups of patients. Average wave V latency shift was found to be significantly smaller in the groups of patients with cochlear and retrocochlear hearing loss.

Od czasu, gdy nowoczesna audiologia wykorzystuje potencjały wywołane pnia mózgu (ang. *auditory brainstem responses* – ABR) w diagnostyce różnicowej niedosłuchów, poszukuje się testów, które zwiększyłyby czułość badania ABR w stosunku do bardzo małych zmian pozaślimakowych w drodze słuchowej, tj. nerwiaków nerwu słuchowego o średnicy kilku milimetrów. Test ten mógłby stanowić narzędzie przesiewowe redukujące liczbę pacjentów kierowanych na badanie za pomocą rezonansu magnetycznego, które jest metodą kosztowną i nie może być powszechnie stosowane w każdym przypadku podejrzenia nerwiaka [Kotlarz 1992]. Sugeruje się również [Pratt (i in.) 1981; Musiek, Geurkink 1982; Musiek (i in.) 1988; Freeman (i in.) 1991], że takim czułym testem można by ujawnić zmiany czynnościowe niemożliwe do uwidocznienia technikami obrazowymi, a występujące w bardzo wczesnych stadiach schorzeń obejmujących pień mózgu, np. w zmianach demielinizacyjnych, zapalnych czy powstających na tle naczyniowym. Wielu autorów [np. Lightfoot 1992; Tanaka (i in.) 1996] uważa, że porównanie wielkości adaptacji słuchowej w uszach normalnych i z ubytkami słuchu różnego typu pozwoli opracować taki test.

Do oceny adaptacji słuchowej w badaniach ABR najczęściej stosuje się metodę opartą na porównaniu parametrów odpowiedzi wywołanych bodźcami o różnej częstotliwości powtarzania. W praktyce klinicznej najbardziej użytecznym parametrem jest latencja fali V. Wyniki dotychczasowych badań, w których częstotliwość stymulacji zmieniano w zakresie dostępnym w tradycyjnej technice uśredniania, tzn. maksymalnie do 100/s, nie są jednoznaczne. Zmiany latencji fali V spowodowane wzrostem częstotliwości powtarzania w granicach 10-100/s są niewielkie, maksymalnie do 0.6 ms [Don 1977; Paludetti 1983; Lasky 1984], co przy dużym rozrzucie międzyosobniczym w grupie uszu normalnie słyszących utrudnia różnicowanie normy od patologii. Nie ma jednoznacznych wniosków co do wpływu uszkodzenia słuchu na wielkość adaptacji i nie wiadomo również, jakich zmian należy oczekiwać w zróżnicowanej populacji pacjentów [Gerling, Finitzo-Hieber 1983; Debruyne 1986] i czy test adaptacyjny może być czulszy od standardowego badania ABR z niską częstotliwością stymulacji, np. ok. 10/s [Campell, Abbas 1987; Lightfoot 1992].

Wyraża się nadzieję, że zastosowanie znacznie większych częstotliwości stymulacji, bardziej stresujących układ słuchowy, może ujawnić nowe cechy adaptacji i wpływ ubytku słuchu na mechanizmy tego zjawiska oraz zwiększyć czułość badania ABR w diagnostyce zaburzeń słuchu typu pozaślimakowego [Burkard 1993; Thornthorn 1993]. Możliwość bardzo szybkiej stymulacji, powyżej 100/s, zapewnia technika ciągów maksymalnej długości (ang. *maximum length sequences* – MLS).

Celem niniejszej pracy jest ocena wielkości adaptacji w uszach z uszkodzeniem słuchu typu ślimakowego i pozaślimakowego. Wielkość adaptacji mierzono wartością przyrostu latencji fali V spowodowanego wzrostem częstotliwości stymulacji (z 31/s do 190/s).

I. MATERIAŁ I METODA

Grupę kontrolną stanowiło 26 osób w wieku 15-26 lat, u których wartości progu słyszenia nie przekraczały 20 dB HL w zakresie 250-8000 Hz, a ocena funkcji ucha środkowego przeprowadzona badaniem otoskopowym i audiometrią impedancyjną nie wykazała odchylenia od normy. Ponadto wywiady w kierunku zaburzeń słuchu i chorób ucha były negatywne. Liczba uszu poddana analizie wynosiła 34.

Grupa chorych z niedosłuchem typu ślimakowego obejmowała 14 osób z jednostronnym i 36 osób z obustronnym uszkodzeniem słuchu w wieku 17-55 lat. Średnia wartość progu słyszenia w paśmie 2000-4000 Hz zawierała się w granicach 15-65 dB HL. Wyniki audiometrii impedancyjnej i audiometrycznych prób nadprogowych wskazywały na obecność objawu wyrównania głośności. Wynik otoemisji akustycznej w uchu, w którym stwierdzano obniżenie czułości słuchu był nieprawidłowy, natomiast wartości interwałów czasowych potencjałów wywołanych pnia mózgu rejestrowanych metodą standardową były w granicach normy.

Grupa chorych z uszkodzeniem słuchu typu pozaślimakowego obejmowała 18 osób w wieku 13-64 lat, u których średnia wartość progu słyszenia w paśmie 2000-4000 Hz wynosiła 27 dB HL (zakres 5-72 dB HL). Grupa ta obejmowała pacjentów z niewielkimi nerwiakami nerwu słuchowego (do 8 mm), ze średniej wielkości i dużymi nerwiakami nerwu słuchowego lub guzami kąta mostowo-mózdkowego, osoby ze stwardnieniem rozsianym oraz osoby prezentujące objawy kliniczne wskazujące na możliwość występowania zaburzeń słuchu typu pozaślimakowego (szum uszny, zawroty głowy, obniżenie czułości słuchu, uszkodzenie innych nerwów czaszkowych z rejonu pnia mózgu). Do analizy włączono tylko osoby, których wyniki standardowego badania ABR były nieprawidłowe. Łącznej analizie poddano odpowiedzi 21 uszu.

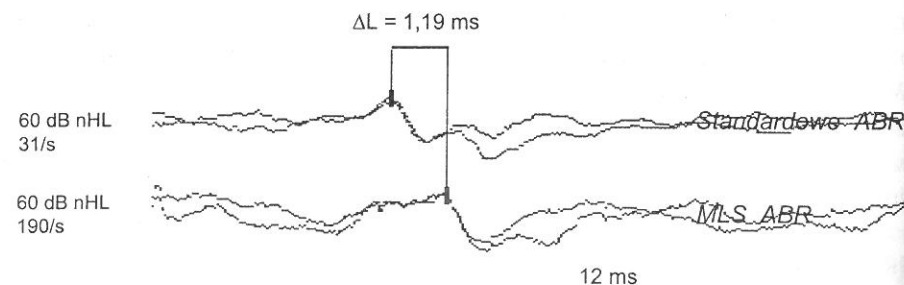
Rejestracje ABR wykonywano jednokanałowo za pomocą polskiego systemu do badań elektrofizjologicznych „Eptest”, wyposażonego w program do rejestracji odpowiedzi pnia mózgu techniką MLS. Pasma wzmacniacza biologicznego wynosiło 200-2000 Hz. W badaniach stosowano bodziec typu trzask o czasie trwania 100 ms i polaryzacji ujemnej, który prezentowano przez słuchawki TDH-39.

W badaniach adaptacji słuchowej stosowano procedurę testu adaptacyjnego opracowanego na podstawie analizy wyników badań osób o słuchu normalnym [Tacikowska (i in.) 1998]. Procedura obejmowała rejestrację ABR metodą konwencjonalną z częstotliwością stymulacji 31/s, a następnie techniką MLS ze średnią częstotliwością stymulacji 190/s. Intensywność bodźca wynosiła 60 dB nHL. Takie parametry stymulacji pozwalały otrzymywać w grupie uszu normalnie słyszących największe przyrosty latencji, nie powodując uczucia dyskomfortu z powodu nadmiernej głośności prezentowanych bodźców.

Z zarejestrowanych odpowiedzi wyznaczono latencję fali V, a następnie wartość przyrostu latencji fali V, spowodowanego wzrostem częstości powtarzania bodźca, która była miarą wielkości adaptacji.

W ocenie statystycznej wyników stosowano test t-Studenta. Wyniki uważano za istotne statystycznie przy poziomie istotności $p < 0,5$.

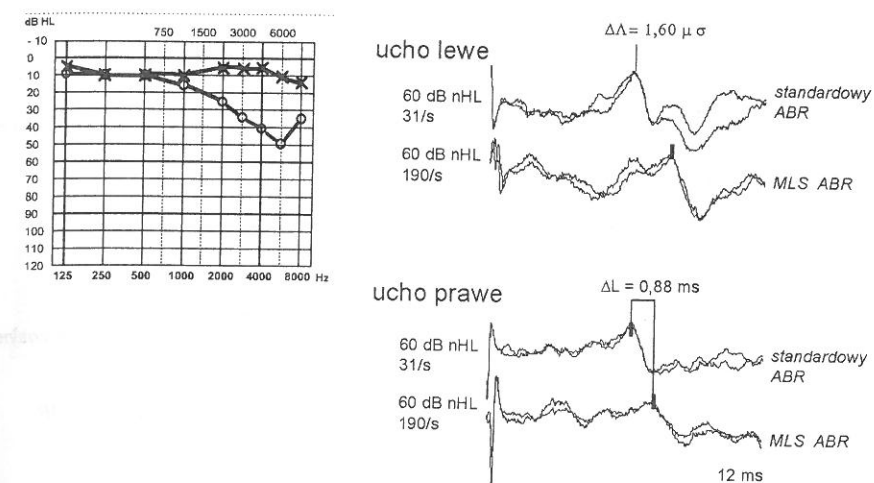
II. WYNIKI



Ryc. 1. Przykład wyznaczenia przyrostu latencji fali V u osoby o słuchu normalnym

Na ryc. 1 przedstawiono przykład rejestracji ABR procedurą testu adaptacyjnego u osoby o słuchu normalnym. Średni przyrost latencji fali V, spowodowany wzrostem częstości stymulacji z 31 do 190/s, wynosił w grupie kontrolnej 1,2 ms.

Na ryc. 2 przedstawiono przykład rejestracji ABR MLS u pacjenta z jednostronnym uszkodzeniem słuchu typu ślimakowego. Mniejszy przyrost latencji stwierdzono w uszkodzonym uchu (0,88 ms); w zdrowym uchu przyrost latencji wynosił 1,4 ms.

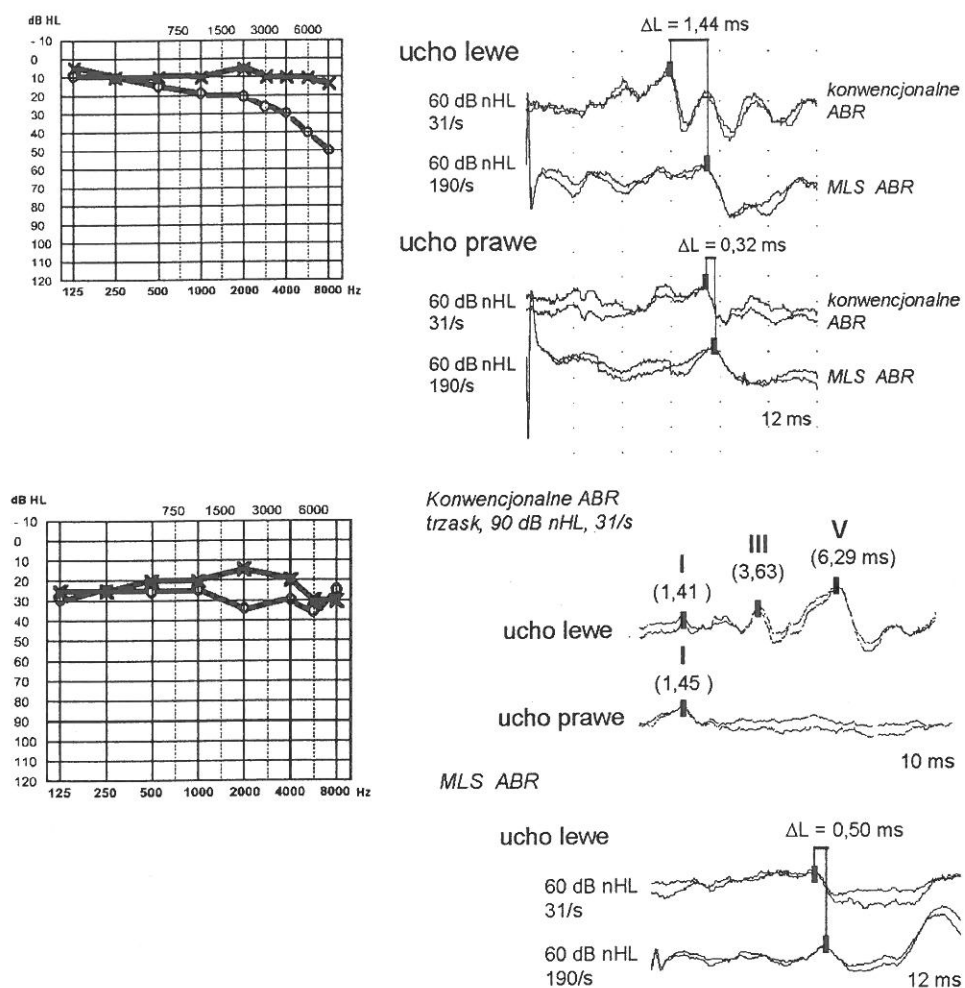


Ryc. 2. Przykład rejestracji ABR procedurą standardową i MLS u 32-letniej kobiety z jednostronnym ubytkiem ślimakowym.

Przykłady rejestracji ABR procedurą testu adaptacyjnego u pacjentów z grupy osób z pozaślimakowym uszkodzeniem słuchu przedstawione są na rysunkach 3 a i 3 b. Pierwszy zapis (ryc. 3 a) dotyczy pacjenta z guzem kąta mostowo-mózdkowego po stronie prawej o średnicy 2 cm. Standardowe badanie ABR wykazało po tej stronie wydłużenie interwału I-III (2,6 ms). W teście adaptacyjnym stwierdzono istotnie mniejszy przyrost latencji fali V po stronie guza (0,32 ms) niż po stronie zdrowej (1,44 ms).

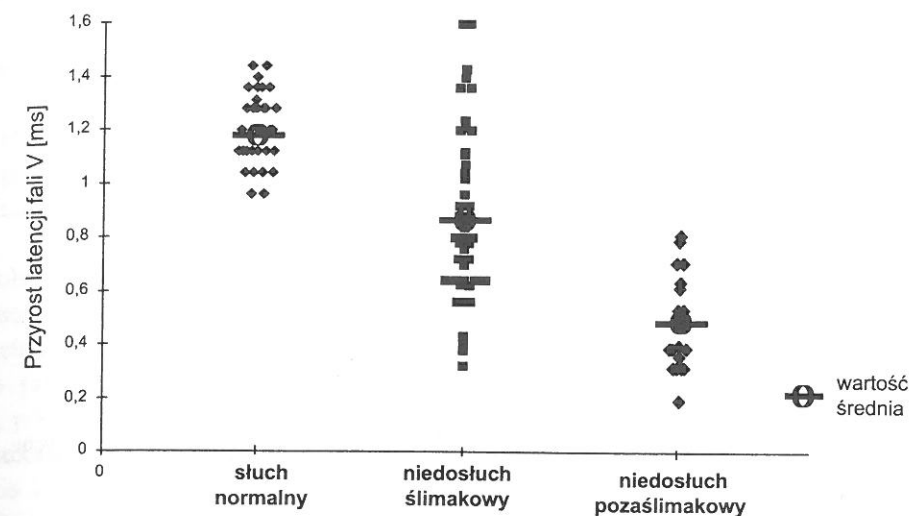
Drugi przykład (ryc. 3 b) dotyczy pacjenta z 2,5-centymetrowym guzem kąta mostowo-mózdkowego po stronie prawej. W badaniu ABR rejestrowanym procedurą standardową obserwowano jedynie falę I po stronie guza oraz wydłużenie interwału III-V po stronie przeciwnej. Test adaptacyjny wykazał w tym uchu mniejszy przyrost latencji fali V (0,5 ms) w porównaniu ze średnim przyrostem obserwowanym w grupie osób o słuchu normalnym.

Na ryc. 4 przedstawiono rozkład przyrostów latencji fali V w różnych grupach osób. Średnie wartości, odchylenie standardowe oraz zakres przyrostów latencji fali V w trzech grupach osób przedstawiono w tab. 1. Średni przyrost latencji był istotnie statystycznie mniejszy w grupie z niedosłuchem ślimakowym w porównaniu z grupą o słuchu normalnym oraz w grupie z niedosłuchem pozaślimakowym w porównaniu z grupą z uszkodzeniem ślimakowym. W grupie z niedosłuchem ślimakowym obserwuje się duży rozrzut międzyosobniczy, zakres przyrostów w tej grupie pacjentów nakłada się na zakresy przyrostów w grupie uszu normalnie słyszących i z uszkodzeniem słuchu typu pozaślimakowego. Pojedyncze wartości przyrostów w grupie o słuchu normalnym i z uszkodzeniem pozaślimakowym tworzą dwa odrębne zbiory.



Ryc. 3. Przykłady rejestracji ABR MLS u osób z pozaślimakowymi uszkodzeniami słuchu:

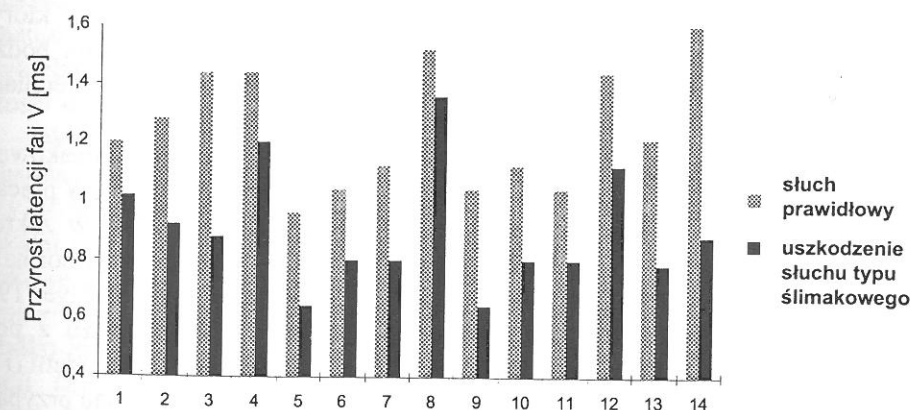
- a) u 41-letniej kobiety z 2-centymetrowym guzem prawego kąta m-m i wydłużonym interwałem I-III (3.48 ms) w standardowym badaniu ABR
b) u 28-letniego mężczyzny z 2.5-centymetrowym guzem prawego kąta m-m i wydłużonym interwałem III-V po stronie przeciwnej (2.66)



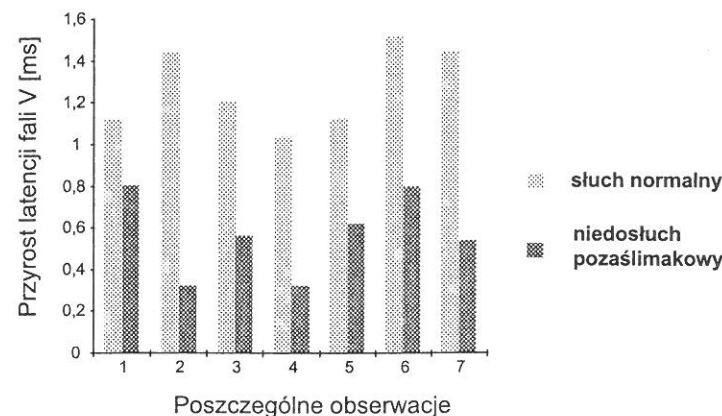
Ryc. 4. Rozrzut i średnie wartości przyrostu latencji fali V w poszczególnych grupach osób

Tab. 1. Wartość średnia, odchylenie standardowe i zakres przyrostów latencji fali V w trzech grupach osób

	Wartość średnia [ms]	Odchylenie standardowe [ms]	Zakres [ms]
N	1,19 ms	0,15 ms	0,88 ÷ 1,44
NS	0,88	0,31	0,38 ÷ 1,60
NP	0,50	0,20	0,20 ÷ 0,88



Ryc. 5. Porównanie wartości przyrostów latencji fali V w uszach normalnych i uszkodzonych u wszystkich osób z grupy jednostronnych ubytków ślimakowych



Ryc. 6. Porównanie wartości przyrostów latencji fali V w uszach normalnych i uszkodzonych u wszystkich osób z grupy jednostronnych ubytków pozaślimakowych

Na ryc. 5 i 6 przedstawiono indywidualne wartości przyrostów latencji fali V w obu uszach u pacjentów z jednostronnym ślimakowym i pozaślimakowym uszkodzeniem słuchu. U wszystkich pacjentów mniejszy przyrost latencji obserwuje się w uchu z uszkodzeniem słuchu niż w uchu normalnie słyszącym.

III. DYSKUSJA

W dostępnym piśmiennictwie nie opublikowano dotychczas wyników badań dotyczących oceny adaptacji słuchowej za pomocą słuchowych potencjałów pnia mózgu rejestrowanych techniką MLS u pacjentów z zaburzeniami słuchu. Zatem wyniki niniejszej pracy można odnieść tylko do wyników prac, w których adaptację słuchową badano metodą zwiększonej częstości powtarzania bodźca, ale odpowiedzi rejestrowano z wykorzystaniem tradycyjnej techniki uśredniania, uniemożliwiającej stosowanie dużych szybkości stymulacji.

Niniejsze badania wykazały, że uszkodzenie słuchu typu ślimakowego, jak również pozaślimakowego zmniejsza wielkość adaptacji słuchowej. W pracach, w których adaptację słuchową badano stosując częstość stymulacji w zakresie do 100/s, stwierdzano podobny przyrost latencji fali V w grupie uszu normalnie słyszących i z uszkodzeniem słuchu typu ślimakowego [Fowler, Noffsinger 1983; Campell, Abbas 1987] oraz istotnie większy przyrost w grupie uszu z pozaślimakowym uszkodzeniem słuchu. [Gerling, Finitzo-Hieber 1983; Paludetti (i in.) 1983; Josey 1985; Lightfoot 1992]. Jedynie Debruyne [1986] analizując przypadki jednostronnego, ślimakowego uszkodzenia słuchu obserwował istotnie mniejszy przyrost latencji fali V w uszach z uszkodzeniem słuchu. Również Gerling

i Finitzo-Hieber [1983] opisywali mniejszy przyrost latencji fali V w populacji pacjentów z obniżoną czułością słuchu niż w grupie kontrolnej i u pacjentów z normalną czułością słuchu, podkreślając, że istnienie niedosłuchu może utrudniać interpretację wyników testu adaptacyjnego u pacjentów podejrzanych o patologię pozaślimakową. Należy zaznaczyć, że obniżenie progu czułości słuchu identyfikował on z obwodowym uszkodzeniem receptora.

Niewątpliwie wyniki niniejszej pracy pozostają w sprzeczności z obserwacjami innych autorów w odniesieniu do grupy pacjentów z uszkodzeniem słuchu typu pozaślimakowego. Wyniki badań, w których przyrosty latencji fali V metodą zwiększonej częstości stymulacji badano w zakresie do 100/s, wykazywały, że przyrosty latencji w uszach z ubytkami słuchu typu pozaślimakowego są większe w porównaniu z uszami normalnymi, choć nie we wszystkich przypadkach [Josey 1985; Campell, Abbas 1987; Fowler, Noffsinger 1986; Shanon (i in.) 1981].

Metoda MLS wykorzystana w badaniach adaptacji w niniejszej pracy umożliwia zastosowanie bardzo dużych częstości stymulacji. Zatem zjawisko adaptacji można ocenić w większym zakresie szybkości stymulacji niż w metodzie tradycyjnej [Burkard (i in.) 1991; Thormthorn (i in.) 1993]. Wyniki niniejszej pracy wskazują jednoznacznie, że wielkość adaptacji u osób z zaburzeniami pozaślimakowymi jest mniejsza niż u osób o słuchu normalnym. Być może w uszach z pozaślimakowym uszkodzeniem słuchu największy przyrost latencji fali V występuje w zakresie do 100/s i nie wykazuje on dalszego wzrostu przy zastosowaniu znacznie większych częstości. W uszach normalnych natomiast latencja fali V może wzrastać równomiernie i stale wraz ze wzrostem częstości powtarzania bodźca, nawet dla częstości dużo większych niż 100/s. Jeżeli hipoteza ta jest słuszna, to porównanie przyrostów latencji fali V w uszach normalnych i z uszkodzeniem pozaślimakowym dla bardzo wysokich częstości stymulacji wykazuje wówczas wyraźną redukcję wielkości przyrostu w uszach z uszkodzeniem, czego nie można zaobserwować przy zastosowaniu niskich częstości stymulacji.

Wyniki niniejszej pracy korespondują w pewnym stopniu z doniesieniami Jacobsona i Newmana [1989] czy Shanon'a i współpracowników [1981], którzy u wielu pacjentów ze stwardnieniem rozsianym i nieprawidłowymi wynikami ABR dla niskiej częstości stymulacji nie obserwowali znaczącego dodatkowego przyrostu latencji fali V przy wzroście częstości powtarzania bodźca. Shanon ze współpracownikami [1981] sugerują, że latencja fali V może wydłużać się tylko do pewnego stopnia. Jeżeli jeden czynnik spowodował duży przyrost latencji (np. zwolnienie przewodnictwa neuronalnego spowodowane demielinizacją), to działanie drugiego czynnika (wzrost częstości stymulacji) może już tylko nieznacznie zmienić latencję fali V.

Istotnym potwierdzeniem wyników niniejszej pracy są badania adaptacji z zastosowaniem metody maskowania poprzedzającego przeprowadzone przez Kochankę i współpracowników [1998]. W zróżnicowanej grupie pacjentów ($n = 35$) z uszkodzeniem słuchu typu pozaślimakowego (nerwiaki n. VIII, guzy kąta mostowo-mózdkowego i stwardnienie rozsiane) u wszystkich osób stwierdzono mniejsze przyrosty latencji fali V niż w grupie kontrolnej. Należy zaznaczyć, że maskowanie poprzedzające, podobnie jak bardzo wysokie częstotliwości stymulacji, jest metodą silniej stresującą układ słuchowy i pozwala ocenić adaptację słuchową w znacznie szerszym zakresie niż w metodzie, w której częstotliwość stymulacji nie przekracza 100/s [Kramer, Teas 1982; Burkard 1983].

Z uwagi na fakt, że adaptacja słuchowa jest fizjologiczną cechą układu słuchowego i dowodzi jego prawidłowego funkcjonowania, można przyjąć założenie, iż w uszkodzeniach drogi słuchowej funkcja ta jest upośledzona lub zanika, co potwierdziły wyniki niniejszej pracy. W sytuacji, gdyby przyrost latencji fali V był większy w uszach z uszkodzeniem słuchu (co mogłoby sugerować większą adaptację), należałoby wnioskować, że w grę wchodzi inne mechanizmy niż te odpowiedzialne za adaptację.

W grupie osób z niedosłuchem typu ślimakowego uwagę zwraca duży rozrzut międzyosobniczy wartości przyrostów latencji fali V. Należy zaznaczyć, że w grupie tej pacjenci prezentowali różne kształty audiogramów. Oznacza to, że przy stymulacji trzaskiem o intensywności 60 dB nHL pobudzany rejon ślimaka nie w każdym przypadku pokrywał się z rejonem największego uszkodzenia. Ponadto na wielkość adaptacji może mieć wpływ stopień niedosłuchu, który w tej grupie był zróżnicowany. Konieczna byłaby dodatkowa analiza korelacji tych dwóch czynników z wielkością adaptacji przeprowadzona w większej liczbie osób. Zakładając, że adaptacja jest stabilną i charakterystyczną cechą danego ucha, można przypuszczać, iż znaczenie ma również wielkość adaptacji przed wystąpieniem niedosłuchu.

Jednoznaczna i nie budząca wątpliwości jest analiza przeprowadzona w grupie osób z jednostronnym niedosłuchem, gdzie ucho zdrowe stanowiło odniesienie. Wyniki tej analizy potwierdzają ogólną obserwację, że w uchu z uszkodzeniem słuchu przyrost latencji jest mniejszy.

Adaptacja słuchowa mierzona przyrostem latencji fali V może odzwierciedlać procesy zachodzące na różnych poziomach drogi słuchowej. Mniejsze przyrosty latencji fali V w grupie z uszkodzeniem pozaślimakowym niż ślimakowym potwierdzają jedynie wyniki wcześniejszych prac, tak z zastosowaniem zwiększonej częstotliwości stymulacji jak również maskowania poprzedzającego [Lina-Granade 1994; Kramer, Teas 1982; van Olphen (i in.) 1975], które sugerują, że mechanizmy odpowiedzialne za występowanie adaptacji słuchowej zlokalizowane są również w centralnych drogach słuchowych.

Większość dotychczasowych prac z zastosowaniem testu adaptacyjnego opartego na zwiększonej częstotliwości powtarzania bodźca miała na celu ocenę czułości tej metody w odniesieniu do niewielkich zmian pozaślimakowych. Część autorów uważa, że przyrost latencji fali V związany ze wzrostem częstotliwości stymulacji ma wartość diagnostyczną w wielu przypadkach uszkodzeń pozaślimakowych i jest jedynym wskaźnikiem toczącej się patologii [Gerling, Finitzo-Hieber 1983; Paludetti (i in.) 1983; Josey 1985; Lightfoot 1992; Tanaka 1996]. Inni, jak np. Campell i Abbas [1987] czy Freeman i współpracownicy [1991] uważają, że parametr ten w najlepszym wypadku potwierdza tylko wnioski z analizy rutynowo stosowanych parametrów (interwał I-V oraz międzyszczytowa różnica latencji fali V - ILDV). Podstawową przeszkodą, która nie pozwalała uznać tego testu za różnicujący uszy normalne i z zaburzeniami pozaślimakowymi, była niemożność określenia odrębnych zbiorów wartości przyrostu latencji fali V w obu grupach osób. Mimo że w niektórych badaniach wykazano, iż średnie wartości przyrostu różniły się istotnie statystycznie, to w znacznym procencie pojedynczych przypadków wartości te pokrywały się (60% u Campella [1987], 50% u Fowler i Noffsinger [1983]).

Technika MLS, umożliwiającą stosowanie bardzo wysokich częstotliwości stymulacji do 1000/s [Thornton 1993], stworzyła nadzieję na otrzymanie bardziej jednoznacznych wyników, przede wszystkim dzięki znacznie większym przyrostom latencji przy podobnym rozrzucie międzyosobniczym jak w badaniach z zastosowaniem tradycyjnej techniki uśredniania. Ponadto sugerowano, że silniejszy czynnik stresujący może ujawnić zaburzenia w pracy układu słuchowego, który pozostaje sprawny przy małym obciążeniu [Burkard 1989; Thornton 1993].

Wyniki niniejszej pracy wykazały, że zastosowanie testu adaptacyjnego opartego na bardzo dużej częstotliwości stymulacji ma pewne ograniczenia. Test adaptacyjny nie różnicuje obu rodzajów niedosłuchu, zakresy przyrostów latencji w grupie z niedosłuchem ślimakowym i pozaślimakowym nakładały się na siebie, co oznacza, że w praktyce klinicznej może być przydatny jedynie u osób z normalną czułością słuchu. Porównanie wyników badania adaptacji w grupach uszu normalnych i z ubytkami pozaślimakowymi wykazało, że tworzą one odrębne zbiory. Można zatem przypuszczać, że metoda ta jednoznacznie różnicuje normę od patologii. Podobne wyniki otrzymali Kochanek i współpracownicy [1997] w badaniach adaptacji metodą maskowania poprzedzającego. Z uwagi jednak na ograniczoną liczbę przypadków trudno jest obecnie formułować ostateczne wnioski i wyznaczyć wartość graniczną przyrostu latencji fali V.

Pozostaje jeszcze pytanie, czy test adaptacyjny poprawia wykrywalność niewielkich zmian pozaślimakowych, które nie powodują zmian w standardowym badaniu ABR. Na podstawie danych wyników nie można udzielić jednoznacznej

odpowiedzi, ponieważ wszyscy pacjenci, których wyniki analizowano, prezentowali nieprawidłowe parametry czasowe w standardowym badaniu ABR. Istnieje jednak grupa pacjentów w stałej obserwacji, mająca kliniczne objawy sugerujące dysfunkcję pnia mózgu, z prawidłową czułością słuchu, prawidłowymi wynikami standardowego badania ABR, u których stwierdzono wyraźnie zmniejszony przyrost latencji fali V w teście adaptacyjnym z użyciem MLS. U kilku osób z tej grupy badanie MRI wykazało kilkumilimetrowe nerwiaki.

W celu wykazania użyteczności klinicznej stosowanego w niniejszej pracy testu adaptacyjnego konieczne są dalsze badania - w grupie osób podejrzanych o patologię pozaślimakową z prawidłową czułością słuchu i prawidłowym wynikiem standardowego badania ABR.

Bibliografia

- Burkard R., Shi Y., Hecox K. (1991): Brain-stem auditory-evoked responses elicited by maximum length sequences: Effect of simultaneous masking noise. „J. Acoust. Soc. Am.” 87, 1665-1672.
- Burkard R., Hecox K. (1983): The effect of broadband noise on the human brainstem auditory evoked response. Rate and intensity effects. „J. Acoust. Soc. Am.” 74, 1204-1213.
- Campbell K., Abbas P. (1987): The effect of stimulus repetition rate on the auditory brainstem responses in tumor and nontumor patients. „J. Speech Hear. Res.” 30, 494-502.
- Debruyne F. (1986): Influence of age and hearing loss on the latency shifts of the auditory brainstem responses as a results of increased stimulus rate. „Audiology” 25, 101-106.
- Don M., Allen A. R., Starr A. (1977): Effects of click rates on the latency of the auditory brainstem responses in humans. „Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.” 86, 186-195.
- Fowler C., Noffsinger D. (1983): Effects of stimulus repetition rate and frequency on the auditory brainstem response in normal, cochlear-impaired, and VII nerve/brainstem-impaired subject. „J. Speech. Hear. Res.” 26, 560-567.
- Freeman S., Sohmer H., Silver S. (1991): The effect of stimulus repetition rate on the diagnostic efficacy of the auditory nerve-brain-stem evoked response. „Electroenceph. Clin. Neurophysiol.” 78, 284-290.
- Gerling I., Finitzo-Hieber T. (1983): Auditory brainstem response with high stimulus rate in normal and patient populations. „Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.” 92, 119-123.
- Kochanek K., Janczewski G., Skarżyński H., Zakrzewska-Pniewska B., Marchel A., Grzanka A., Piłka A., Jaśkiewicz M., Tacikowska G. (1998): Forward masking of auditory brainstem responses in normal hearing and in retrocochlear hearing loss. „Central and East European Journal of Oto-Rhino-Laryngology and Head and Neck Surgery” III, 2 (10), 251-257.
- Kotlarz J., Eby T., Borton T. (1992): Analysis of the efficiency of retrocochlear screening. „Laryngoscope” 1108-1112.
- Kramer S., Teas D. (1982): Forward masking of auditory nerve (N1) and brainstem (wave V) responses in humans. „J. Acoust. Soc. Am.” 72, 795-803.
- Lightfoot G. (1992): ABR screening for acoustic neuromata: the role of rate-induced latency shift measurements. „Br. J. Audiol.” 26, 217-227.

- Lina-Granade G., Collet L., Morgon A. (1994): Auditory-evoked brainstem responses elicited by maximum-length sequences in normal and sensorineural ears. „Audiology” 33, 218-236.
- Musiek F., Geurkink N. (1982): Auditory brainstem response and central auditory test findings for patients with brain stem lesions: a preliminary report. „Laryngoscope” 92, 891-900.
- Musiek F., Gollegly K., Kibbe K., Verkest S. (1988): Current concepts on the use of ABR and auditory psychophysical test in the evaluation of brain stem lesions. „Am. J. Otol.” 9 Suppl. 25-35.
- Paludetti G., Maurizi M., Ottaviani F. (1983): Effects of stimulus repetition rate on the auditory brain stem responses (ABR). „Am. J. Otol.” 4, 226-234.
- Pratt H., Ben-David Y., Peled R., Podoshin L., Sharf B. (1981): Auditory brain stem evoked potentials: Clinical promise of increasing stimulus rate. „Electroenceph. Clin. Neurophysiol.” 51, 80-90.
- Shanon E., Gold S., Himelfarb M. (1981): Assessment of functional integrity of brain stem auditory pathway by stimulus stress. „Audiology” 20, 65-71.
- Tanaka H., Komatsuzaki A., Hentona H. (1996): Usefulness of auditory brainstem responses at high stimulus rates in the diagnosis of acoustic neuroma. „ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec.” 58, 224-228.
- Thornton A. R. D., Slaven A. (1993): Auditory brainstem responses recorded at fast stimulation rates using maximum length sequences. „Br. J. Audiol.” 27, 205-210.