

## Wpływ ubytku słuchu typu ślimakowego na wartość różnicy międzyusznej latencji fali V – IT5 w odpowiedziach ABR dla krótkich tonów. Część I. Ubytek jednostronny

The influence of cochlear hearing loss on the value of interaural difference of wave V latency – IT5 in ABRs elicited by tone-pips. Part I. Unilateral hearing loss

Krzysztof Kochanek<sup>1</sup>, Ewa Orkan-Łęcka<sup>2</sup>, Adam Piłka<sup>1</sup>, Lech Śliwa<sup>1</sup>, Henryk Skarżyński<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa  
<sup>2</sup>Akademia Medyczna, Warszawa

### Streszczenie

Jednym z ważniejszych parametrów słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu analizowanych w przypadku podejrzenia jednostronnego ubytku pozaślimakowego jest różnica międzyuszna latencji fali V, tzw. wskaźnik IT5. Ponieważ zaburzeniom pozaślimakowym towarzyszy często ubytek ślimakowy istnieje konieczność wyznaczenia wskaźników korekcyjnych, które uwzględnią wpływ wielkości ubytku słuchu na wartość wskaźnika IT5. Zastosowanie współczynników korekcyjnych zmniejsza w praktyce liczbę wyników fałszywie dodatnich. Celem niniejszej pracy była analiza wpływu wielkości jednostronnego ubytku słuchu typu ślimakowego na wartość wskaźnika IT5 w odpowiedziach ABR rejestrowanych dla trzasku i krótkich tonów o częstotliwościach 1000, 2000 i 4000 Hz.

**Słowa kluczowe:** słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu, krótkie tony, różnica międzyuszna latencji fali V – IT5.

### Summary

One of the most important parameters of the auditory brainstem responses (ABRs) that are analyzed in cases of unilateral retrocochlear hearing losses is interaural wave V latency, the so-called IT5 index. Because retrocochlear hearing impairments are often accompanied by a cochlear hearing loss, one needs to introduce correction coefficients, which take into account the influence of the hearing loss on the IT5 index value. Application of these coefficients in practice reduces the number of false-positive results. The aim of this study was to analyze the influence of cochlear unilateral hearing loss on the value of IT5 index. The influence was determined for ABRs evoked by click, and for the responses to tone-pip stimuli at frequencies of 1000, 2000 and 4000 Hz.

**Key words:** auditory brainstem responses, tone pips, interaural latency difference – IT5.

### Wprowadzenie

Ocena słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w diagnostyce zaburzeń pozaślimakowych słuchu ma charakter hierarchiczny. W pierwszej kolejności ocenia się morfologię zapisu, występowanie poszczególnych fal, a następnie latencje i interwały czasowe fal I, III i V. W przypadku podejrzenia jednostronnego ubytku pozaślimakowego jednym z ważniejszych parametrów słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu jest różnica międzyuszna latencji fali V (tzw. wskaźnik IT5) oraz interwały czasowe I-III i III-V [Hall 1992]. W przypadku osób z normalną czułością słuchu wartość różnicy IT5 przekraczająca 0,2-0,3 ms wskazuje na obecność jednostronnych zaburzeń pozaślimakowych [Hall, 1997]. Zaburzeniom pozaślimakowym słuchu często towarzyszy ubytek ślimakowy, dlatego istnieje konieczność wyznaczenia wskaźników korekcyjnych, które uwzględnią wpływ wielkości ubytku słuchu na wartość wskaźnika IT5. Nieuwzględnienie poprawek korekcyjnych może prowadzić do wzrostu częstości wyników fałszywie dodatnich.

W wielu pracach wykazano, że ubytek ślimakowy powoduje istotne zmiany latencji fali V w odpowiedziach ABR dla trzasku o dużej intensywności dopiero dla ubytków większych od 50-60 dB HL [Selters 1977; Rosenhamer 1981; Hyde 1981]. Przy małych natężeniach wpływ ubytku ślimakowego na latencję fali V jest większy [Eggermont 1980; Kochanek 2000; Oates 1992]. W nielicznych badaniach ABR z zastosowaniem krótkich tonów również obserwowano wpływ ubytku ślimakowego na latencję fali V. Zazwyczaj stwierdzano jej wydłużenie, chociaż w przypadku stosowania metod ABR specyficznych częstotliwościowo obserwowano także skrócenie latencji fali V. Badacze wiążą ten fakt ze skróceniem czasu filtracji ślimakowej, będącego skutkiem spadku selektywności częstotliwościowej ślimaka [Eggermont 1978; Don 1998; Ruggero 1994]. W innych pracach, w których stosowano krótkie tony o obwodni liniowej lub nieliniowej, ale z krótkim czasem trwania, wielkość zmian latencji w funkcji ubytku słuchu zależała od intensywności bodźca. Np. w pracach Kochanek [2000; 2001] większy wpływ ubytku

ślimakowego na latencję fali V w odpowiedziach dla krótkich tonów o obwiedni Gaussa i częstotliwościach 500 i 1000 Hz stwierdzano dla bodźca o intensywności 70 dB nHL niż dla intensywności 80 i 90 dB nHL. Ogólnie, z badań dotyczących tego zagadnienia wynika, że dla dużej intensywności bodźca wpływ ubytku słuchu na latencję fali V, szczególnie dla ubytków małych i średnich jest niewielki. Dla dużych ubytków słuchu zmiany latencji są większe.

W praktyce klinicznej stosowana jest zasada korygowania wartości latencji fali V z uwagi na wielkość ubytku ślimakowego, a następnie porównanie skorygowanej latencji z normą. W ten sposób zmniejsza się liczbę fałszywie dodatnich wyników badań u osób z podejrzeniem zaburzeń pozaslimakowych, u których jednocześnie występują spadki czułości słuchu. Na przykład Selters [1977] w badaniach ABR dla trzasku proponuje stosowanie korekcji latencji fali V o -0,1 ms jeżeli próg słyszenia wynosi 55-65 dB dla 4000 Hz i o -0,2 ms jeśli próg przekroczy 65 dB HL. Brackmann [1979] zaproponował stosowanie korekty -0,1 ms na każde 10 dB ubytku słuchu dla ubytków powyżej 50 dB HL dla 4000 Hz. Natomiast Hyde [1981] proponuje stosowanie współczynnika korekcyjnego -0,1 ms na każde 5 dB ubytku słuchu powyżej 55 dB dla 4000 Hz. Jeszcze inni badacze sugerują liniową korektę latencji wraz ze wzrostem głębokości niedosłuchu [Arslan 1988]. W dostępnym piśmiennictwie nie opublikowano natomiast do tej pory pracy dotyczącej poprawek korekcyjnych latencji fali V dla krótkich tonów o parametrach zbliżonych do tych, które stosowano w niniejszej pracy.

Podobnie, w odniesieniu do wartości międzysusznej różnicy latencji fali V – IT5 liczba prac dotyczących tego problemu w dostępnym piśmiennictwie jest bardzo niewielka.

W badaniach, w których stosowano trzask stwierdzono, że wartość IT5 wzrasta wraz ze wzrostem międzysusznej różnicy progów słyszenia, ale zmiany te są niewielkie [Bauch 1989]. Bardzo niewielka liczba prac dotyczy zastosowania krótkich tonów. Między innymi wpływ ubytku słuchu na wielkość IT5 badali Gorga [1992], Fowler [1992] i Telian [1989], którzy stwierdzili, że dla krótkiego tonu o częstotliwości 1000 Hz wielkość IT5 jest nieco większa niż dla trzasku, ale różnica nie była istotna statystycznie w odniesieniu do grupy kontrolnej.

Ponieważ nie ustalono dotychczas jednoznacznie wielkości poprawek korekcyjnych w odniesieniu do latencji fali V i wskaźnika IT5 w odpowiedziach wywoływanych krótkimi tonami o różnych częstotliwościach, dlatego podjęto własne badania w tym zakresie. Dla porównania badania wykonano również dla trzasku.

## Materiał i metoda

Badania wykonano w grupie 55 osób, w tym 33 kobiet i 22 mężczyzn z jednostronnym ubytkiem słuchu typ ślimakowego. Średni wiek badanych osób wynosił 38,3 +/- 10,9 lat. W uchu z ubytkiem słuchu, próg słyszenia był większy od 20 dB HL przynajmniej dla jednej z częstotliwości w zakresie od 1000 do 4000 Hz. W grupie tej przeważały ubytki małej i średniej wielkości. Rozpoznanie ubytku ślimakowego stawiano na podstawie wyników badań audiometrycznych (próba SISI lub Fowlera) oraz audiometrii impedancyjnej.

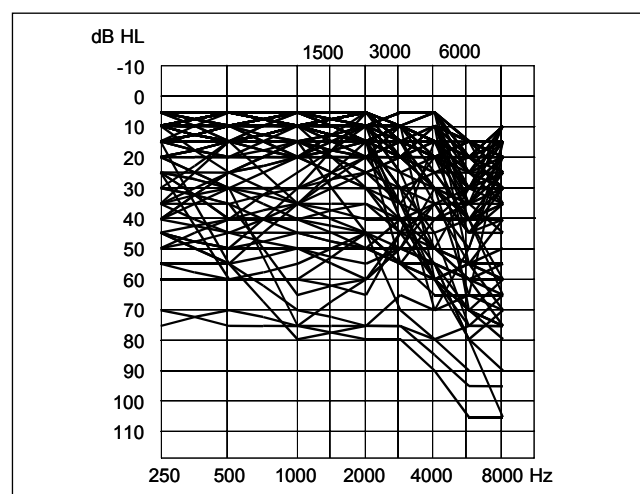
W badaniach ABR stosowano krótkie tony o obwiedni Gaussa o częstotliwościach 1000, 2000 i 4000 Hz oraz bodziec typu trzask o czasie trwania 100 µs. Wartości cza-

sów narastania i opadania krótkich tonów były następujące: dla częstotliwości 1000 Hz – 4 okresy, dla częstotliwości 2000 i 4000 Hz – 8 okresów [Kochanek 2002]. Bodźce prezentowano przez słuchawki nauszne TDH-49 firmy Telephonics z natężeniem wynoszącym 90 dB nHL, z polaryzacją naprzemienną i częstością powtarzania 31/s.

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 funkcje korelacji liniowej latencji fali V i ubytku słuchu. W analizie statystycznej stosowano ponadto test t-Studenta. Za istotne uznawano zależności, dla których poziom istotności był mniejszy od 0,05.

Na ryc. 1 przedstawiono indywidualne audiogramy w uchu z ubytkiem słuchu, natomiast w tabeli I średnie wartości progów słyszenia w obu uszach. Przeważały ubytki płaskie oraz opadające, przy czym większe ubytki słuchu występowały dla częstotliwości powyżej 2000 Hz.

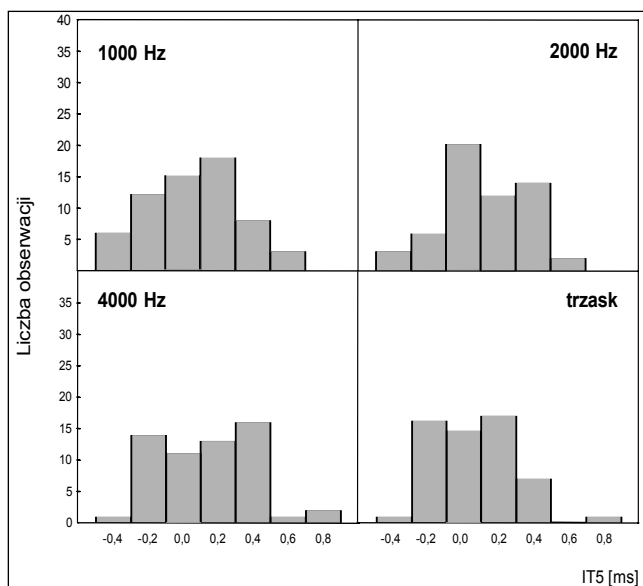


Ryc. 1. Indywidualne audiogramy ucha z ubytkiem słuchu w grupie osób z jednostronnymi ubytkami słuchu

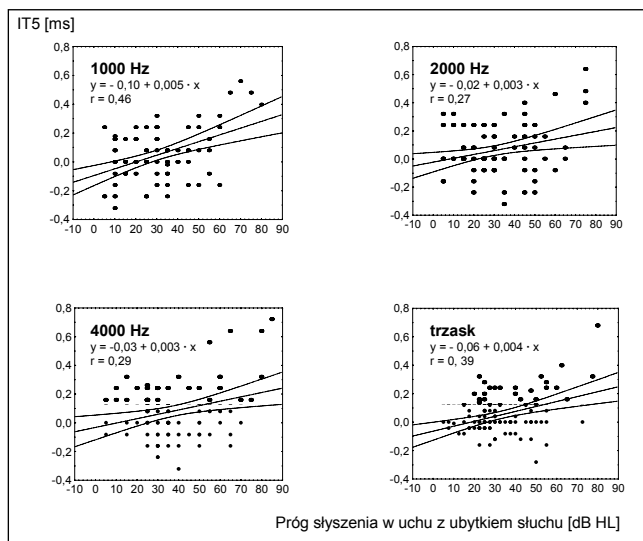
Tab. 1. Średnie wartości progów słyszenia w uchu z normalnym słuchem i ubytkiem słuchu w grupie SJ.

Częstotliwość	Ucho z normalnym słuchem	Ucho z ubytkiem słuchu
250 Hz	10,9 ± 4,3	25,4 ± 15,6
500 Hz	10,5 ± 4,9	26,8 ± 17,6
1000 Hz	10,1 ± 4,3	27,7 ± 20,1
2000 Hz	10,6 ± 4,6	28,5 ± 20,1
3000 Hz	11,8 ± 4,9	33,9 ± 18,3
4000 Hz	12,2 ± 5,9	39,6 ± 20,7
6000 Hz	14,6 ± 6,6	49,0 ± 20,1
8000 Hz	13,1 ± 5,6	46,0 ± 25,3

Na ryc. 2 przedstawiono histogramy różnic IT5 dla poszczególnych bodźców. Dla częstotliwości 1000 i 2000 Hz oraz dla trzasku większość różnic IT5 mieściła się w zakresie od -0,2 do 0,2 ms. Jedynie dla bodźca o częstotliwości 4000 Hz występowała znacząca liczba wartości IT5 w granicach od 0,2 do 0,4 ms. Zwraca uwagę znacząca liczba różnic „zerowych”.



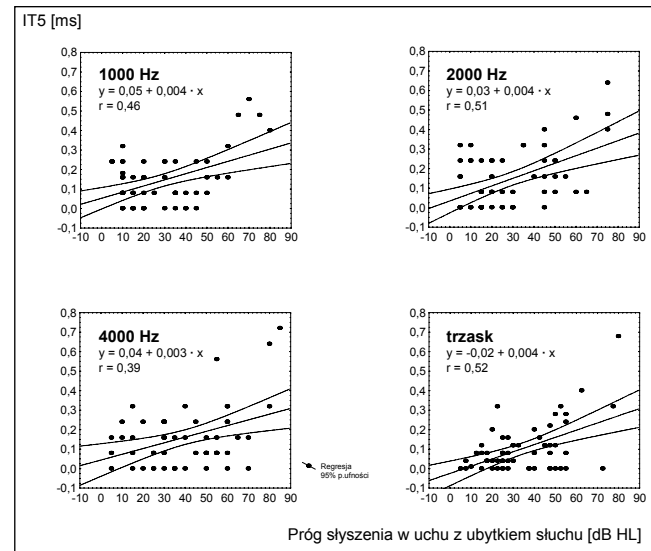
Ryc. 2. Histogramy różnic IT5 dla poszczególnych bodźców



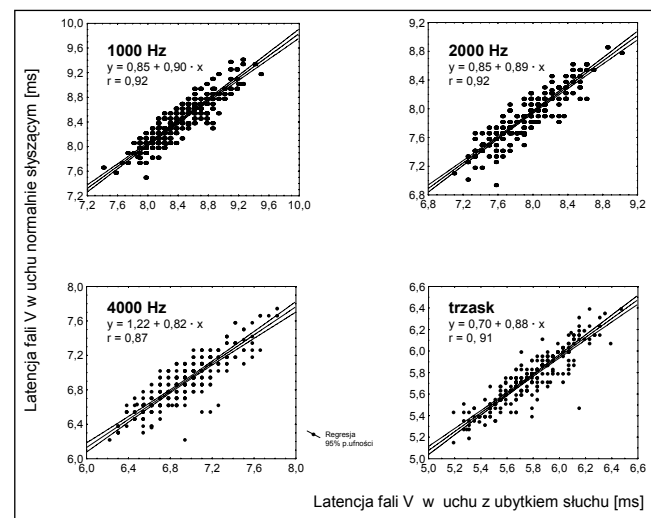
Ryc. 3. Diagramy korelacyjne oraz wykresy funkcji korelacji liniowej przedstawiające zależność pomiędzy względnymi wartościami różnic IT5 oraz wartościami progu słyszenia w uchu z ubytkiem

Na ryc. 3 przedstawiono diagramy korelacyjne względnych wartości różnic IT5 w funkcji wielkości progu słyszenia w uchu z ubytkiem słuchu dla krótkich tonów i trzasku. Przy sporządzaniu diagramów do analizy włączano wszystkie wartości IT5 danej osoby dla poszczególnych bodźców, niezależnie od liczby częstotliwości z zakresu 500-4000 Hz dla których występował ubytek słuchu. Dlatego na diagramach znajdują się wartości IT5 dla progów słyszenia z zakresu od 5 do 75-85 dB HL. Zwraca uwagę fakt, że dla ubytków mniejszych od 65-70 dB HL, niezależności od częstotliwości, występują zarówno dodatnie jak i ujemne wartości wskaźnika IT5, co oznacza że dla tej samej wartości ubytku słuchu latencje ucha z ubytkiem były zarówno dłuższe jak i krótsze w porównaniu z latencją fali V w uchu normalnie słyszącym. Należy również zauważyć, że dla dużych ubytków występowały zarówno duże, jak i niewielkie wartości IT5. Dla wszystkich bodźców wartości współczynnika korelacji liniowej były istotne statystycznie. Najwyższa wartość współ-

czynnika korelacji liniowej występowała dla częstotliwości 1000 Hz, nieco niższa była dla trzasku, a najniższe wartości występowały dla 2000 i 4000 Hz. Należy zauważyć, że wartości współczynników korelacji liniowej dla wszystkich bodźców nie były wysokie.



Ryc. 4. Diagramy korelacyjne oraz funkcje korelacji liniowej bezwzględnych wartości różnicy IT5 w zależności od wielkości progu słyszenia w uchu z ubytkiem w grupie SJ



Ryc. 5. Diagramy korelacyjne latencji fali V w uchu z ubytkiem i w uchu z normalnym słuchem dla poszczególnych bodźców

Ponieważ z klinicznego punktu widzenia, zarówno w grupie osób normalnie słyszących jak i w grupie ubytków ślimakowych nie mają znaczenia ujemne różnice IT5, a raczej jej wartość bezwzględna, dlatego diagramy korelacyjne oraz funkcje korelacji liniowej wyznaczono dla wartości bezwzględnych różnicy IT5 (rys. 4). Analiza zbiorów wartości wskaźnika IT5 wykazała, że można wyodrębnić dwa podzbiory wartości IT5, jeden w zakresie ubytków słuchu do 50 dB HL, a drugi dla ubytków większych od 50 dB HL. Dla ubytków słuchu mniejszych od 50 dB HL wartości IT5 nie przekraczały w większości przypadków 0,3 ms. Większe wartości IT5 występują dopiero dla ubytków słuchu przekraczających wartość 50 dB HL.

Na ryc. 5 przedstawiono diagramy korelacyjne latencji fali V w obu uszach. Dla częstotliwości 1000 i 2000 Hz rozróżnienie wartości latencji jest bardzo niewielkie, natomiast dla bodźca o częstotliwości 4000 Hz i dla trzasku widoczne są punkty, które wskazują na większe różnice w latencjach w obu uszach. Dla wszystkich bodźców otrzymano istotnie statystycznie, wysokie wartości współczynników korelacji liniowej.

W tab. 2 przedstawiono średnie wartości różnicy IT5 dla dwóch zakresów progów słyszenia, poniżej- i powyżej 50 dB HL, w uchu z ubytkiem słuchu. Dla porównania prezentowane są również średnie wartości IT5 w grupie osób o słuchu normalnym, które zostały wyznaczone przez Orkan-Łęcką i wsp. [2004]. Analiza statystyczna wykazała, że wartości IT5 w obu podgrupach z grupy SJ różnią się między sobą w sposób istotny statystycznie i są większe w porównaniu z wartościami średnimi IT5 w grupie osób normalnie słyszących.

Tab. 2. Średnie wartości różnicy IT5 [w ms] w uchu z ubytkiem słuchu dla ubytków poniżej- i powyżej 50 dB HL. Dla porównania przedstawiono również średnie wartości IT5 w grupie osób normalnie słyszących – grupa N [Orkan-Łęcka (i in.) 2004].

Bodziec	Grupa N	Próg słyszenia w uchu z ubytkiem	
		≤50 dB HL	> 50 dB HL
1000 Hz	0,06 ± 0,07 n=82	0,12 ± 0,10 n=43	0,29 ± 0,18 n=12
2000 Hz	0,05 ± 0,07 n=82	0,10 ± 0,11 n=44	0,25 ± 0,24 n=9
4000 Hz	0,07 ± 0,08 n=82	0,12 ± 0,09 n=34	0,24 ± 0,21 n=20
trzask	0,03 ± 0,06 n=82	0,08 ± 0,08 n=30	0,22 ± 0,19 n=23

Analiza statystyczna funkcji korelacyjnych w obu podzbiorach ubytków słuchu wykazała, że dla ubytków mniejszych od 50 dB HL, wartości współczynników korelacji liniowej są nieistotne statystycznie niezależnie od częstotliwości. Natomiast były istotne statystycznie dla ubytków większych od 50 dB HL. W tab. 3 zestawiono wyniki analizy korelacji liniowej dla ubytków słuchu większych od 50 dB HL. Nachylenie wykresu funkcji korelacji liniowej było zbliżone, a zarazem najmniejsze dla trzasku i bodźca o częstotliwości 4000 Hz oraz większe dla częstotliwości 1000 i 2000 Hz. Oznacza to, że dla częstotliwości 1000 i 2000 Hz wpływ ubytku słuchu na wielkość różnicy IT5 dla ubytków powyżej 50 dB HL jest większy niż w rejonie wyższych częstotliwości (4000 Hz i trzask). Zatem korekcja wartości wskaźnika IT5 powinna być inna dla częstotliwości 1000 i 2000 Hz oraz dla trzasku i 4000 Hz.

Tab. 3. Wartości współczynników nachylenia wykresów funkcji „IT5-ubytek słuchu” oraz współczynników korelacji liniowej, w grupie osób z jednostronnymi ubytkami słuchu większymi od 50 dB HL.

Rodzaj bodźca	Nachylenie wykresu	Wartość współczynnika korelacji liniowej
1000 Hz	16 μs/dB	0,64
2000 Hz	20 μs/dB	0,68
4000 Hz	11 μs/dB	0,46
trzask	10 μs/dB	0,49

W oparciu o wartości współczynników nachylenia wykresu funkcji korelacji liniowej wartości współczynników korek-

cyjnych na każde 10 dB ubytku słuchu powyżej 50 dB HL powinny być następujące: dla 1000 Hz – 0,16 ms, dla 2000 Hz – 0,2 ms, dla 4000 Hz – 0,11 ms i dla trzasku 0,10 ms. Po zaokrągleniu do jednego miejsca po przecinku (z uwagi na typowy skok kursora przy oznaczaniu latencji wynoszący 0,1 ms) wartości współczynników korekcyjnych dla różnicy IT5 na każde 10 dB ubytku słuchu powyżej 50 dB HL są następujące: -0,2 ms dla 1000 i 2000 Hz oraz -0,1 ms dla 4000 Hz i dla trzasku (tab. 2).

Tab. 4. Wartości współczynników korygujących wielkość różnicy IT5 dla ubytków powyżej 50 dB HL.

Rodzaj bodźca	Wartości współczynników korygujących wielkość różnicy IT5
1000 i 2000 Hz	-0,2 ms/ 10 dB
4000 Hz i trzask	-0,1 ms/ 10dB

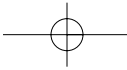
Zatem w przypadku osób z jednostronnym ubytkiem ślimakowym, u których próg słyszenia jest większy od 50 dB HL, należy odjąć od wartości różnicy IT5 wyznaczonej na podstawie pomiarów latencji odpowiednią dla danej częstotliwości poprawkę i dopiero tę wartość porównać z wartością normalną. Np. jeżeli dla częstotliwości 1000 Hz wartość IT5 wyznaczona w uchu z ubytkiem o wartości 70 dB HL wyniosła 0,6 ms, to na każde 10 dB ubytku powyżej 50 dB HL należy odjąć poprawkę wynoszącą 0,2 ms. Ponieważ w prezentowanym przykładzie próg słyszenia wynosił 70 dB HL, poprawka wyniesie  $0,2 \text{ ms} \cdot 2 = 0,4 \text{ ms}$ . Skorygowana wartość IT5sk w prezentowanym przykładzie wynosi zatem 0,2 ms (0,6 – 0,4 ms). Tę skorygowaną wartość IT5sk należy następnie porównać z normą IT5. Jeżeli IT5sk mieści się w granicach normy to należy uznać, że wartość IT5 przed korektą była większa od normy jedynie z uwagi na obecność ubytku ślimakowego, większego od 50 dB HL. Natomiast wartości skorygowane IT5 większe od wartości normalnych będą sugerowały obecność zaburzeń pozaślimakowych.

Z klinicznego punktu widzenia wprowadzanie poprawek do wartości IT5 ma tylko wtedy sens, gdy wartość IT5 przekracza wartości graniczne wyznaczone w grupie osób normalnie słyszących.

## Dyskusja

Zasadniczym celem pracy była analiza wpływu jednostronnego ubytku ślimakowego na wielkość międzyuszej różnicy latencji fali V – IT5 dla trzasku oraz krótkich tonów o częstotliwościach 1000, 2000 i 4000 Hz. Analiza została przeprowadzona pod kątem oceny konieczności stosowania poprawek korekcyjnych dla wskaźnika IT5 u osób z podejrzeniem zaburzeń pozaślimakowych, u których jednocześnie występują spadki czułości słuchu.

Dla ubytków mniejszych od 50 dB HL nie stwierdzono istotnego statystycznie wpływu wielkości ubytku słuchu na wartość wskaźnika IT5, zarówno dla krótkich tonów jak i dla trzasku. Oznacza to, że w tym zakresie ubytków słuchu nie istnieje konieczność stosowania poprawek korekcyjnych dla wskaźnika IT5. Dla ubytków większych od 50 dB HL analiza korelacji liniowej wykazała istotny statystycznie wpływ wielkości ubytku słuchu na wartość wskaźnika IT5 (tab. 3) dla wszystkich bodźców, przy czym współczynniki nachylenia wykresów korelacji liniowej były większe dla częstotliwości



ci 1000 i 2000 Hz niż dla 4000 Hz i trzasku. Wyznaczone wartości współczynników korelacji liniowej dla trzasku były zbliżone do wartości wyznaczonych przez innych autorów. Np. w pracy Kochanka [2000] wartość współczynnika nachylenia wynosiła dla trzasku 0,09 ms/10 dB przy intensywności 90 dB, w pracy Oates [1992] 0,08 ms/10 dB przy intensywności 95 dB, natomiast w pracy Prosser'a [1987] 0,07 ms/10 dB. Różnice w wartościach współczynników nachylenia wykresów korelacji liniowej w pracach różnych autorów mogą wynikać przede wszystkim z różnego zakresów wielkości ubytków słuchu badanych w poszczególnych pracach. W niniejszej pracy nieco niższe wartości współczynników nachylenia wykresów korelacji liniowej dla trzasku można wiązać z małą liczebnością uszu z dużymi ubytkami słuchu.

Zbliżone wartości nachylenia wykresów regresji liniowej otrzymano w niniejszej pracy dla bodźca o częstotliwości 4000 Hz oraz dla trzasku, co może oznaczać, że dla dużych intensywności odpowiedzi dla trzasku i tonu o częstotliwości 4000 Hz pochodzą z tego samego zakresu częstotliwości [Don 1978].

Dla niższych częstotliwości nachylenie wykresu regresji liniowej było większe niż dla trzasku i tonu o częstotliwości 4000 Hz, co oznacza większy wpływ ubytku słuchu na wartość wskaźnika IT5 w rejonie niższych częstotliwości. Niewątpliwie może to być rezultatem nieco mniejszej specyficzności częstotliwościowej odpowiedzi ABR dla krótkich tonów o niższych częstotliwościach w porównaniu ze specyficznością częstotliwościową odpowiedzi ABR dla krótkich tonów o wysokich częstotliwościach. Jak wykazano w licznych pracach [Don 1998; Eggermont 1979; Kochanek 2000] w odpowiedziach ABR dla krótkich tonów o niskich częstotliwościach i dużych intensywnościach rejestrowanych bez udziału sygnałów maskujących ograniczających wpływ zakrętu podstawnego na odpowiedzi, istnieje duże prawdopodobieństwo udziału zakrętu podstawnego w rejestrowanych odpowiedziach. Wzrost ubytku ślimakowego powoduje ograniczenie udziału zakrętu podstawnego w odpowiedzi i wzrost jej specyficzności częstotliwościowej, co w przypadku odpowiedzi dla tonów o niskich częstotliwościach oznacza wzrost latencji fali V. Ponieważ wzrost częstotliwości bodźca zwiększa specyficzność częstotliwościową odpowiedzi [Hoke 1991] dla bodźców o dużych intensywnościach, dlatego nachylenie wykresów korelacji liniowej dla trzasku jest mniejsze niż dla bodźców o częstotliwościach 1000 i 2000 Hz. Również dlatego wartości poprawek IT5 uwzględniające wielkość jednostronnego ubytku ślimakowego są mniejsze dla trzasku i tonu o częstotliwości 4000 Hz niż dla tonów o częstotliwościach 1000 i 2000 Hz.

W diagramach korelacyjnych przedstawionych na ryc. 4 zwraca uwagę fakt, że u niektórych osób nawet dla dużych ubytków słuchu występowały wartości IT5 takie jak dla mniejszych ubytków słuchu. Oznacza to, że latencja fali V nie zwiększała swojej wartości w znaczący sposób pomimo znacznego ubytku słuchu. Może to być skutek zmiany czasu filtracji ślimakowej spowodowany obecnością ubytku słuchu. Według Don'a [1998] oraz Eggermont'a [1976] wzrost ubytku słuchu powoduje w rejonie ubytku poszerzenie krzywych strojenia oraz pogorszenie właściwości filtra ślimakowego, co skutkuje zmniejszeniem czasu filtracji ślimakowej, a tym samym skróceniem latencji fali V. Dlatego u niektórych osób latencja fali V wzrastała pod wpływem ubytku słuchu w stopniu minimalnym. Z drugiej strony większe ubytki słuchu mogą powodować przesunięcie częstotliwości rezonansowej w rejonie ubytku słuchu w stronę niższych częstotliwości, co prowadzi do zwiększenia czasu transportu ślimakowego i wzrostu latencji fali V. Zatem wartość latencji fali V w ubytkach ślimakowych jest wypadkową tych dwóch czynników. Przy tej samej wartości ubytku słuchu w różnych uszach latencja fali V może ulec większemu lub mniejszemu wydłużeniu, a w niektórych przypadkach może ulec nawet skróceniu, w zależności od wag wymienionych czynników. Dlatego rozrzut wartości IT5 dla większych ubytków słuchu był dość znaczny.

Podsumowując wyniki analizy IT5 w funkcji ubytku słuchu można stwierdzić, że istnieje konieczność stosowania korekcji wartości IT5 dla większych od 50 dB HL.

Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano następujące wnioski:

- wartość różnicy międzysusznej latencji fali V – IT5 zależy od wielkości ubytku słuchu typu ślimakowego, zarówno dla krótkich tonów jak i dla trzasku,
- w grupie jednostronnych ubytków ślimakowych istotny wpływ ubytku słuchu na wartość IT5 występuje dla ubytków większych od 50 dB HL.

## Bibliografia

- Arslan E., Prosser S., Rosignoli M. [1988]. The behaviour of wave V latency in cochlear hearing loss. „Acta Oto-laryngologica” 105, 467-472.
- Bauch C. D., Olsen W. O. [1989]. Wave V interaural latency differences as a function of asymmetry in 2000-4000 Hz hearing sensitivity. „The American Journal of Otology” 10 (5), 389-392.
- Brackmann D. E., Selters W. A. [1979]. Brainstem electric audiometry: acoustic neurinoma detection. „Revue de Laryngologie – Otologie – Rhinologie” (Bordeaux) 100 (1-2), 49-51.
- Don M., Eggermont J. [1978]. Analysis of the click-evoked brainstem potentials in man using high-pass noise masking. „Journal of the Acoustical Society of America” 63, 4, 1084-1092.
- Don M., Ponton C. W., Eggermont J. J., Kwong B. [1998]. The effects of sensory hearing loss on cochlear filter times estimated from auditory brainstem response latencies. „Journal of the Acoustical Society of America” 104, 4, 2280-2289.
- Eggermont J. J. [1979]. Narrow-band AP latencies in normal and recruiting human ears. „Journal of the Acoustical Society of America” 65, 463-470.
- Eggermont J. J. [1976]. Elektrophysiological study of the normal and pathological human cochlea. I. Presynaptic potentials. „Revue de Laryngologie – Otologie – Rhinologie” (Bordeaux) 97, Suppl., 487-495.
- Eggermont J. J., Don M. [1980]. Analysis of the click-evoked brainstem potentials in humans using high-pass noise masking. II. Effects of click intensity. „Journal of the Acoustical Society of America” 68, 1671-1675.
- Fowler C. G. [1992]. Effects of stimulus phase on the normal auditory brainstem response. „Journal of Speech and Hearing Research” 35, 167-174.
- Gorga M. P., Kaminski J. R., Beauchaine K. L., Schulte L. [1992]. Auditory brainstem responses elicited by 1000-Hz tone bursts in patients with sensorineural hearing loss. „Journal of the American Academy of Audiology” 3, 159-165.
- Hall III J. W., Muller H. G. [1997]. Audiologists' Desk Reference: diagnostic audiology principles, procedures and practices. Singular Publishing Group, INC. San Diego. London.
- Hall III J. W. [1992]. Handbook of auditory evoked responses. Ed. Hall III J. W., Needham Heights, Allyn and Bacon.
- Hoke M., Pantev C., Ansa L., Lütkenhöner B., Herrmann E. [1991]. A time saving BERA technique for frequency-specific assessment of the auditory threshold through tone-pulse series stimulation (TOPSTIM) with simultaneous gliding high-pass noise masking (GHINOMA). „Acta Oto-laryngologica” suppl. 482, 45-56.
- Hyde M. L., Blair R. L. [1981]. The auditory brainstem response in neuro-otology: perspectives and problems. „The Journal of Otolaryngology” 10 (2), 117-125.
- Kochanek K. [2000]. Ocena prognozy słyszenia za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w zakresie częstotliwości 500-4000 Hz. Rozprawa habilitacyjna. Wydawnictwa Akademii Medycznej w Warszawie.
- Kochanek K., Skarżyński H., Janczewski G., Grzanka A., Piłka A. [2001]. Specyficzność częstotliwościowa odpowiedzi pnia mózgu wywoływanych krótkim tonem o częstotliwości 500 Hz. II. Ubytki słuchu typu ślimakowego. „Audiofonologia” 20, 125-132.
- 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.
- 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.
- Selters W. A., Brackmann D. E. [1977]. Acoustic tumor detection with brain stem electric response audiometry. „Archives of Otolaryngology” 103 (4), 181-187.
- Telian S. A., Kileny P. R. [1989]. Usefulness of 1000 Hz tone-burst-evoked responses in the diagnosis of acoustic neuroma. „Otolaryngology-Head and Neck Surgery” 101, 466-471.