

LABORATORIUM AUDIOLOGII I AUDIOMETRII

ĆWICZENIE NR 3

AUDIOMETRIA NADPROGOWA

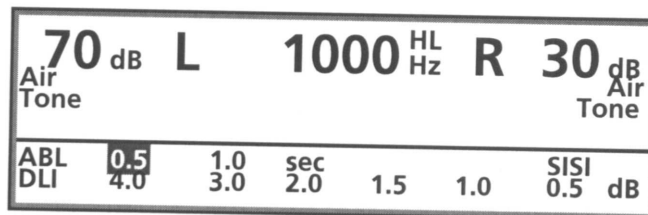
Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z zadaniami audiometrii nadprogowej oraz algorytmami i realizacją podstawowych testów nadprogowych tj. testami DLI, SISI, TDT.

I. Zadania laboratoryjne:

1. Zapoznanie się z obsługą audiometru diagnostycznego typu MA 52 firmy Maico
2. Pomiary progu słyszenia dla przewodnictwa powietrznego dla częstotliwości 1000Hz.
3. Pomiary nadprogowe dla częstotliwości 1000 Hz.

Aby uaktywnić funkcję testów nadprogowych należy przytrzymać naciśnięty przycisk **PULSE** do czasu pojawienia się na wyświetlaczu okienka testów nadprogowych (patrz rys. 1).

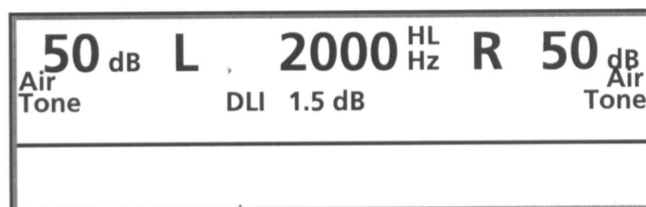


Picture 20 MA 52 display with suprathereshold menu

Rys. 1. Wyświetlacz audiometru typu MA 52 firmy Maico w trybie testów nadprogowych.

3.1. Test DLI

- Za pomocą przycisku **PULSE** wybrać wartość amplitudy modulacji równą 4.0dB
- Przycisnąć przycisk **STIM** (na wyświetlaczu test DLI wraz z wybraną wartością amplitudy modulacji – patrz rys.2).



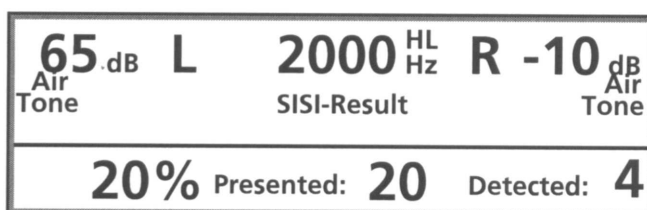
Picture 22 MA 52 display with DLI test

Rys. 2. Wyświetlacz audiometru typu MA 52 firmy Maico w trybie testu DLI.

- Ustawić poziom sygnału pomiarowego w uchu testowanym +40 dBSL
- Podać sygnał pomiarowy przez ok. 2-3s przytrzymując przez ten okres czasu przycisk **STIM**
- Osoba badana ma sygnalizować percepcję wahań poziomu sygnału.
- Po zasygnalizowaniu zmniejszamy amplitudę modulacji naciskając przycisk **PULSE** i ponownie podajemy sygnał pomiarowy.
- Badania kontynuujemy aż do momentu, gdy osoba badana nie zauważa wahań poziomu sygnału.
- Należy zanotować najniższą zauważalną wartość amplitudy modulacji.
- Powyższe pomiary należy powtórzyć dla narastających wartości amplitudy modulacji aż do momentu, gdy osoba badana zaczyna zauważać wahania poziomu sygnału.
- Ponownie należy zanotować najniższą zauważalną wartość amplitudy modulacji
- Wynikiem badania jest średnia arytmetyczna z obydwóch prób.
- Powtórzyć powyższe badania dla poziomu sygnału pomiarowego w uchu testowanym +40 dBSL

3.2. Test SISI

- Ustawić poziom sygnału pomiarowego w uchu testowanym +20 dBSL
- Dokonać wyboru testu SISI z menu testów nadprogowych jak opisano to w punkcie 3.
- Przeprowadzić badania wstępne dla poziomu przyrostu sygnału 5 dB.
- Zadaniem osoby badanej jest sygnalizowanie zauważonych wzrostów poziomu sygnału.
- Jeśli próba przebiega prawidłowo można przejść do właściwych badań przy przyrostach sygnału 1 dB.
- Test zakończy się samoczynnie po podaniu 20 przyrostów poziomu tonu po czym na ekranie zostanie wyświetlony wynik testu (patrz rys. 3).



Picture 26 MA 52 display with SISI result

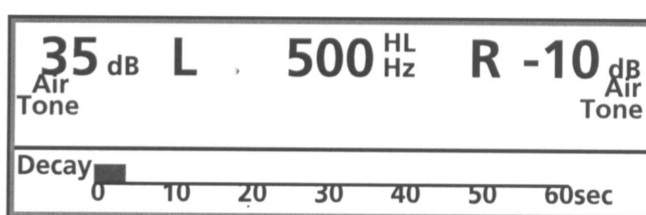


Picture 27 MA 52 display with aborted SISI test

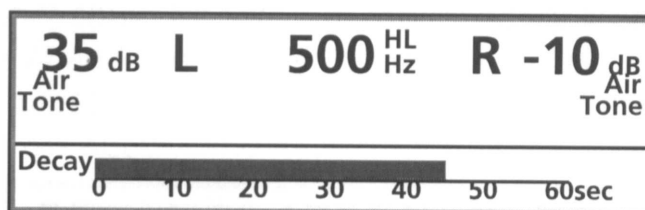
Rys.3. Wyświetlacz audiometru typu MA 52 firmy Maico po zakończeniu testu SISI (rysunek górny) i w przypadku przerwania testu (rysunek dolny).

3.3. Test zanikania tonu progowego TDT

- Ustawić poziom sygnału pomiarowego w uchu testowanym +5 dBSL
- Pouczyć osobę badaną, że ma trzymać przyciśnięty przycisk sygnalizacji odpowiedzi tak długo, jak słyszy ton.
- Uaktywnić funkcję ciągłego podawania tonu przez naciśnięcie przycisku **STIM MODE**.
- Gdy świecą się diody LED sygnalizujące odpowiedź osoby badanej **PAT** nacisnąć przycisk **STIM** ucha nietestowanego.
- Po upływie ok. 2 sekund pojawi się skala stopera w dolnej części wyświetlacza (patrz rys. 4).



Picture 28 MA 52 display with initial tone decay test



Picture 29 MA 52 display with example tone decay test

Rys. 4. Wyświetlacz audiometru typu MA 52 firmy Maico w trybie testu TDT.

- Czas jest odmierzany przez 60s lub do momentu zwolnienia przycisku sygnalizacji odpowiedzi.

Literatura

1. Wykład
2. Instrukcja obsługi audiometru audiometru diagnostycznego typu MA 52 firmy Maico

Dodatek A

Audiometria nadprogowa

Z badań audiometrycznych progowych uzyskujemy między innymi informację o charakterze ubytków słuchu: przewodzeniowym, odbiorczym, czy też mieszanym. Audiometria nadprogowa służy m.in. do ustalenia miejsca uszkodzenia ślimaka.

Ze względu na to, że ubytek słuchu o charakterze przewodnościowym w swym działaniu przypomina tłumik, charakteryzuje się przede wszystkim niewielkim lub brakiem wpływu na słyszenie nadprogowe. Stąd, jeśli dźwięk ma odpowiednio duże natężenie, ucho działa w sposób normalny dla natężeń nadprogowych. Stąd percepcja głośności, możliwość dyskryminacji głośności i zmian wysokości, rozpoznawania mowy przy ubytku przewodnościowym mogą być zachowane, jeśli tylko zwiększymy natężenie sygnału.

Gdy struktura mechanizmu odbiorczego jest w jakiś sposób uszkodzona, wówczas występuje redukcja możliwości przetwarzania energii mechanicznej na energię elektryczną. Skutkuje to licznymi zmianami w przetwarzaniu ślimakowym obejmującymi:

- redukcję czułości ślimakowych komórek słuchowych,
- redukcję selektywności częstotliwościowej w ślimaku,
- redukcję zakresu dynamiki mechanizmu słyszenia.

Dla osób o słuchu normalnym zakres percepcji systemu słuchowego od progu słyszenia do progu bólu jest szeroki, 100 i więcej dB. Ubytek odbiorczy redukuje czułość na dźwięki o małym natężeniu, ale ma mały wpływ na percepcję dźwięków o dużych poziomach.

1. Percepcja głośności

Głośność jest tą cechą wrażenia słuchowego, która pozwala na uszeregowanie dźwięków od cichych do głośnych. S.Stevens sformułował tzw. prawo potęgowe, które wiąże wrażenie z wielkością bodźca. Dla głośności prawo Stevensa można zapisać w postaci:

$$G = k I^{0,3},$$

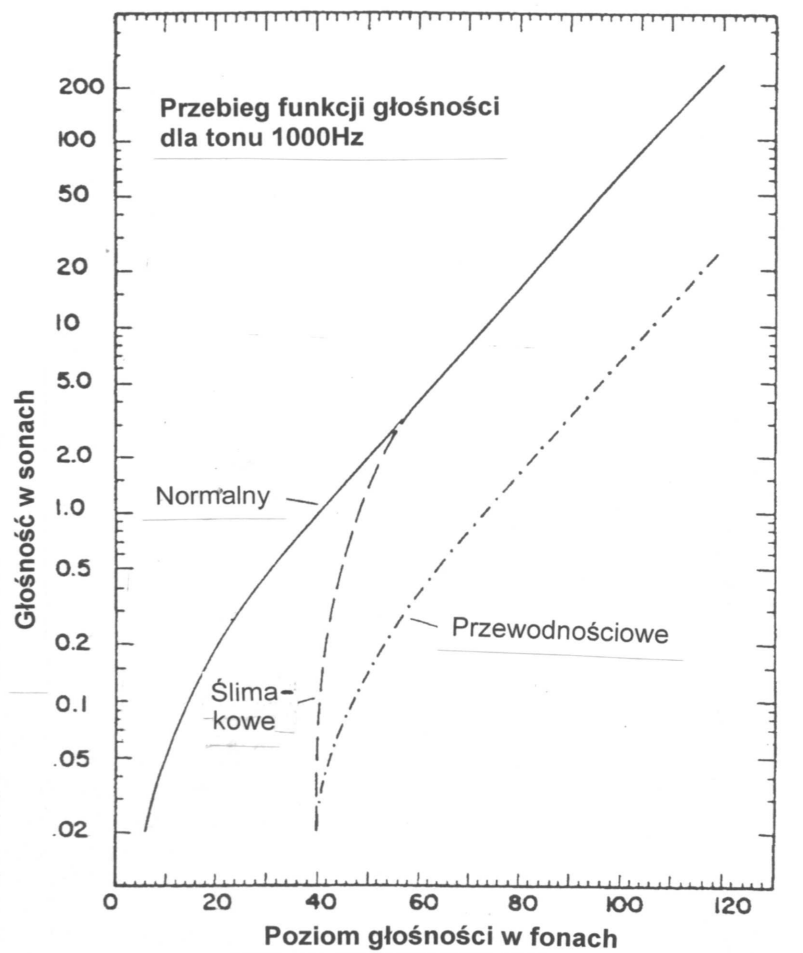
przy czym: G – głośność sygnału, a więc cecha subiektywna wrażenia, I – intensywność bodźca, wielkość fizyczna, k – współczynnik proporcjonalności zależny od jednostek.

Z powyższej zależności wynika, że podwojeniu głośności odpowiada wzrost intensywności bodźca o 10 dB ($10 \lg(I_1/I_2) = 10$ dB; $G_1/G_2 = (I_1/I_2)^{0,3} = 10^{0,3} = 2$). Jednostką głośności jest son, przy czym 1 son odpowiada głośności tonu o częstotliwości 1000 Hz i poziomie ciśnienia akustycznego 40 dB.

Na rys.1 przedstawiono zależność głośności tonu o częstotliwości 1000Hz w funkcji poziomu głośności dla osób o słuchu normalnym, z ubytkami odbiorczymi ślimakowymi i z ubytkami przewodnościowymi.

Jak wynika z przebiegów przedstawionych na rys.1, dla osób z przewodnościowym ubytkiem słuchu, dla poziomów głośności nadprogowych percepcja głośności jest właściwa. Dla osób z ubytkami o charakterze odbiorczym występuje tzw. efekt wyrównywania głośności.

Efekt wyrównywania głośności (z ang. efekt recruitment), przy ubytkach odbiorczych ślimakowych, jest wynikiem nienormalnego wzrostu funkcji głośności. W uchu z tym efektem, wzrost głośności następuje w sposób gwałtowny dla poziomów tuż powyżej progu, ale może narastać normalnie przy wysokich poziomach natężeń. Recruitment, czyli nienormalny przyrost głośności, towarzyszy nerwowo-zmysłowym niedosłuchom i charakteryzuje się zawężeniem dynamiki słuchu wywołanym przez podwyższenie progu słyszenia. Zjawisko to jest spowodowane redukcją elementów zmysłowych w ślimaku, najczęściej komórek słuchowych zewnętrznych. W rezultacie tego zniszczenia małe zmiany poziomów stymulacji powodują duże zmiany w reakcjach ze strony ślimaka.



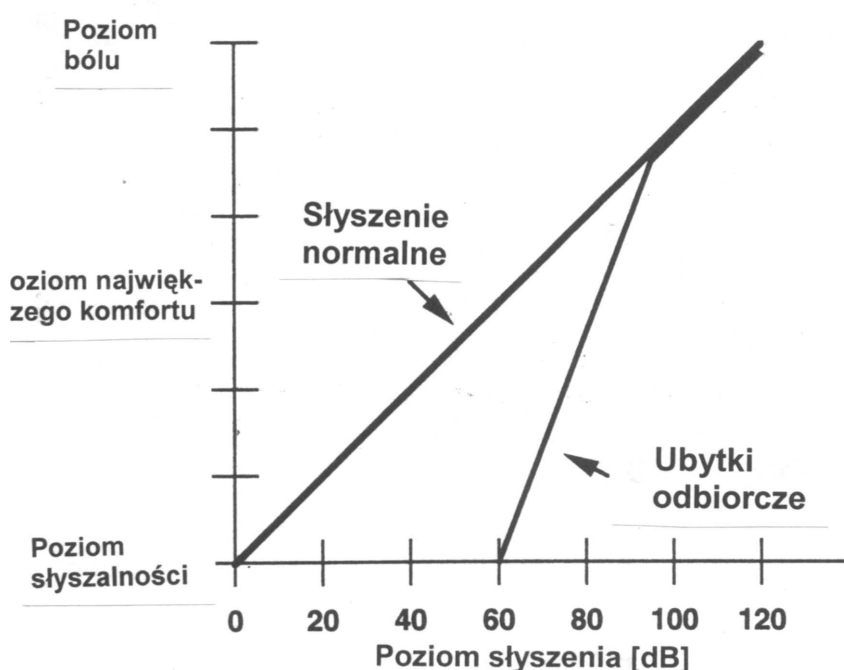
Rys.1. Zależność głośności tonu o częstotliwości 1000 Hz w funkcji poziomu głośności dla osób o słuchu normalnym, z ubytkami odbiorczymi ślimakowymi i z ubytkami przewodnościowymi.

Przy ubytkach odbiorczych umiejscowionych poza ślimakiem, może wystąpić efekt odwrotny (de-recruitment) tzn. nienormalnie wolny przyrost głośności wraz ze wzrostem poziomu sygnału.

Wzmocnienie głośności dla osób z ubytkami odbiorczymi ślimakowymi w zakresie od progu słyszalności, poprzez próg komfortu do progu bólu jest zilustrowane na rys.2.

Porównując krzywe obrazujące percepcję głośności, przedstawione na tym rysunku, widać, że dla ucha ze wzmocnieniem głośności przebieg tej krzywej jest znacząco różny od krzywej dla ucha normalnego.

Efekt ten uniemożliwia stosowanie wzmocnienia liniowego w aparatach słuchowych. Rozpatrując opisywany efekt jako utratę czułości słuchu na ciche dźwięki, konieczne jest odpowiednie wzmocnienie tych sygnałów. Natomiast, gdy sygnały wejściowe mają duży poziom, wartość wzmocnienia sygnałów powinna być dużo mniejsza lub równa jeden. Dodatkowo dochodzi tu zależność wzmocnienia od częstotliwości, gdyż efekt wzmocnienia głośności dotyczy zwykle zakresu wysokich częstotliwości.



Rys.2. Krzywe obrazujące percepcję głośności dla osób z ubytkami odbiorczymi ślimakowymi i dla osób otologicznie normalnych.

Percepcję głośności można testować w ramach badań audiometrycznych korzystając z testu Fowlera (1936r.) lub testu SISI (opracowanego przez Jergera i innych w latach 1952 –53).

2. Test Fowlera

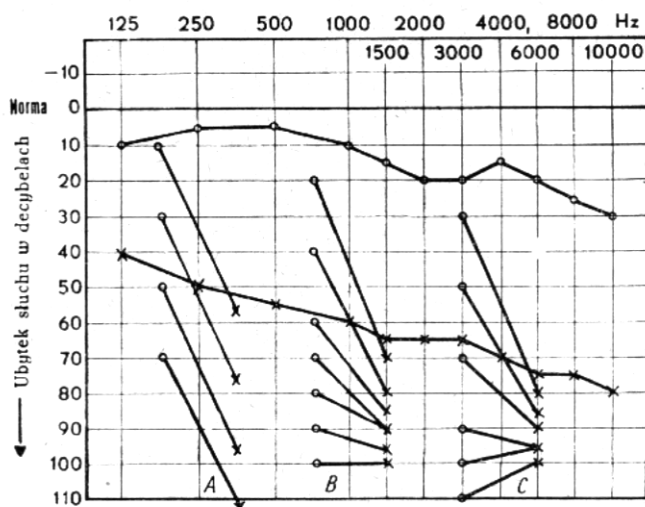
Test Fowlera, czyli naprzemiennie dwuuszne wyrównywanie głośności (test ABLB – Alternate Binaural Loudness Balance), może być wykonywany dla osób z jednostronnym ubytkiem słuchu (przyjmuje się, że różnica progów słyszenia między jednym, a drugim uchem dla tonów w zakresie średnich częstotliwości powinna być nie mniejsza niż 20÷25 dB i nie większa niż 50÷60dB). Podczas tego testu ten sam ton jest podawany naprzemiennie na jedno i drugie ucho. Poziom ciśnienia

akustycznego tonu w uchu o mniejszym ubytku słuchu ustala się na poziomie przewyższającym próg słyszenia o 10÷20dB (wartość przewyższenia progu wyraża się czasami w dB SL, skrót od Sensation Level; stąd w tym przypadku poziom ciśnienia akustycznego tonu powinien wynosić 10÷20 dB SL). Zadaniem osoby badanej jest zrównanie głośności w obydwu uszach, przez regulację poziomu tonu w uchu z większym ubytkiem. Następnie zwiększa się poziom sygnału podawanego na ucho zdrowsze o 10 lub 20 dB i ponownie dokonuje się zrównania głośności.

Gdy dla wyrównania głośności w obu uszach jest wymagany ten sam przyrost poziomu ciśnienia akustycznego o jaki zwiększyliśmy poziom sygnału w uchu z ubytkiem, efekt wyrównywania głośności nie występuje. Ubytki słyszenia w tym przypadku mają charakter przewodnościowy, a nie odbiorczy. Przy ubytkach odbiorczych umiejscowionych w ślimaku, dla umiarkowanych poziomów bodźca, występuje nadmierny przyrost głośności w stosunku do przyrostu poziomu sygnału. Jednakowa percepcja głośności przy ubytkach odbiorczych umiejscowionych w ślimaku występuje dopiero przy tych samych, dużych poziomach tonu. Przy ubytkach odbiorczych pozaślimakowych sytuacja jest odwrotna, tzn. przyrost głośności następuje znacznie wolniej niż w uchu bez ubytków.

Zalecane częstotliwości testowe są z zakresu 500÷4000 Hz.

Istnieją dwa sposoby prezentacji graficznej wyników testu Fowlera (rys.3 i 4). Sposób przedstawiony na rys. 3 dotyczy nanoszenia wyników na audiogramie. W okolicy częstotliwości testu po lewej stronie nanosi się punkt odpowiadający poziomowi sygnału w uchu lepszym, a po prawej poziom sygnału w uchu z ubytkiem, poziomy odpowiadające zrównaniu głośności.



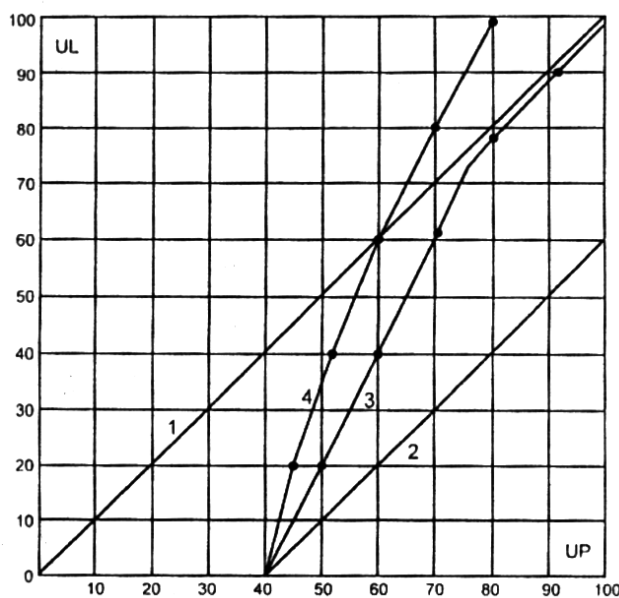
Rys. 3. Oznaczanie wyników próby Fowlera na audiogramie:

- A – brak wyrównania głośności,
- B – wyrównanie głośności,
- C – nadmierne wyrównanie głośności.

Następnie punkty te łączy się linią prostą. W wyniku sekwencji pomiarów powstaje zbiór prostych. W przypadku braku wyrównywania głośności proste te są równoległe względem siebie (A). Natomiast, gdy występuje efekt wyrównywania głośności proste te stają się zbieżne od strony ucha, w którym ten efekt występuje (B). Przy dużych poziomach sygnału stają się liniami poziomymi, co nie występuje przy nadmiernym wyrównywaniu głośności (C).

Sposób przedstawiony na rys. 4 polega na przyjęciu osi układu współrzędnych jako osi poziomów w jednym i drugim uchu. Wykreślając wyniki testu Fowlera

zaczyna się od naniesienia progu słyszenia w uchu chorym na odpowiedniej osi (oś x), a następnie punktów odpowiadających równym głośnościom. Przekątna układu współrzędnych oznacza prawidłowy wzrost głośności dla uszu bez ubytków. Jeśli nie występuje efekt wyrównywania głośności, prosta łącząca poszczególne punkty jest równoległa do przekątnej, ale przesunięta o odległość wynikającą z różnicy progów słyszenia. Gdy efekt wyrównywania występuje, wykres zbliża się do przekątnej, nakłada się na przekątną lub krzyżuje z nią (przy nadmiernym wyrównywaniu głośności).



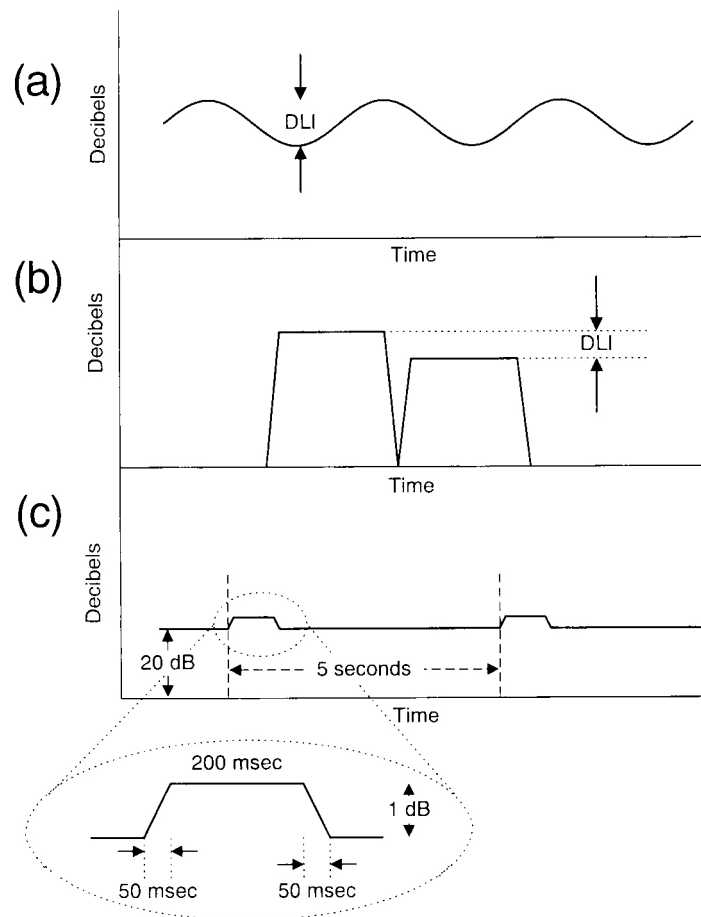
Rys. 4. Nanoszenie wyników próby ABLB (próby Fowlera) w układzie współrzędnych kartezjańskich: 1 – dla uszu bez ubytków; 2 – przy asymetrii słyszenia bez wyrównania głośności; 3 – dla wyrównania głośności; 4 – dla silnego wyrównania głośności.

Testy progowego różnicowania natężenia

Najmniejsza różnica natężeń, która może być percypowana nazywana jest progiem różnicowania natężenia (Difference Limen for Intensity – DLI). Opracowano szereg testów DLI, przy czym testy te dotyczą jednego ucha, a więc mogą być stosowane zarówno przy dwustronnych jak i jednostronnych ubytkach słuchu.

W tradycyjnych testach progowego różnicowania natężeń (patrz rys.5), próg rozróżniania zmiany natężenia (DLI) jest określany przez wyznaczenie najmniejszej percypowanej różnicy między:

- 1) maksimami i minimami amplitudy tonu modulowanego (AM);
- 2) poziomami dwóch tonów prezentowanych jeden po drugim;
- 3) w teście czułości na krótkie przyrosty natężenia (SISI) pacjent ma wykryć wzrosty 1 decybelowe sygnału ciągłego.:



Rys.5. W tradycyjnych testach progowego różnicowania natężeń, próg rozróżniania zmiany natężenia (DLI) jest określany przez wyznaczenie najmniejszej percypowanej różnicy między: a) maksimami i minimami amplitudy tonu modulowanego (AM); b) poziomami dwóch tonów prezentowanych jeden po drugim; c) w teście czułości na krótkie przyrosty natężenia (SISI) pacjent ma wykryć wzrosty 1 decybelowe sygnału ciągłego.

3. Próba Lüschera-Zwiśłockiego

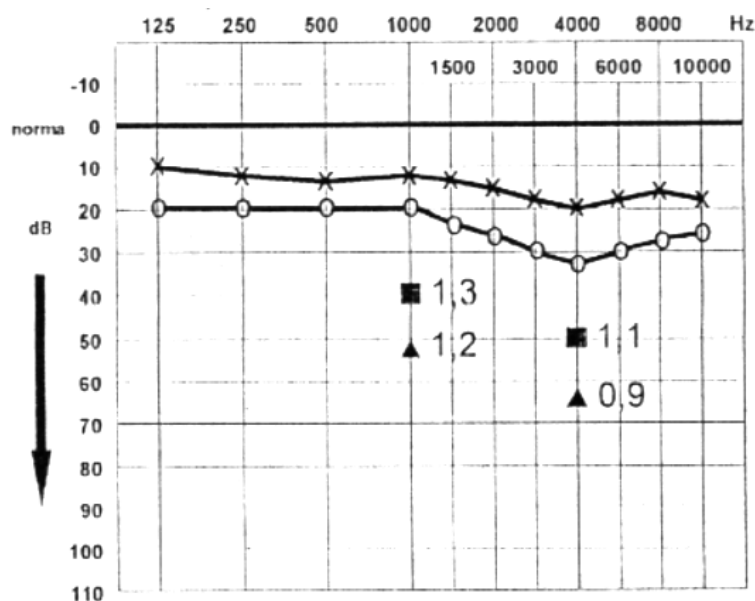
Próba ta została opracowana przez szwajcarskiego otologa (Lüschera) i inżyniera-akustyka pochodzenia polskiego (Zwiśłockiego). Jest to kolejna metoda oparta bezpośrednio na zdolności różnicowania głośności (DLI – Difference Limen Intensity) i pozwala ocenić stopień wydolności narządu Cortiego. Do wykonania tego testu potrzebny jest audiometr, który umożliwi modulowanie tonu badanego z częstotliwością 1 – 8 Hz i regulacją głębokości modulacji od 0,2 do 5 dB.

Badanie rozpoczyna się od ustalenia progu słyszenia dla częstotliwości badanej (w paśmie 500 – 8000 Hz) i wybrania częstotliwości modulacji, a więc częstotliwości określającej szybkość zmian (przeważnie z zakresu 2 – 4 Hz → najbardziej przyjemne w odbiorze). Następnie ustawia się w audiometrze sygnał o poziomie 40dB SL i włączany jest układ modulujący. Przeprowadzanie testu rozpoczyna się od dużej amplitudy modulacji np. 4 dB, aby osoba badana mogła zorientować się na czym polegają wahania głośności. Jeśli pacjent zrozumie charakter badania, to przystępuje się do stopniowego zmniejszania amplitudy modulacji, do momentu gdy osoba badana zaczyna słyszeć jednostajny ton, co sygnalizuje np. zapalając lampkę.

Na podstawie tego określa się najmniejszą amplitudę, przy której jeszcze była słyszana modulacja. Dalej badanie przeprowadza się w odwrotnej kolejności, czyli zaczyna się od tonu ciągłego, a następnie stopniowo zwiększa się modulację. Wynik badania zostaje odnotowany, gdy osoba badana zaczyna słyszeć pojawiające się modulacje. Kończącym wynikiem jest średnia arytmetyczna obu prób.

Wszystkie wyniki zaznacza się na audiogramie w punkcie odpowiadającym częstotliwości i natężeniu badanego tonu (rys. 6), wykreślając w tym miejscu symbol trójkąta (ucho prawe) lub kwadratu (ucho lewe) z podaniem wartości modulacji.

Wyniki te można przedstawić w oddzielnej tabeli, podając częstotliwość tonu pomiarowego oraz wartość modulacji w dB (przykład – tabela 1) z podaniem wartości natężenia w dB SL, przy którym próba została wykonana.



Rys. 6. Oznaczenie wyników badań różnicowania głośności metodą Lüschera-Zwistöckiego na audiogramie.

Tabela 1. Objaw wyrównania głośności badany metodą Lüschera-Zwistöckiego (przykładowe wyniki).

Częstotliwość tonu pomiarowego [kHz]	1	4		1	4
Głębokość modulacji [dB]	1,2	0,9		1,3	1,1

Próg różnicowania natężeń można notować w dB głębokości modulacji, bądź w procentach w stosunku do natężenia tonu badanego. Stosuje się następujące przeliczenia:

50% - 6,21 dB

20% - 1,94 dB

10% - 0,92 dB

6% - 0,54 dB

2% - 0,18 dB

Dla średniego zakresu tonów przy natężeniu 40 dB SL, poprawne wartości progu różnicowania natężeń wynoszą 0,8 – 1,2 dB lub 8 – 12%. Normy te ulegają jednak bardzo znacznym wahaniom, ponieważ próg różnicowania zależy nie tylko od natężenia dźwięku. Dla średnich częstotliwości i średnich natężeń, wartość poniżej 0,8 dB należy uważać za patologiczną, która mówi o uszkodzeniu narządu Cortiego, a w przypadku wartości powyżej 1,5 dB (obniżenie zdolności różnicowania głośności) może świadczyć o uszkodzeniu pozaślimakowym.

Test Lüschera-Zwisłockiego może być wykonywany przy głuchocie obuusznej, natomiast nie można go stosować (podobnie jak w przypadku testu ABLB), gdy ubytek słuchu jest bardzo duży, ponieważ nie możliwe jest uzyskanie natężeń, które by przewyższały o 40 dB próg słyszalności. Test ten jest dość nużący i nie daje się przeprowadzić u osób ciężko chorych, ale mimo to jest najczęściej stosowany z zakresu badań nadprogowych.

4. Test SISI

Test SISI (Short Increment Sensitivity Index – wskaźnik wrażliwości na krótkie przyrosty poziomu natężenia) jest jedną z prób określenia progu różnicowego percepcji głośności. Jest to test wprowadzony przez Jergera, Shedda i Henforda w 1959r., będący modyfikacją próby różnicowania poziomów natężeń Luschera-Zwisłockiego. W czasie tego testu podawany jest do badanego ucha ton o czasie trwania 5 s, przy czym na początku tego sygnału następuje wzrost jego poziomu o 1 dB przez 0,2 s. Poziom sygnału testowego powinien wynosić 20 dB powyżej progu słyszenia danego ucha (20dB SL). Test obejmuje 20 przyrostów poziomu, stąd łączny czas trwania badania wynosi ok. 2 min dla jednej częstotliwości. Zliczane są odpowiedzi osoby badanej dotyczące spostrzeżonych zmian głośności i przeliczane na procentową wartość zauważonych zmian. Pacjent z ubytkiem ślimakowym odbiorczym jest w stanie zauważyć te zmiany głośności, podczas, gdy dla osób z ubytkiem odbiorczym pozaślimakowym będą one niezauważalne.

Fundamentalną zasadą testu SISI jest to, że zauważalność impulsów jest duża przy ubytkach ślimakowych. Odwrotnie, niski wynik uzyskujemy dla ubytków pozaślimakowych, zaburzeń przewodnościowych lub normalnego słyszenia. W przypadku odbiorczych ubytków słuchu test jest wykorzystywany do odróżnienia ubytków ślimakowych od pozaślimakowych. Wyniki $\geq 70\%$ są zwykle uważane za „dodatnie” lub wysokie i sugerują zaburzenia ślimakowe. Wyniki $\leq 30\%$ są „ujemne” lub niskie sugerując zaburzenia pozaślimakowe w przypadku odbiorczych ubytków słuchu. Wyniki między tymi wartościami są uważane za niepewne.

SISI dla wysokich poziomów (75 do 90 dB HL) ma na celu zwiększenie czułości testu. Prowadząc badania dla wysokich poziomów, wysoki wynik SISI otrzymujemy dla osób o słuchu normalnym i z zaburzeniami ślimakowymi, natomiast niski wynik dla zaburzeń pozaślimakowych. Odsetek prawidłowej diagnozy zaburzeń ślimakowych to ok. 90 %, ale tylko 69 % dla pozaślimakowych. Nie jest to istotna poprawa w stosunku do standardowej wersji testu (20 dB SL).

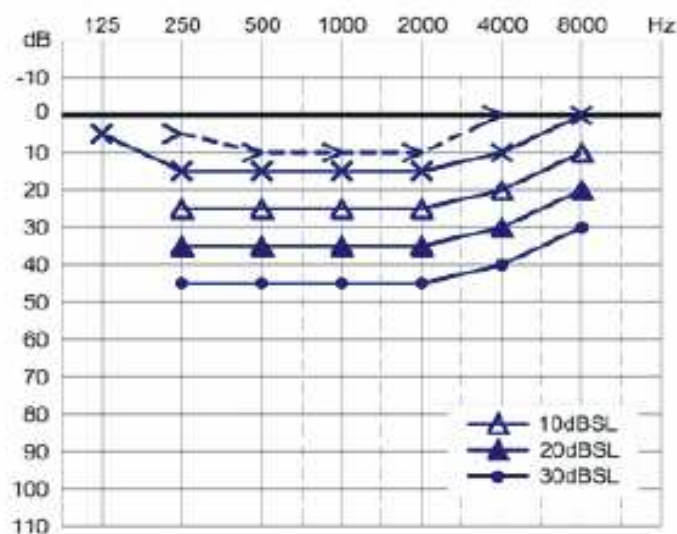
Częstotliwość tonu testowego powinna być z zakresu 1÷4 kHz, najczęściej wynosi ona 1 kHz. Powinna być ona powiązana z maksymalnym ubytkiem badanego ucha dla przewodnictwa kostnego.

Poprawne przeprowadzenie tego testu wymaga zaznajomienia pacjenta z procedurą testu. Najczęściej odbywa się to przez realizację pomiarów wstępnych z przyrostami bodźca 5 dB; 3 dB i 2 dB.

5. Próba Langenbecka

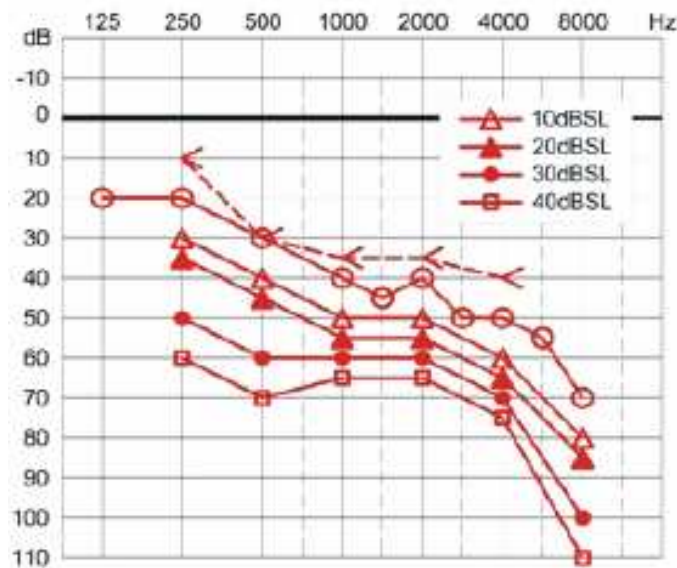
Próba ta dotyczy badań nadprogowych spostrzegania sygnału na tle szumu. Podczas próby Langenbecka stosuje się maskowanie jednoczesne tzn. oba sygnały, maskowany i maskujący są podawane w tym samym czasie do tego samego ucha. Sygnałem maskowanym jest ton z audiometrycznego zakresu częstotliwości, sygnałem maskującym szum biały lub wąskopasmowy (tercjowy). Przystępując do badań określa się najpierw krzywą progową słyszenia dla tonu, a następnie dla szumu. Badanie polega na zdjęciu krzywych spostrzegania tonu w obecności szumu, przy czym poziom szumu jest zwiększany w kolejnych krokach o 10 dB. Jak widać w próbie tej niezbędny jest audiometr umożliwiający jednoczesne podanie do badanego ucha sygnału tonalnego i szumowego.

W przypadku osób o słuchu normalnym lub z ubytkami o charakterze przewodzeniowym, krzywe progowe powinny przebiegać równoległe z odstępem 10 dB, a więc tyle, ile wynosiły przyrosty poziomu szumu (patrz rys.7).

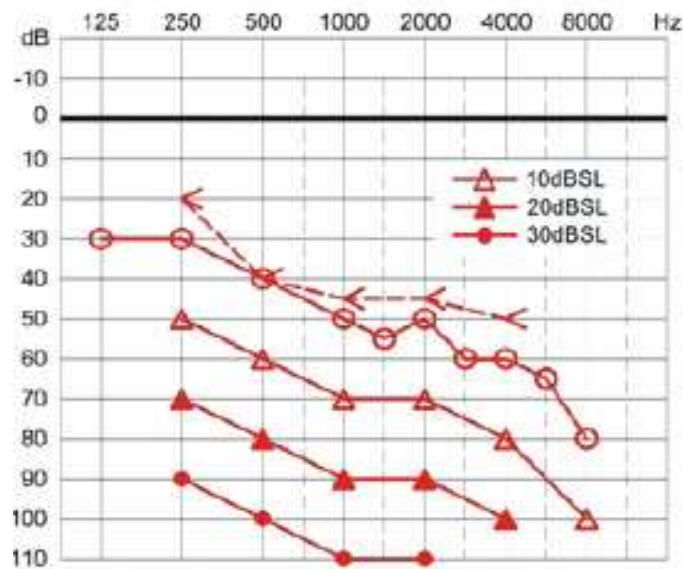


Rys.7. Wyniki próby Langenbecka dla osób o słuchu normalnym lub z ubytkami przewodzeniowymi.

Dla niedosłuchu ślimakowego odległości między krzywymi audiometrycznymi są mniejsze od 10 dB (patrz rys. 8), natomiast przy uszkodzeniach pozaślimakowych odległości te będą większe niż 10 dB (patrz rys. 9).



Rys.8. Wyniki próby Langenbecka dla osób z ubytkami odbiorczymi ślimakowymi.



Rys.9. Wyniki próby Langenbecka dla osób z ubytkami odbiorczymi pozaślimakowymi.

Próba Langenbecka jest więc dobrym narzędziem do rozpoznania typu ubytku słuchu i rozróżnienia ubytków odbiorczych ślimakowych od poza ślimakowych.

6. Próba zanikania tonu

Do badań nadprogowych związanych ze zjawiskiem adaptacji zalicza się próbę zanikania tonu TDT (Tone Decay Test, próba Carhart'a, 1957r.). Słuch, podobnie jak i inne receptory podlega zjawisku adaptacji, które polega na zmniejszaniu się w czasie wielkości potencjału generującego. Przedłużające się oddziaływanie bodźca w czasie powoduje adaptację receptora, przez co jest on

coraz słabiej przez receptor odczuwany. Zjawisko adaptacji występuje już przy poziomach sygnału bliskich progowi słyszenia.

Badanie polega na podaniu sygnału o ustalonej częstotliwości o poziomie sygnału 5 dB SL (wcześniej trzeba określić próg słyszenia osoby badanej). Mierzony jest w sposób automatyczny czas od momentu zasygnalizowania przez osobę badaną słyszenia tego tonu do momentu, gdy ton przestanie być słyszalny (zwolnienie przycisku sygnalizacji odpowiedzi). Jeśli uzyskany w tej próbie czas jest dłuższy niż 60 s, to kończymy próbę. Jeśli jest krótszy, to podwyższamy poziom tonu o 5 dB, kasujemy zegar i ponawiamy próbę. Próbę tę kontynuujemy tak długo, aż osoba badana będzie słyszała podawany ton przez czas co najmniej 60 s. Badanie to wykonuje się dla 3-4 częstotliwości.

Jeśli ton nie zanika w ciągu 60 s przy poziomach 0 – 5 dB SL, to mówimy o słuchu prawidłowym. Jeśli dla uzyskania czasu zaniku 60 s konieczne są poziomy 10 – 25 dB SL świadczy to o patologii obejmującej organ Cortiego, natomiast wartości 30 dB SL i więcej dotyczą uszkodzeń pozaślimakowych.

Pewna modyfikacja tego testu została wprowadzona w 1975r. jako Suprathreshold Adaptation Test (STAT). W metodzie tej podaje się osobie badanej ton 500 Hz o poziomie 110 dB SPL tak długo, aż przestanie słyszeć ton lub upłynie czas 60 s. Ucho nie objęte testem jest maskowane szumem białym o poziomie 90 dB SPL. Wynik testu przyjmuje się za pozytywny, gdy czas słyszenia wynosi pełne 60 s. Test można powtórzyć dla częstotliwości 1000 Hz i 2000 Hz.

Próba zanikania tonu jest łatwa do wykonania i może być wykonana praktycznie na każdym audiometrze i przy różnej wielkości ubytku słuchu.

7. Próba Stenger'a

Próba Stenger'a jest wykonywana jako test na symulację w przypadkach, gdy pacjent twierdzi, że ma ubytek słuchu lub nie słyszy na jedno ucho. Próba ta bazuje na fakcie, że podając jednocześnie dwa tony o tej samej częstotliwości jeden na jedno, a drugi na drugie ucho, odbierany będzie tylko ton głośniejszy. Pacjent symulujący ubytek słuchu nie będzie w stanie usłyszeć cichego tonu (w uchu o lepszym słuchu), ale również nie przyzna się, że słyszy ton głośny (w uchu gorszym). Najprostsza procedura polega na podaniu tonu o określonej częstotliwości i poziomie 10 dB SL na ucho lepsze. Jednocześnie należy podać sygnał o poziomie - 10 dB SL na ucho gorsze, czyli to, co do którego istnieje podejrzenie ubytku słuchu. Jeśli ubytek słuchu w uchu gorszym jest prawdziwy, to pacjent nie będzie świadom wystąpienia bodźca w tym uchu i stwierdzi odebranie tonu tylko w uchu lepszym. Jeśli pacjent wcale nie da odpowiedzi na podanie tonów, to prawdopodobne jest, że przyjmowany próg słyszenia w uchu gorszym jest nieprawdziwy i mamy do czynienia z symulowaniem ubytku słuchu (pozytywny wynik próby Stengera).

8. Test Lombarda

Polega na fakcie, że wzrasta natężenie głosu w sytuacji, gdy do uszu jest podawany szum maskujący. W teście tym każe się osobie badanej czytać tekst, przy czym monitoruje się poziom głosu. Następnie na ucho, co do którego podejrzewamy symulowanie ubytków słuchu, podaje się szum maskujący i zwiększa jego poziom. Wraz ze wzrostem poziomu szumu osoba symulująca będzie czytała coraz głośniejsze. Osoba z rzeczywistym ubytkiem słuchu nie zwiększy natężenia swego głosu aż do momentu, gdy poziom sygnału szumu przekroczy o 15-20 dB próg słyszenia.

9. Celowość testów nadprogowych

Audiometryczne badania nadprogowe dostarczają istotnej informacji o patologiach w części odbiorczej drogi słuchowej. Informacje te mają duże znaczenie dla protetyka słuchu, gdyż pozwalają w sposób właściwy wybrać aparat słuchowy dla danego pacjenta i dokonać jego odpowiednich nastaw. Realizacja tych badań nie wymaga dodatkowego sprzętu, gdyż większość opisanych prób to procedury badawcze, w które wyposażony jest każdy audiometr.