

WYBRANE METODY BADANIA SŁUCHU

Prof. dr hab. inż. Bożena Kostek

DIAGNOSTYKA I PROTETYKA SŁUCHU I WZROKU

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU

- Metody subiektywne
 - Progowa audiometria tonalna:
 - wyznaczanie przewodnictwa powietrznego,
 - wyznaczanie przewodnictwa kostnego.
 - Audiometria nadprogowa
 - Audiometria słowna
 - Audiometria behawioralna
- Metody obiektywne

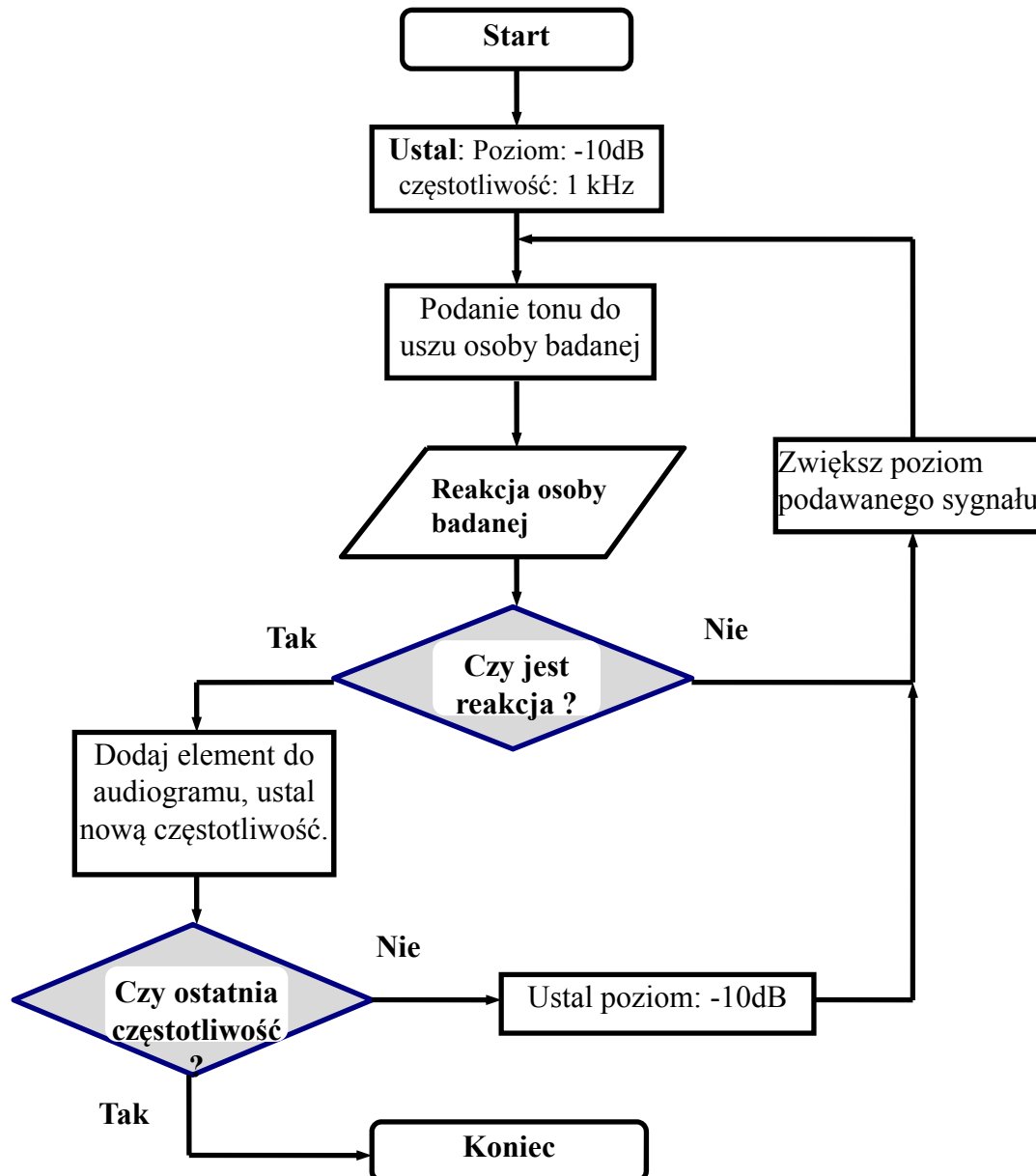
PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE

- Audiometria tonalna:
 - audiometria progowa polegająca na określaniu progu słyszenia, czyli najmniejszego natężenia sygnału, przy którym podawany ton jest słyszalny
- Audiometria nadprogowa ma za zadanie wykrycie ewentualnych zaburzeń w obrębie pola słuchowego, czyli obszarze zawartym pomiędzy progiem słyszenia a progiem bólu. Przykładowe pomiary:
 - badanie słyszenia w szumie – próba Langenbecka,
 - test SISI,
 - jedno i dwuuszna próba wyrównywania głośności
 - próby Fowlera,

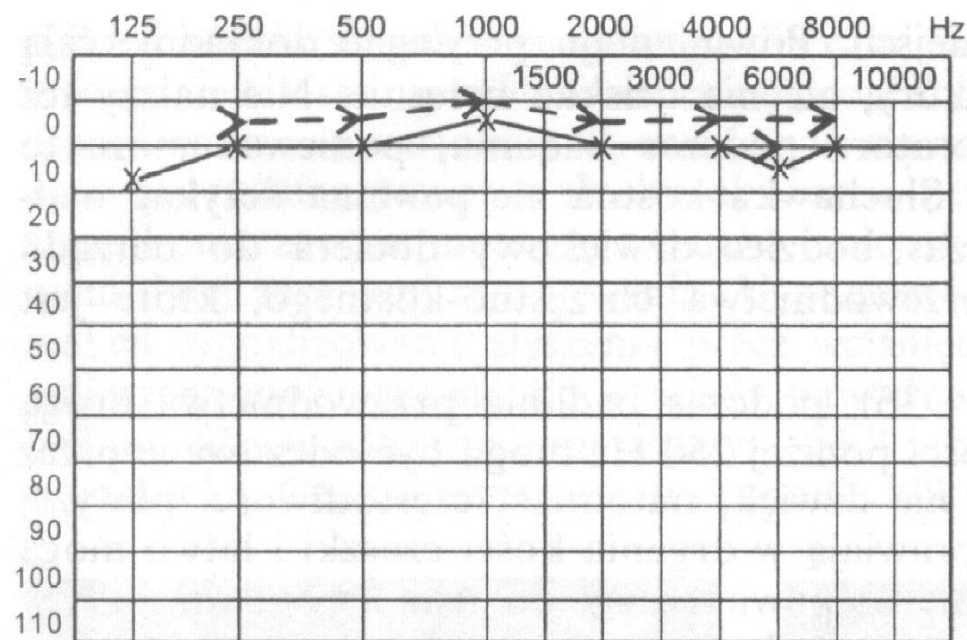
PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE

- Audiometria Bekesy'ego - pozwala określić krzywą progową w sposób automatyczny
- Badania akumetryczne, inaczej próby akumetryczne, określają stan narządu słuchu i eliminują możliwość ewentualnych symulacji.

Algorytm testu progowego sygnałem o poziomie narastającym

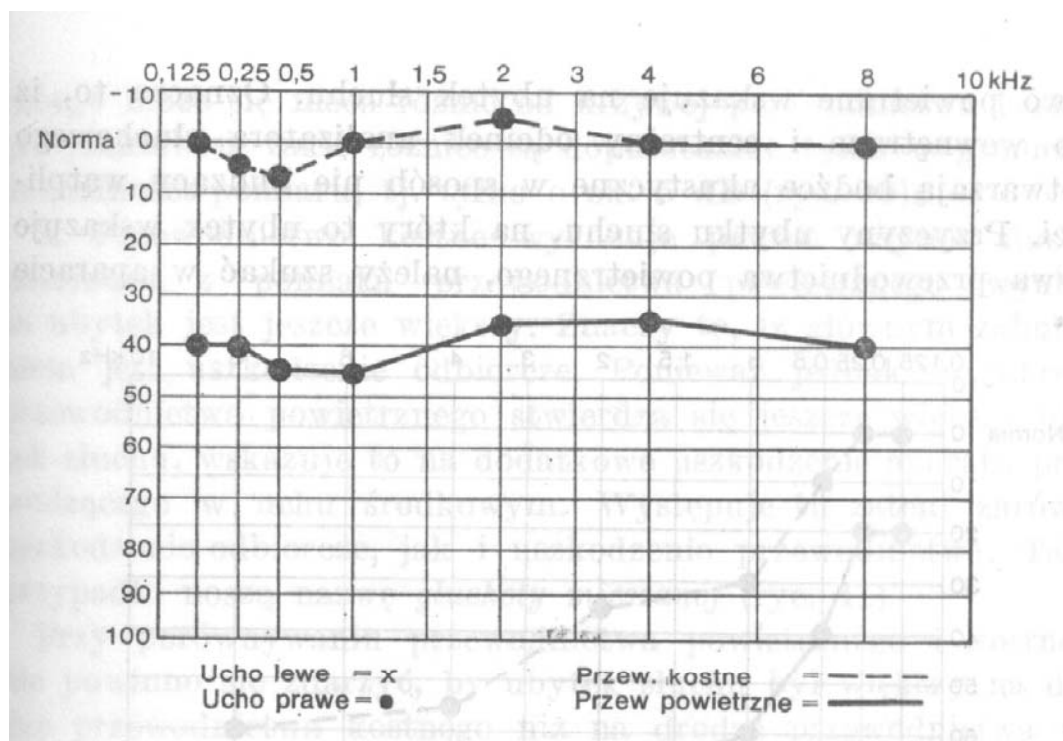


PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE



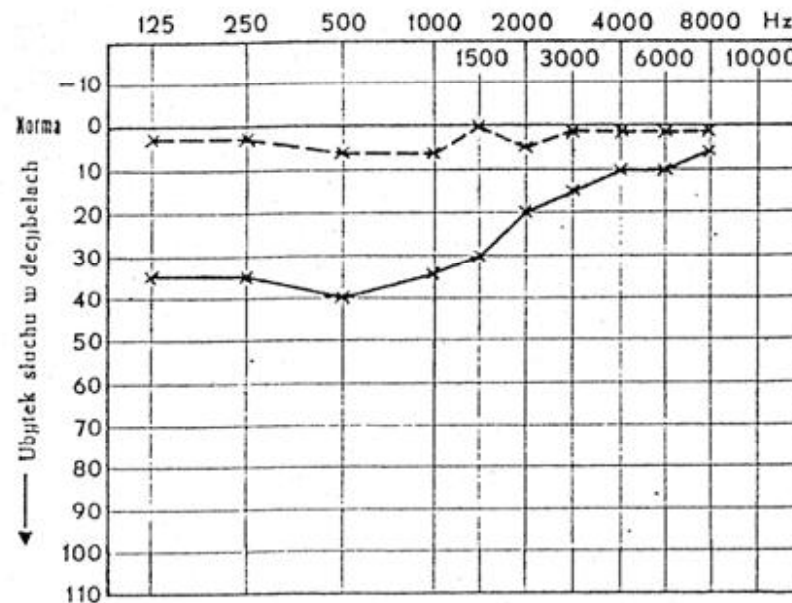
- Audiogram prawidłowy

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE



- Przebieg krzywej progu słyszalności dla głuchoty przewodzeniowej

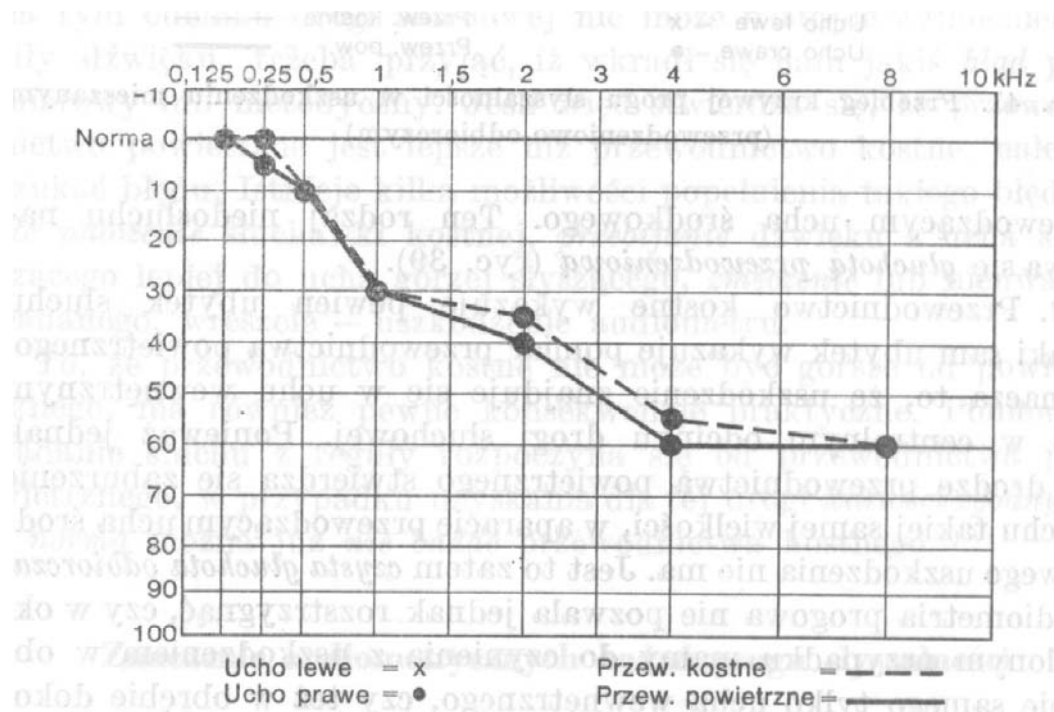
PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE



Rys.6 Wczesna głuchota przewodzeniowa: ———— przewodnictwo powietrzne;
----- przewodnictwo kostne.

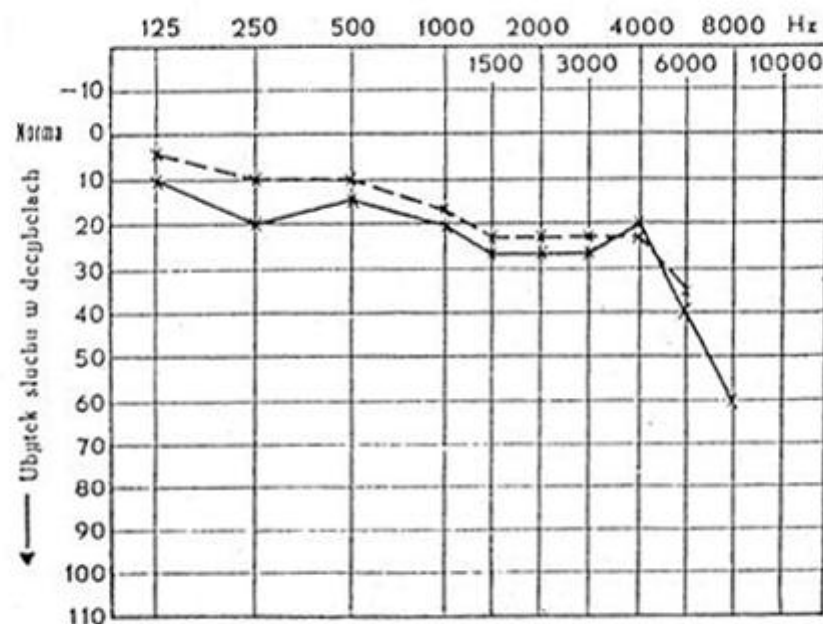
- Przebieg krzywej progu słyszalności dla głuchoty przewodzeniowej

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE



- Przebieg krzywej progu słyszalności dla głuchoty odbiorczej

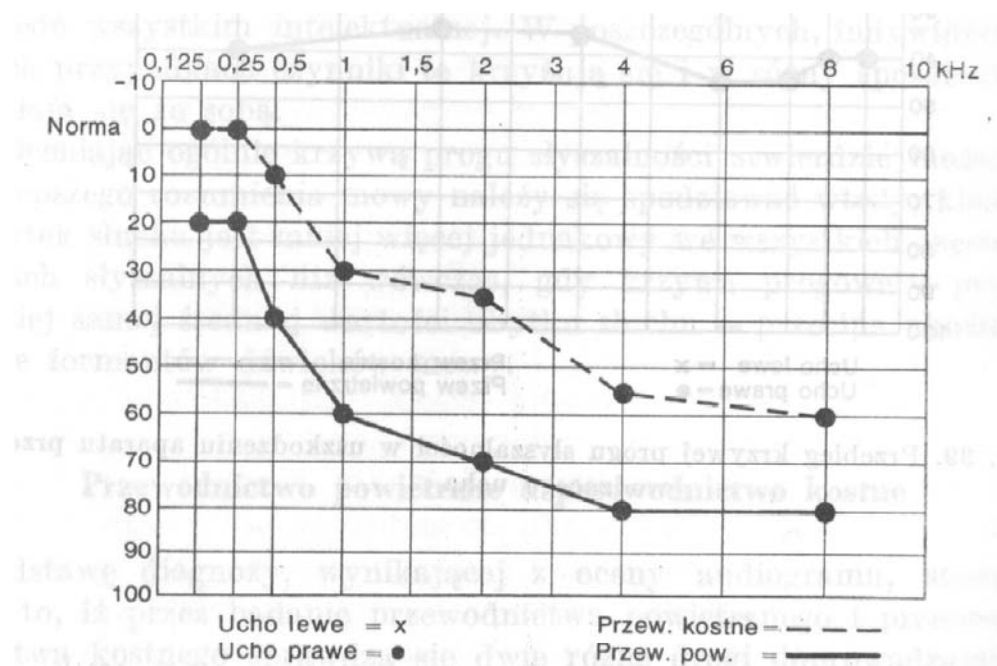
PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE



Rys.5 Wczesna głuchota odbiorcza: ————— przewodnictwo powietrzne;
----- przewodnictwo kostne.

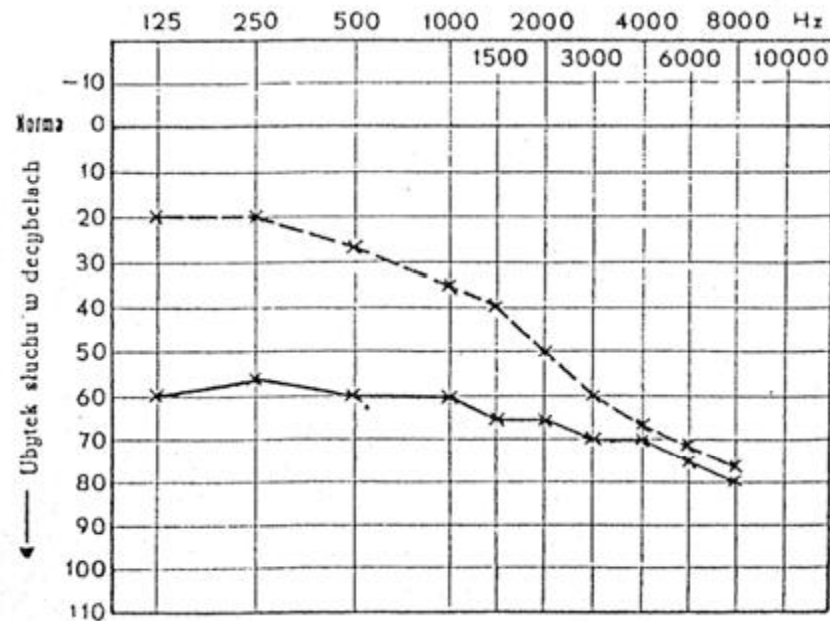
- Przebieg krzywej progu słyszalności dla głuchoty odbiorczej

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE



- Przebieg krzywej progu słyszalności dla głuchoty mieszanej

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE



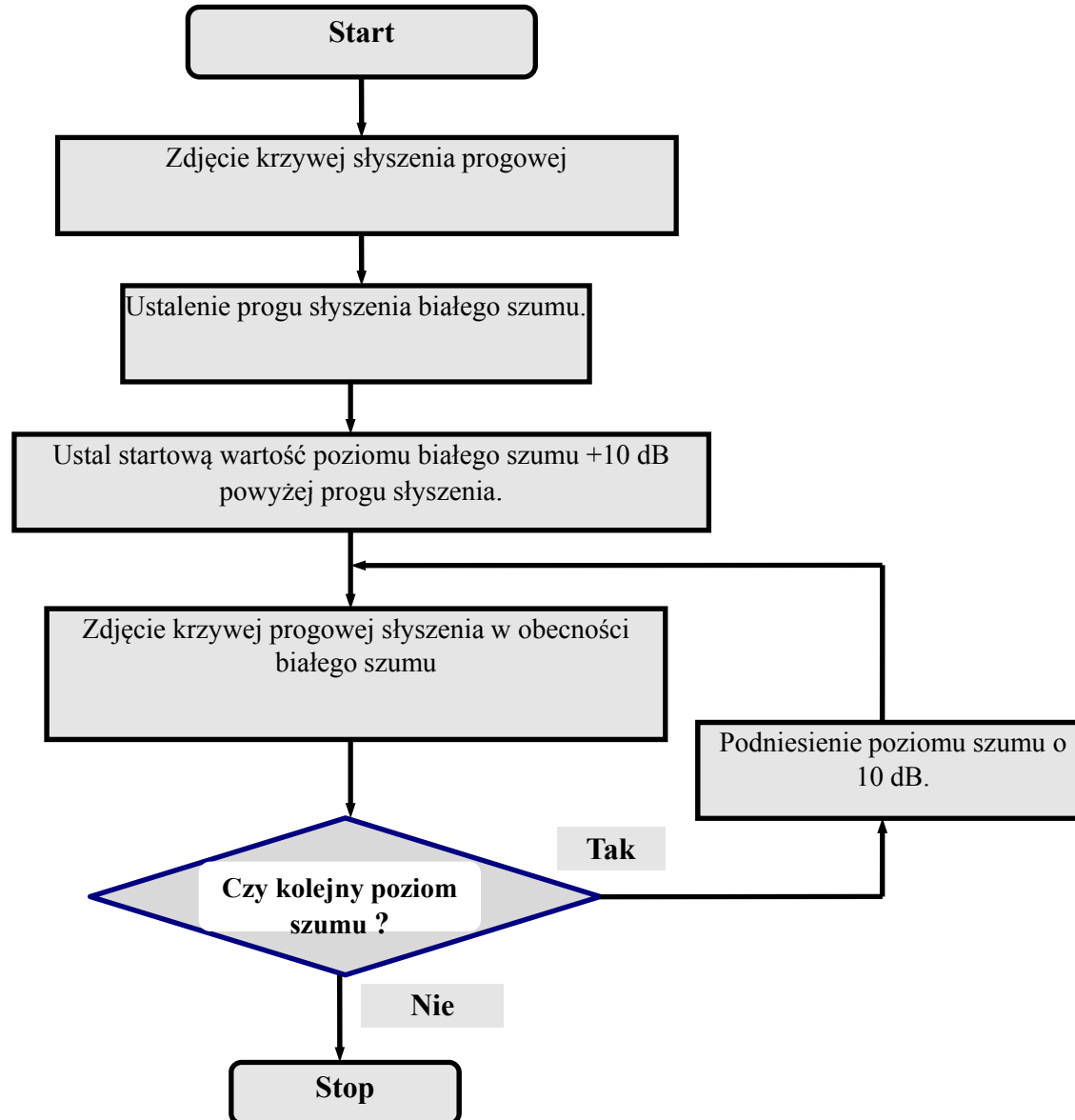
Rys.7 Głuchota mieszana: ————— przewodnictwo powietrzne;
----- przewodnictwo kostne.

- Przebieg krzywej progu słyszalności dla głuchoty mieszanej
- Odległość pomiędzy krzywą tonalną i kostną nazywana jest rezerwą ślimakową

Relacja pomiędzy typem ubytku słuchu a percepcją dźwięku

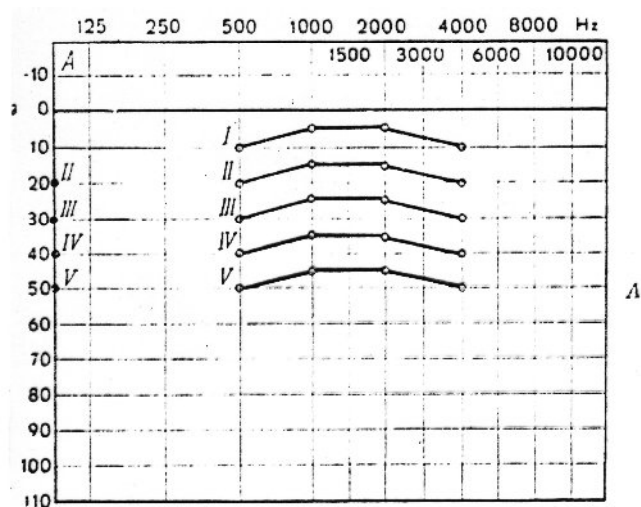
- 16-25 dB – występują trudności z percepcją cichych lub odległych dźwięków, trudność w percepcji dźwięku w hałasie
- 26-30 dB – trudność w słyszeniu i rozumieniu spółgłosek, w szczególności w warunkach zakłóceń i hałasu, przy dużej odległości od źródła oraz w zależności od rodzaju ubytku słuchu, korzyść z protezy słuchu
- 31-50 dB – percepcja i rozumienie sygnałów tylko w bliskiej odległości, zwłaszcza, jeśli mowa nie jest ograniczona do słownika zrozumiałego dla osoby z ubytkiem słuchu, korzyść z protezy słuchu
- 51-70 dB – trudność w prowadzeniu rozmowy, brak zrozumienia, korzyść z protezy słuchu
- 71-90dB – trudność w percepcji sygnałów dźwiękowych, niemożność rozumienia sygnału mowy bez protezowania – także w warunkach rozmowy w bliskiej odległości (nawet bez zakłóceń)
- 91 dB – brak detekcji sygnałów dźwiękowych, osoba niesłysząca może odczuwać wibracje, musi się wspomagać komunikacją wzrokową

Algorytm próby słuchowej Langenbecka

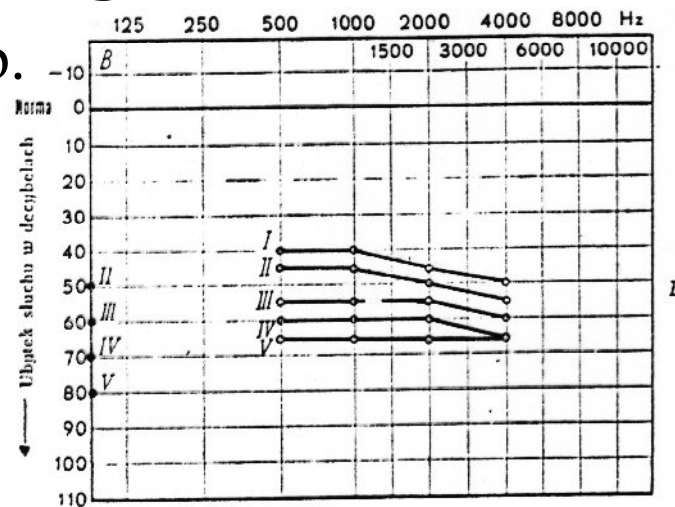


Próba Langenbecka

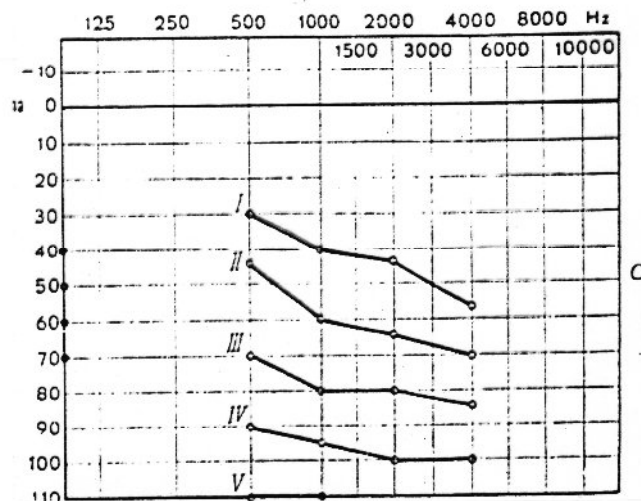
a.



b.

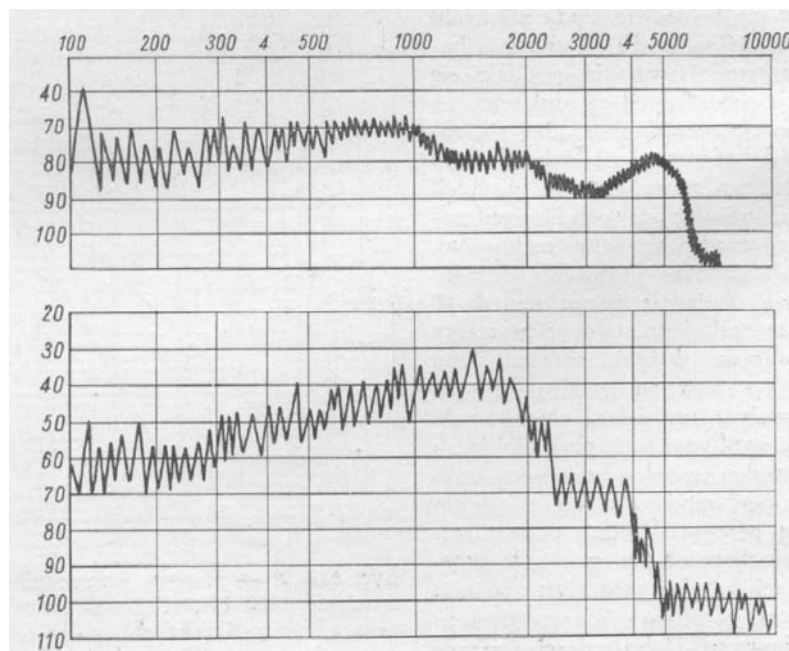


c.



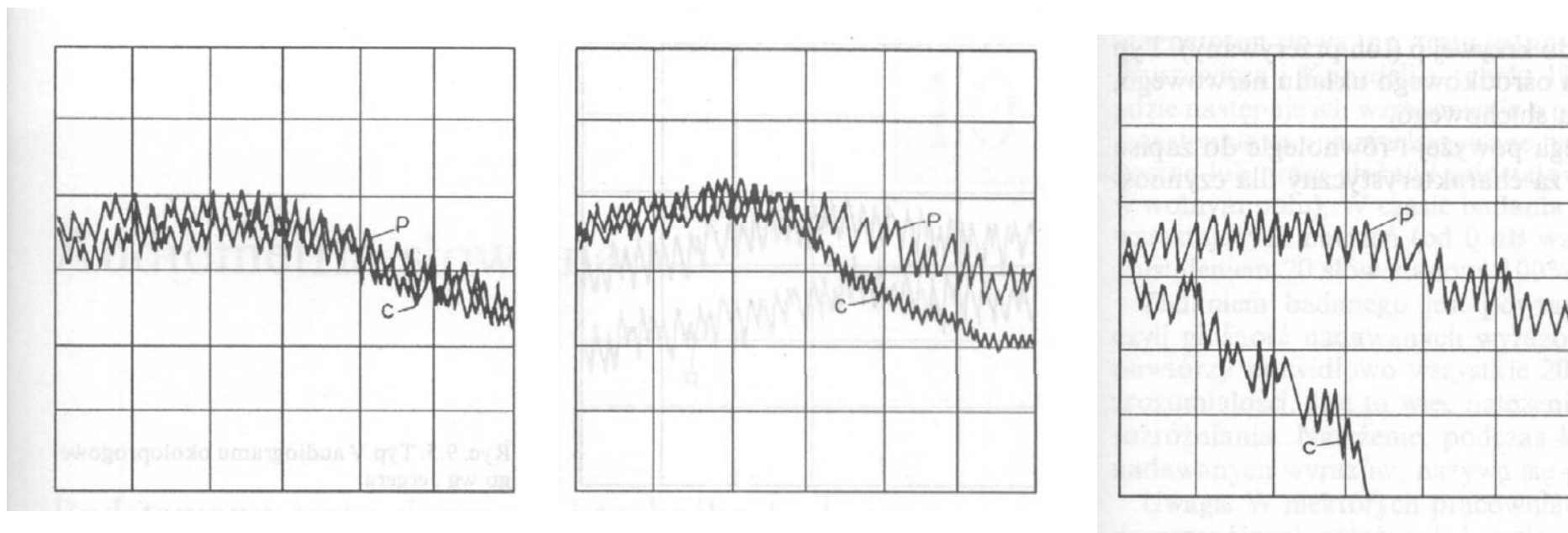
- Test tego typu umożliwia na rozróżnienie pacjentów ze słuchem prawidłowym (względnie z przewodzeniowym uszkodzeniem słuchu) od pacjentów cierpiących na ślimakowe i pozaślimakowe uszkodzenie słuchu.
- (a) Przebieg krzywej w szumie w uchu prawidłowo słyszającym, (b) Przebieg krzywej w szumie w uchu z głuchotą ślimakową, (c) z głuchotą neurotyczną

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria Bekesy'ego



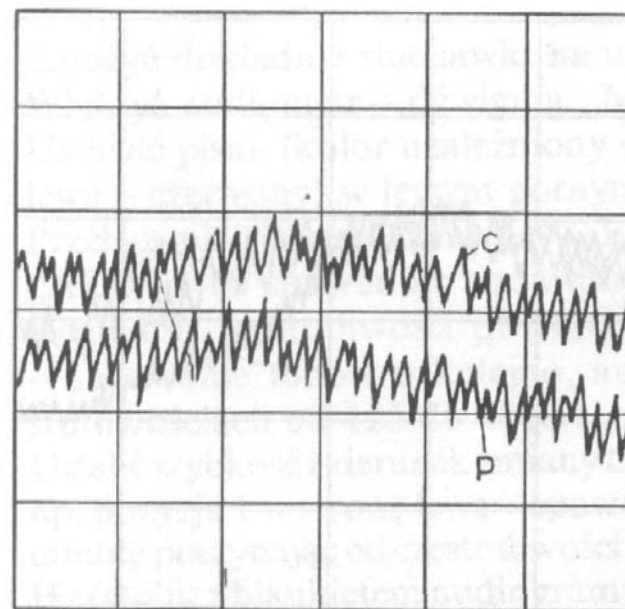
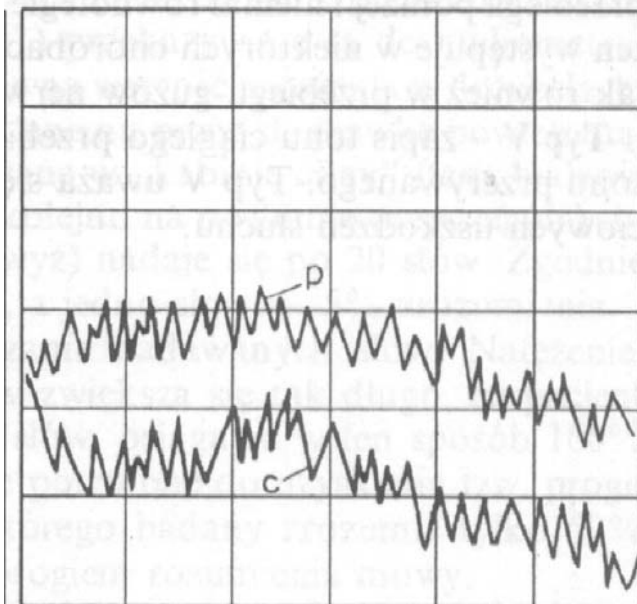
- Przykładowy audiogram Bekesy'ego

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria Bekesy'ego



- Typ I, II i III audiogramu okołoprogowego

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria Bekesy'ego



- Typ IV i V audiogramu okołoprogowego

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria Bekesy'ego

- Obecnie audiometrię Bekesy'ego najczęściej wykonuje się badania wg modyfikacji Jaregera, tzn. każde ucho badane jest dwukrotnie. Pierwsze badanie obejmuje testowanie tonem ciągłym, natomiast drugie obejmuje testowanie tonem przerywanym.
- Według Jaregera audiogramy uzyskane w ten sposób można pogrupować w zasadniczo cztery typy.
- **Pierwszy typ (typ I)** cechuje się tym, iż oba zapisy pokrywają się. Wykresy takiego typu otrzymuje się w przypadku słuchu prawidłowego, głuchot typu przewodzeniowego czy niektórych przypadków głuchot odbiorczych.
- **Drugi rodzaj (typ II)** cechuje się obniżeniem zapisu tonów ciągłych dla wysokich częstotliwości (tony przerywane jw.) Ten typ zapisu występuje przy głuchotach pochodzenia ślimakowego.

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria Bekesy'ego

- Ostatnim typem (**typ IV**) jest wykres, w którym ton ciągły przebiega powyżej tonu przerywanego dla całego zakresu częstotliwości i dodatkowo wykres przerywany nie urywa się dla średnich częstotliwości. Taki zapis spotyka się w przypadkach guzów układu nerwowego bądź niektórych chorobach ośrodkowego układu nerwowego.
- W praktyce klinicznej spotyka się również zapis odwrotny do wcześniej opisywanego, tj. krzywa dla tonu ciągłego znajduje się powyżej krzywej dla tonu przerywanego - **typ V**, a występuje on przy czynnościowych uszkodzeniach słuchu.

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY SUBIEKTYWNE

- Audiometria dziecięca - jest modyfikacją audiometrii subiektywnej - dedykowana dzieciom, u których pomiary przy użyciu audiometrii konwencjonalnej nie zawsze dają oczekiwane wyniki (audiometria zabawowa, behawioralna, VRA)

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY

Audiometria:

zabawowa,
behawioralna

SUBIEKTYWNE



PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY

Audiometria: **SUBIEKTYWNE**

zabawowa,
behawioralna

VRA (Visual
Reinforcement
Audiometry)



PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY

Audiometria:

zabawowa,

behawioralna

SUBIEKTYWNE



PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria słowna

- Audiometria mowy - stosowana w celu uzupełnienia audiometrii tonalnej

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria słowna

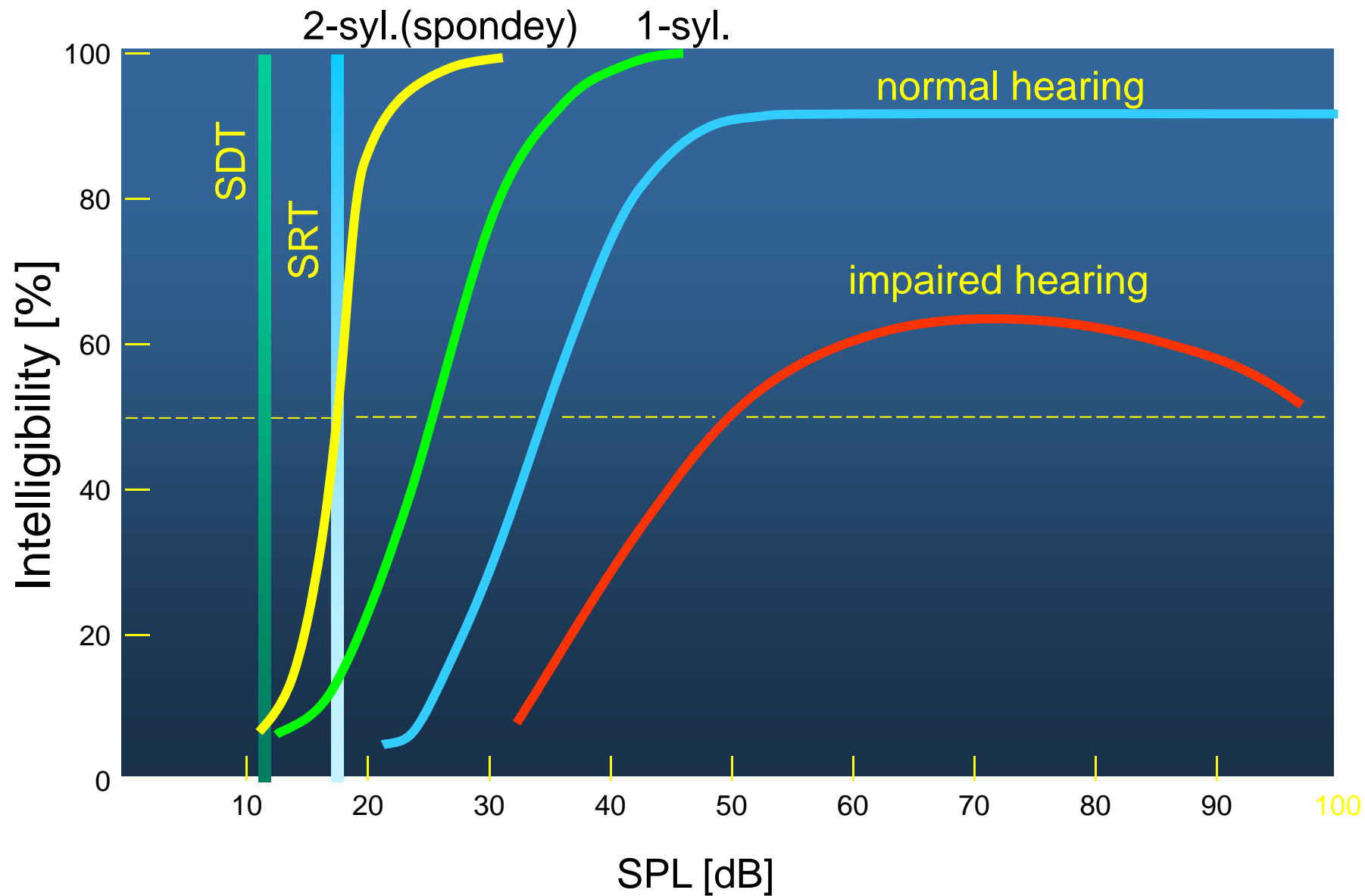
- Audiogramy mowy (testy słowne) są sporządzane dla poszczególnych języków i powinny być tak dobrane, aby można było je uważać za reprezentatywne dla całego zasobu wyrazowego danego języka. Rozumienie języka zależy od wielu czynników, do których należą:
- lepiej rozumie się mowę ciągłą niż szeregi wyrazów nie powiązane ze sobą,
- wyrazy nie powiązane ze sobą rozumie się lepiej, gdy są wielosylabowe,
- lepiej rozumie się wyrazy częściej używane,
- lepiej rozumiana jest wymowa znana słuchaczowi.

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria słowna

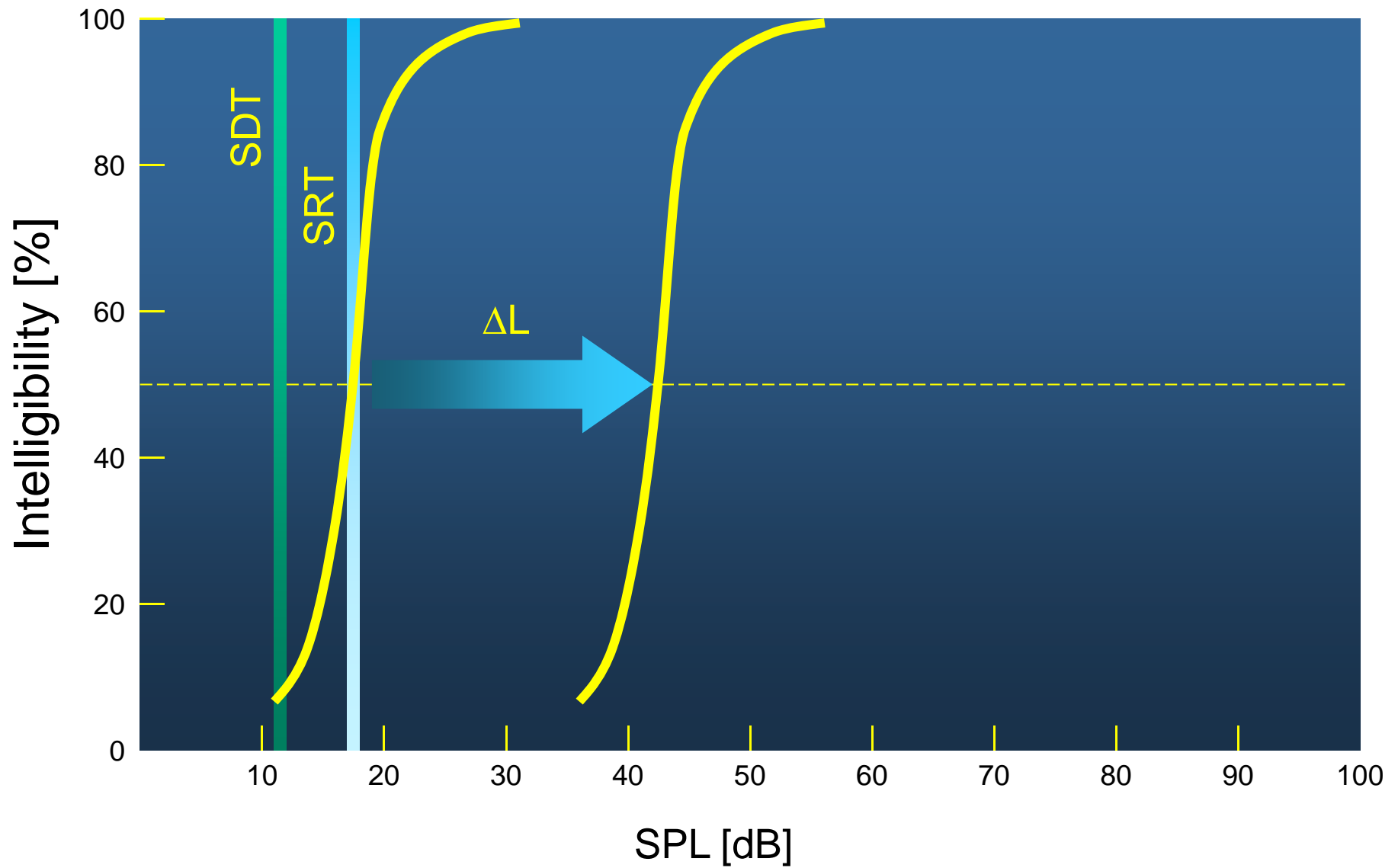
W audiometrii mowy stosuje się przeważnie kilka rodzajów prób:

- listy liczb dwucyfrowych – służące do ustalenia ubytków słuchu dla mowy,
- listy wyrazów jednosylabowych – służące do ustalania ubytków dyskryminacji,
- listy mieszane z wyrazów wielosylabowych,
- testy logatomowe (nie niosące informacji semantycznej).

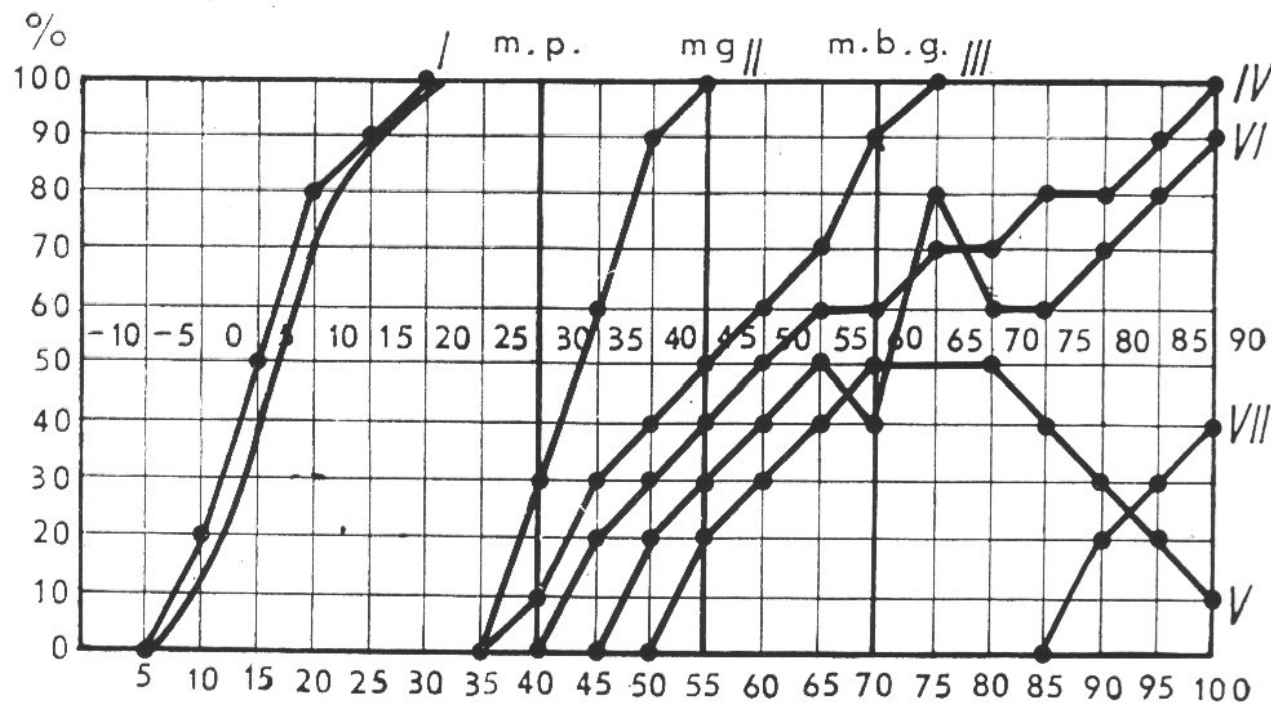
Speech audiometry without noise



Speech audiometry with noise



PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria słowna

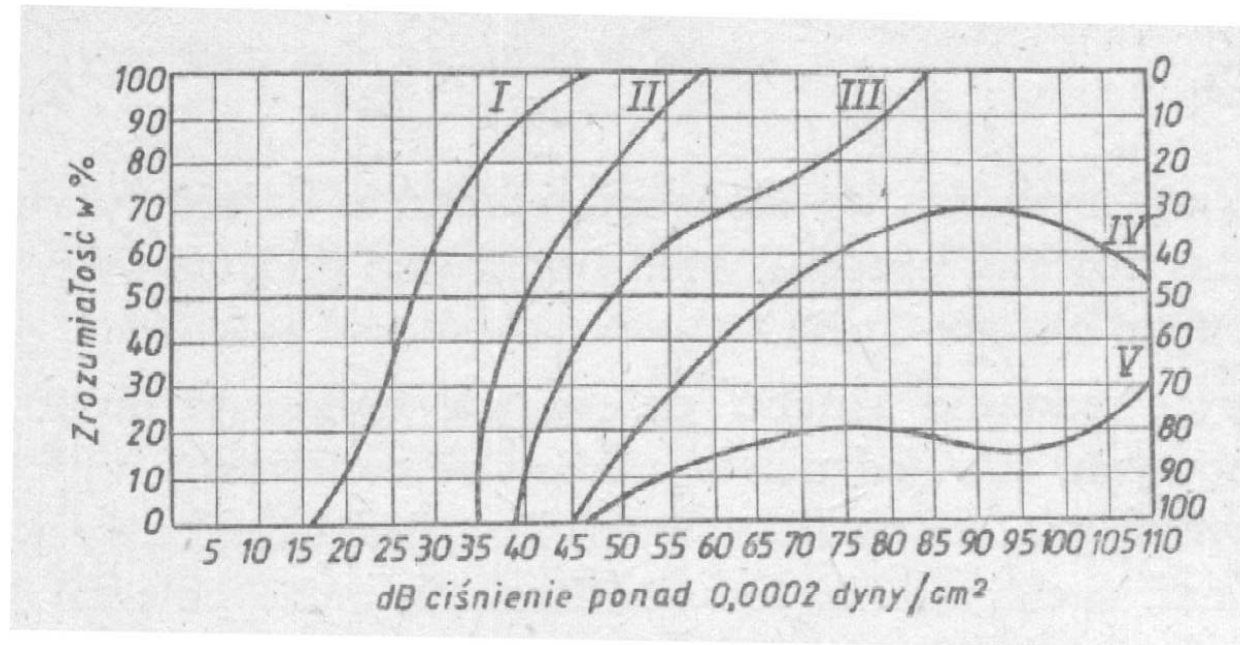


Audiometria słowna:

I – słuch prawidłowy, II – głuchota przewodzeniowa, III – głuchota mieszana,

IV - głuchota neurytyczna, V - głuchota ślimakowa, VI – głuchota centralna, VII – resztki słuchowe

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU – Audiometria słowna



Audiometria słowna:

- I – średnia z badań zdrowych młodych ludzi,
- II – odpowiedź badanego z ropnym zapaleniem ucha środkowego,
- III – pacjent z chorobą Meniera,
- IV - pacjent z chorobą Meniera,
- V - pacjent z guzem nerwu słuchowego.

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY OBIEKTYWNE

- Audiometria impedancyjna
- Otoemisja akustyczna
- Audiometria elektrofizjologiczna

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY OBIEKTYWNE

Audiometria elektrofizjologiczna:

- obiektywna metoda diagnozowania drogi słuchowej,
- metoda oparta o zapis biopotencjałów elektrycznych, będących odbiciem aktywacji poszczególnych etapów drogi słuchowe

Audiometria elektrofizjologiczna - podział:

- biopotencjały zbierane z błony bębenkowej,
- metoda elektrokochleografii ECoG,
- biopotencjały zbierane z powierzchni głowy pacjenta:
 - potencjały wywołane pnia mózgu (potencjały wczesne) - ABR
 - potencjały średniolatencyjne - MLR
 - badanie odpowiedzi korowych – CERA
 - potencjały późne - CNV

PRZEGLĄD METOD DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ SŁUCHU - METODY OBIEKTYWNE

OTOEMISJA AKUSTYCZNA (1978 r. – D. Kemp).

W zależności od sposobu pomiaru otoemisję akustyczną można podzielić na:

- otoemisja spontaniczna - SOAE (*ang. Spontaneous Otoacoustic Emissions*)
- otoemisja wywołana - TEOAE (*ang. Transient Evoked Otoacoustic Emissions*)
- otoemisja produktów zniekształceń nieliniowych – DPOAE (*ang. Distortion Products Otoacoustic Emissions*)
- otoemisja specyficzna częstotliwościowo – SPOAE (*ang. Stimulus Frequency Otoacoustic Emissions*)

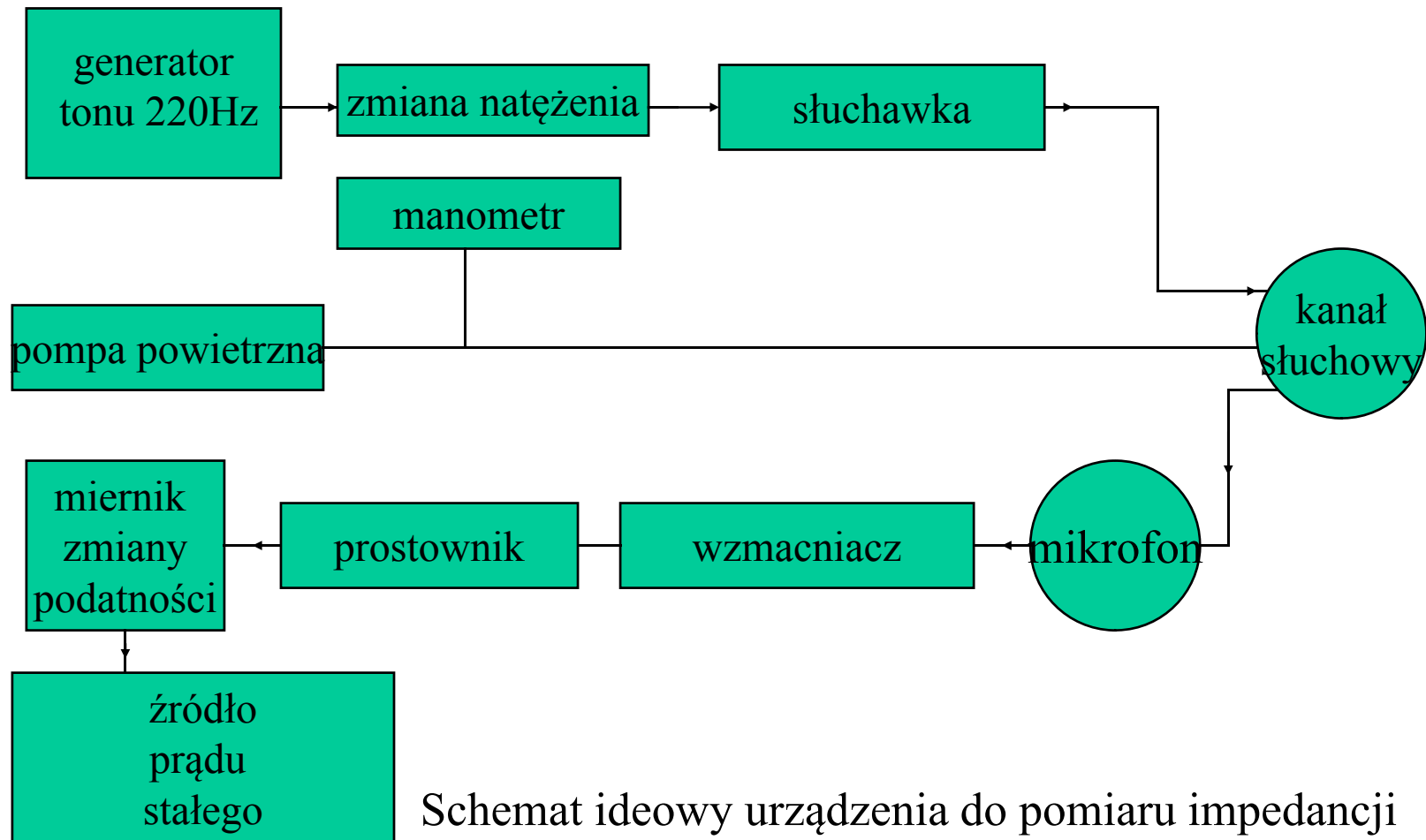
Audiometria impedancyjna

- 1934 r. - skonstruowanie mostka do pomiaru impedancji akustycznej przez Schustera,
- 1946 r. - Merz opisuje zastosowanie mostka impedancyjnego w badaniach słuchu

CELE I ZAKRES POMIARÓW

- metoda określa stan narządu słuchu badanego pacjenta, miejsce uszkodzenia i charakter procesu chorobowego
- obiektywna i nieinwazyjna metoda oceny ubytków słuchu
- testy impedancji akustycznej obejmują:
 - pomiar impedancji akustycznej
 - tympanogram
 - pomiar progu odruchu strzemiączkowego [1], [2], [3], [4], [5].

SCHEMAT IDEOWY MOSTKA



Schemat ideowy urządzenia do pomiaru impedancji akustycznej

AUDIOMETR IMPEDANCYJNY - PRZYKŁAD URZĄDZENIA



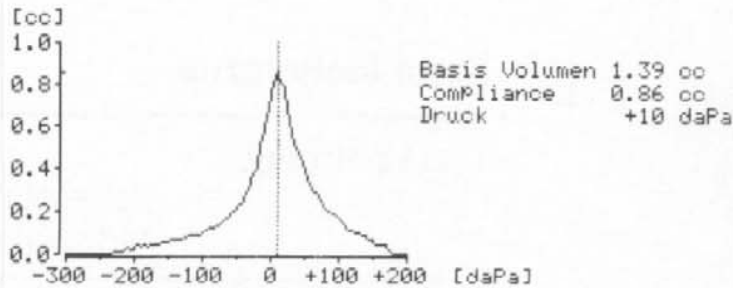
Audiometr impedancyjny Siemens SD30

Siemens SD30

- urządzenie sterowane mikroprocesorem, zawiera dwa przyrządy pomiarowe:
 - aparat do testów przesiewowych
 - aparat do diagnostyki klinicznej
- umożliwia następujące pomiary:
 - tympanogram
 - odruch mięśnia strzemiączkowego
 - sprawdzanie funkcjonowania trąbki słuchowej w przypadku uszkodzonej i nienaruszonej błony bębenkowej
 - badanie pojedynczych refleksów
 - odruch – Decey
 - indukcja
- Przed każdym z pomiarów sygnalizowana jest prawidłowość umieszczenia sondy pomiarowej [6].

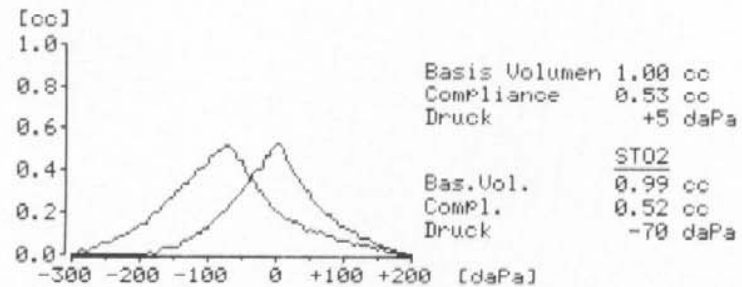
PRZYKŁADOWE POMIARY

Auto TymP.



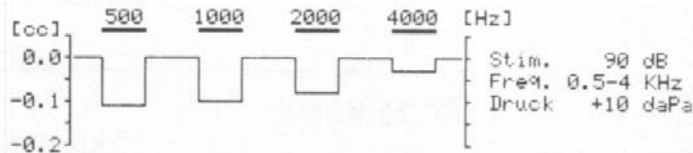
Tympanogram, w trybie automatycznym/ręcznym.

Auto TymP.

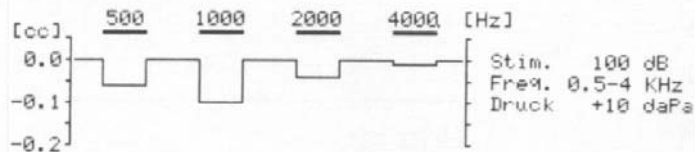


Czynności trąbki słuchowej przy nieuszkodzonej błonie bębenkowej, wyrównanie ciśnienia przy +200 daPa i -200 daPa.

Ipsi Reflex 1.

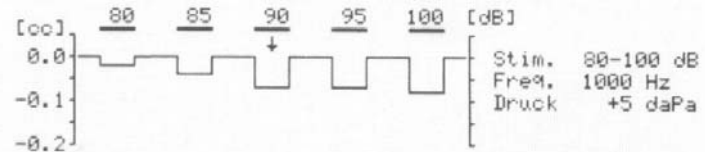


Kontra Reflex 1.

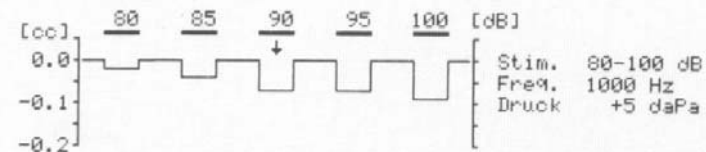


Odruch mięśnia strzemiączkowego - sekwencja 1: jednostronny i dwustronny.

Ipsi Reflex 2.



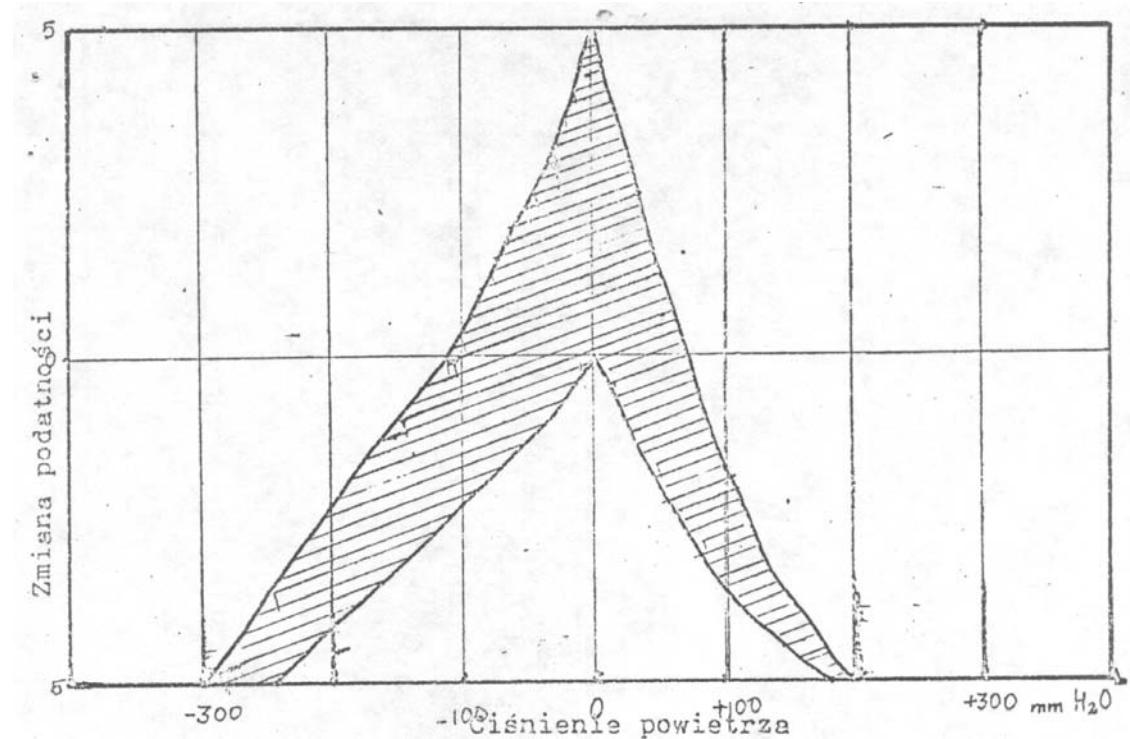
Kontra Reflex 2.



Odruch mięśnia strzemiączkowego - sekwencja 2: jednostronny i dwustronny.

TYMPANOGRAM PRAWIDŁOWY (TYP A)

Tympanogram prawidłowy charakteryzuje się tym, iż maksymalną podatność uzyskuje się przy ciśnieniu 0 mmH₂O. Tego typu tympanogramy spotykane są zazwyczaj u osób ze słuchem prawidłowym lub z czystym odbiorczym upośledzeniem słuchu.



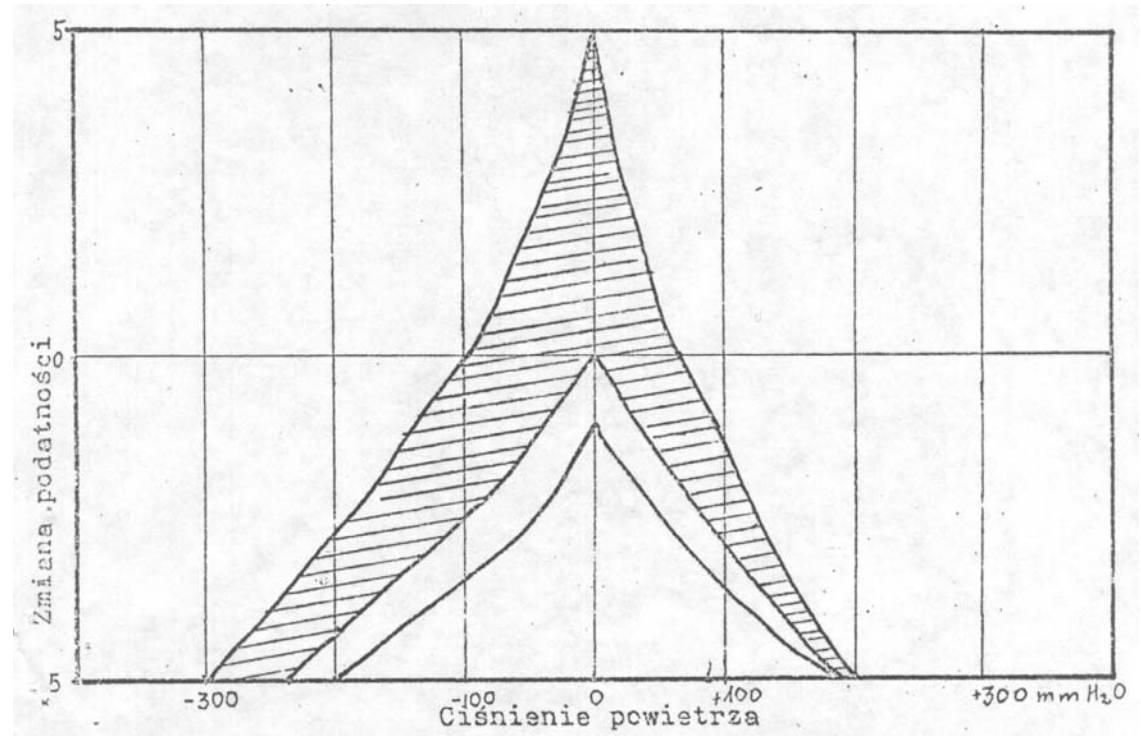
Tympanogram prawidłowy

W niedosłuchu typu przewodzeniowego tympanogram A uzyskuje się w przypadku unieruchomienia strzemiączka [1], [2], [3], [4], [5].

TYMPANOGRAM OGRANICZONY

Przypadek prawidłowego ciśnienia w uchu środkowym, ale o ograniczonej podatności.

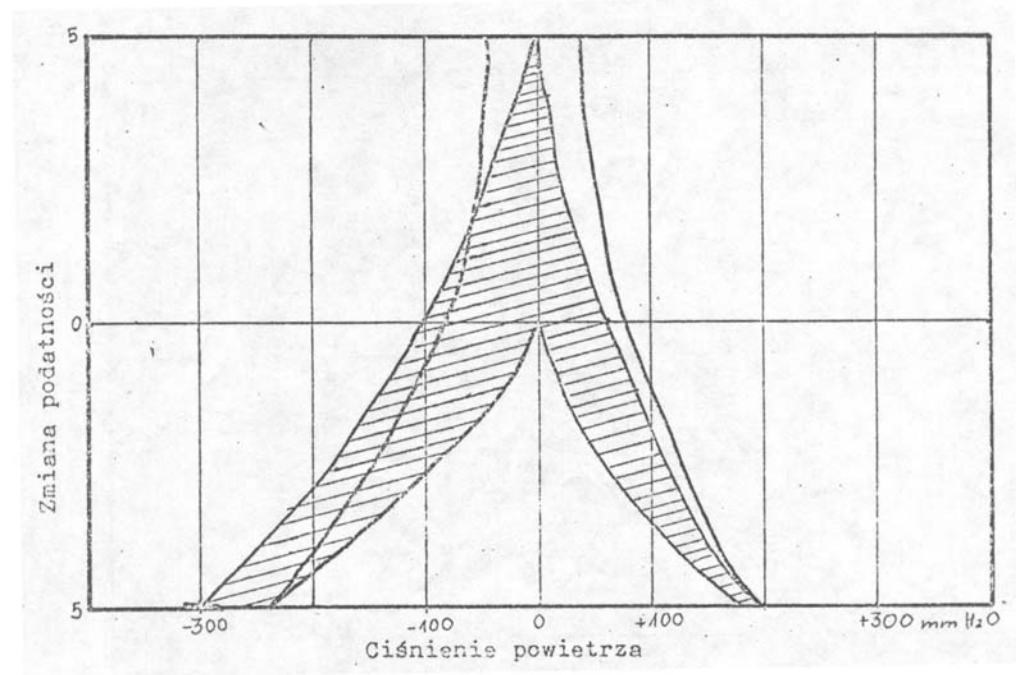
Może to być efekt unieruchomienia łańcucha kosteczek czy zgrubienia błony bębenkowej [1], [2], [3], [4], [5].



Tympanogram ograniczony

TYMPANOGRAM Z NADMIERNĄ RUCHLIWOŚCIĄ

Tympanogram tego typu charakteryzuje się tym, iż jego szczyt jest otwarty i wychodzi poza granice wykresu. Otrzymuje się go w przypadku, gdy pod wpływem małych zmian ciśnienia otrzymuje się duże zmiany podatności. Taki kształt otrzymuje się w przypadkach przerwania łańcucha kosteczek lub przy różnego rodzaju pooperacyjnych zmianach powierzchni błony bębenkowej (blizny) [1], [2], [3], [4], [5].



Tympanogram z nadmierną
ruchliwością

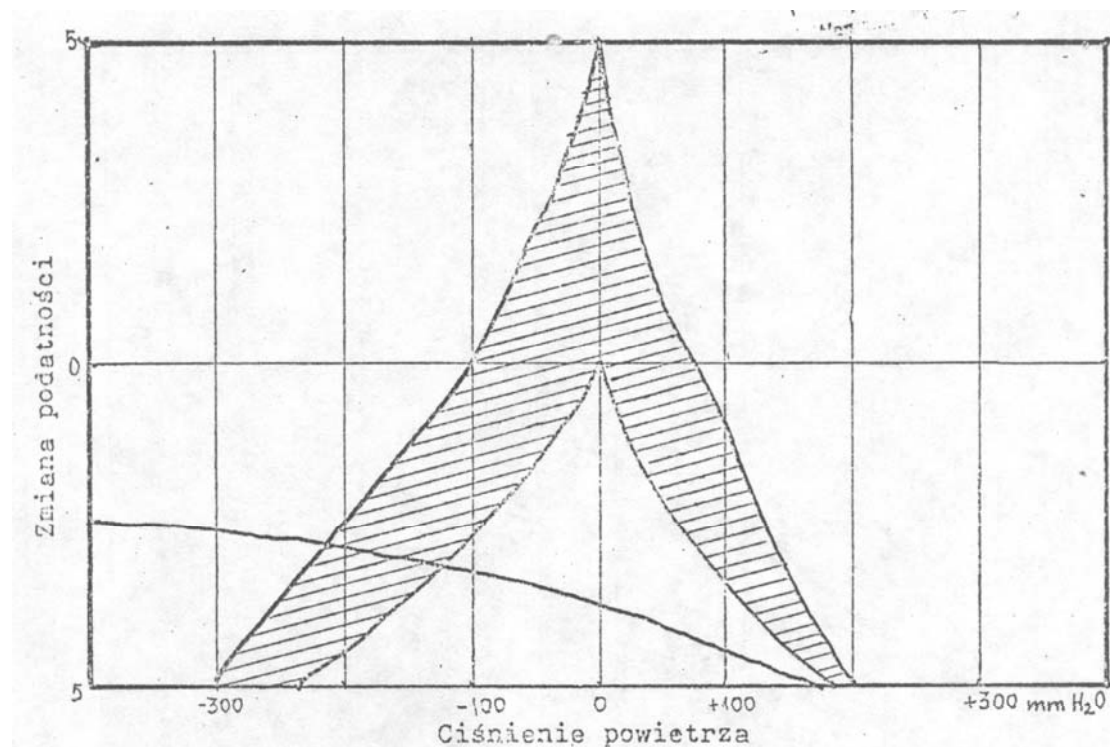
TYMPANOGRAM PŁASKI (TYP B)

Tympanogram tego typu występuje przy braku reakcji błony bębenkowej (zmiany podatności) pod wpływem zmieniającego się ciśnienia).

Nie ma tu wyraźnie zaznaczonego maksimum. Obraz tego typu występuje przy nieruchomościach błony bębenkowej spowodowanej jednym z czynników:

perforacja błony bębenkowej,

wrodzone zniekształcenia błony bębenkowej, zamknięcie przewodu słuchowego (woskowina, ciało obce itp.), obecność płynu w uchu środkowym, niedrożność trąbki słuchowej [1], [2], [3], [4], [5].

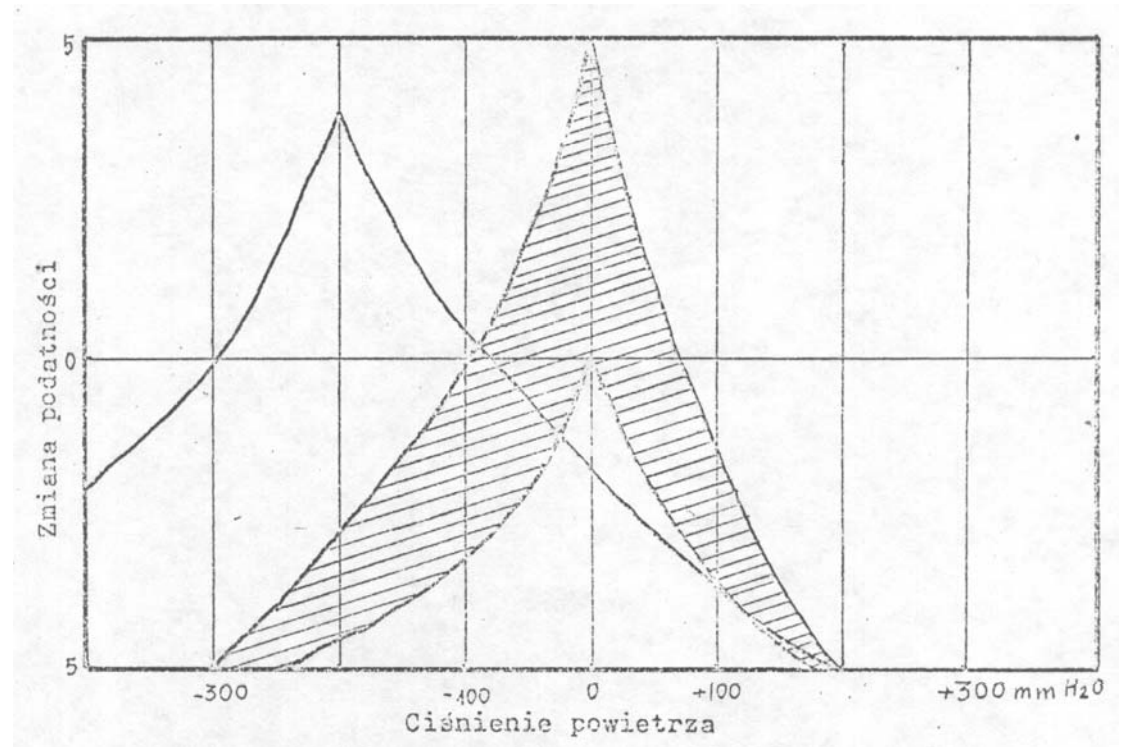


Tympanogram płaski

TYMPANOGRAM WCIĄGNIĘTY (TYP C)

Jest to przypadek, gdy szczyt podatności przypada dla ciśnienia mniejszego niż $-100\text{mmH}_2\text{O}$.

Obraz taki może wystąpić, gdy stwierdzono obecność płynu w uchu środkowym lub w przypadkach zaburzeń pracy trąbki słuchowej [1], [2], [3], [4], [5].



Tympanogram wciągnięty

WNIOSKI

- pomiar za pomocą mostka impedancyjnego umożliwia:
 - pomiar ruchomości błony bębenkowej
 - określenie ciśnienia w uchu środkowym
 - ocenę funkcjonowania trąbki słuchowej
 - ocenę zachowania ciągłości łańcucha kosteczek i ocenę ich podatności
 - określenie nieprawidłowości zanikania odruchu strzemiączkowego
 - wykazanie obecności czynnościowego upośledzenia słuchu

BIBLIOGRAFIA

- [1] Materiały własne Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie.
- [2] Nodar R. H.: “Diagnostic Audiology”, Clinical Otology, Second Edition, 89-101, New York 1997.
- [3] Nodar R. H, Sahley T. L., Hughes G. B., Musiek F. E.: “Principles of Audiology and Auditory Physiology”, Clinical Otology, Second Edition, 35-42, New York 1997.
- [4] Zakrzewski A.:” Otolaryngologia kliniczna”, PZWL, Warszawa 1981.
- [5] Zalesska-Kręcicka M., Kręcicki T.: “ Zarys otorynolaryngologii”, PZWL, Warszawa 1998.

OTOEMISJA AKUSTYCZNA

- wykrycie zjawiska przez Davida Kempa w 1978 r.
- ucho nie jest tylko odbiornikiem
- wytwarzanie sygnałów przez ucho wewnętrzne

RODZAJE OTOEMISJI

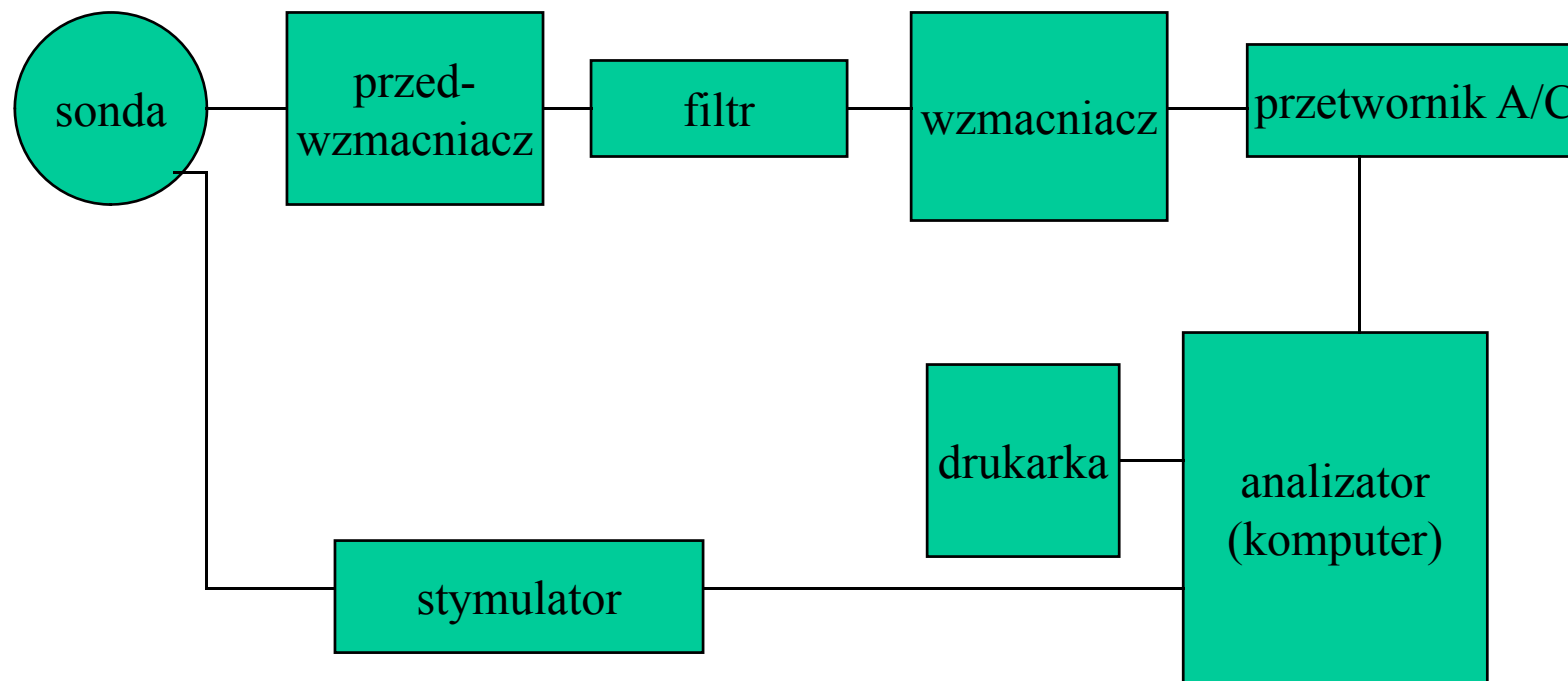
Otoemisje akustyczne można podzielić w zależności od sposobu ich pomiaru, a mianowicie:

- otoemisja spontaniczna - SOAE (*ang. Spontaneous Otoacoustic Emissions*) (SPOAE)
- otoemisja wywołana - TEOAE (*ang. Transient Evoked Otoacoustic Emissions*)
- otoemisja produktów zniekształceń nieliniowych – DPOAE (*ang. Distortion Products Otoacoustic Emissions*)

OTOEMISJA AKUSTYCZNA

- Zalety pomiarów otoemisji akustycznej:
 - nieinwazyjność,
 - dokładność i obiektywność,
 - łatwość realizacji,
 - monitorowanie funkcji ślimaka,
 - pozwala na rozdzielanie pomiędzy ubytkami słuchu pochodzenia ślimakowego i pozaślimakowego,
 - zastosowanie w celach obiektywnego stwierdzenia ubytków słuchu,
 - zastosowanie w badaniach przesiewowych noworodków,
 - tańsze i mniej czasochłonne od pomiaru ABR,
 - przyjęte przez kilka organizacji jako metody badań przesiewowych u noworodków

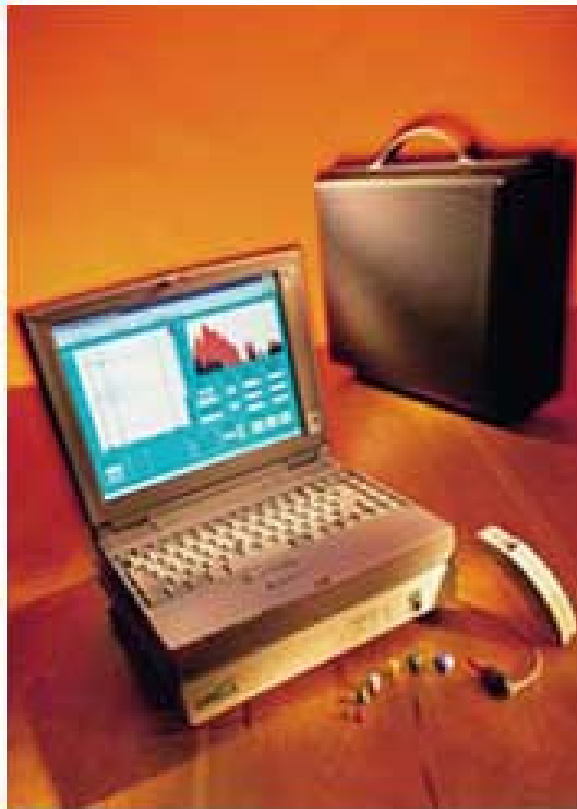
SPOSÓB POMIARU



Układ do pomiaru otoemisji akustycznej

PRZYKŁADOWE URZĄDZENIE DO POMIARU OTOEMISJI

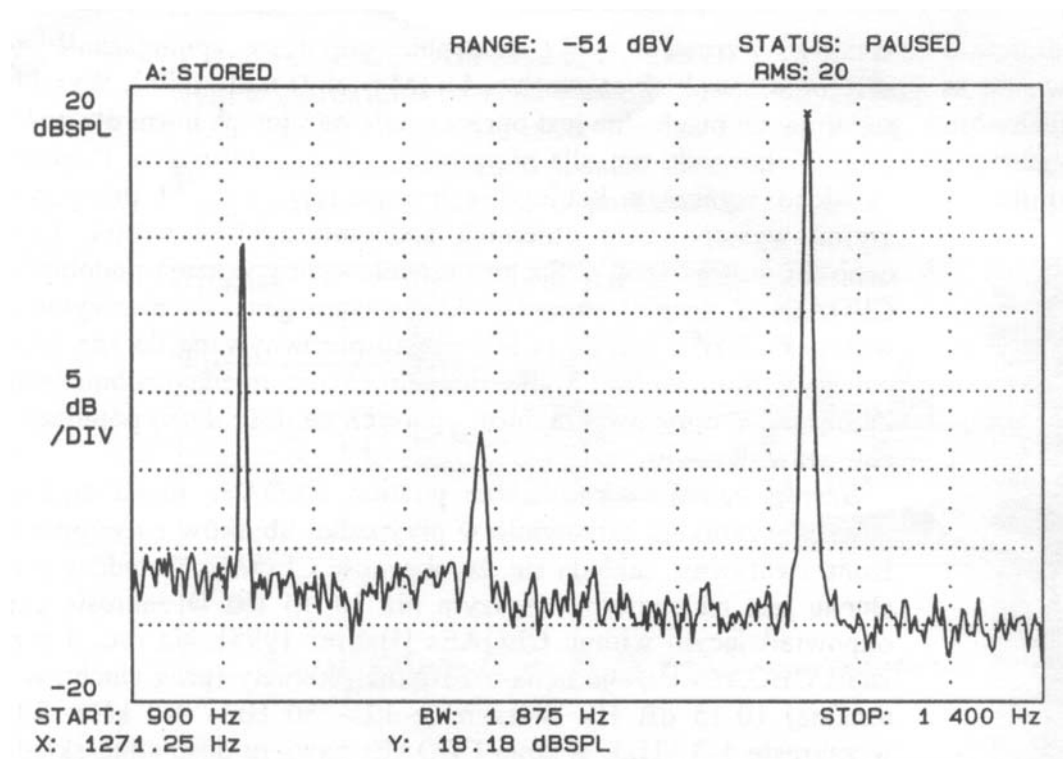
Urządzenie Capella - Madsen



- wykonuje pomiary wszystkich rodzajów OAE
- wyniki dokładne i łatwe do interpretacji
- szybki pomiar i analiza wyników
- nieskomplikowany interfejs użytkownika
- możliwość podłączenia do komputera PC
- oparty o oprogramowanie NOAH i Pax
- urządzenie przenośne
- możliwość wydruku indywidualnego lub konfigurowanego
- możliwość porównywania na ekranie starych i nowych pacjentów
- możliwość dodawania komentarzy do aktualnej

OTOEMISJA SPONTANICZNA

otoemisja spontaniczna - SOAE (*ang. Spontaneous Otoacoustic Emissions*) – wykrywalna w przewodzie słuchowym zewnętrznym w przypadku, gdy ucho nie jest poddawane żadnej stymulacji [1], [3], [4].



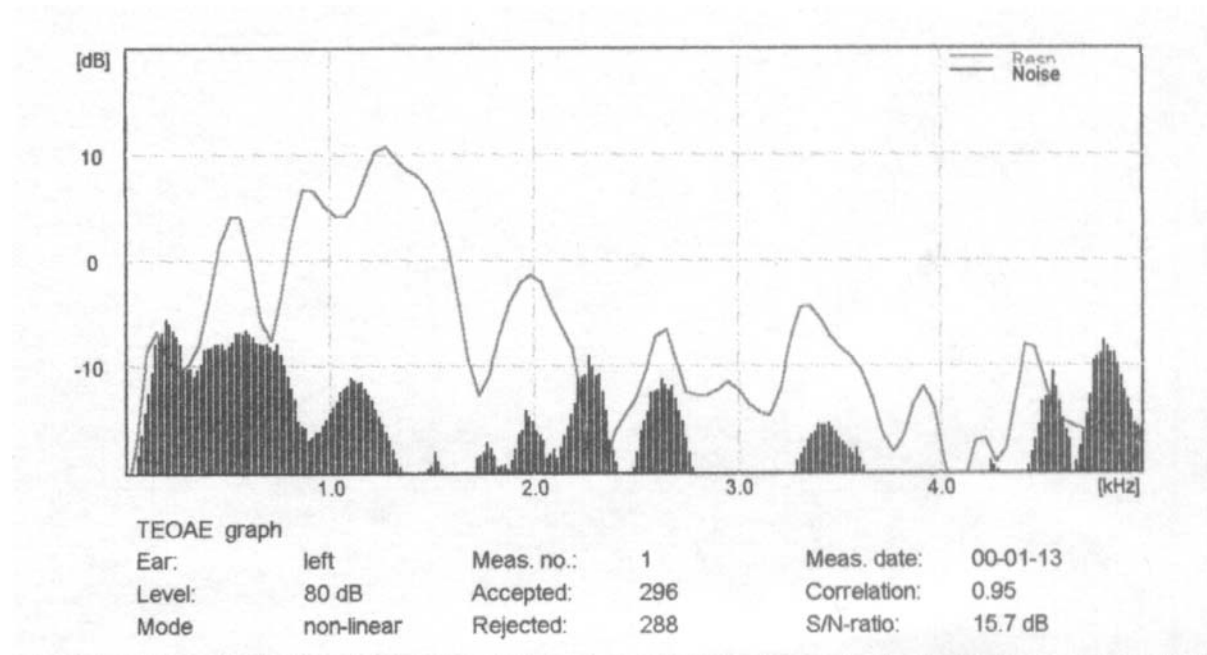
Przykładowy zapis sygnału otoemisji spontanicznej

OTOEMISJA SPONTANICZNA

- SOAE występuje, gdy ucho nie jest poddawane żadnej stymulacji
- procent wykrywalności SOAE zależy od czułości zastosowanej aparatury i metody analizy
- SOAE występuje u 30-60% osób o słuchu prawidłowym, co ogranicza jej zastosowanie
- SOAE występuje częściej w prawym niż lewym uchu oraz częściej u kobiet niż u mężczyzn
- poziom ciśnienia SOAE's nie przekracza +20dB SPL
- SOAE nie występuje zazwyczaj w przypadku, gdy próg słuchu audiometrii tonalnej jest wyższy niż +20dBHL
- SOAE występuje u dorosłych najczęściej w paśmie 1-2kHz i jest stabilna (zmiany 1% w ciągu kilku miesięcy)
- SOAE występuje u niemowląt w paśmie 2,5-5kHz i ma poziom o 10dB wyższy niż u dorosłych

TEOAE

Otoemisja wywołana trzaskiem - TEOAE (*ang. Transient Evoked Otoacoustic Emissions*) - wykrywalna w przewodzie słuchowym zewnętrznym w przypadku, gdy ucho stymulowane jest bodźcem, np. impulsem, tonem prostym, dwutonem [1], [3], [4].



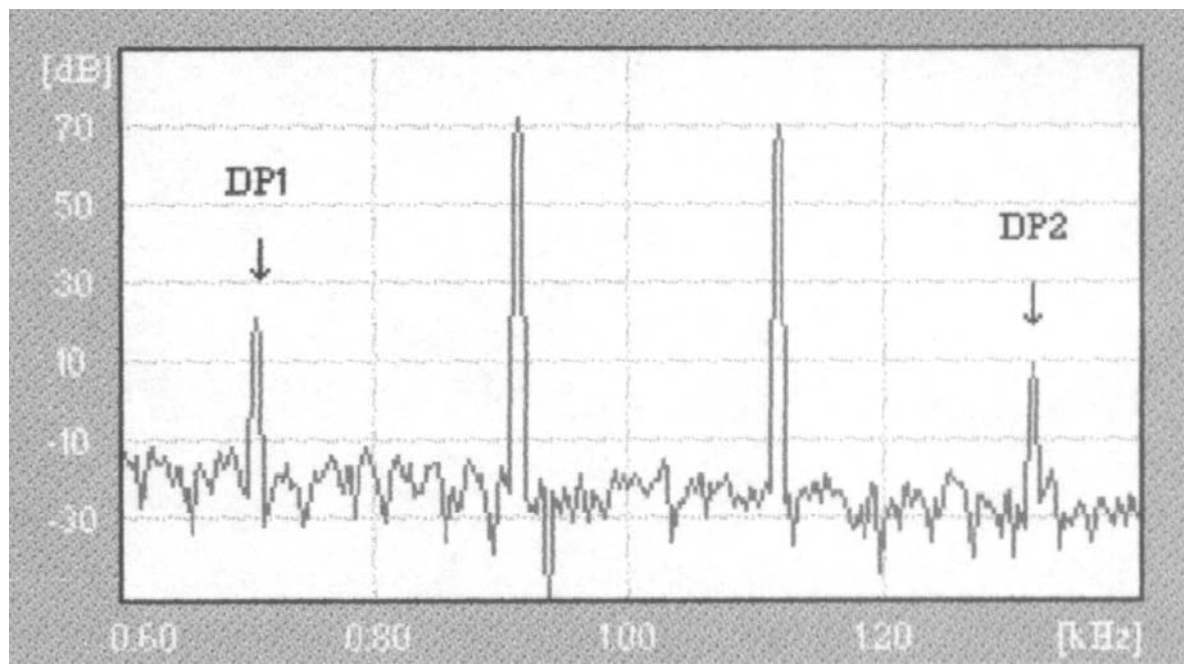
Przykładowy zapis sygnału otoemisji wywołanej trzaskiem

OTOEMISJA WYWOŁANA TRZASKIEM

- TEOAE to odpowiedź na pobudzenie trzaskiem lub impulsem sinusoidalnym
- występuje u prawie 100% osób o słuchu prawidłowym, niezależnie od wieku (od noworodka do 60lat)
- istnieje różnica poziomu TEOAE zależna od wieku
- podobnie, jak SOAE również TEOAE częściej występuje u kobiet niż u mężczyzn
- zmienność widma sygnału TEOAE w zależności od badanego ucha
- zmienność osobnicza amplitudy TEOAE
- TEOAE występuje w zakresie 500-5000Hz (widmo)
- TEOAE jest wykrywalna, gdy ubytek słuchu nie przekracza 30-40dB HL
- zastosowanie w badaniach przesiewowych noworodków

DPOAE

Otoemisja produktów zniekształceń nieliniowych – DPOAE (*ang. Distortion Products Otoacoustic Emissions*) – będąca odpowiedzią na pobudzenie dwoma tonami prostymi i dowodząca nieliniowego charakteru ślimaka [1], [3], [4].



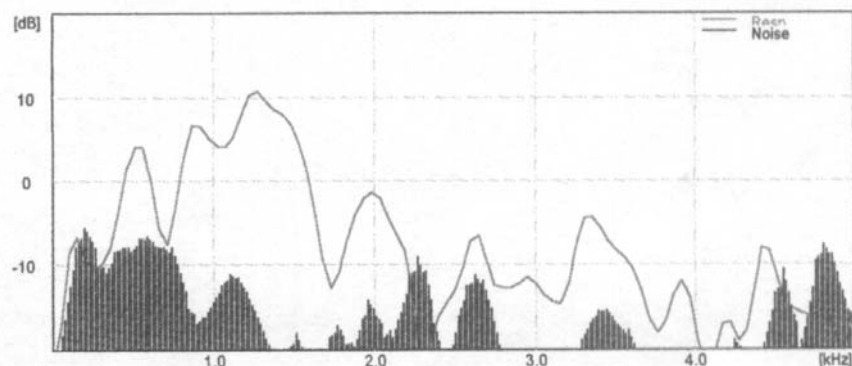
Przykładowy zapis sygnału otoemisji produktów zniekształceń nieliniowych

OTOEMISJA PRODUKTÓW ZNIEKSZTAŁCENÍ NIELINIOWYCH

- DPOAE wykorzystuje nieliniowość ślimaka
- DPOAE to odpowiedź na pobudzenie dwoma tonami prostymi, stosunek f_1/f_2 1,18-1,25 czas trwania pobudzenia 1-4 sekund
- DPOAE występuje u niemal 100% zdrowych osób
- nie ma istotnych różnic pomiędzy badanymi uszami oraz płcią
- DPOAE występuje, gdy próg słyszenia jest większy od 40dB HL w zakresie f_2

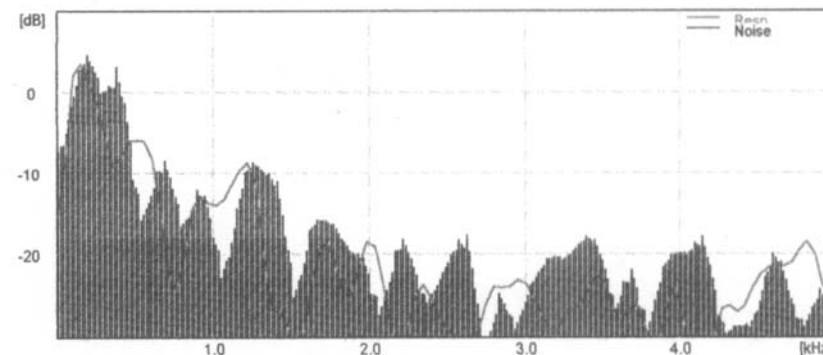
OTOEMISJA AKUSTYCZNA

- pomiar



TEOAE graph
Ear: left Meas. no.: 1 Meas. date: 00-01-13
Level: 80 dB Accepted: 296 Correlation: 0.95
Mode: non-linear Rejected: 288 S/N-ratio: 15.7 dB

Zapis sygnału otoemisji
wywołanej trzaskiem u
osoby ze słuchem
prawidłowym

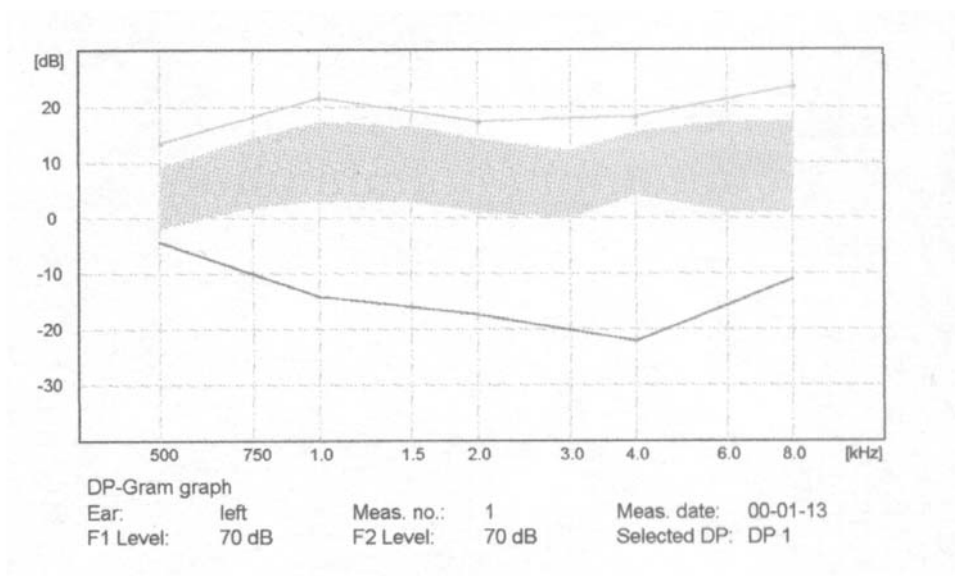


TEOAE graph
Ear: left Meas. no.: 1 Meas. date: 00-01-13
Level: 80 dB Accepted: 1000 Correlation: 0.10
Mode: non-linear Rejected: 5416 S/N-ratio: 0.9 dB

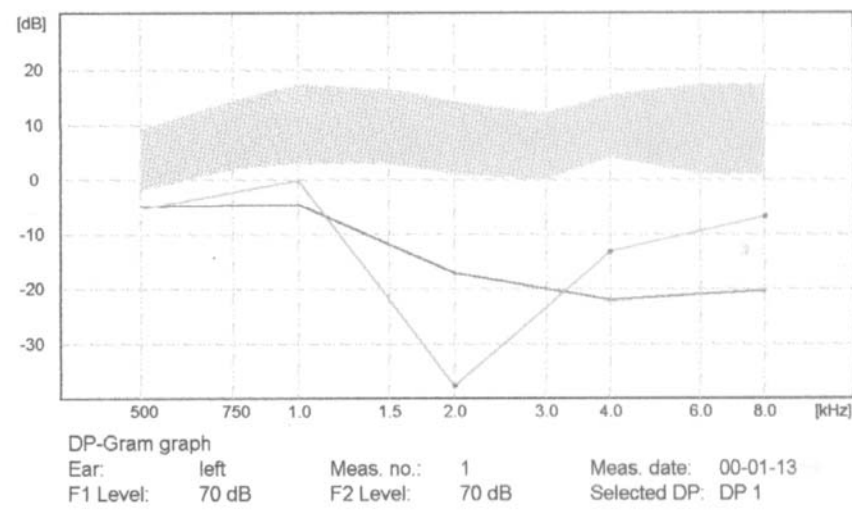
Zapis sygnału otoemisji
wywołanej trzaskiem u
osoby z ubytkiem słuchu

OTOEMISJA AKUSTYCZNA

- pomiar



Zapis sygnału otoemisji produktów zniekształceń nieliniowych u osoby ze słuchem prawidłowym



Zapis sygnału otoemisji produktów zniekształceń nieliniowych u osoby z ubytkiem słuchu

BIBLIOGRAFIA

- [1] Osterhammel P. A.: “Otoemisja akustyczna”, Otolaryngologia polska, Tom VIII, Supplement No 15, 118-128, 1994.
- [2] Rogowski M., Gińdzieńska E.: “Czasowo-częstotliwościowa analiza wąskopasmowych wywołanych emisji otoakustycznych u noworodków”, Audiofonologia, Tom VIII, 37-42, 1996.
- [3] Smurzyński J.: “Podstawy badań otoemisji akustycznej”, Audiofonologia, Tom VII, 5-18, 1995.
- [4] Śliwińska-Kowalska M., Sułkowski W., Murowaniecki Z.: “Emisja otoakustyczna wywołana – badania u osób z prawidłowym słuchem”, Otolaryngologia polska, XLIX, 1, 46-56, 1995.
- [5] www.madsen.org

AUDIOMETRIA ELEKTROFIZJOLOGICZNA

- obiektywna metoda diagnozowania drogi słuchowej
- metoda oparta o zapis biopotencjałów elektrycznych, będących odbiciem aktywacji poszczególnych etapów drogi słuchowe

AUDIOMETRIA ELEKTROFIZJOLOGICZNA

- Audiometria elektrofizjologiczna dzieli się w zależności od sposobu zbierania biopotencjałów:
 - biopotencjały zbierane z błony bębenkowej
 - metoda elektrokochleografii ECoG
 - biopotencjały zbierane z powierzchni głowy pacjenta
 - potencjały wywołane pnia mózgu (potencjały wczesne) - ABR (1-12ms po podaniu bodźca)
 - potencjały średniolatencyjne - MLR (12-50ms po podaniu bodźca)
 - badanie odpowiedzi korowych – CERA (50-300ms po podaniu bodźca)
 - potencjały późne - CNV (300-1000ms po podaniu bodźca) [1], [3], [4], [6].

ABR - CEL I PROCEDURY POMIAROWE

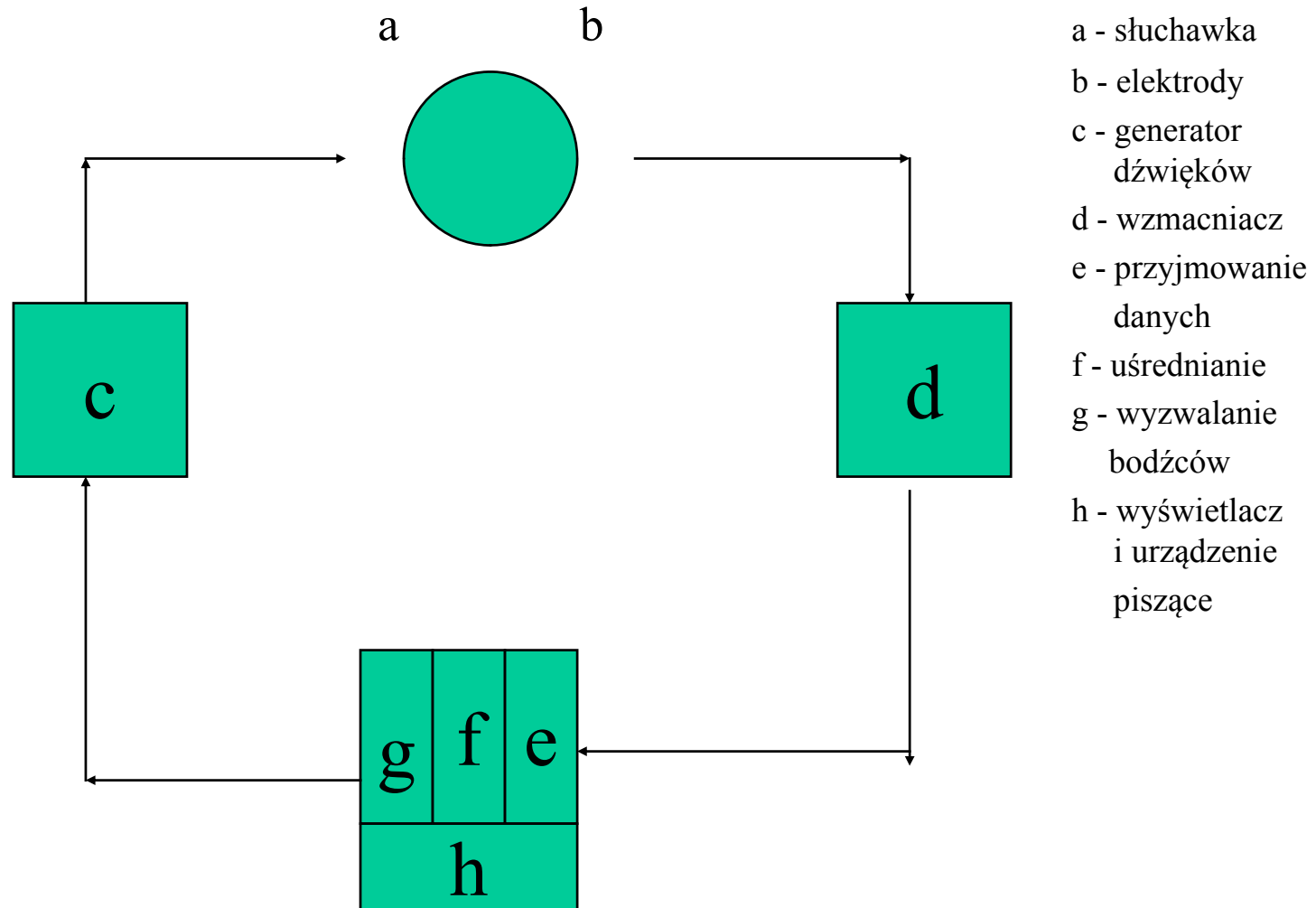
- Głównymi celami audiometrii opartej o potencjały wywołane pnia mózgu są:
 - określenie czułości narządu słuchu
 - różnicowanie ubytków słuchu typu zaburzenia przewodzenia dźwięku i upośledzenia zmysłowo-nerwowego
 - rozpoznanie uszkodzeń typu pozaślimakowego [2], [3].
- Pomiar wszystkich rodzajów potencjałów opiera się o podobne procedury, elektrody krążkowe umieszcza się na powierzchniach głowy w następujący sposób:
 - elektroda aktywna - szczyt głowy lub czoło
 - elektroda odniesienia - wyrostek sutkowaty ucha badanego
 - elektroda uziemiająca - wyrostek sutkowaty ucha przeciwległego [2], [3], [6], [7].

ABR - POMIAR

- Najczęściej wykonywanym pomiarem z wykorzystaniem ABR-u jest wyznaczanie czułości słuchu (w przypadkach, gdy audiometria subiektywna nie daje oczekiwanych rezultatów)
- Pomiar ten dokonuje się poprzez obserwacje amplitudy i wydłużania się latencji fal w zarejestrowanym sygnale [1]

SCHEMAT IDEOWY URZĄDZENIA DO POMIARU ABR

Schemat ideowy urządzenia do pomiaru ABR



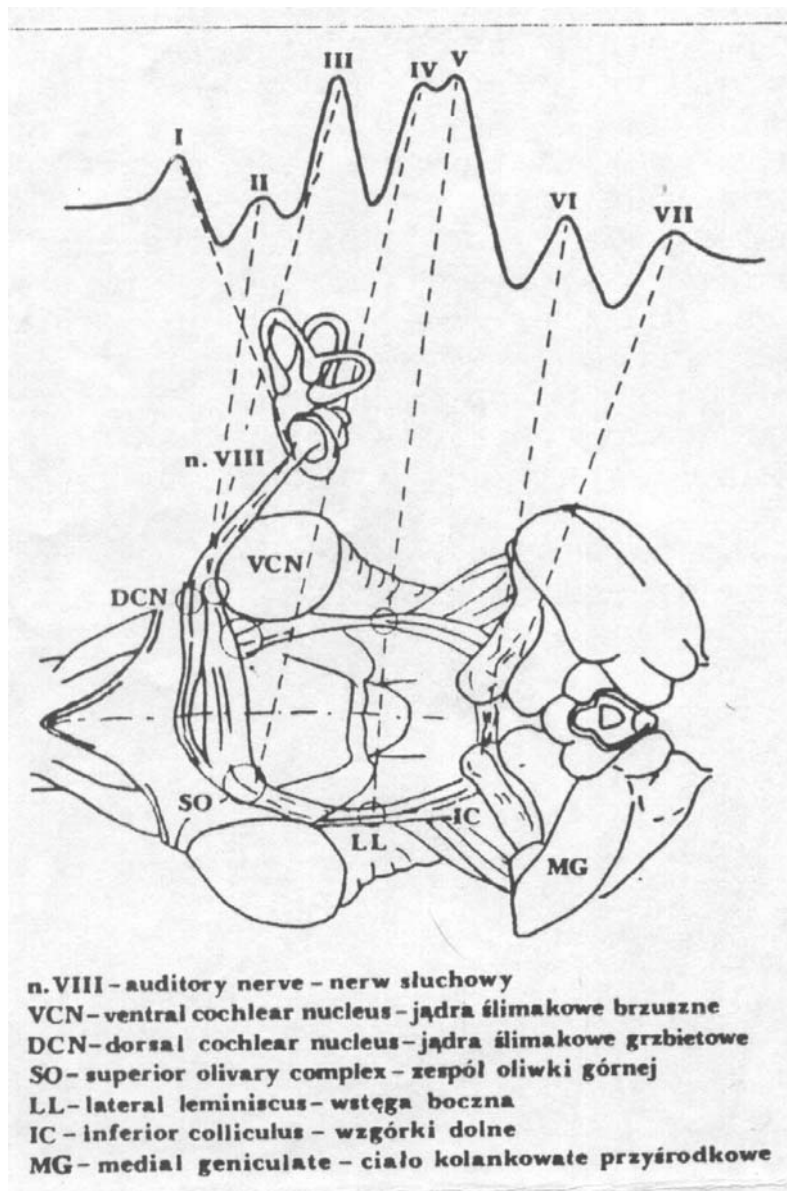
URZĄDZENIE DO POMIARU ABR (przykład)

KUBA



- umożliwia ocenę progu słyszenia
- dedykowany do różnicowania ubytków
- umożliwia podstawowe pomiary tj.,
latencję fal oraz progi słyszenia
- zawiera następujące funkcje pomiarowe:
funkcja progi, latencje i skrining
- funkcja progi umożliwia szybką rejestrację
szeregów natężeniowych dla trzasku i
impulsów tonalnych
- funkcja latencje pozwala na rejestrację ABR dla trzasku o polaryzacji ujemnej i
dodatniej i określenie w ten sposób interwałów czasowych potrzebnych do
odpowiedniego zdiagnozowania chorego
- funkcja skrining pozwala na automatyczne analizowanie odpowiedzi na bodziec o
natężeniach od 30 do 70dB nHL [8]

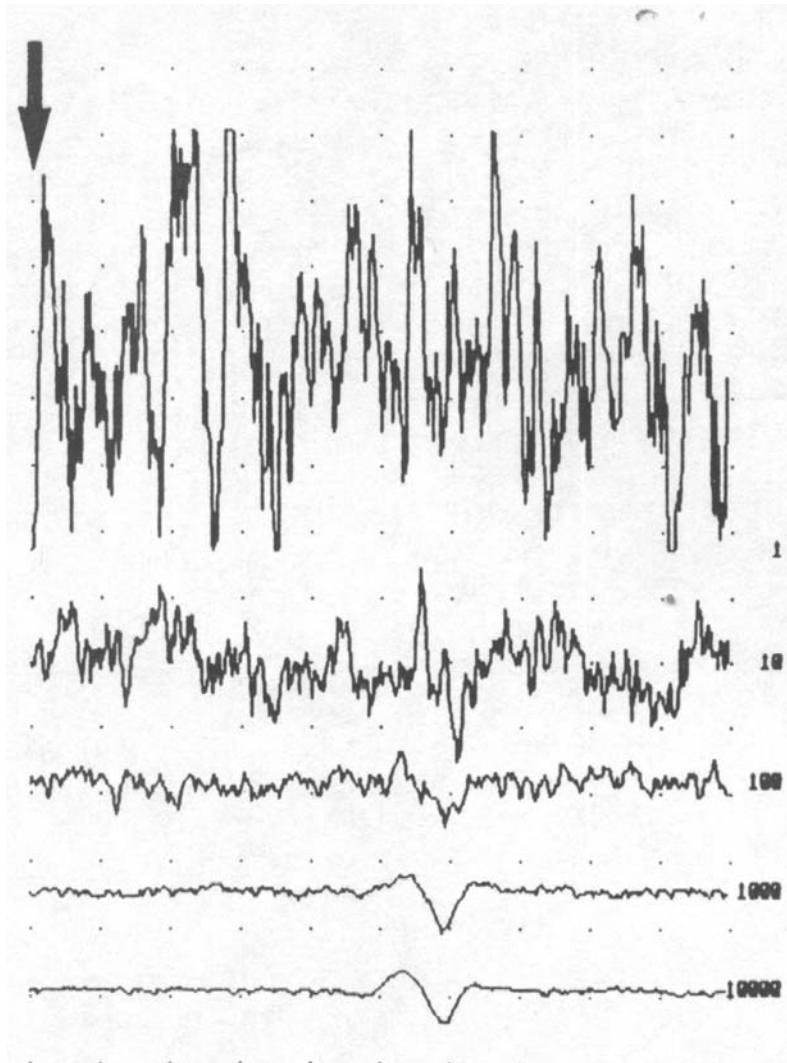
ABR - GENERACJA FALI V



Za miejsce generacji fali I przyjęto nerw słuchowy, zaś falę II generuje jądro ślimakowe brzuszne i grzbietowe. Za miejsce powstawania fali III przyjmuje się zespół jąder oliwki górnej fala IV generuje jądro brzuszne wstęgi bocznej [3]. Z punktu widzenia pomiarów ABR-u największe znaczenie ma fala V. O wyborze tej fali zdecydował fakt, że występuje ona przy rejestracji nawet przy małych intensywnościach bodźca [3], [4].

Miejsca generacji słuchowych potencjałów wywołanych

ABR - REJESTRACJA

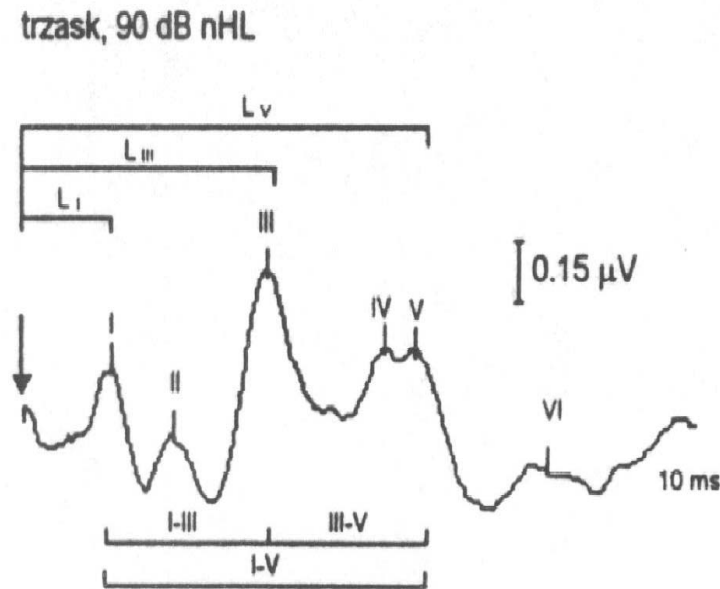


Zapis sygnału ABR opiera się na technikach uśredniania odbieranych bodźców, eliminując w ten sposób przypadkowe czynności mózgu od stymulowanych

- liczba uśrednień zależy od intensywności bodźca:
- dla bodźców o średniej i wysokiej intensywności (500-1000 uśrednień)
- dla bodźców o niskiej intensywności (1000-2000 uśrednień) [1], [3].

Biologiczna aktywność mózgu uśredniona dla różnej ilości bodźców

ABR - OCENA



Przykładowy zapis
ABR

Przy ocenie ABR-u stosuje się dwa rodzaje kryteriów:

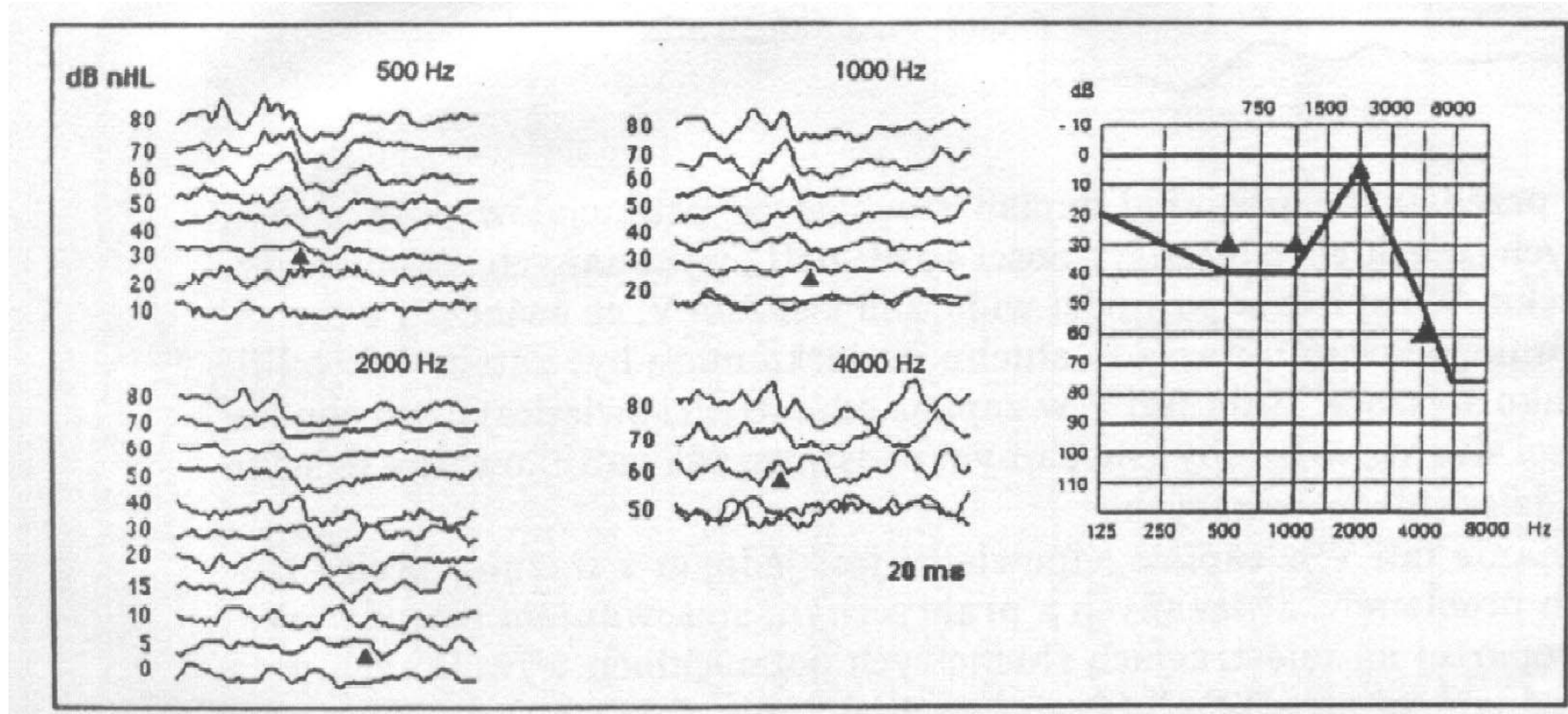
- ilościowe:

- wartość latencji fal I, III i V
- wartości interwałów między tymi falami I-III, III-V, I-V
- różnicę międzyuszną latencji fali V-IT 5 i iloraz amplitud fal V

- jakościowe:

- obecność poszczególnych fal w zapisie
- morfologia zapisu i powtarzalność odpowiedzi [1], [2], [3].

ABR - REKONSTRUKCJA AUDIOGRAMU



Rekonstrukcja audiogramu tonalnego przy użyciu metody ABR

ABR - WNIOSKI

- rejestrowanie potencjałów pnia mózgu stanowi cenną metodę obiektywnej oceny stanu funkcjonalnego słuchu oraz integracji struktur pnia mózgowego u noworodków
- proces dojrzewania drogi słuchowej u noworodków zmienia wartości progowe w audiometrii ABR, jak również czas utajania fali V i centralnego przewodzenia bodźca przez pień mózgowy
- obniżenie intensywności bodźca zmienia czas utajania u wszystkich grup noworodków
- audiometria ABR pozwala na selekcję noworodków z wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia uszkodzenia słuchu [5]

PODSUMOWANIE

Zalety pomiaru ABR

- dokładność i obiektywność
- czułość większa niż w przypadku innych metod diagnostycznych
- możliwość wychwycenia wielu rodzajów patologii układu słuchowego niemożliwych do wykrycia innymi metodami (demineralizacji, ischemii czy obecności guzów)
- zastosowanie w badaniach przesiewowych noworodków
- możliwość badania bez konieczności współpracy z pacjentem
- rekonstrukcja audiogramów
- nieinwazyjność metody
- powtarzalność pomiarów
- nie ma istotnych różnic śród- i międzyosobniczych

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kochanek K.: “Rekonstrukcja audiogramu tonalnego w badaniach słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu”, Otolaryngologia polska, Tom VIII, Supplement No 15, 136-143, 1994.
- [2] Kochanek K., Tacikowska G., Pierchała K., Olczak J., Dobrzyński P., Stelmaszak K.: “Przydatność potencjałów wywołanych pnia mózgu w diagnostyce uszkodzeń słuchu typu pozaślimakowego. Wybrane przypadki kliniczne”, Otolaryngologia polska, LII, 1, 71-74, 1998.
- [3] Materiały własne Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie.
- [4] Reroń E.:” Badania kloniczne i elektrofizjologiczne narządu słuchu u noworodków”, Rozprawa Habilitacyjna, Kraków 1990.
- [5] Reroń E., Sekuła J., Borkowski W.: “ Audiometria odpowiedzi pnia mózgowego (ABR) u noworodków urodzonych o czasie i przedwcześnie”, Otolaryngologia polska, XLV, 3, 218-223, 1991.
- [6] Taniewski M.:” Badanie słuchu i zmysłu równowagi”, Wydawnictwo uczelniane AWF w Gdańsku, Gdańsk 1993.
- [7] Zakrzewski A.:” Otolaryngologia kliniczna”, PZWL, Warszawa 1981.
- [8] www.iss.katowice.pl