

Dariusz Kordys

**Przydatność
potencjałów wywołanych stanu ustalonego
w obiektywnej ocenie progu słuchu**

Promotor:

dr hab. med. **Bożena WISKIRSKA-WOŹNICA**

Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Poznań 2018

Podziękowania:

Dziękuję mojemu promotorowi Pani dr hab. med. Bożenie WISKIRSKIEJ - WOŹNICY za cenne rady, opiekę naukową nad doktoratem oraz za nieopisaną cierpliwość i wyrozumiałość.

Spis treści:

I.	WSTĘP	5
II.	OMÓWIENIE LITERATURY.....	6
	1. ELEMENTY ANATOMII I FIZJOLOGII DROGII SŁUCHOWEJ.....	6
	2. TEORIE SŁYSZENIA	13
	3. METODY BADAŃ NARZADU SŁUCHU	14
	4. POTENCJAŁY WYWOŁANE STANU USTALONEGO (ASSR)	18
III.	CEL I ZAŁOŻENIA PRACY	24
IV.	MATERIAŁ I METODY	25
V.	WYNIKI	31
VI.	DYSKUSJA	90
VII.	WNIOSKI	99
VIII.	STRESZCZENIE	100
IX.	SUMMARY	102
X.	PIŚMIENNICTWO	104
XI.	SPIS TABEL I RYCIN	113

SKRÓTY I TERMINY UŻYTE W TEKŚCIE

ABR - słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu, ang.: auditory brainstem responses;

ASSR - słuchowe potencjały stanu ustalonego, ang.: auditory steady state response;

PTA - audiometria tonalna progowa, ang.: pure tone audiometry;

AI - audiometria impedancyjna, ang.: impedance audiometry;

dB - jednostka poziomu natężenia dźwięku (decybel);

dB nHL - jednostka miary natężenia dźwięku wyrażana w decybelach, ustalana według pomiarów progów słyszenia ludzi zdrowych, prawidłowo słyszących, ang.: normal hearing level;

dB SPL - jednostka miary natężenia dźwięku wyrażana w decybelach, ustalana według pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego, ang.: sound pressure level;

DP-OAE - otoemisje wywołane produktów zniekształceń nieliniowych ślimaka, ang.: distortion products otoacoustic emissions;

Hz - jednostka częstotliwości (Herz);

OAE - otoemisje akustyczne, ang.: otoacoustic emissions;

SISI - wskaźnik wrażliwości na krótkie przyrosty natężenia, ang.: short increment sensitivity index;

TDT - test zanikania tonu, ang.: tone decay test;

TEOAE - otoemisje wywołane trzaskiem, ang.: transient evoked otoacoustic emissions;

MMN - potencjały niezgodności, ang.: mismatched negativity.

I. WSTĘP

Postrzeganie otaczającej nas rzeczywistości to wspólny wysiłek sześciu zmysłów. Dyskusyjne jest, który z nich jest najważniejszy, ale bez wątpienia narząd słucho obok narządu wzroku stanowi podstawę percepcji bodźców zewnętrznych. Docierające do ucha dźwięki pozwalają nam cieszyć się bogactwem odgłosów fauny i flory, pięknem muzyki, umożliwiają kontaktowanie się z innymi ludźmi w relacjach zawodowych i towarzyskich. Pozwalają także unikać zagrożeń otaczającego nas świata, współcześnie opartego na wszechobecnej technologii. Ta ostanía umiejętność wydaje się być pierwotna w stosunku do pozostałych, na długo jeszcze przed pozyskaniem zdolności mówienia. Natomiast rozwój cywilizacji stanowi o tym, iż wzajemne porozumiewanie staje się podstawowym kanałem informacyjnym i ma fundamentalne znaczenie w życiu człowieka. [57]

Zatem utrata słucho, czy jedynie jego osłabienie, zdecydowanie pogarsza komfort życia, a także może przyczynić się do izolacji w społeczeństwie posługującym się sprawnie narządem słucho i mową. We wczesnym okresie życia prawidłowy słucho determinuje potencjalną zdolność do nauki mowy i pośrednio inne umiejętności poznawcze. Stąd też niezmiernie istotne jest wczesne wykrycie niedosłucho u dziecka i wdrożenie stosownego leczenia i rehabilitacji.

Rozwój medycyny, w tym audiologii i otochirurgii, w ostatnich latach nabrał szczególnego przyspieszenia wychodząc na przeciw oczekiwaniom pacjentów, także tych najmłodszych. Mamy możliwość poprawy słyszenia na drodze: stosowania nowoczesnych aparatów słuchowych, udoskonalonych technik operacyjnych lub zastosowania urządzeń wszczepialnych - wspomagających bądź zastępujących część niewydolnego narządu słucho.

Podstawową kwestią jest jednak wnikliwa diagnostyka audiologiczna. Obecnie audiolog ma do dyspozycji szerokie spektrum narzędzi badawczych. Począwszy od badania akumetrycznego, poprzez audiometrię tonalną i słowną, a skończywszy na potencjałach wywołanych: krótko-, średnio- i długolatencyjnych. W diagnostyce i kwalifikacji do dalszego postępowania z pacjentem wykorzystuje się także techniki obrazowania i diagnostykę psychologiczno - logopedyczną. W poszukiwaniu doskonalszego narzędzia badawczego sięgnięto do potencjałów wywołanych stanu ustalonego ASSR. Nadrzednym celem diagnozowania słucho w oparciu o tę metodę jest obiektywna ocena funkcjonowania

narządu słuchu i możliwość określenia wielkości ubytku słuchu na podstawie algorytmów statystycznych, pozbawionych elementów subiektywnej oceny osób wykonujących badanie.

II. OMÓWIENIE LITERATURY

1. ELEMENTY ANATOMII I FIZJOLOGII DROGI SŁUCHOWEJ

W poniższym skrótowym opisie anatomiczno - fizjologicznym zostały jedynie omówione struktury istotne z punktu widzenia możliwości metod diagnostycznych, wykorzystywanych w audiologii i nie oddają one pełni złożoności drogi słuchowej.

Układ słuchowy odpowiedzialny jest za przeniesienie energii fali akustycznej ze środowiska zewnętrznego do ośrodkowego układu nerwowego. W jego skład wchodzi dwie zasadnicze części:

- Pierwsza część obwodowa obejmuje: ucho zewnętrzne, ucho środkowe, część ślimakową ucha wewnętrznego wraz z receptorem słuchowym i zwojem spiralnym (II neuron).
- Druga to część ośrodkowa zawierająca: II neuron (zespół jąder ślimakowych brzusznych i grzbietowych), III neuron (jądra ciała czworobocznego, jądra wstęgi bocznej, jądra oliwki górnej, jądra wzgórnika dolnego) i IV neuron (ośrodek podkorowy słuchu zlokalizowany w jądrze ciała kolankowatego przyśrodkowego, pierwszorzędowy ośrodek korowy zlokalizowany w tylnych częściach zakrętów skroniowych górnych Heschla) [56].

Narząd słuchu człowieka rozwija się już w okresie zarodkowym. Początek rozwoju to 22 dzień. Wtedy to po obu stronach tyłomózgowia zaznaczają się zgrubienia ektodermy stanowiące płytki uszne. Przekształcone w pęcherzyki słuchowe (otocysty) leżą swobodnie w mezenchymie. Każda z otocyst ulega następnie podziałowi na zawiązek leżący brzusznie, dający w przyszłości: woreczek i przewód ślimakowy oraz zawiązek grzbietowy, z którego wykształca się: łagiewka, kanały półkoliste i przewód śródchłonki. Od 6 tygodnia rozwoju zarodka do 10 tygodnia życia płodowego, wyrastający z zawiązka woreczka uchyłek, rosnąc po torze spiralnym wykonuje 2,5 skrętu dając w efekcie zaczątek ślimaka. Do 10 tygodnia wykształcają się również: przewody półkoliste, przewód ślimakowy, grzebienie bańkowe, kosteczki słuchowe, małżowina uszna. W 11-12 tygodniu pojawia się błona bębenkowa i

narząd spiralny Cortiego. Około 20-21 tygodnia narząd Cortiego jest już całkowicie rozwinięty na całej swej długości. W połowie ciąży ucho wewnętrzne osiąga właściwie kształt i wielkość jak u osoby dorosłej [60,70]. Narząd ślimakowy jest filogenetycznie młodszy od narządu przedsionkowego, częściej też ulega anomaliom rozwojowym [10].

Małżowina uszna jest pierwszym, najbardziej dystalnym elementem narządu słuchu. Wymiary, położenie i jej ukształtowanie jest osobniczo zmienne. Symetria położenia małżowin jest także rzadka. Stosunek długości do szerokości to prawie 2:1. Prawie cała małżowina uszna oparta jest na rusztowaniu chrzęstnym tworzącym na jej powierzchni charakterystyczne elementy anatomiczne. Swą częścią tylną małżowina jest odchylona w płaszczyźnie strzałkowej pod kątem 25-45 st. Takie ustawienie małżowiny ogranicza dostęp fal akustycznych do przewodu słuchowego zewnętrznego docierających od tyłu. Modeluje w ten sposób pole akustyczne sprawiając, iż dźwięk odbierany jest jako pochodzący z zewnątrz [93]. Małżowiny służą głównie do "zogniskowania" fali dźwiękowej o częstotliwości powyżej 3 kHz, czym przyczyniają się do lepszej lokalizacji źródła dźwięku [24]. Lokalizację poprawia także fakt asymetrii percepcji dźwięku [93]. Dźwięk docierający od jednej ze stron doznaje opóźnień do 0,7 ms przy fali dźwiękowej prostopadłej do płaszczyzny strzałkowej. Fala akustyczna kierowana jest następnie do przewodu słuchowego zewnętrznego. Przewód słuchowy zewnętrzny składa się z dwóch odcinków. Pierwszy zewnętrzny oparty na rusztowaniu chrzęstnym (bezpośrednia kontynuacja chrząstki małżowiny usznej), drugi przyśrodkowy, dwukrotnie dłuższy o zrębie kostnym (część bębenkowa i łuskowa kości skroniowej). Przewód słuchowy zewnętrzny w obu swych odcinkach nie ma liniowego przebiegu. Jego oś uniesiona jest łukowato do góry (27°) w płaszczyźnie czołowej oraz esowato z uwypukleniem do przodu (105°), a następnie do tyłu (155°) w płaszczyźnie osiowej. Światło przekroju przewodu jest eliptyczne, a długa oś przekroju zmienia swe nachylenie wraz z odległością od błony bębenkowej. Również zmienna jest średnica przewodu. Najszersza u wejścia, najwęższa w miejscu przejścia zrębu chrzęstnego w kostny. Łączna długość przewodu słuchowego zewnętrznego to (u dorosłego człowieka) około 25 do 35 mm. Na przyśrodkowym końcu przewodu słuchowego zewnętrznego znajduje się bruzda bębenkowa. Rozciągająca się w jej świetle błona bębenkowa stanowi granicę między uchem zewnętrznym a uchem środkowym. Docierający do powierzchni małżowiny usznej dźwięk, poprzez rezonans w przewodzie słuchowym zewnętrznym, wzmacniany jest o około 10 dB

dla częstotliwości około 4 kHz. Wspólny rezonans małżowiny usznej i przewodu słuchowego zewnętrznego to zysk około 20 dB dla średniej częstotliwości 1,7 kHz [70].

Błona bębenkowa ma kształt nieregularnej elipsy o wymiarach 10-11 mm w kierunku swej osi długiej, od przodu i góry do dołu i tyłowi, oraz 9 mm w kierunku prostopadłym do poprzedniego [7]. Jej powierzchnia to około 85 mm², ale jedynie 2/3 jej powierzchni bierze aktywny udział w przeniesieniu fali akustycznej [94]. Z płaszczyzną poziomą, błona bębenkowa tworzy kąt otwarty na zewnątrz 45-50 st. tzw. kąt inklinacji, a z płaszczyzną pośrodkową kąt otwarty ku tyłowi około 50 st. tzw. kąt deklinacji [7]. Błona bębenkowa posiada budowę warstwową. Zewnętrzna warstwa utworzona jest przez skórę będącą przedłużeniem skóry przewodu słuchowego zewnętrznego. Warstwa środkowa to blaszka włóknista zbudowana z włókien elastycznych o przebiegu promienistym na zewnątrz i okrężnym do wewnątrz jamy bębenkowej. Wewnętrzna warstwa to błona śluzowa jamy bębenkowej [93]. Błona bębenkowa stanowi ograniczenie od zewnątrz jamy bębenkowej. Jama bębenkowa ma kształt przypominający dwuwklęsłą soczewkę, o zmiennej odległości pomiędzy swoimi ścianami. Mniej więcej w środku powierzchni błony bębenkowej jej odległość od przyśrodkowej ściany jamy bębenkowej jest najmniejsza i wynosi około 2 - 3 mm. Oś symetrii jamy bębenkowej ustawiona jest pod kątem około 45 st. w stosunku do płaszczyzny pośrodkowej czaszki. Bezpośrednio od strony jamy bębenkowej do błony bębenkowej wrosnięta jest część młoteczka (rękojeść). Poprzez staw kowadełkowo-młoteczkowy główka młoteczka łączy się z kowadełkiem. Odnoga długa kowadełka zaś poprzez staw kowadełkowo-strzemiączkowy łączy się z głową strzemiączka. Podstawa strzemiączka zakrywa okienko owalne prowadzące do kanału ślimaka. Pomiedzy błoną bębenkową a podstawą strzemiączka następuje transformacja drgań cząsteczek powietrza na drgania cieczy wypełniającej ucho wewnętrzne. Ze względu na różnice gęstości obu środowisk następuje zamiana ruchu cząsteczek powietrza o dużym wychyleniu i małej sile na ruch cząsteczek endolimfy o małej amplitudzie, ale o dużej sile. Ruch płytki strzemiączka jest od 1,3 do 3 razy mniejszy od ruchów błony bębenkowej [70]. Następstwem tego jest dopasowanie impedancji obu środowisk. Ciśnienie wywierane przez podstawę strzemiączka na okienko owalne jest 44 razy większe od ciśnienia fali dźwiękowej na powierzchni błony bębenkowej [93]. Płytko strzemiączka porusza się w okienku przedsionka ruchem złożonym. W zależności od natężenia dźwięku wykonuje ona ruchy kołyszące w kierunku przednio-tylnym, zaś przy większych natężeniach dźwięku ruchy te odbywają się w kierunku dolno -

górnym. Takie zróżnicowanie drgań płytki strzemiączka powoduje proporcjonalne do natężeń dźwięku zmiany objętości poruszanych płynów ucha wewnętrznego, a w efekcie tworzy specyficzny mechanizm obrony ucha wewnętrznego przed gwałtownym pobudzeniem. Mechanizm działania swoistego transformatora mechanicznego wynika po pierwsze z różnicy długości pomiędzy rękojeścią młoteczka i wyrostkiem soczewkowatym strzemiączka, po wtóre z różnicy powierzchni błony bębenkowej i podstawą płytki strzemiączka [24,92]. W warunkach fizjologicznych około 50% energii dźwięku przenoszona jest z błony bębenkowej za pomocą kosteczek słuchowych na okienko owalne [93]. Warunkiem prawidłowego i efektywnego pobudzenia płynów ślimaka jest także odwrotny w fazie ruch okienka okrągłego. W procesie przeniesienia dźwięku w uchu środkowym następuje wzmocnienie natężenia dźwięku o kolejne 10 do 25 dB, w zależności od badanej częstotliwości. Całkowity brak układu transmisyjnego kosteczek słuchowych i błony bębenkowej, w następstwie którego nastąpił brak ekranowania okienka okrągłego i wtórnie upośledzony ruch śródchłonki, daje ubytek słuchu rzędu 40 do 60 dB [70].

Za utrzymanie optymalnej, niskiej, impedancji akustycznej ucha środkowego odpowiada trąbka słuchowa. Jest to 3-4 cm przewód łączący jamę bębenkową z nosogardłem. Działanie trąbki polega na regularnym otwieraniu i zamykaniu ujścia w części chrzęstnej w czasie aktu połykania, ziewania, kichania, żucia i mówienia [70]. W ten sposób następuje swoista wentylacja jamy bębenkowej i utrzymanie maksymalnej ruchomości błony bębenkowej.

W uchu środkowym, oprócz kosteczek słuchowych, istnieją również inne ważne elementy anatomiczne, spełniające role w ochronie ucha wewnętrznego przed nagłą wyższą ciśnienia akustycznego dźwięku. Są to mięsień napinacz błony bębenkowej i mięsień strzemiączkowy. Skurcz mięśni śródusznych zmniejsza drganie kosteczek słuchowych, zwiększa napięcie błony bębenkowej i zmniejsza w ten sposób czułość słuchu dla 1 kHz o 15 dB. Czynność ta stanowi ochronę narządu słuchu przed nadmiernym wzrostem natężenia dźwięku. Najniższe, średnie natężenie dźwięku, powodujące czynność mięśnia strzemiączkowego, to 92 dB, bez względu na częstotliwość dźwięku (70 - 90 dB powyżej progu słuchu). Czas utajenia reakcji mięśni waha się od 10 do 100 μ s w zależności od natężenia dźwięku. Natężenie to determinuje także siłę skurczu mięśni. Przy długo trwającym ciągłym dźwięku siła skurczu mięśni maleje. Mechanizm ten nie chroni jednak ucha przed gwałtownymi dźwiękami o czasie do 10 μ s [70].

Wspomniany wcześniej ruch płytki strzemiączka powoduje ruch przychłonki w schodach przedsionka, co następnie skutkuje wtórnymi ruchami błony podstawnej. Tym samym fala ciśnienia akustycznego powietrza zamieniana jest na falę płynów ucha wewnętrznego, pobudzającego rzęski komórek słuchowych i powstanie impulsu nerwowego w komórkach słuchowych narządu Cortiego.

Proces ten jest istotą funkcji ucha wewnętrznego. Istnieje także drugi mechanizm pobudzenia komórek słuchowych, a mianowicie poprzez pobudzenie kostne. W warunkach fizjologicznego słyszenia ta droga przenikania dźwięku do receptora w narządzie Cortiego nie odgrywa większego znaczenia. Staje się jednak wysoce przydatna w diagnostyce słuchu, a w szczególności ocenie stanu ucha środkowego. Zgodnie z teorią Bekesy'ego, przeniesiona energia akustyczna na ciśnienie płynów ucha wewnętrznego poprzez falę wędrującą, pobudza umiejscowione na błonie podstawnej rzęski komórek słuchowych zewnętrznych (około 12 000 - 20 000) i wewnętrznych (około 3 500). Zgodnie z teorią fali wędrującej, określona częstotliwość bodźca pobudza określone komórki słuchowe na błonie podstawnej (mechanizm tonotopowy). Dźwięki o wysokiej częstotliwości powodują fale z maksymalnym wychyleniem w zakresie zakrętu podstawnego ślimaka. Średnie i niskie częstotliwości dają największe wychylenie proporcjonalnie bliżej osklepka. Częstotliwości poniżej 50 Hz powodują wychylenie całej błony podstawnej. Ostatnie odkrycia modyfikują powyższą teorię o element częstotliwości początkowej fali, co skutkuje zmiennym miejscem wychylenia maksymalnego błony podstawnej [70]. Selektywność częstotliwościowa narządu Cortiego uwarunkowana jest także innymi właściwościami narządu Cortiego. A mianowicie błonę podstawną cechuje zmienna szerokość i grubość w jej przebiegu, co w konsekwencji daje różną jej sztywność. Komórki słuchowe zaś w zależności od umiejscowienia na błonie podstawnej posiadają inną długość i elastyczność. Wszystko to stanowi o zmiennym rezonansie mechanicznym charakterystycznym dla określonych częstotliwości odbieranych dźwięków [93].

W komórkach słuchowych narządu Cortiego, w odpowiedzi na pobudzenie dokonuje się depolaryzacja, czyli powstanie potencjałów mikrofonicznych i sumacyjnych. Potencjały mikrofoniczne rosną liniowo wraz ze wzrostem natężenia wywołującego ich dźwięku aż do 80 dB. Później potencjał ten już nie wzrasta. Potencjały mikrofoniczne powstają w skutek przejściowego odkształcenia rzęsek lub ciał komórek rzęsatych. Powstają one głównie w komórkach słuchowych zewnętrznych. Z obserwacji wynika, iż komórki słuchowe zewnętrzne

są rodzajem wzmacniacza ślimakowego. Poprzez swoje ruchy szybkie i wolne zmieniają ruchomość i sztywność błony podstawnej, co wpływa na czułość narządu Cortiego. Efektem tego jest zwiększona czułość na niskie wartości natężeń dźwięków o około 40 dB (ruchy szybkie) i zmniejszenie czułości na wysokie natężenia (ruchy wolne). Komórki rzęstate zewnętrzne mają również umiejętność kurczenia się oraz niejako oddawania energii fali akustycznej docierającej do ucha wewnętrznego (ruchy szybkie). Zjawisko to nazwane zostało otoemisją akustyczną i stanowi podstawę obiektywnego badania diagnostycznego.

Jak już wspomniano droga bodźca elektrycznego od receptora w uchu wewnętrznym do ośrodków korowych zaczyna się przemianą mechaniczno - elektryczną w komórkach słuchowych narządu Cortiego. Wyrzut neuroprzekaźnika do przestrzeni pomiędzy komórką słuchową, a dendrytem pierwszego neuronu komórki zwojowej wywołuje powstanie potencjału postsynaptycznego. Powyżej pewnego poziomu proces ten skutkuje powstaniem potencjału czynnościowego nerwu (AP). Wytworzone w ślimaku potencjały mikrofoniczne, sumacyjne i czynnościowe są pierwszymi zjawiskami elektrycznymi możliwymi do rejestracji w czasie diagnostyki audiologicznej.

Do komórek słuchowych narządu Cortiego docierają dendryty komórek dwubiegunowych, pierwszego neuronu drogi słuchowej. Przy czym do komórek słuchowych zewnętrznych dociera jedynie 5 - 10 % ich ogólnej liczby, zaś do wewnętrznych aż 90 - 95 %. Dendryty różni także próg pobudliwości. Te o wysokim progu docierają do komórek słuchowych wewnętrznych. O niskim zaś do komórek słuchowych zewnętrznych. Jądra komórek dwubiegunowych znajdują się w zwoju spiralnym kanału spiralnego wrzecionka ślimaka (kanał Rosenthala).

Następnie neuryty komórek zwoju spiralnego, po przejściu przez otwory w dnie kanału słuchowego wewnętrznego tworzą nerw słuchowy. Drogą około 1 cm przewodu słuchowego wewnętrznego, docierają wraz z nerwem przedsionkowym górnym i dolnym oraz nerwem twarzowym na granicę mostu i rdzenia przedłużonego. W miejscu tym wnikają do pnia mózgu.

Nerw ślimakowy tworzy około 40 000 włókien ułożonych tonotopowo. Włókna z zakrętu szczytowego ślimaka biegną w środku nerwu. Otaczają je zaś włókna wiodące impulsy z zakrętu podstawnego. Wszystkie włókna są zmielinizowane. Część włókien łączy się ze sobą wzajemnie.

W pniu mózgu rozpoczyna się drugi neuron drogi słuchowej, w jądrach ślimakowych brzusznych i grzbietowych. Do pojedynczej komórki zwojowej jądra ślimakowego brzusznego dochodzi tylko jeden neuryt komórki zwojowej. W jądrze ślimakowym grzbietowym każdy neuryt zwojowy łączy się z kilkoma komórkami zwojowymi. Część komórek jąder ślimakowych przewodzi impulsy nerwowe do następnego neuronu drogi słuchowej, część zaś posiada funkcje regulującą. Na tym poziomie drogi słuchowej neurony komórek zwojowych, po częściowym skrzyżowaniu, tworzą wstęgę boczną [70].

Trzeci neuron posiada jądro w ciele czworobocznym położonym w moście, jądrze wstęgi bocznej, jądrach oliwki górnej oraz jądrach wzgórków dolnych pokrywy śródmózgowia. Na poziomie jąder oliwki górnej w skutek istnienia licznych połączeń między jądrami, następuje po raz pierwszy integracja sygnałów akustycznych obu uszu [70,93]. Jądra oliwki górnej pełnią także ważną rolę w procesie lokalizacji dźwięków w przestrzeni oraz w sprzężeniu zwrotnym między układem aferentnym i eferentnym [93].

Czwarty neuron to jądro ciała kolankowatego, położonego przyśrodkowego w międzymózgowiu. Neuron ten stanowi ośrodek podkorowy słuchu [70]. Stąd impulsy biegną drogą promienistości słuchowej do ośrodków korowych, czyli zakrętów skroniowych poprzecznych Heschla, położonych w tylnej części zakrętu skroniowego górnego (pole 41 i 42 wg Brodmanna) - powierzchni zwróconej do bruzdy bocznej [56,70]. Również na tym poziomie drogi słuchowej lokalizacja ma (analogicznie do poprzednich pięter) charakter tonotopowy.

W podkorowym ośrodku słuchu dochodzi do analizy przestrzenno - czasowej docierającej tu informacji akustycznej. Przyjmuje się, iż 66 - 95% neuronów pierwotnego pola słuchowego pobudzana jest sygnałem akustycznym. Reszta stanowi neurony rezerwowe [70].

Drugorzędowy ośrodek słuchu leży w dolnej części zakrętu skroniowego górnego (pole 22 wg. Brodmanna). Jest to ośrodek kojarzeniowy. Warto zauważyć, iż złożoność drogi słuchowej obejmuje także drogę niespecyficzną od jąder ślimakowych do kory mózgowej i dwa układy zstępujące mające funkcje regulujące na różnych poziomach jąder neuronów drogi słuchowej.

2. TEORIE SŁYSZENIA

Na przestrzeni kilkudziesięciu ostatnich lat próbowano zdefiniować mechanizm różnicowania częstotliwości dźwięków w układzie drogi słuchowej. Ogłoszona w roku 1841 przez Webera teoria harfy oraz jej rozwinięcie, teoria rezonansowa Helmholtza z roku 1863 zakładają, iż analiza częstotliwości dźwięku następuje na zasadzie pobudzenia, właściwych dla określonych częstotliwości, miejsc (włókien) błony podstawnej ślimaka. Drgające włókna o zróżnicowanej długości i napięciu, działając na zasadzie rezonatorów, miałyby pobudzać bezpośrednio odpowiednie zakończenia nerwowe. Krótkie włókna podstawy ślimaka pobudzane byłyby przez wysokie częstotliwości zaś długie, znajdujące się przy osklepku, odpowiedzialne byłyby za przekazywanie niskich częstotliwości. Teoria telefoniczna (centralna) Rutherforda zakłada natomiast, że proces analizy zróżnicowania częstotliwościowego następuje nie w ślimaku, ale w kolejnych elementach drogi słuchowej: nerwach i korowych ośrodkach nerwowych. Według teorii Rutherforda fala dźwiękowa powoduje drganie błony podstawnej narządu Cortiego jako całości. Bodziec przekazywany jest przez włókna nerwu słuchowego ze zmienną szybkością, co zdaniem autora koduje częstotliwość sygnału akustycznego. O natężeniu dźwięku decyduje zaś amplituda drgań błony podstawnej. Teoria fali stojącej zakłada, że fala dźwiękowa doprowadza do powstania fali stojącej pobudzającej błonę podstawną. Dla każdej częstotliwości właściwe byłoby inne miejsce pobudzenia błony podstawnej. W roku 1960 Georg von Békésy sformułował teorię fali wędrującej. Oparł ją na wieloletnich badaniach na modelach fizycznych ślimaka oraz na badaniach klinicznych preparatów kości skroniowych. Używając światła stroboskopowego i mikroskopu stymulował okolice okienka owalnego dźwiękami o wysokich natężeniach i analizował ruch błony podstawnej na odsłoniętym błędniku. Założeniem teorii fali wędrującej jest powstawanie pod wpływem energii akustycznej odkształcenia błony podstawnej, przemieszczającego się wzdłuż błony, od podstawy ślimaka (okienka owalnego) w kierunku jego wierzchołka (osklepka). Amplituda odkształcenia wzrasta stopniowo, osiągając maksimum w miejscu charakterystycznym dla danej częstotliwości wyzwalającej jej fali akustycznej, a następnie zdecydowanie wygasa się prowadząc do powstania wirów przychłonki. Kształt fali odkształcenia błony podstawnej jest niezależny od częstotliwości wywołującej jej fali akustycznej. Zmianie ulega jedynie miejsce osiągnięcia maksimum. Dźwięki o wysokiej częstotliwości powodują krótką falę z maksimum blisko podstawy

ślimaka. Wraz z rosnącą częstotliwością dźwięku miejsce maksimum oddala się od postawy ślimaka, a zbliża do jego osklepka. Pobudzenia poniżej 50 Hz wprawiają w drgania całą błonę podstawną. Późniejsze badania dowodzą jednak, iż teorią Bekesy'ego nie można wytłumaczyć wszystkich zjawisk zachodzących na drodze słuchowej. Opisuje ona jedynie mechanizmy pasywne fali biegnącej, pomijając całkowicie zjawisko aktywnego mechanizmu percepcji dźwięku realizowanego przez komórki rzęstate zewnętrznie. Poza tym obszar drgań błony podstawnej jest na tyle rozległy, że trudno przypisać zdolność kodowania częstotliwości jedynie jej własnościom fizycznym. Musi zatem istnieć mechanizm wyostrzenia oparty na dalszych elementach neuronalnej części drogi słuchowej, w czym widać elementy teorii centralnej Ruthenforda. Zjawisko przewodzenia impulsów poprzez nerw ślimakowy dla poszczególnych natężeń i częstotliwości próbuje wyjaśnić teoria salw E.G. Wevera z roku 1949. Zgodnie z nią, aby przekazać ton z przedziału poniżej 300 - 400 Hz włókna nerwu ślimakowego działają synchronicznie, w zakresie 400 - 5000 Hz działają zaś asynchronicznie. Zjawisko wielofazowości przewodnictwa nerwu ślimakowego zapewnia więc pobudzenie ośrodków korowych z właściwą częstotliwością. Złożoność dróg nerwowych w miarę przemieszczania się od ślimaka do ośrodków słuchowych, wzrasta i komplikuje się. Wskazywane są nowe obszary korowe związane z percepcją słuchową. Wzorce dźwiękowe rozpoznawane są w ośrodkach korowych pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych. Wszystko to stanowi o tym, iż zdolność słyszenia dźwięków trudno tłumaczyć tylko jedną teorią.

3. METODY BADAŃ NARZĄDU SŁUCHU

Zasadniczym podziałem metod badania słuchu jest podział na metody subiektywne (psychofizyczne) i obiektywne (elektrofizjologiczne)

Metody subiektywne to kolejno:

- a) badanie akumetryczne
- b) próby stroikowe
- c) audiometria tonalna
 - progowa,
 - nadprogowa,
 - wysokoczęstotliwościowa
- d) próby lokalizacji dźwięku
- e) audiometria mowy

Metody obiektywne to:

- a) audiometria odruchowa
 - pletysmografia
 - audiometria skórno-galwaniczna
 - audiometria impedancyjna
- b) emisje otoakustyczne
 - spontaniczne
 - wywołane
- c) audiometria odpowiedzi elektrycznych
 - krótkolatencyjne - elektrokochleografia
 - średniolatencyjne
 - długolatencyjne

Audiometria tonalna progowa jest najpowszechniej wykonywanym badaniem audiologicznym. W badaniu tym wykorzystuje się pobudzenia dźwiękiem z przedziału 0,125 do 8 kHz, za pomocą słuchawki powietrznej lub wibratora kostnego. Natężenie bodźców dźwiękowych może ulegać zmianie -10 do 120 dB HL. Dźwięk może być jednostajny lub modulowany. W wypadku asymetrii słyszenia można stosować maskowanie: tonem, szumem białym, różowym. Metoda ta pozwala na wyznaczenie: progu słuchu, pola słuchowego i rezerwy ślimakowej.

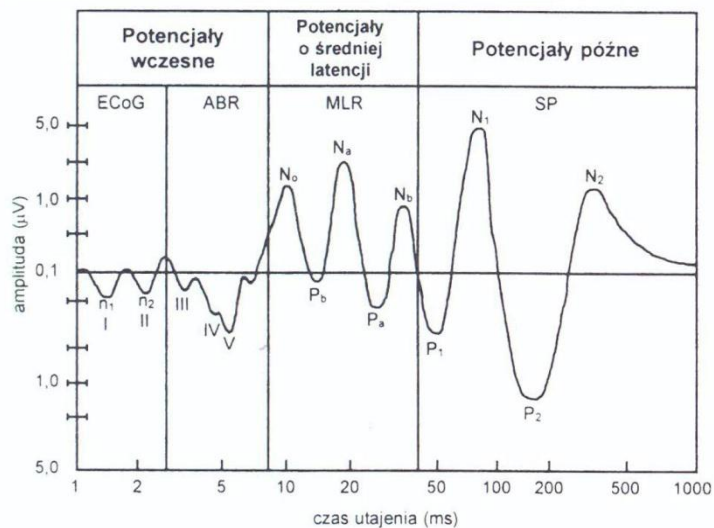
Audiometria impedancyjna jest podstawowym i najprostszym badaniem obiektywnym w gamie badań obiektywnych. Wykorzystując ton próbny zawarty w granicach 220-800 Hz lub (w niektórych przypadkach 1000 Hz) i natężeniu 60-70 dB powyżej progu słyszenia, możemy wykonać pomiar impedancji akustycznej ucha środkowego, wyznaczyć krzywą podatności błony bębenkowej oraz zarejestrować odruchy z mięśni śródusznych zarówno w układzie ipsilateralnym jak i kontralateralnym.

Otoemisje akustyczne są wynikiem rejestracji w świetle przewodu słuchowego zewnętrznego dźwięków o małym natężeniu powstałych samoistnie bądź będących odpowiedzią na impuls tonalny lub trzask. Zjawisko otoemisji spontanicznej występuje jedynie u około 26 - 44 % populacji ludzi prawidłowo słyszających. Otoemisje wywołane zarejestrujemy u wszystkich prawidłowo słyszających. Otoemisja wywołana możliwa jest do

zarejestrowania do poziomu niedosłuchu około 30 dB dla TEOAE i 35 - 45 dB dla DP-OAE. W wypadku badania TEOAE bodźcem jest trzask szerekopasmowy. W badaniu DP-OAE bodźcem jest dwuton składający się z dwóch tonów prostych (tzw. tonów pierwotnych) o zbliżonych częstotliwościach f_1 i f_2 . Wzajemny stosunek f_2 do f_1 waha się w granicach 1,18 do 1,25. Według Rasmussena i Osterhammela najlepszy efekt rejestracji otoemisji DPOAE uzyskuje się dla wzajemnego stosunku f_2 / f_1 wynoszącym 1,23 (przy założeniu że wartość f_1 jest mniejsza od wartości f_2). O ile trzask pobudza całą błonę to dwuton czyni to selektywnie. Wykorzystując zatem DP-OAE możemy uzyskać odpowiedź wybranych przedziałów częstotliwości. Powtarzalność o wysokim procencie występuje dla TEOAE w przedziale 1-3 kHz, natomiast dla DP-OAE 2-8 kHz. Badanie otoemisji wywołanych nie odzwierciedla w bezpośredni sposób progów słuchowych, może jednak wykazać sprawność transformacji akustyczno – mechanicznej badanego ucha.

Słuchowe potencjały wywołane są odpowiedzią drogi słuchowej począwszy od receptora, a kończąc na ośrodkach słuchowych w płacie skroniowym kory mózgowej po stymulacji ucha bodźcem akustycznym [70]. Bodźce podawane są za pomocą słuchawki zewnętrznej lub wewnątrzprzewodowej (stymulacja powietrzna) bądź poprzez wyrostek sutkowaty za pomocą wibratora kostnego (stymulacja kostna). Odpowiedź rejestrowana jest za pomocą elektroencefalogramu z użyciem filtrów. Procedura ta jest powtarzana wielokrotnie dla różnych rodzajów bodźców i różnych natężeń. Każdemu odcinkowi drogi słuchowej odpowiada określony czas utajenia odpowiedzi, a zapis ma określoną morfologię. Znajomość tego zjawiska umożliwia topodiagnostykę drogi słuchowej. Dla jądra nerwu ślimakowego czas utajenia mieści się w granicach 2 do 3 ms; jądra oliwki górnej od 3,2 do 4,1 ms; jądra wstęgi bocznej od 4,7 do 5,8 ms; wzgórek blaszki czworaczej od 6,5 do 7,5 ms.

Podział słuchowych potencjałów wywołanych dokonuje się na podstawie czasu utajenia odpowiedzi na bodziec. Electrocochleogram (ECoChG) jest krótkolatencyjnym potencjałem wywołanym o czasie rejestracji - oknie czasowym - do 3 ms. Elektroda odbierająca sygnał spoczywa w przewodzie słuchowym zewnętrznym (metoda ekstratympanalna) lub jest wprowadzona poprzez błonę bębenkową na promotorium (metoda transtympanalna) w okolicie okienka okrągłego. W badaniu rejestruje się potencjał mikrofoniczny ślimaka (presynaptyczna czynność receptora, CM o czasie utajenia 0 ms), potencjał sumacyjny (SM), i potencjał czynnościowy (postsynaptyczna czynność AP) o czasie utajenia 1-3 ms.



Ryc. 1. Czas utajenia w ms i amplitudy w audiometrii odpowiedzi elektrycznych (ERA – electric response audiometry). Źródło: Zarys audiologii klinicznej Wydanie II, red. Pruszewicz A, Wydawnictwa Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. Poznań 2000, ryc. 123, s. 276)

Kolejnym potencjałem krótkolatencyjnym jest ABR. Czas rejestracji - okno czasowe - wynosi do 12 milisekund. Anatomicznym podłożem odpowiedzi z pnia mózgu są: jądra ślimakowe, jądra oliwki górnej, jądra wstęgi bocznej i wzgórek dolny blaszki czworaczej [70]. Najczęściej stosowanym bodźcem jest Click (przedział częstotliwościowy 2-4 kHz) lub krótkie tony (zazwyczaj 0,5 i 1 kHz). Zapis badania posiada maxima przebiegu oznaczane kolejną liczbą rzymską od I do V. Na podstawie szeregów natężeniowych i obecności fali V powszechnie ustala się próg słyszenia. Błąd ustalenia progu słyszenia w ABR nie przekracza najczęściej 10 dB HL. Na podstawie morfologii całego zapisu można ocenić czynność poszczególnych odcinków drogi słuchowej, a tym samym wstępnie ocenić patologię w obrębie danych odcinków.

Potencjały średniolatencyjne to takie, w których czas utajenia odpowiedzi mieści się pomiędzy 12 a 50 milisekundą. Badanie ASSR wykorzystuje rejestracje potencjałów średniolatencyjnych powstających po zadziałaniu na narząd słuchu badanego sygnałów modulowanych amplitudowo i częstotliwościowo.

Potencjały długolatencyjne rejestruje się w oknie czasowym 50 – 400 ms. Zalicza się do nich między innymi odpowiedzi P1 - N1 - P2 - N2, P300, N400. Wszystkie one są efektem specyficznego pobudzenia słuchowego i wskazują na aktywność kory słuchowej. Szczególnie przydatne okazują się być potencjały MMN. Można je rejestrować niezależnie od stanu pacjenta. Nie angażują one uwagi badanego i nie wymagają konieczności ścisłego

współdziałania z badającym. Wydają się więc szczególnie użyteczne w badaniu dzieci i pacjentów z zaburzeniami przytomności, motywacji, uwagi, funkcji poznawczych. Należy jednak zauważyć, że wraz z wiekiem dziecka, w przeciągu kilku pierwszych miesięcy życia (3 - 6 m.ż.) następuje zmiana wartości ustalonych progów słuchu [46,95], związana z przedłużonym okresem dojrzewania i rozwoju plastyczności układu nerwowego w odpowiedzi na nowe bodźce [81,95].

4. POTENCJAŁY WYWOŁANE STANU USTALONEGO (ASSR)

Historia ASSR rozpoczyna się datą 1960 r. - wówczas to jako pierwszy zarejestrował potencjały słuchowe Geisler. Stosował on pobudzenie impulsem click z częstotliwością powtarzania od 1 do 120 Hz. Schimmel w roku 1974 stwierdził, że optymalna częstotliwość powtarzania bodźca to 40 - 45 Hz. Dokonywał analizy otrzymanych danych za pomocą metody Fouriera, porównując amplitudę odpowiedzi dla częstotliwości pobudzenia do amplitud sąsiednich częstotliwości.

W roku 1977 Campbell prowadził próby z modulacją falą prostokątną. Nakładał dwutony o różnej amplitudzie i częstotliwości. To doświadczenie uzmysłowiło mu, że zmianie częstotliwości odpowiedzi odpowiada zmiana częstotliwości modulacji impulsów, a nie częstotliwości fali nośnej.

W roku 1981 Galambos ponownie stwierdził, że największą odpowiedź uzyskuje się przy częstotliwości modulacji pobudzenia bliskiej 40 Hz. Stwierdził również, że jest to wynik nałożenia się na siebie odpowiedzi o średnim czasie utajenia 25 ms. Rejestrował odpowiedź bliską progowi słyszenia. Wykazał, że odpowiedź była większa dla niższych częstotliwości oraz że odpowiedź zmniejszała się, gdy pacjent zasypiał lub spał [45].

Przełomowy dla rozwoju ASSR okazał się rok 1984. W roku tym rozpoczęto jednocześnie w Australii (Rickards, Rance, Clark) i Kanadzie (Stapells, Linden, Suffield, Hamel, Picton) prace nad rozszerzeniem zakresu częstotliwości modulacji zarówno amplitudy jak i częstotliwości. Prace Cohena i współpracowników z roku 1991 potwierdziły przewagę modulacji amplitudy i częstotliwości bodźca nad modulacją samej amplitudy. W następnych latach rozwoju ASSR, modulacja 100 Hz wyparła z diagnostyki modulację 40 Hz. Jedynie wyższa częstotliwość modulacji (powyżej 70 Hz) dawała dobre wyniki w badaniu pacjentów w czasie snu, a także nie ograniczała wieku pacjentów. [45,89,90]

U podstaw metody rejestracji potencjałów wywołanych stanu ustalonego leży zjawisko wzmacniania odpowiedzi, nakładających się na siebie w czasie trwania stymulacji ciągłej lub powtarzanej krótkimi tonami z określoną częstotliwością [45].

W praktyce oznacza to, iż proces akwizycji może być nieskończenie długi, co definiuje właśnie wspomniany w nazwie metody diagnostycznej stan ustalony odpowiedzi. Metoda ta w zdecydowany sposób różni ASSR od akwizycji w ABR, gdzie po zadziałaniu bodźca rejestruje się pojedynczą odpowiedź w ściśle określonym oknie czasowym [92].

Stan ustalony to zatem nic innego jak stan, w którym składniki widma częstotliwościowego odpowiedzi zawierają stałe komponenty. Dotyczy to zarówno widma częstotliwościowego jak i fazowego. Warunkiem otrzymania takiego widma jest okno czasowe akwizycji dłuższe niż czas trwania pojedynczego okresu pobudzenia. Tym samym rejestrowana odpowiedź nie ulega zmianie do chwili zmiany pobudzenia (częstotliwości lub amplitudy). Rejestruje się w ten sposób powolne zmiany odpowiedzi.

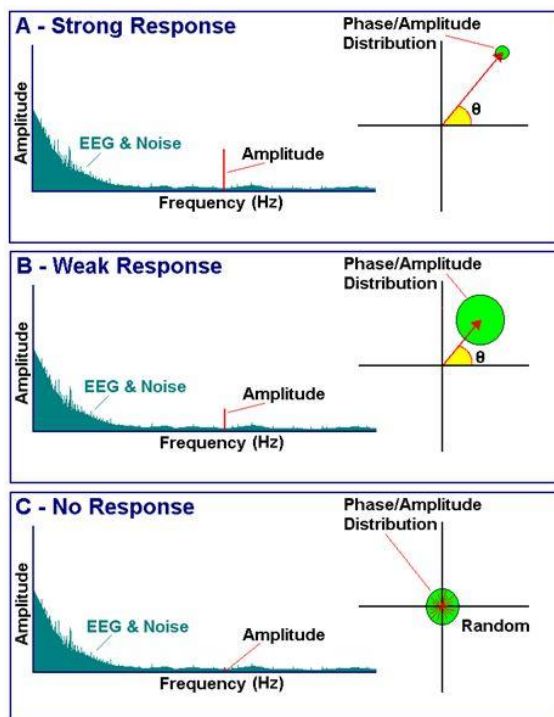
Rejestracja odpowiedzi następuje w sposób bezinwazyjny. Potencjał elektryczny zbierany jest z powierzchni skóry czaszki [45]. Typowe ustawienie elektrod to: elektrody aktywne na szczycie czaszki lub górnej części czoła (+) i kontralateralnym wyrostku sutkowatym (-), elektroda uziemiająca (GDN) na dolnej części czoła lub na policzku.

Bodźcem wykorzystywanym w ASSR jest fala sinusoidalna o częstotliwości w zakresie 250 - 8 kHz [92]. Wyróżniamy częstotliwość pobudzenia (częstotliwość fali nośnej) i częstotliwość modulacji pobudzenia. Najczęściej stosowana częstotliwość fali nośnej to 0,5, 1, 2 i 4 kHz. Można jednak dokonywać stymulacji również innymi częstotliwościami. Falę nośną moduluje się falą sinusoidalną o częstotliwości do 200 Hz. Modulacje przeprowadza się, w zakresie amplitudy AM lub częstotliwości FM, każdą metodą z osobna lub jako kombinację obydwu [45]. Modulacja częstotliwościowa bodźca dla niższych częstotliwości 40 Hz powoduje rejestrację odpowiedzi powstałych także w ośrodkach korowych.

Powyżej 75 Hz pozwala uzyskać większą część odpowiedzi powstających w rdzeniu przedłużonym, modulując zaś częstotliwość powyżej 85 Hz aktywność kory jest niewielka, powyżej 95 Hz rejestrujemy wyłącznie odpowiedzi z rdzenia [23,63,71].

Uzyskujemy także mniejsze zakłócenia w czasie akwizycji potencjału. Zmieniając częstotliwość modulacji bodźca, pobudza się ślimaka w różnych miejscach. Zmieniając zarówno częstotliwości jak i amplitudę, sterujemy niejako częstotliwością i miejscem powstania potencjału ASSR.

Powstały w ten sposób potencjał poddawany jest analizie automatycznej, amplitudowo - spektralnej. System oczekuje w paśmie częstotliwościowym dla częstotliwości modulacji wzmocnionej odpowiedzi elektrycznej.



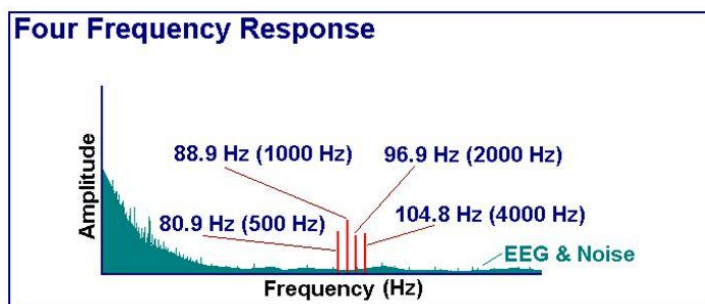
Ryc. 2. Porównanie analizy fazowej i spektralnej dla różnych odpowiedzi ASSR. Źródło: IHS SmartEP – ASSR user manual.

Wyławiając ją z pasma szumu zalicza potencjał, jako istniejący przy różnicy S/N - 6,13 dB, z przylegającymi częstotliwościami ± 5 Hz. Analizuje widmo składowych niskoczęstotliwościowych z jednoczesnym odfiltrowaniem artefaktów. Najczęściej filtr mieści się w granicach 1 do 300 Hz. W badaniu oprócz analizy widma (amplitud i faz) rejestrowanego sygnału dokonuje się analizy statystycznej składowych widma (algorytm FFT). Konieczność wykorzystania złożonych obliczeń statystycznych uniemożliwia w praktyce analizę odpowiedzi w czasie bezpośredniej obserwacji badania. W ten sposób metoda badawcza uniezależnia się od kwalifikacji badającego, ale tym samym staje się bardziej skomplikowana.

Akwizycja odbywa się w technice buforowania, co umożliwia porównywanie charakterystyk sygnału i szumu dla wszystkich testowanych częstotliwości. Bufor A zawiera parzyste odpowiedzi, zaś bufor B ujemne. Suma odpowiedzi w obu buforach informuje nas o średnim sygnale odpowiedzi. Różnica buforów zaś o średnim poziomie szumów. Otrzymane informacje o odpowiedziach możemy także analizować fazowo. Wektor fazy w analizie

odpowiedzi informuje jednocześnie o amplitudzie i fazie. Dla silnych odpowiedzi wektory są zbieżne a amplituda wysoka. Im mniejsza różnica S/N tym fazy nakładających się odpowiedzi są bardziej przypadkowe a amplituda mniejsza.

Bodziec testujący receptor można złożyć z nakładających się częstotliwości podstawowych, różnicując ich występowanie, zmienną, charakterystyczną jedynie dla nich częstotliwość modulacji. Pojedyncze częstotliwości testowe (bodźca) będą generowały odpowiedź w miejscu charakterystycznym dla jej własnej częstotliwości modulacji.

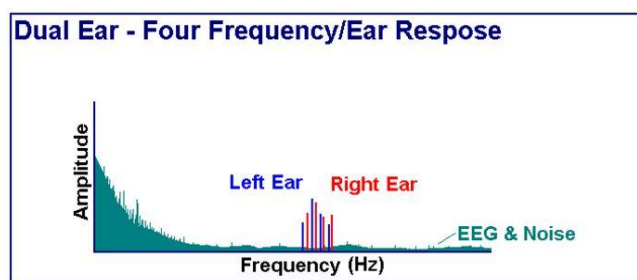


Ryc. 3. Analiza spektralno-amplitudowa potencjału wywołanego ASSR.
Źródło: IHS SmartEP – ASSR user manual.

Częstotliwości modulacyjne nie nakładają się. Taki więc rodzaj bodźca i analizy odpowiedzi pozwala na rejestrację białą oraz jednoczasową dla wielu częstotliwości. Rejestrowane jest pełne spectrum odpowiedzi na stymulację. Najczęściej wykorzystują zbiory tonów o częstotliwościach: 0,5 kHz; 1 kHz; 2 kHz i 4 kHz. Modulacja częstotliwościowa polega w tym przypadku na ustaleniu stałych okresów stymulacji dla danej częstotliwości, zapewniając odstęp zarówno w obrębie jednego ucha jak i obu usznie.

Akwizycja kończy się gdy: amplituda ulegnie zmniejszeniu do założonej w opcjach (najczęściej 0,7 - 1 μ V), bądź gdy zarejestruje się odpowiedzi dla wszystkich prezentowanych bodźców lub też gdy zakończy się maksymalna założona ilość pobudzeń.

Analizę otrzymanych wyników możemy przeprowadzić w postaci analizy spektralnej w funkcji częstotliwości modulującej oraz analizie wektorowej, oceniając amplitudę i fazę odpowiedzi. Najtrudniejszym zadaniem w ASSR jest obiektywny pomiar progu słyszenia. Proces ten następuje w dwóch etapach: wyznaczenia progu słuchu i estymacji progu psychoakustycznego na podstawie określonych algorytmów. Samo odnalezienie progu słuchu dla danej częstotliwości następuje poprzez kolejne stymulacje narządu słuchu metodą malejących natężeń bodźca (analogia do szeregu natężeniowego w ABR). Za odpowiedź progową przyjmuje się najniższe natężenie bodźca wywołujące odpowiedź.



Ryc. 4. Analiza spektralno-amplitudowa potencjału wywołanego ASSR obuuszna. Źródło: IHS SmartEP – ASSR user manual.

Decyzja o zaliczeniu bądź niezaliczeniu odpowiedzi podejmowana jest w sposób automatyczny, analizując w sposób statystyczny mierzoną wartość odpowiedzi i tła EEG. Zwalnia to zatem od obowiązku identyfikowania zapisów przez obsługujący je personel [92].

Odpowiedz ASSR uzależniona jest od parametrów fali nośnej bodźca (amplituda, częstotliwość) i charakterystyki modulacji przebiegu bodźca (częstotliwości modulacji, głębokość modulacji, funkcji modulującej). Amplituda odpowiedzi generalnie rośnie wraz ze wzrostem amplitudy bodźca. Przyjmuje się, iż proces ten inaczej zachodzi u osób z prawidłowym słuchem i u niedosłyszących. Zakłada się także, iż ASSR jest metodą specyficzną częstotliwościowo, co oznacza uzyskiwanie odpowiedzi komórek słuchowych ze ściśle określonych regionów błony podstawnej ślimaka, a także z odpowiadających im określonych neuronów słuchowych. Proces ten odbywa się niezależnie od innych (prawidłowo działających bądź uszkodzonych) regionów sąsiednich. Bodźce stosowane w technice ASSR mają bardzo dobrą selektywność częstotliwościową, gdyż ich energia skupiana jest w bardzo wąskim paśmie wokół częstotliwości nośnej. Szerokość bodźca w odróżnieniu od ABR to kilkadziesiąt do kilkuset Hz. Uzyskanie podobnej odpowiedzi ABR przy zastosowaniu logonów wymaga stosowania bodźców o dużych czasach narastania bodźca, co powoduje gorszą synchronizację odpowiedzi neuronalnych i następnie uniemożliwia precyzyjną rejestrację odpowiedzi. Dotyczy to zwłaszcza małych częstotliwości. Selektywność odpowiedzi poprawia się zarówno w badaniu ABR jak ASSR po zastosowaniu bodźca typu Chirp [49,51,76,83,96].

Najistotniejszą niedogodnością rejestracji ASSR jest rejestracja tła EEG. Na tło składają się zarejestrowane: spontaniczna aktywność mózgu, inne potencjały czynnościowe organizmu, szумы własne urządzenia oraz szereg artefaktów pochodzących z pola elektromagnetycznego powstających wokół badanego i urządzenia pomiarowego. Amplituda tego szumu nie jest jednorodna i jest większa dla mniejszych częstotliwości. Metodą wyłowienia odpowiedzi z szumu tła jest metoda wielokrotnego uśrednienia odpowiedzi skorelowanych amplitudowo i fazowo. Rejestrację ASSR dokonuje się najczęściej w funkcji

częstotliwości. Porównuje się stosunek amplitudy odpowiedzi dla częstotliwości modulacji bodźca do amplitudy widma szumu. Wydłużenie czasu rejestracji odpowiedzi zwiększa rozdzielczość analizy odpowiedzi. Dla oceny odpowiedzi stosujemy miarę stosunku sygnału do szumu (SNR). Podczas rejestracji zaszumienie tła może okresowo wzrastać i wynika to najczęściej z czynności mięśniowej pacjenta. Technika usuwania zakłóceń może opierać się na stosowaniu filtrów częstotliwościowych, tj. odcięcie częstotliwości leżących z dala od interesujących nas częstotliwości modulacji (filtr środkowo-przepustowy) lub posługiwanie się długim oknem czasowym rejestracji, w czasie którego odrzucane są odcinki z dużą ilością szumów tła [45]. Istotne jest też zwiększenie puli rekordów danych poddawanych wspomnianej analizie statystycznej [92]. Dobrze sprawdza się także metoda średniej ważonej [45]. Bezdyskusyjne znaczenie na zmniejszenie zaszumienia uzyskanych w czasie badania odpowiedzi mają także: stan elektrod i przygotowanie do badania skóry pacjenta.

Z uzyskanych w ten sposób wartości progów wyrażonych w dB SPL można dokonać estymacji audiogramu z wykorzystaniem tabeli przeliczeniowych i zamianą na jednostki dB HLog [92].

Rejestrację ASSR przeprowadza się z wykorzystaniem bodźców dźwiękowych na drodze przewodnictwa powietrznego. Korzystniejsze jest stosowanie słuchawek insert, co zwiększa poziom bodźca i jednocześnie zmniejsza zakłócenia elektromagnetyczne. Pojawiły się też próby stosowania bodźców z wibratorów kostnych [32,47,52,86]. Uzyskane na tej drodze odpowiedzi wykazywały jednak większą średnią różnicę i odchylenie standardowe niż w przewodnictwie powietrznym [45].

III. CEL I ZAŁOŻENIA PRACY

Celem głównym pracy jest ogólna ocena przydatności i wiarygodności progu słuchu uzyskanego w oparciu o badanie elektrofizjologiczne ASSR w materiale Klinicznego Oddziału Otolaryngologicznego z Oddziałem Chirurgii Szczykowo-Twarzowej 10 Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką SP ZOZ w Bydgoszczy.

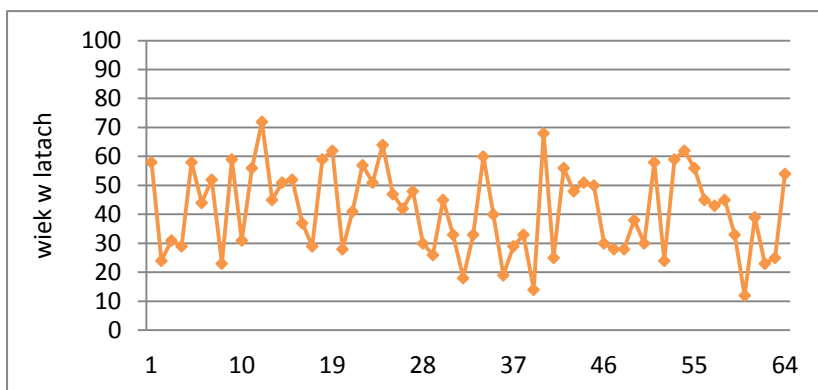
Główny cel pracy zostanie osiągnięty poprzez realizację celów cząstkowych:

- analiza wzajemnych zależności pomiędzy poziomem progu słuchu w audiometrii tonalnej progowej, a odwzorowaniem w postaci audiogramu wartości uzyskanych w badaniu ASSR
 - a) w grupie badanych w zależności od płci:
 - w grupie badanych płci żeńskiej
 - w grupie badanych płci męskiej
 - b) w grupie badanych wg. kryterium ostrości słuchu
 - ze słuchem w granicach normy
 - z niedosłuchem
 - c) w grupie badanych w zależności od stopnia niedosłuchu
 - w grupie badanych z niedosłuchem stopnia małego
 - w grupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego
 - d) w grupie badanych w zależności od wieku:
 - do 25 lat
 - od 26 do 40 lat
 - od 41 do 60 lat
 - pow. 60 lat
- ocena krytyczna przydatności badania ASSR
- wykazanie potencjalnych, praktycznych zastosowań badania ASSR

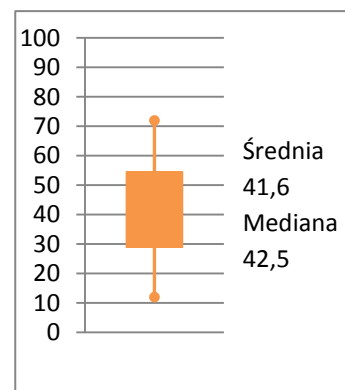
IV. MATERIAŁ I METODY

W latach 2007 - 2009 w Klinicznym Oddziale Otolaryngologicznym z Oddziałem Chirurgii Szczękowo-Twarzowej 10 Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką w Bydgoszczy przeprowadzono 217 pełnych diagnostyk audiologicznych. Do grupy badanej włączono jedynie pacjentów ze słuchem prawidłowym lub niedosłuchem czuciowo - nerwowym symetrycznym.

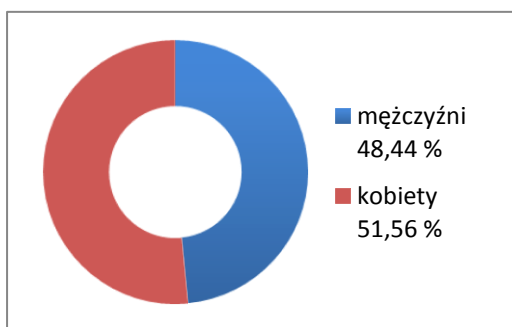
Analizowana grupa pacjentów składała się 64 osób. Wiek pacjentów wahał się od 12 do 72 lat (średnia 41,6 lat, mediana 42,5 lat), w tym z 31 mężczyzn (48,44%) oraz 33 kobiet (51,56%).



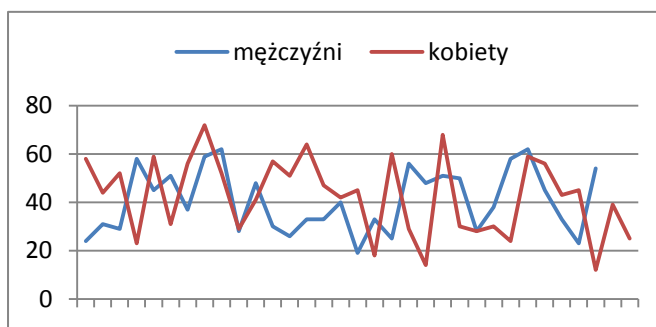
Ryc. 5. Rozkład wieku osób analizowanych w pracy



Ryc. 6. Wiek analizowanych osób max, min, śr. med.

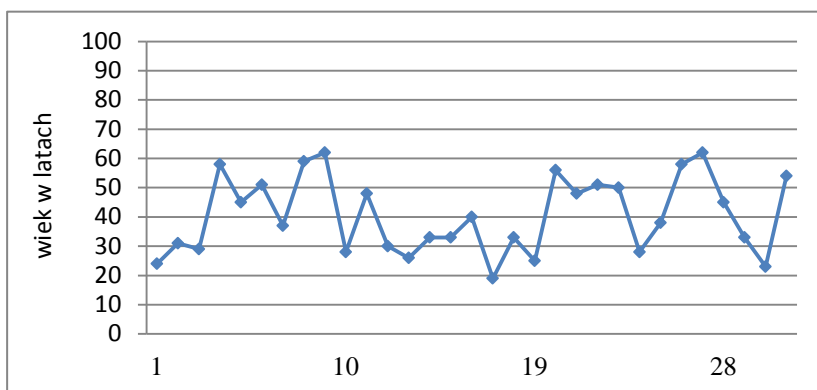


Ryc. 7. Rozkład grupy badanej ze względu na płeć

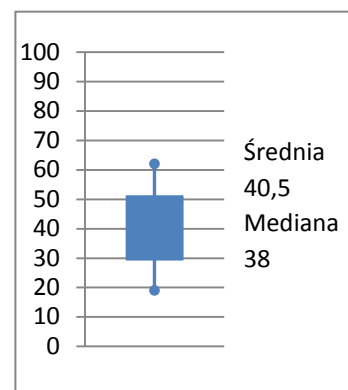


Ryc. 8. Rozkład wieku grupy badanej ze względu na wiek płci

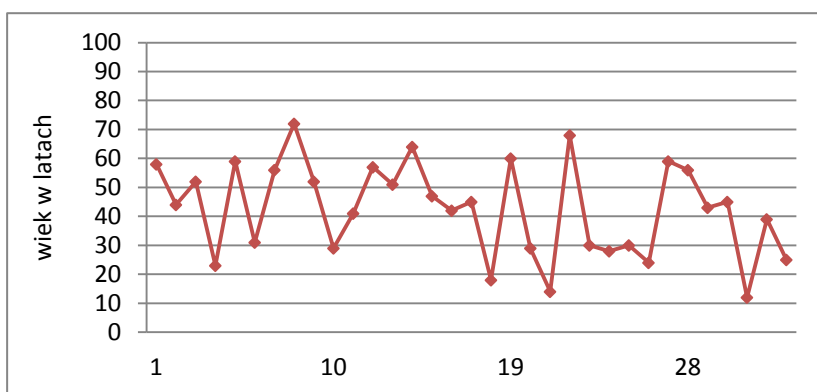
W grupie mężczyzn wiek wahał się od 19 do 62 lat (średnia 40,5 lat, mediana 38 lat), natomiast w grupie kobiet wiek wahał się od 12 do 72 lat (średnia 42,5 lat, mediana 44 lata).



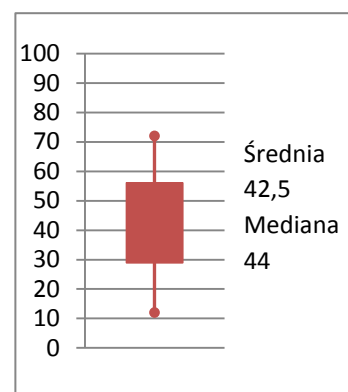
Ryc. 9. Rozkład wieku mężczyzn analizowanych w pracy



Ryc. 10. Wiek grupy analizowanych mężczyzn, max, min, śr, med.



Ryc. 11. Rozkład wieku kobiet analizowanych w pracy



Ryc. 12. Wiek grupy analizowanej kobiet, max, min, śr, med.

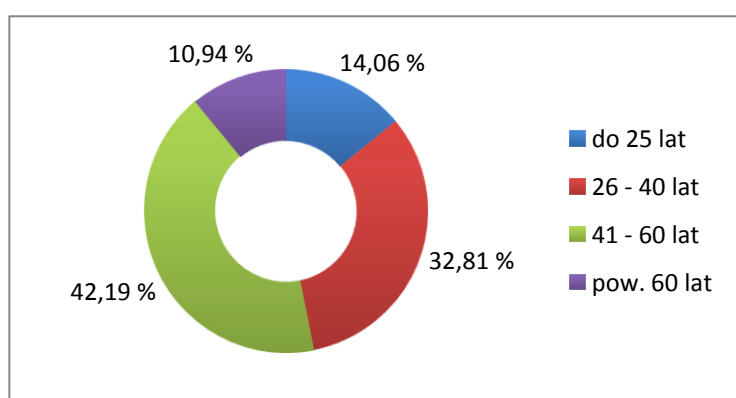
Metodyka badań obejmowała:

- badanie podmiotowe,
- badania laryngologiczne,
- badania audiologiczne:
 - a) audiometrii impedancyjnej z rejestracją odruchów strzemiączkowych ipsi- i kontralateralnych (dla częstotliwości 0,5; 1; 2 i 4 kHz),
 - b) audiometrii tonalnej progowej (zakres badania przewodnictwa powietrznego 0,125 do 8 kHz i przewodnictwa kostnego 0,5 - 4 kHz),
 - c) audiometrii nadprogowej TDT i SISI,
 - d) badania otoemisji wywołanej trzaskiem i produktami zniekształceń nieliniowych,
 - e) badania potencjałów stanu ustalonego (ASSR).

Badania przeprowadzono zarówno dla ucha prawego jak i lewego w zależności od badania kolejno bądź w przypadku ASSR jednocześnie.

Na podstawie uzyskanych badań wykluczono chorych z niedosłuchem przewodzeniowym lub mieszanym. Dla potrzeb badania poszczególnych zależności grupę podzielono na kilka podgrup, a mianowicie w zależności od wieku pacjentów:

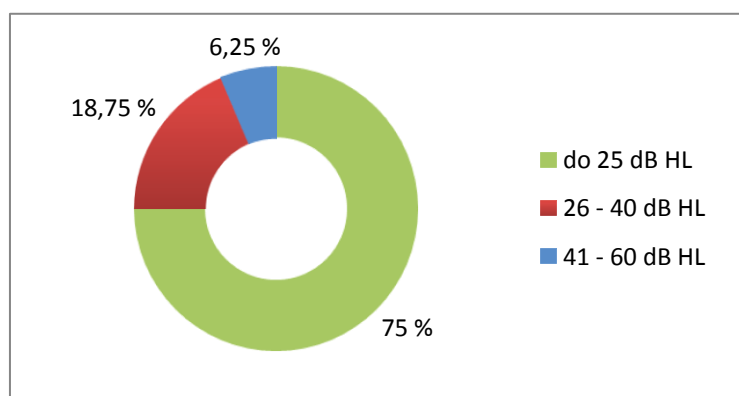
1. w wieku do 25 lat - 14,06 % badanej grupy (n=9),
2. w wieku w przedziale od 26 do 40 lat - 32,81 % (n=21),
3. w wieku w przedziale od 41 do 60 lat - 42,19 % (n=27),
4. powyżej 60 roku życia - 10,94 % (n=7).



Ryc. 13. Podział badanych na grupy wiekowe i ich udział procentowy w ogólnej licznie badanych.

Grupę badaną podzielono również ze względu na stopień niedosłuchu na podstawie kryteriów przyjętych przez WHO (tab. 1) w zależności od stopnia uszkodzenia słuchu:

- słuch prawidłowy (do 25 dB HL) - 75,00% ogółu grupy,
- małe uszkodzenie słuchu (26 - 40 dB HL) - 18,75%,
- umiarkowane uszkodzenie słuchu (41 - 60 dB HL) - 6,25%,



Ryc. 14. Podział badanych ze względu na stopień niedosłuchu

Tab. 1. stopnie uszkodzenia sluchu wg WHO

Stopień uszkodzenia sluchu	Wynik badania audiometrycznego (wartość ISO)*	Wpływ na czynności sluchu
0 - brak	25 dB lub lepiej (ucho lepiej słyszące)	Brak lub bardzo małe problemy ze sluchem. Pełne słyszenie szeptu.
1 - małe	26-40 dB (ucho lepiej słyszące)	Możliwość słyszenia i powtarzania słów mówionych normalnym głosem z odległości 1 m.
2 - umiarkowane	41-60 dB (ucho lepiej słyszące)	Możliwość słyszenia i powtarzania niektórych słów mówionych podniesionym głosem z odległości 1 m.
3 - duże	61-80 dB (ucho lepiej słyszące)	Możliwość słyszenia niektórych słów wypowiedzianych krzykiem do ucha lepszego.
4 - głębokie włączając głuchotę	81 dB lub gorzej (ucho lepiej słyszące)	Niemożliwość słyszenia i rozumienia słów, nawet wypowiedzianych krzykiem.

*Audiometryczna wartość ISO oznacza średnia dla 500, 1000, 2000 i 4000 Hz

Źródło: Kryteria oceny słyszenia u osób wykonujących pracę wymagającą dobrej sprawności sluchu, Mariola Śliwińska-Kowalska, Otorynolaryngologia 2013, 12(3): 105-111.

Badanie audiometrii tonalnej i audiometrii nadprogowej wykonano przy pomocy audiometru klinicznego marki Interacustics AC 40, do wykonania audiometrii impedancyjnej posłużono się natomiast audiometrem impedancyjnym Interacustics AT 235. Do wykonania pomiarów otoemisji TEOAE, DP-OAE i sluchowych potencjałów stanu ustalonego wykorzystano urządzenie Smart-EP ASSR firmy Intelligent Hearing System wraz z oprogramowaniem do badań otoemisji wywołanych oraz sluchowych potencjałów wywołanych. Zachowano standardowe ustawienia pomiarowe systemu. Jako bodźce sluchowe wykorzystano sygnały tonowe z mieszaną modulacją sinusoidalną amplitudową i częstotliwościową.

Badanie ASSR wykonano biauralnie dla częstotliwości 500, 1000, 2000 i 4000 kHz. W niektórych przypadkach stosowano dodatkowo bodźce w wybranych pojedynczych częstotliwościach. Badania wykonywano jednocześnie. Pacjenci byli w stanie czuwania lub w stanie snu fizjologicznego. Nie byli informowani o potrzebie pozostawania w stanie czuwania, zasypiali spontanicznie. Byli natomiast uprzedzeni o potrzebie ograniczenia do minimum mimiki twarzy i niemożności dotykania głowy w czasie badania ASSR. Ograniczenia takie miały na celu eliminację artefaktów mięśniowych i wzrokowych.

Ustawienia systemu SmartEP-ASSR:

1. Kryteria akwizycji:
 - a. Stymulacja: zestawy multi-frekuensi: StimRmult i StimLMult.
 - b. Odpowiedzi: 600-1000
 - c. Rozmiar bloku: 40
 - d. Stymulator: słuchawki typ "insert"
 - e. Poziom stymulacji: wymagany dla określenia progu słuchu – ciąg poziomów
 - f. Poziom Auto-Stop: 1,00 mikrowolt
 - g. Filtry: górno-przepustowy 30 Hz, dolno-przepustowy 300 Hz
 - h. Odrzut artefaktów: 31 μ V.
 - i. Obszar odrzutu artefaktów od 40 do 400 ms.
 - j. Filtr sieciowy: włączony
 - k. Wzmocnienie: x 100k
 - l. Położenie elektrod A1-Cz-A2 (International 10-20 Elektrode System)
2. Kryteria odpowiedzi:
 - a. SNR dla sygnału większy lub równy 6,13 dB
 - b. SNR dla wstęp bocznych (5Hz po obu stronach) większy lub równy 6,13 dB
 - c. Amplituda sygnału większa lub równa 0,0125 mikrowolta
 - d. Amplituda szumu mniejsza niż 0,05 mikrowolta

Ustalono, iż próg odpowiedzi badania wyznaczy metoda standardowa przyjęta przez producenta urządzenia, a mianowicie najniższy próg odpowiedzi, przy którym zaobserwowano zgodność fazową odpowiedzi. Urządzenie IHS Smart-EP ASSR stosuje algorytm detekcji odpowiedzi w oparciu o test F.

Praca ma charakter retrospektywny. Obejmuje swoim zakresem ocenę dokumentacji pacjentów zdiagnozowanych Kliniką Oddziałem Otolaryngologicznym z Oddziałem Chirurgii Szczękowo-Twarzowej 10 Wojskowego Szpitala Klinicznego w Bydgoszczy w latach 2007 - 2009. Analizie poddano wyniki badań zawarte w dokumentacji szpitalnej (karty informacyjne, historie chorób pacjentów, kartoteki przyklinikowej poradni audiologicznej) oraz dane z baz danych urządzeń wykorzystanych do badań (TEOAE, DP-OAE i ASSR).

Analizę statystyczną uzyskanych danych przeprowadzono za pomocą programu Statistica 12. Dla wszystkich obliczeń statystycznych przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. Do opisu zmiennych typu ciągłego użyto statystyk opisowych takich jak maksimum, minimum, średnia i odchylenie standardowe. Dla zmiennych, które nie miały rozkładu normalnego, zastosowano testy nieparametryczne tj. test kolejności par Wilcoxon, ANOVA Friedmana, test Kruskala-Wallis oraz test Manna-Withney'a. W przypadku zmiennych o rozkładzie normalnym zastosowano zaś test t-studenta. Do porównania zmiennych ASSR i PTA obliczono współczynnik korelacji rang Spearmana dla zmiennych nieposiadających rozkładu normalnego oraz współczynnik korelacji Pearsona w przypadku zmiennych o rozkładzie normalnym.

W ocenie korelacji przyjęto następujący podział (wg. J. Guilford'a):

- $|r|=0$ – brak korelacji
- $0,0 < |r| \leq 0,1$ - korelacja nikła
- $0,1 < |r| \leq 0,3$ - korelacja słaba,
- $0,3 < |r| \leq 0,5$ - korelacja przeciętna,
- $0,5 < |r| \leq 0,7$ - korelacja wysoka,
- $0,7 < |r| \leq 0,9$ - korelacja bardzo wysoka,
- $0,9 < |r| \leq 1,0$ - korelacja niemal pełna,
- $|r| = 1$ - korelacja pełna.

V. Wyniki i analiza statystyczna

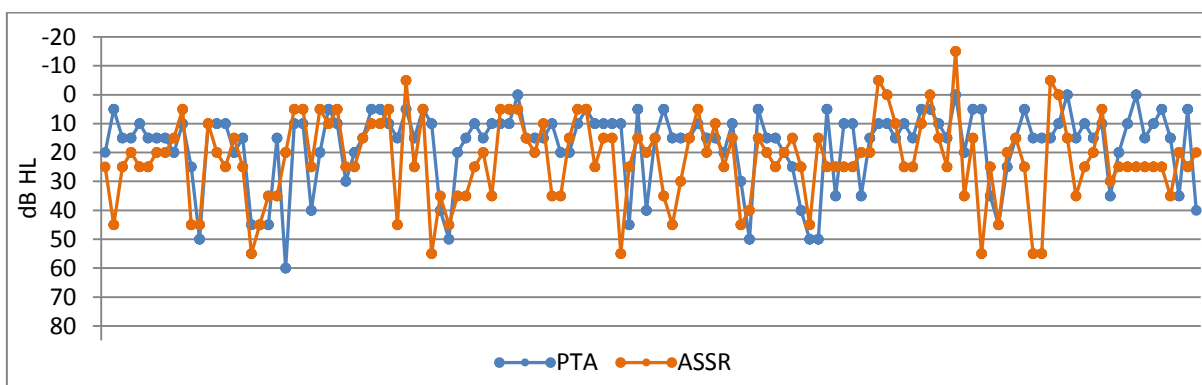
Populacja objęta analizą liczyła 64 osoby. Badanych podzielono na grupy ze względu na: płeć, stan słuchu (norma/niedosłuch), próg niedosłuchu i wiek. Analiza statystyczna we wszystkich wydzielonych grupach dotyczyła różnicy pomiędzy progiem słuchu uzyskanym w badaniu potencjału stanu ustalonego ASSR, a progiem słuchu uzyskanym w badaniu audiometrii tonalnej progowej PTA dla wybranych częstotliwości: 500, 1000, 2000 i 4000 Hz. Ze względu na charakter pracy oraz wymogi analiz statystycznych badania analizowano dla każdego ucha oddzielnie (n=128).

Dla potrzeb statystycznych postawiono następujące hipotezy:

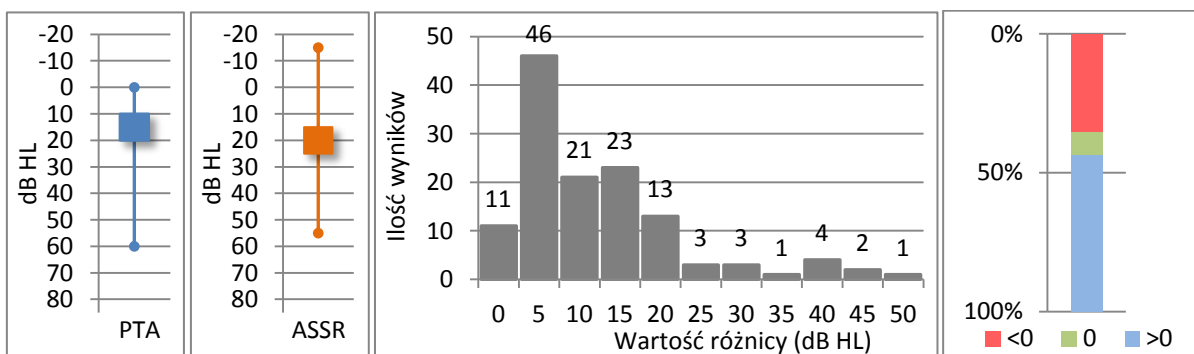
H0: nie istnieje różnica pomiędzy otrzymanymi wynikami progu słuchu w badaniu ASSR i PTA.

H1: istnieje różnica pomiędzy otrzymanymi wynikami progu słuchu w badaniu ASSR i PTA.

Pierwszej analizie dokonano pod kątem istnienia zależności pomiędzy otrzymanymi wynikami w badaniach ASSR i PTA wśród całości badanych w ramach pracy (n=128).



Ryc. 15. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w całej grupie badanych (n=128).

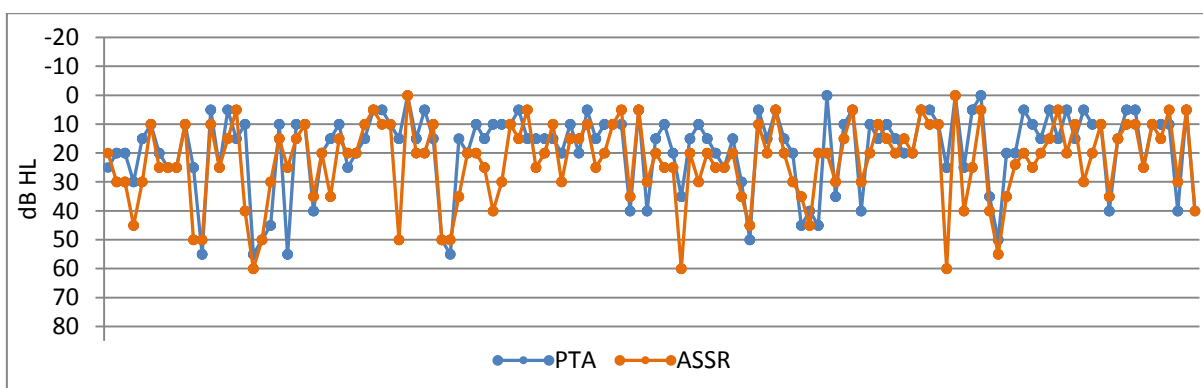


Ryc. 16, 17. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR, (0,5 kHz, cała grupa badanych).

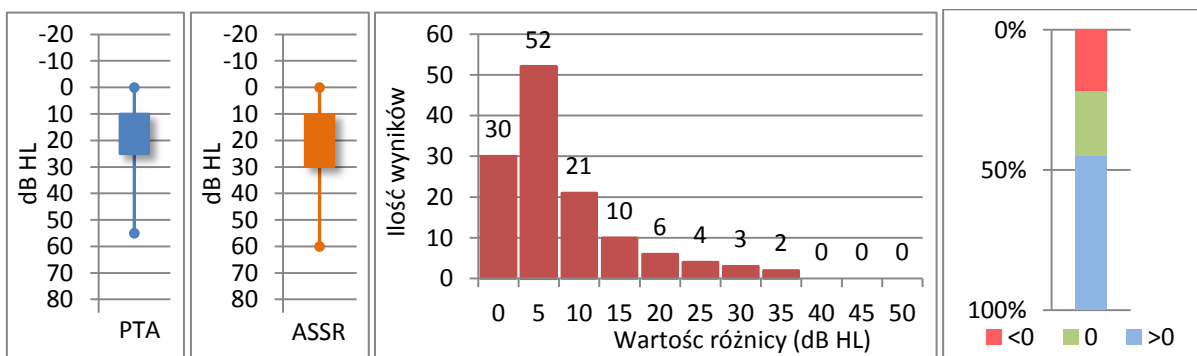
Ryc. 18. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA (0,5 kHz, cała grupa badanych).

Ryc. 19. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, cała grupa badanych).

Dla częstotliwości 0,5 kHz rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 17,4 dB HL, mediana 15 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 22,3 dB HL; 22,5 dB HL (ryc. 15, 16, 17). 60,9 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 18). Spośród wszystkich jedynie 11 wyników ASSR (8,6 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 45 wyników ASSR (35,2 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki PTA, tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 72 wyniki ASSR (56,3 %) przewyższały odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskanych w PTA i w ten sposób zawiężyły wartość progu słuchu badanych (ryc. 19). W całej badanej grupie, dla częstotliwości 0,5 kHz, uzyskano przeciętną korelację ($r=0,3910$ wg. Spearmana) oraz istotną statystycznie różnicę ($p=0,005$ test Wilcoxon) przez co zostaje odrzucona hipoteza zerowa. Oznacza to, iż w tym przypadku badania PTA i ASSR nie można uznać za wymienne, a wynik taki jest wysoce prawdopodobny w całej populacji.



Ryc. 20. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w całej grupie badanych (n=128).

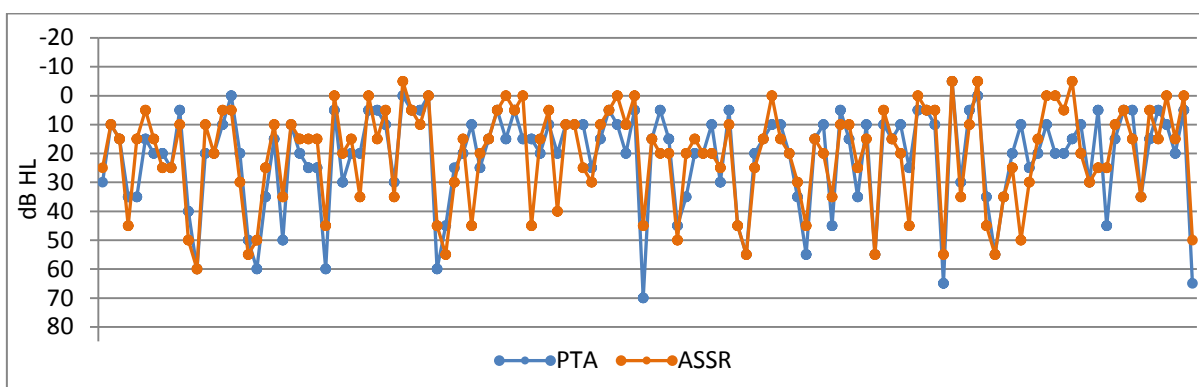


Ryc. 21, 22. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, cała grupa badanych).

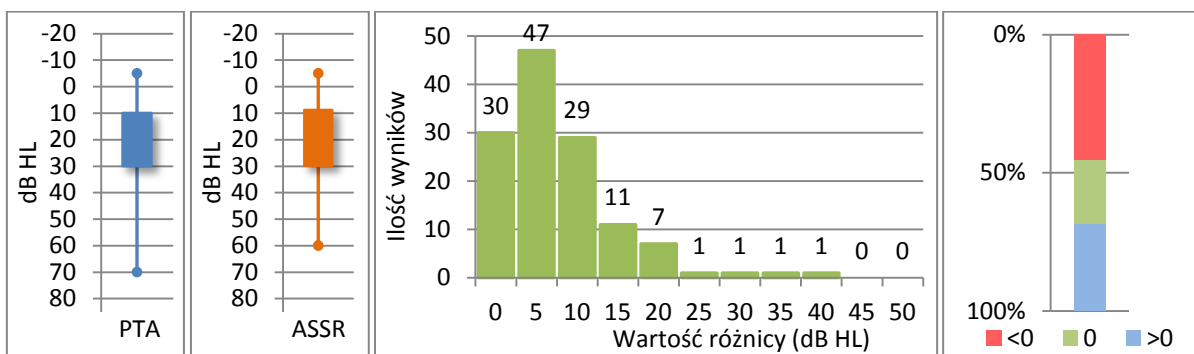
Ryc. 23. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, cała grupa badanych).

Ryc. 24. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, cała grupa badanych).

Dla częstotliwości 1 kHz w całej grupie badanych rozpiętość pomiarów uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 18,5 dB HL a mediana 15 dB HL. W badaniu ASSR odpowiednio: 22,7 dB HL i 20 dB HL (ryc. 20, 21, 22). 80,5 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 23). 30 wyników badania ASSR (23,4 %) pokrywało się z wynikami w badaniu PTA. 28 wyników badania ASSR (28,0 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i w efekcie zaniżyło wartość progu słuchu. 70 wyników ASSR (54,7 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i tym samym zawiżyło wartość progu słuchu badanych (ryc. 24). W całej grupie badanych dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano bardzo wysoką korelację ($r=0,7094$ wg. Spearmana) i istotną statystycznie różnicę ($p=0,001$ test Wilcoxon). Oznacza to, że pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową. Wymienność metod badawczych wdaje się zatem wątpliwa. Prawdopodobnie należy spodziewać się także małej powtarzalności wyników w całej populacji.



Ryc. 25. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w całej grupie badanych (n=128).

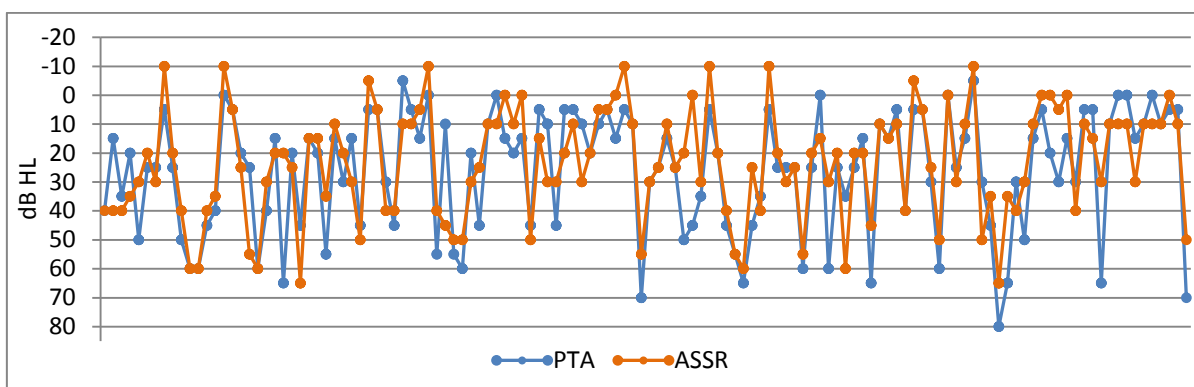


Ryc. 26, 27. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, cała grupa badanych).

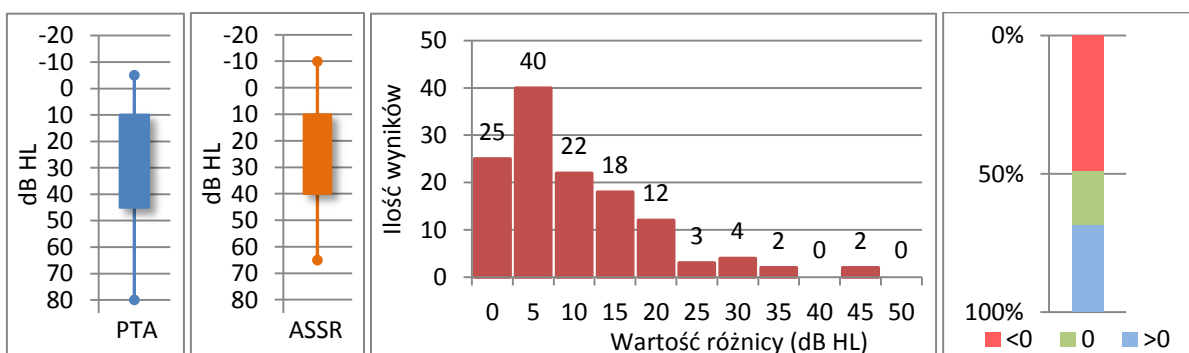
Ryc. 28. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, cała grupa badanych).

Ryc. 29. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, cała grupa badanych).

Dla częstotliwości 2 kHz w analizowanej grupie rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 21,2 dB HL, mediana 15 dB HL, a w badaniu ASSR: 20,3 dB HL i 15 dB HL (ryc. 25, 26, 27). 82,8 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 28). 30 wyników badania ASSR (23,4 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 58 wyników badania ASSR (45,3 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i zaniżyły wartość progów słuchu. 40 wyników ASSR (31,3 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA zatem zawyżyły wartość progów słuchu badanych (ryc. 29). W badanej grupie dla częstotliwości 2 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano bardzo wysoką korelację ($r=0,7668$ wg. Spearmana) oraz brak istotnej statystycznie różnicy ($p=0,1347$ test Wilcoxon). Oznacza to, że w sytuacji takiej należy przyjąć hipotezę zerową za prawdziwą, tym samym istnieje wymiennosc metod badawczych. Należy także spodziewać się powtarzalności takich wyników w całej populacji.



Ryc. 30. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w całej grupie badanych (n=128).



Ryc. 31, 32. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, cała grupa badanych).

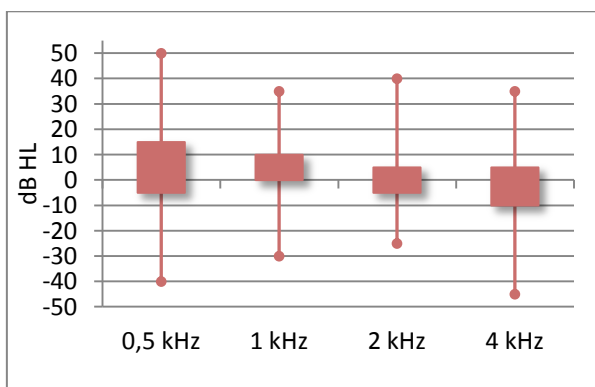
Ryc. 33. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, cała grupa badanych).

Ryc. 34. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, cała grupa badanych).

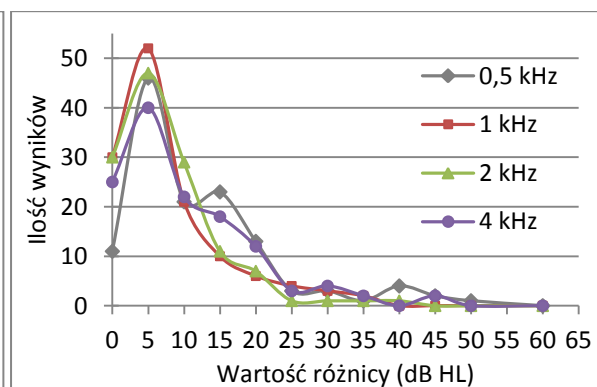
Dla częstotliwości 4 kHz wśród wszystkich badanych rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 26,2 dB HL, a mediana 20 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 23,4 dB HL i 20 dB HL (ryc. 30, 31, 32). 67,9 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 33). 25 wyników badania ASSR (19,5 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 63 wyniki badania ASSR (49,2 %) miały wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i tym samym zaniżały wartość progu słuchu. 40 wyników ASSR (31,3 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 34). W całej badanej grupie dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano bardzo wysoki stopień korelacji ($r=0,7871$ wg. Spearmana) oraz istotną statystycznie różnicę ASSR - PTA ($p=0,0254$ test Wilcoxon). Pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową, wymiennosc metod badawczych jest wątpliwa a powtarzalność w całej populacji mała.

Tab. 2. Analiza wartości bezwzględnej różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w całej grupie badanych (n=128).

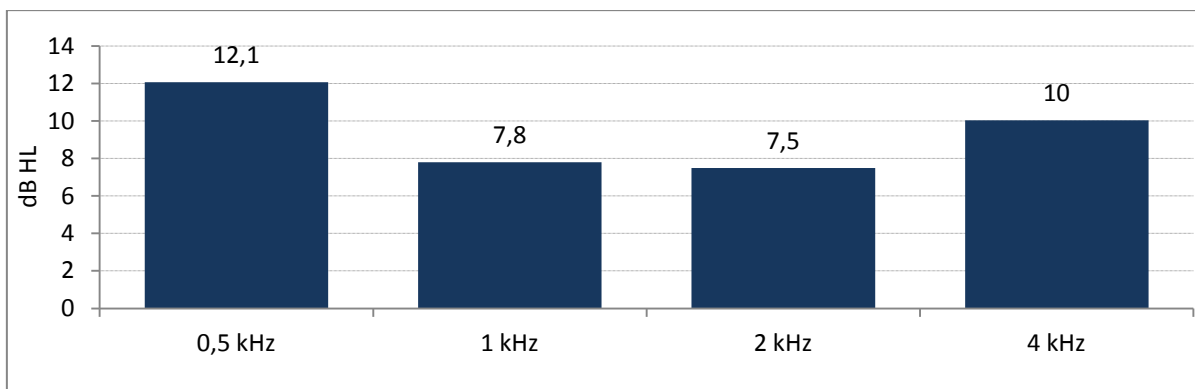
Często- tliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	12,1 ±10,4	45	35,1 %	11	8,6 %	72	56,3 %
1	7,8 ±7,8	28	21,9 %	30	23,4 %	70	54,7 %
2	7,5 ±7,1	58	45,3 %	30	23,4 %	40	31,3 %
4	10 ±9,3	63	49,2 %	25	19,5 %	40	31,3 %



Ryc. 35. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w całej grupie badanych (n=128).



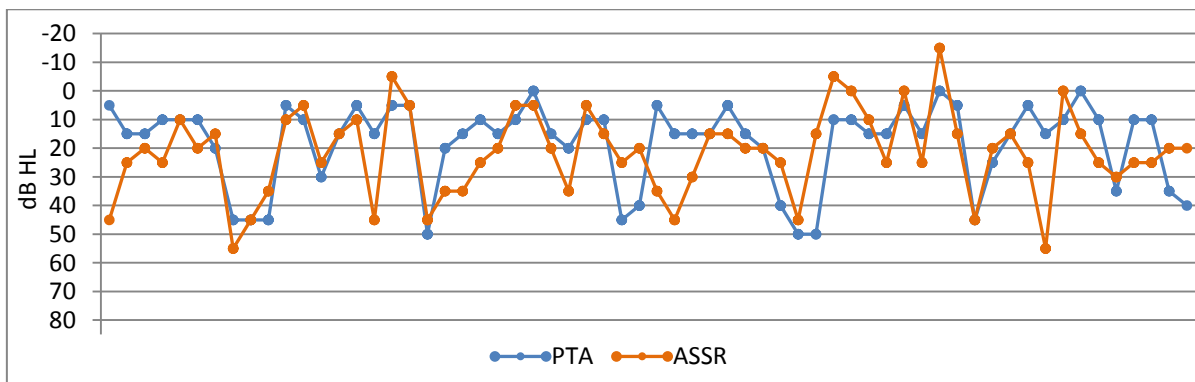
Ryc. 36. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w całej grupie badanych (n=128).



Ryc. 37. Średnie wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w całej grupie badanych (n=128).

Analizując otrzymane wyniki w całej grupie badanych należy zauważyć, że największa różnica pomiędzy wartością uzyskaną w badaniu PTA i ASSR istnieje dla częstotliwości 0,5 kHz, najmniejsza zaś dla częstotliwości 2 kHz. Przy czym wartości różnic dla częstotliwości 1 i 2 kHz są bardzo zbliżone. Dla częstotliwości 0,5 i 4 kHz średnia różnica pomiędzy ustaloną w badaniu PTA wartością progu słuchu a uzyskaną w badaniu ASSR wynosiła ponad 10 dB HL. Z kolei dla częstotliwości 1 i 2 kHz różnica wynosiła nieznacznie ponad 7 dB HL (ryc. 35, 36, 37), (tab. 2).

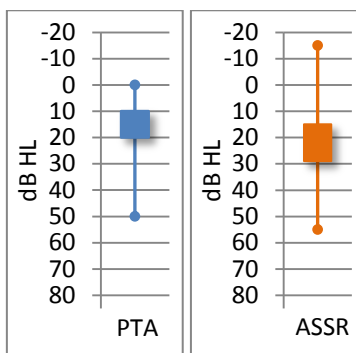
Kolejna analiza dotyczyła podgrup wyodrębnionych według płci. W podgrupie mężczyzn przebadano 31 osoby (n=62), co stanowiło 48,4 % całości grupy, w podgrupie kobiet 33 osoby (n=66) czyli 51,6 % całości grupy.



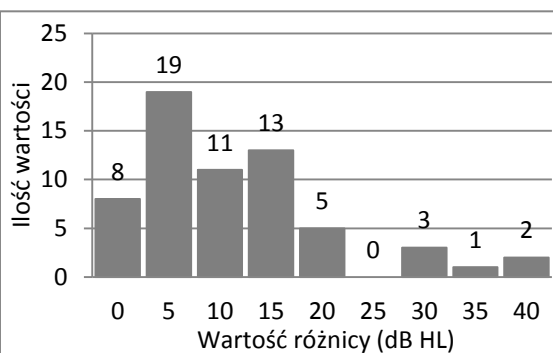
Ryc. 38. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).

Dla częstotliwości 0,5 kHz, w podgrupie mężczyzn, rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 18,2 dB HL, mediana 15 dB HL, zaś w badaniu ASSR odpowiednio : 21,5 dB HL; 20 dB HL (ryc. 38, 39, 40). 61,3 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 41). Jedynie 8 wyników badania ASSR (12,9 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 23 wyniki badania ASSR (37,1

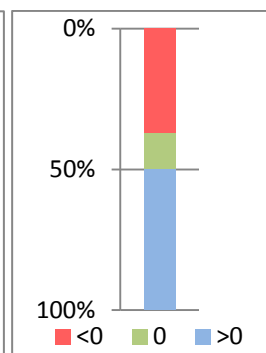
%) miały wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co skutkowało zniżeniem wartości progów słuchu, a w przypadku 31 wyników ASSR (50 %) miało wartość większą niż odpowiadające im wartości progów słuchu w PTA i w ten sposób zawyżało wartość progów słuchu badanych (ryc. 42).



Ryc. 39, 40. Wartości progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, mężczyźni).

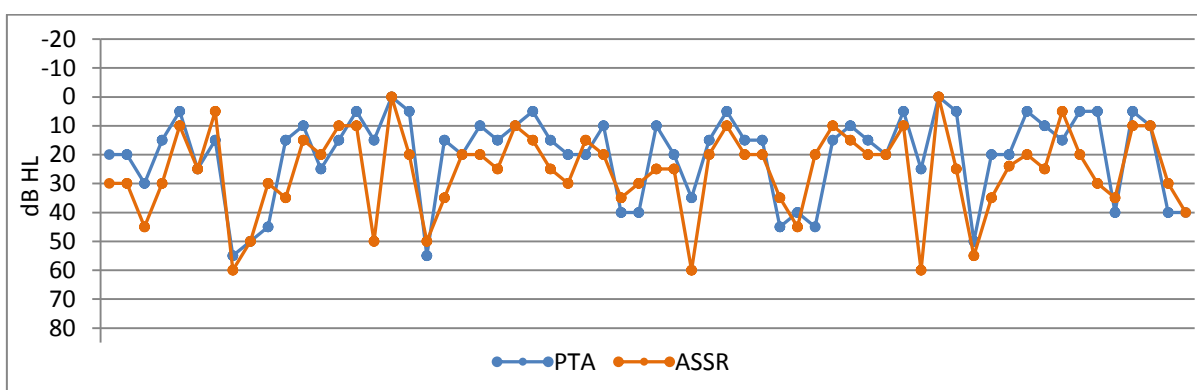


Ryc. 41. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, mężczyźni).

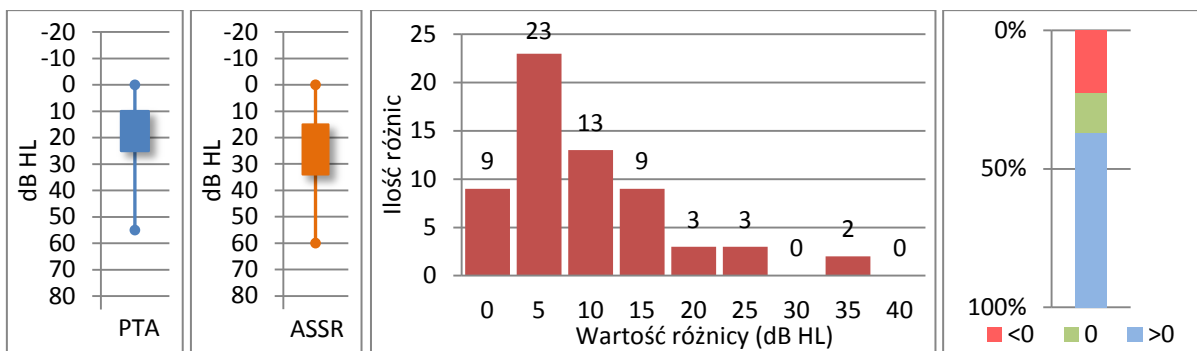


Ryc. 42. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, mężczyźni).

W podgrupie mężczyzn, dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR uzyskano wysoką korelację ($r=0,5402$ wg. Spearmana), nie wykazano natomiast istotnej statystycznie różnicy pomiędzy analizowanymi parametrami ($p=0,0922$ test Wilcoxona). Zatem należy uznać w tym przypadku hipotezę zerową za prawdziwą, metody badawcze za wymienne i możliwe do powtórzenia w całej populacji.



Ryc. 43. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).

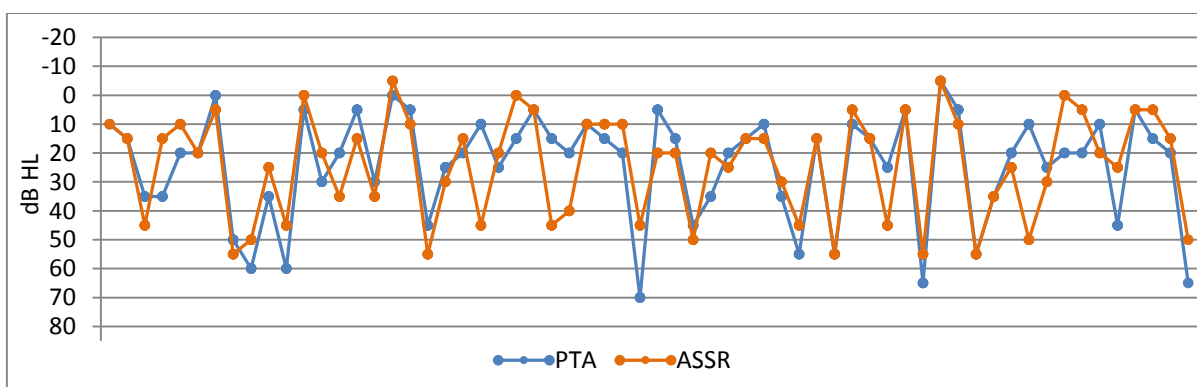


Ryc. 44, 45. Wartości progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, mężczyźni).

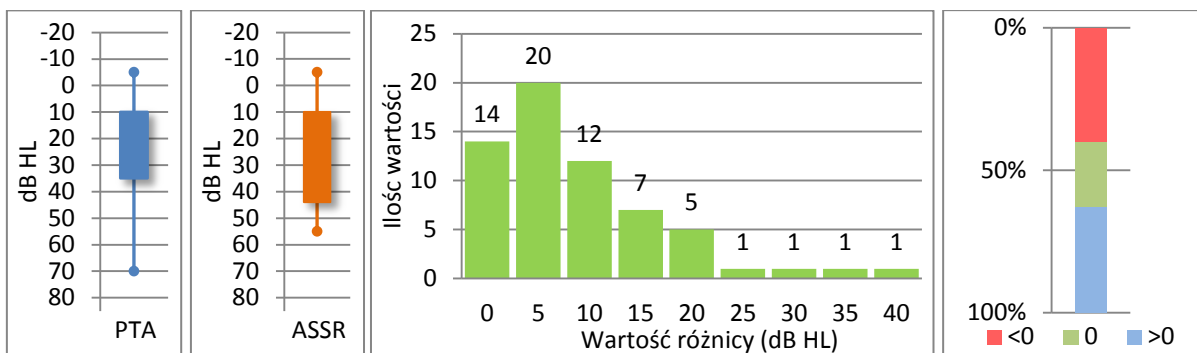
Ryc. 46. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, mężczyźni).

Ryc. 47. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, mężczyźni).

Dla częstotliwości 1 kHz wśród mężczyzn rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 20,2 dB HL, mediana 15 dB HL, a w badaniu ASSR: 25,5 dB HL i 24,5 dB HL (ryc. 43, 44, 45). 72,6 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 46). 9 wyników badania ASSR (14,5 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 14 wyników badania ASSR (22,6 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progu słuchu, zaś 39 wyników ASSR (62,9 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i zawiązało próg słuchu badanych (ryc. 47). Porównując wyniki obu badań, w podgrupie mężczyzn, dla częstotliwości 1 kHz, uzyskano bardzo wysoką korelację ($r=0,7015$ wg. Spearmana) oraz istotną statystycznie różnicę ($p=0,005$ test Wilcoxon). Zatem pomimo wysokiej korelacji należy uznać wyniki jako mało powtarzalne w całej populacji.



Ryc. 48. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).

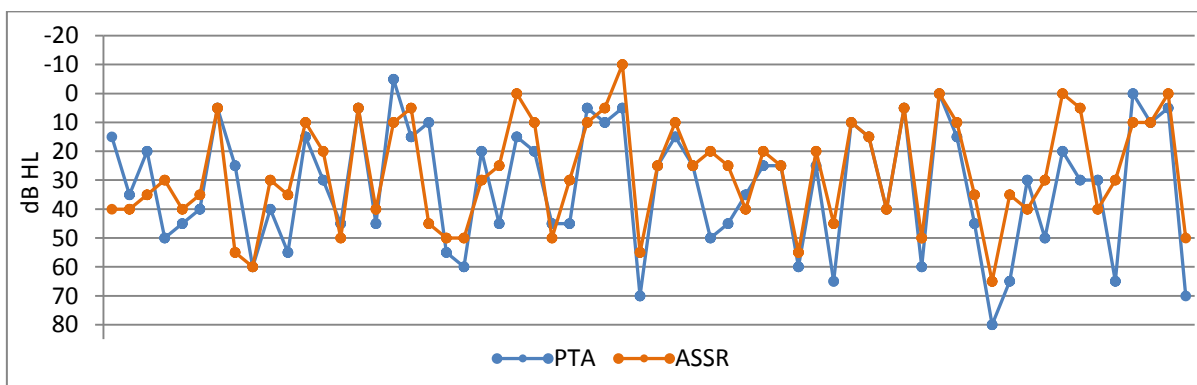


Ryc. 49, 50. Wartości progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, mężczyźni).

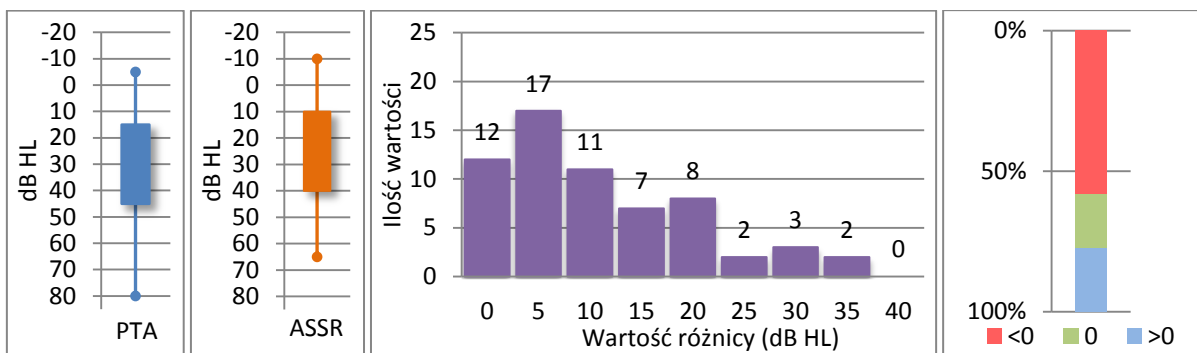
Ryc. 51. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, mężczyźni).

Ryc. 52. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz mężczyźni).

Dla częstotliwości 2 kHz, w podgrupie mężczyzn, rozpiętość wyników uzyskanych w ASSR była mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 24,2 dB HL, a mediana 20 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 24,1 dB HL i 20 dB HL (ryc. 48, 49, 50). 74,2 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 51). 14 wyników badania ASSR (22,6 %) pokrywało się z wynikiem PTA, 25 wyników (40,3 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, zaniżając wartość progów słuchu, a 23 wyniki ASSR (37,1 %) przewyższały odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA (ryc. 52). Pomędzy wynikami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz wśród mężczyzn stwierdzono bardzo wysoką korelację ($r=0,7413$ wg. Spearmana), zaś uzyskana różnica nie była istotna statystycznie ($p=0,5440$ test Wilcozona). Tym samym istnieje duża szansa powtarzalności wyników w populacji, a metody badawcze mogą być używane zamiennie.



Ryc. 53. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).

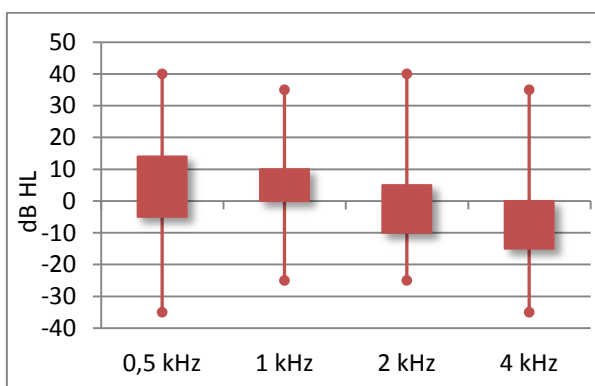


Ryc. 54, 55. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, mężczyźni).

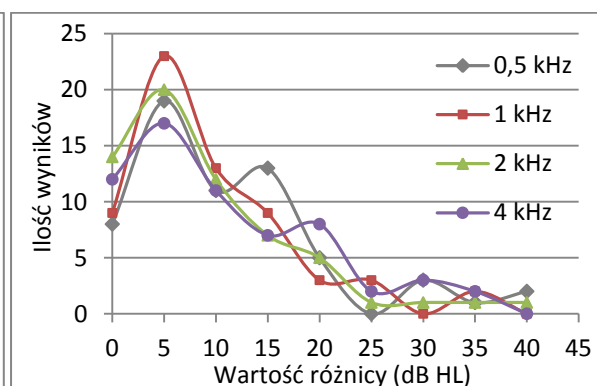
Ryc. 56. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, mężczyźni).

Ryc. 57. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, mężczyźni).

W podgrupie mężczyzn dla częstotliwości 4 kHz, rozpiętość wyników w badaniu ASSR była mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 32 dB HL, mediana 30 dB HL, zaś w badaniu ASSR analogicznie : 27 dB HL i 30 dB HL (ryc. 53, 54, 55). 64,5 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 56). 12 wyników badania ASSR (19,4 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 36 wyników badania ASSR (58,1 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 14 wyników ASSR (22,6 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 57). W podgrupie mężczyzn, dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR również uzyskano bardzo wysoką korelację ($r=0,7572$ wg. Spearmana) oraz istotną statystycznie różnicę pomiędzy wynikami ($p=0,0042$ test Wilcoxona). Pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową. Powtarzalność takich wyników w całej populacji jest niewielka.



Ryc. 58. Rozkład wartości różnic progów ASSR - PTA w podgrupie mężczyzn (n=62).

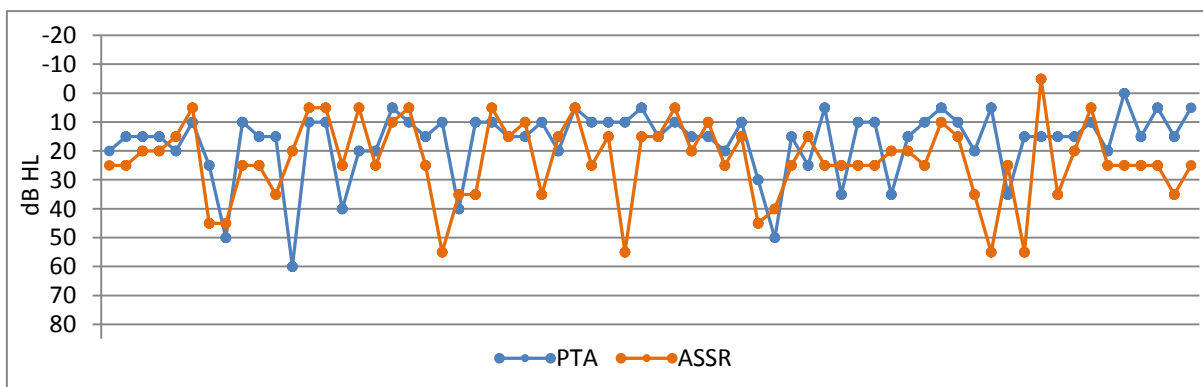


Ryc. 59. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA w podgrupie mężczyzn (n=62).

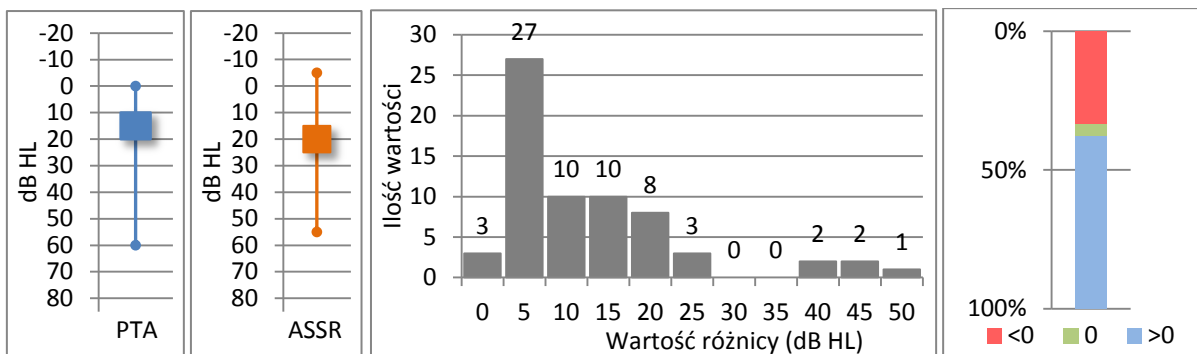
Tab. 3. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).

Często- tliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	11,4 ±9,5	23	37,1 %	8	12,9 %	31	50,0 %
1	9,4 ±7,9	14	22,6 %	9	14,5 %	39	62,9 %
2	8,9 ±8,7	25	40,3 %	14	22,6 %	23	37,1 %
4	10,8 ±9,4	36	58,1 %	12	19,3 %	14	22,6 %

W podgrupie mężczyzn średnia różnica wyników uzyskanych w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 0,5 kHz (11,4 dB HL), a najmniejsza dla 2 kHz (8,9 dB HL). Odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 4 kHz (58,1 %), zaś najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (22,6 %). Odsetek wartości przeszacowanych był największy dla 1 kHz (62,9 %) a najmniejszy dla 4 kHz (22,6 %). Największa ilość pokrywających się wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 2 kHz (22,6 %) a najmniejszą dla 0,5 kHz (12,9 %). W podgrupie mężczyzn największy współczynnik korelacji wykazano dla częstotliwości 4 kHz ($r=0,7572$), najmniejszy zaś dla częstotliwości 0,5 kHz ($r=0,5402$), (ryc. 58, 59), (tab. 3).



Ryc. 60. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie kobiet (n=66).



Ryc. 61, 62. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, kobiety).

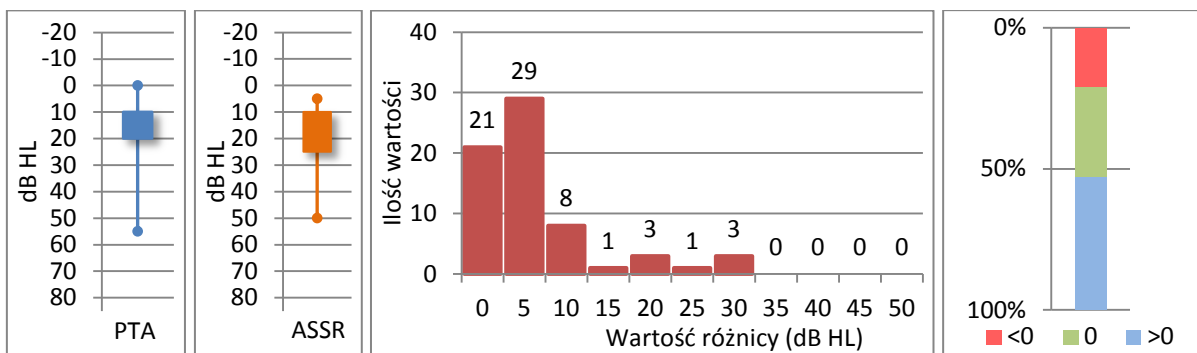
Ryc. 63. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, kobiety).

Ryc. 64. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, kobiety).

Analizując podgrupę kobiet dla częstotliwości 0,5 kHz, rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była taka sama jak w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 16,7 dB HL, mediana 15 dB HL, a w badaniu ASSR odpowiednio: 23 dB HL i 25 dB HL (ryc. 60, 61, 62). 60,6 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 63). Tylko 3 wyniki badania ASSR (4,5 %) pokrywały się z wynikami PTA. 22 wyniki badania ASSR (33,3 %) miały wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co zaniżało wartość progów słuchu. 41 wyników ASSR (62,1 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiązało wartość progów słuchu badanych (ryc. 64). Porównując wyniki kobiet dla częstotliwości 0,5 kHz, uzyskano słabą korelację pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR ($r=0,2333$ wg Spearmana), natomiast otrzymana różnica okazała się istotna statystycznie ($p=0,0016$ test Wilcoxona). Należy zatem przyjąć hipotezę zerową za nieprawdziwą, a powtarzalność wyników za mało prawdopodobną.



Ryc. 65. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie kobiet (n=66).

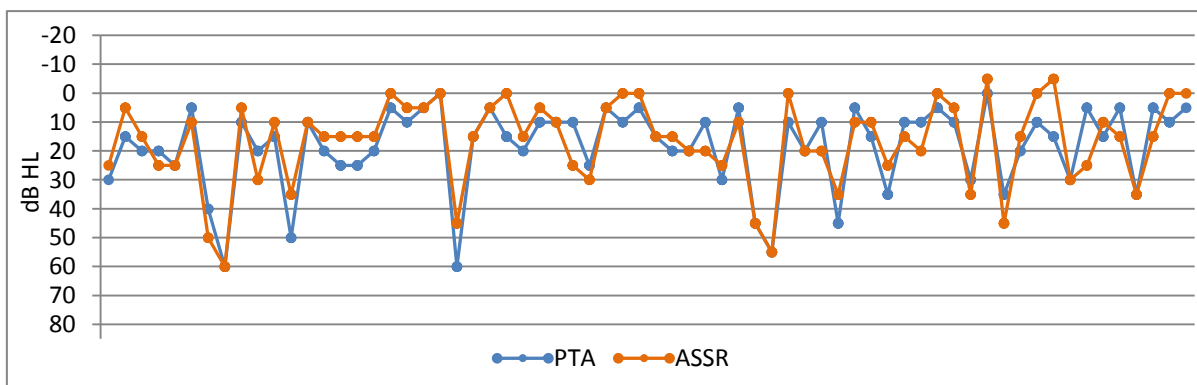


Ryc. 66, 67. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, kobiety).

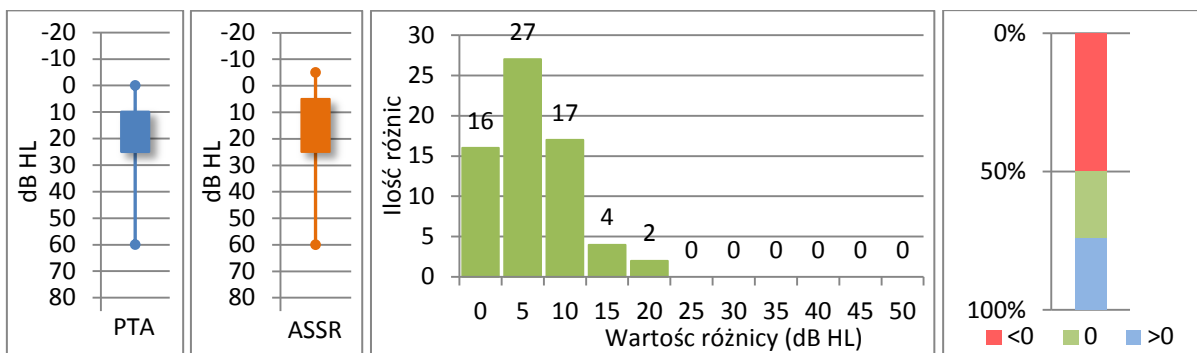
Ryc. 68. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, kobiety).

Ryc. 69. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, kobiety).

Dla częstotliwości 1 kHz, w podgrupie kobiet, rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była natomiast mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 16,9 dB HL, a mediana 15 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 20 dB HL i 20 dB HL (ryc. 65, 66, 67). 87,9 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 68). 21 wyników badania ASSR (31,8 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 14 wyników badania ASSR (21,2 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co w efekcie zaniżało wartość progów słuchu. 31 wyników ASSR (47,0 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskanych w PTA i zawiżyło wartość progów słuchu badanych (ryc. 69). Pomędzy wartościami uzyskanymi przez kobiety w badaniu PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz uzyskano bardzo wysoki stopień korelacji ($r=0,7271$ wg Spearmana) oraz istotną statystycznie różnicę ($p=0,0049$ test Wilcozona). Interpretując powyższe dane należy stwierdzić, że pomimo wysokiej korelacji, hipoteza zerowa jest nieprawdziwa, a powtarzalność w populacji mała.



Ryc. 70. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie kobiet (n=66).

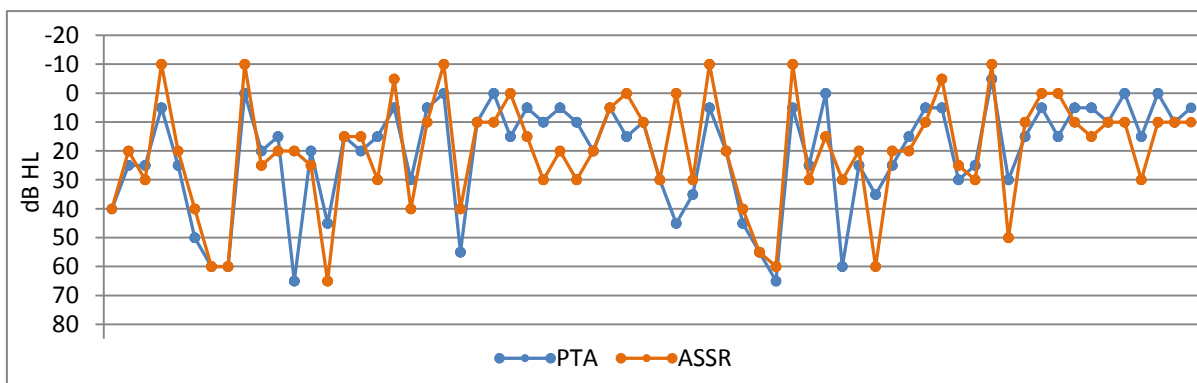


Ryc. 71, 72. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, kobiety).

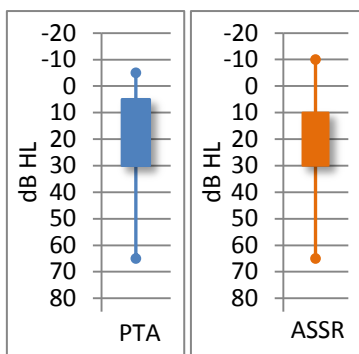
Ryc. 73. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, kobiety).

Ryc. 74. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, kobiety).

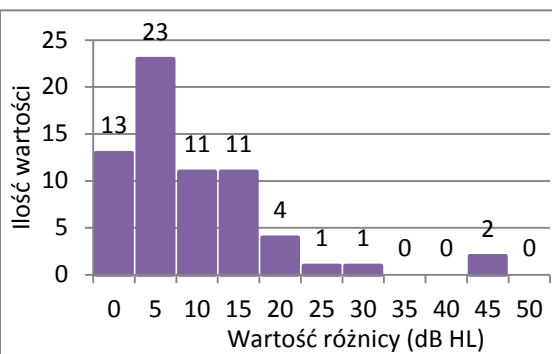
Dla częstotliwości 2 kHz wśród kobiet, rozpiętość wyników ASSR była nieznacznie większa niż w PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 18,4 dB HL, mediana 15 dB HL, zaś w badaniu ASSR: 16,8 dB HL i 15 dB HL (ryc. 70, 71, 72). 90,9 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 73). 16 wyników badania ASSR (24,2 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 33 wyniki badania ASSR (50,0 %) miały wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżyły wartość proggu słuchu, natomiast 17 wyników ASSR (25,8 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, co skutkowało zawyżeniem wartości proggu słuchu badanych (ryc. 74). Pomiedzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz, stwierdzono wysoki stopień korelacji ($r=0,7646$ wg. Spearmana), zaś otrzymana różnica nie ma znaczenia statystycznego ($p=0,1253$ test Wilcozona). Zatem istnieje w tym przypadku wymiennosc metod badawczych i wysokie prawdopodobienstwo powtarzalności wyników w całej populacji.



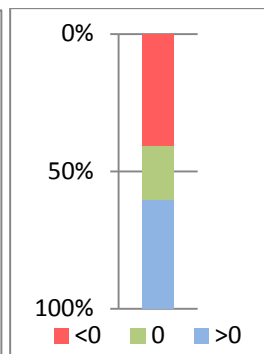
Ryc. 75. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie kobiet (n=66).



Ryc. 76, 77. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, kobiety).

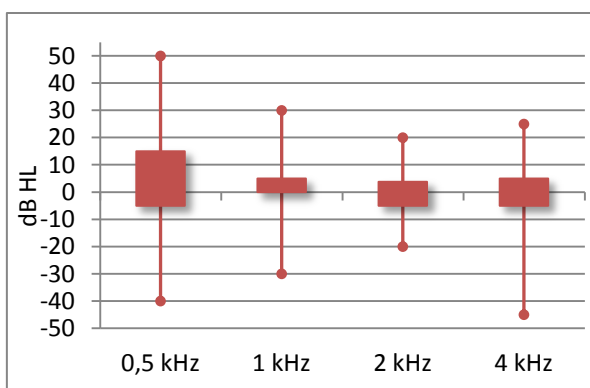


Ryc. 78. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, kobiety).

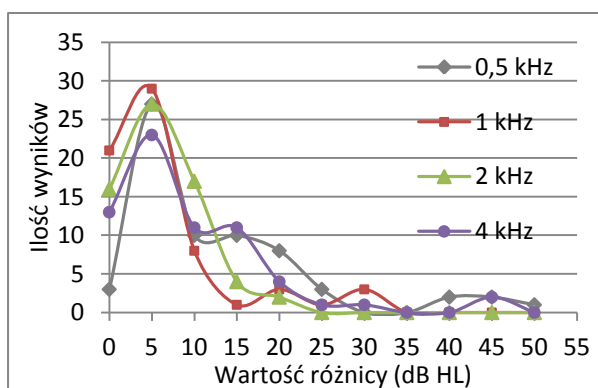


Ryc. 79. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, kobiety).

Rozpiętość wyników uzyskanych w podgrupie kobiet w badaniu ASSR dla częstotliwości 4 kHz była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 20,7 dB HL, mediana 21 dB HL, a w badaniu ASSR: 19,9 dB HL i 20 dB HL (ryc. 75, 76, 77). 71,2 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 78). 13 wyników badania ASSR (19,7 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 27 wyników badania ASSR (40,9 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 26 wyników ASSR (39,4 %) miało wartość większą niż odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, co zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 79). W podgrupie kobiet, dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano korelację na poziomie wysokim ($r=0,6972$ wg. Pearsona). Nie stwierdzono natomiast istotnej statystycznie różnicy pomiędzy porównywanymi wynikami ($p=0,9353$ test Wilcoxon). Można przyjąć, że w tym przypadku obie metody badawcze są wymienne i wynik taki jest wysoce prawdopodobny w populacji.



Ryc. 80. Wartość różnic progów ASSR - PTA w podgrupie kobiet (n=66).

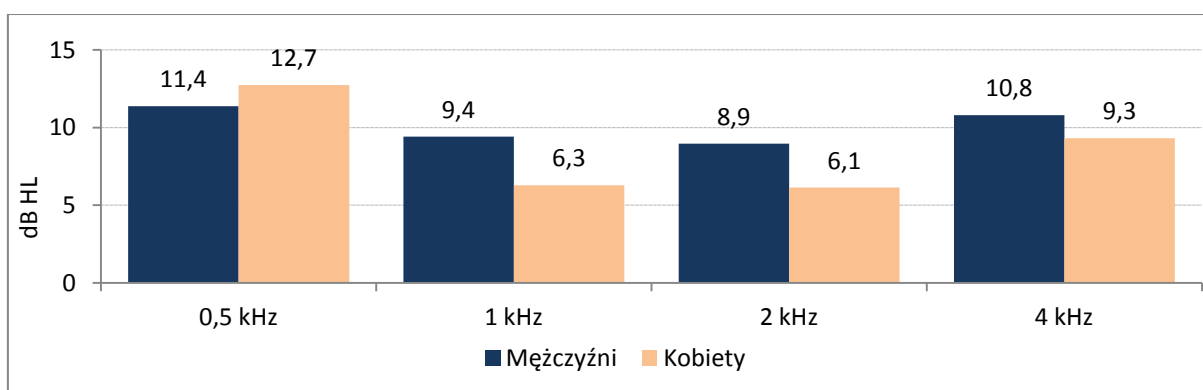


Ryc. 81. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA w podgrupie kobiet (n=66).

Tab. 4. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie kobiet (n=66)

Częstotliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	12,7 ±11,1	22	33,3 %	3	4,5 %	41	62,1 %
1	6,3 ±7,5	14	21,2 %	21	31,8 %	31	47,0 %
2	±6,1 ±4,9	33	50,0 %	16	24,2 %	17	25,8 %
4	9,3 ±9,2	27	40,9 %	13	19,7 %	26	39,4 %

Analizując wyniki uzyskane przez kobiety można stwierdzić, iż średnia różnica pomiarów w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 0,5 kHz (12,7 dB HL) a najmniejsza dla 2 kHz (6,1 dB HL), zaś odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 2 kHz (50,0 %), a najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (21,2 %). Odsetek wartości przeszacowanych był największy dla 0,5 kHz (62,1 %) a najmniejszy dla 2 kHz (25,8 %). Najwięcej pokrywających się wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 1 kHz (31,8 %), zaś najmniej dla 0,5 kHz (4,5 %). W podgrupie kobiet największą korelację wykazano dla częstotliwości 1 kHz ($r=0,7210$), najmniejszą zaś dla częstotliwości 0,5 kHz ($r=0,2333$), (ryc. 80, 81), (tab. 4).



Ryc. 82. Średnia wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w grupie wydzielonej według płci.

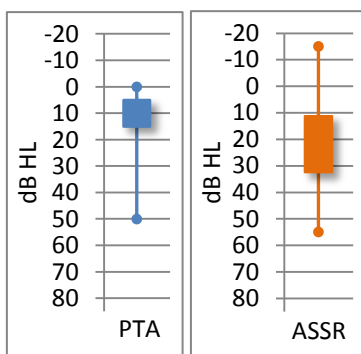
Porównując otrzymane wyniki w grupie wydzielonej według płci wykazano, iż w obu podgrupach, największe rozbieżności pomiędzy wartością uzyskaną w badaniu PTA i ASSR istnieją dla częstotliwości 0,5 kHz, zaś najmniejsze dla częstotliwości 2 kHz. Dla częstotliwości

0,5 i 4 kHz średnia różnica pomiędzy ustaloną w badaniu PTA wartością progu słuchu a uzyskaną w badaniu ASSR wynosiła prawie 10 dB HL, zarówno w podgrupie kobiet jak i mężczyzn. Dla częstotliwości 1 i 2 kHz różnica ta dla kobiet oscylowała w okolicach 6 dB HL, zaś wśród mężczyzn była większa i oscylowała w okolicach 9 dB HL. Zaznaczył się w ten sposób trend zbieżny w obu podgrupach (ryc. 82). Jednakże tylko dla częstotliwości 1 kHz stwierdzono istotnie statystyczną różnicę pomiędzy wynikami uzyskanymi w podgrupie kobiet i mężczyzn ($p=0,0055$ test Manna-Whitney'a). Dla pozostałych częstotliwości wyniki nie różniły się istotnie ($p=0,5921$ dla 0,5 kHz; $p=0,1557$ dla 2 kHz; $p=0,3499$ dla 4kHz).

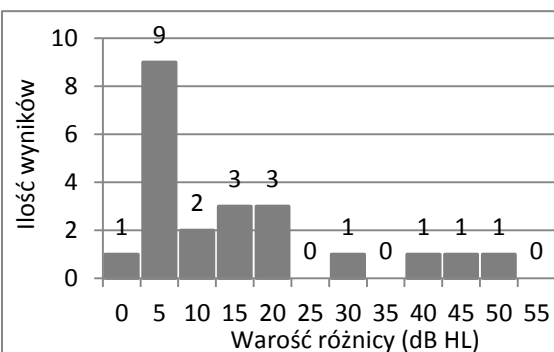
Następnie badanych podzielono ze względu na wiek. Podgrupa w wieku do 25 lat składała się z 11 osób ($n=22$), co stanowiło 17,2 % całości. Podgrupa w wieku między 26 a 40 rokiem życia składała się z 21 osób ($n=42$), co stanowiło 32,8 % całości, a podgrupa między 41 a 60 rokiem życia liczyła 24 osoby ($n=48$), czyli 37,5 % całości. Badani powyżej 60 roku życia liczyli 8 osób ($n=16$), co stanowiło 12,5 % całości.



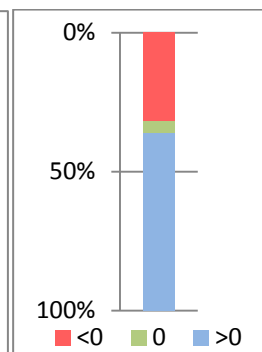
Ryc.83. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat ($n=22$).



Ryc. 84, 85. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, do 25 lat).

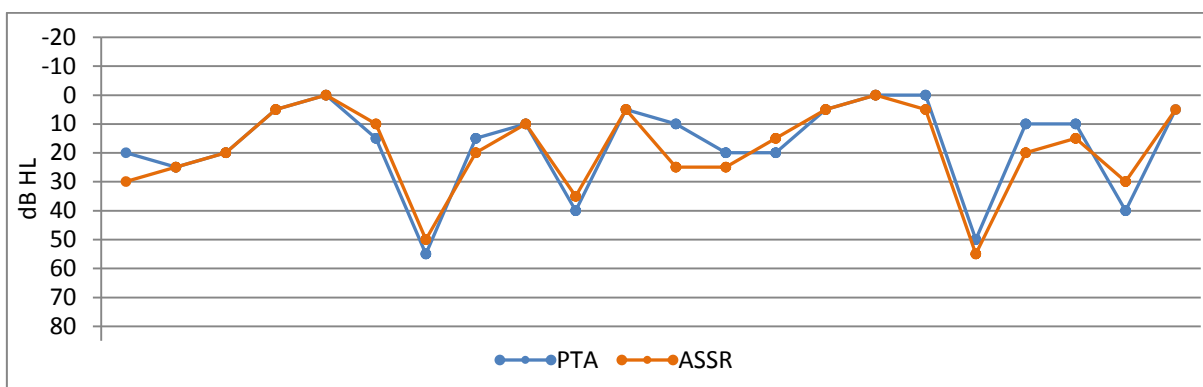


Ryc. 86. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, do 25 lat).

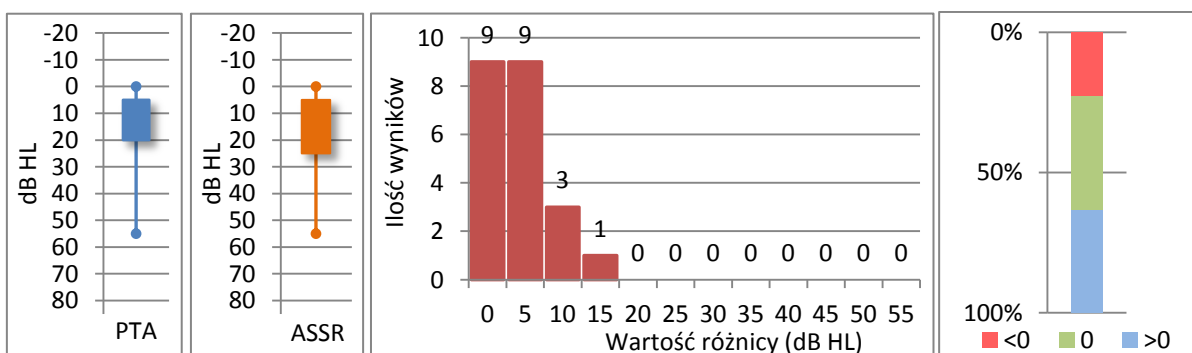


Ryc. 87. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, do 25 lat).

Dla częstotliwości 0,5 kHz w grupie badanych w wieku do 25 lat rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 15 dB HL, mediana 10 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 23,4 dB HL i 22,5 dB HL (ryc. 83, 84, 85). 54,5 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 86). Tylko 1 wynik badania ASSR (4,5 %) pokrywał się z wynikiem PTA. 7 wyników badania ASSR (31,8 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i w efekcie zaniżało wartość progu słuchu. 14 wyników ASSR (63,6 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, co zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 87). W podgrupie badanych w wieku do 25 lat dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, wykazano słabą korelację ($r=0,2585$ wg. Spearmana), nie stwierdzono również istotnej statystycznie różnicy ($p=0,0958$ test Wilcoxon). Omawiane metody zatem nie są wymienne w tym przypadku przy istniejącej powtarzalności wyników w całej populacji.



Ryc. 88. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).



Ryc. 89, 90. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, do 25 lat).

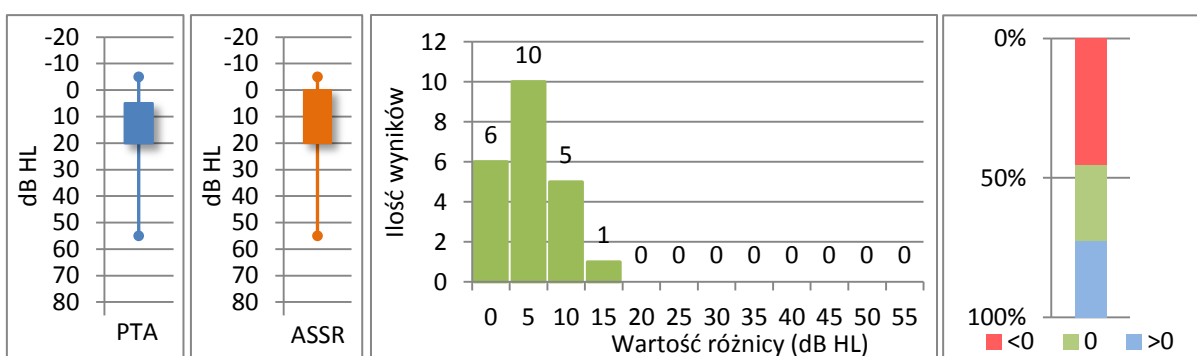
Ryc. 91. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, do 25 lat).

Ryc. 92. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, do 25 lat).

Dla częstotliwości 1 kHz wśród badanych w wieku do 25 lat rozpiętość wyników uzyskanych w ASSR była taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 17,3 dB HL, mediana 12,5 dB HL, a w badaniu ASSR analogicznie: 18,6 dB HL i 17,5 dB HL (ryc. 88, 89, 90). 95,5 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 91). 9 wyników badania ASSR (40,9 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 5 wyników badania ASSR (22,7 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 8 wyników ASSR (36,4 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 92). W omawianej podgrupie badanych dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano korelację niemal pełną ($r=0,9246$ wg. Spearmana), zaś porównywane wyniki nie różniły się istotnie ($p=0,3396$ test Wilcoxon). Hipoteza zerowa w tym przypadku jest prawdziwa, istnieje wymiennosc metod badawczych oraz istnieje duże prawdopodobieństwo powtarzalności wyników w całej populacji.



Ryc. 93. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).



Ryc. 94, 95. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, do 25 lat).

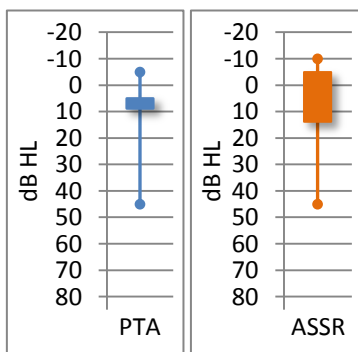
Ryc. 96. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2kHz, do 25 lat).

Ryc. 97. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, do 25 lat).

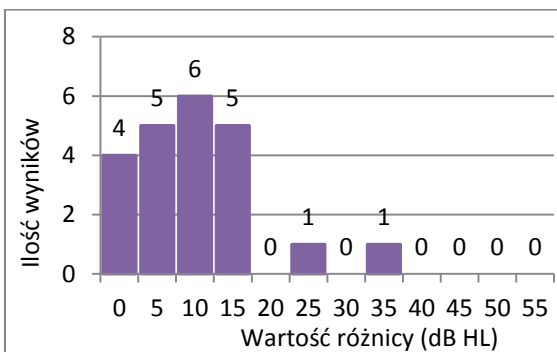
Dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 13,2 dB HL, mediana 7,5 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 13,4 dB HL i 12,5 dB HL (ryc. 93, 94, 95). 95,5 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 96). 6 wyników badania ASSR (27,3 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 10 wyników badania ASSR (45,5 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co w efekcie zaniżyło wartość progu słuchu. 6 wyników ASSR (27,3 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i zawiżyło wartość progu słuchu pacjentów (ryc. 97). W podgrupie badanych w wieku do 25 lat, dla częstotliwości 2 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano bardzo wysoką korelację ($r=0,8468$ wg. Spearmana), natomiast nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy ($p=0,7820$ test Wilcoxon). Także w tym przypadku można mówić o wymienności metod badawczych przy bardzo dużym prawdopodobieństwie powtarzalności wyników w całej populacji.



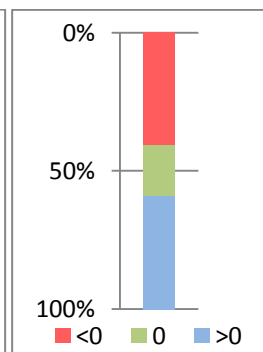
Ryc. 98. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).



Ryc. 99, 100. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, do 25 dB).



Ryc. 101. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, do 25 lat).

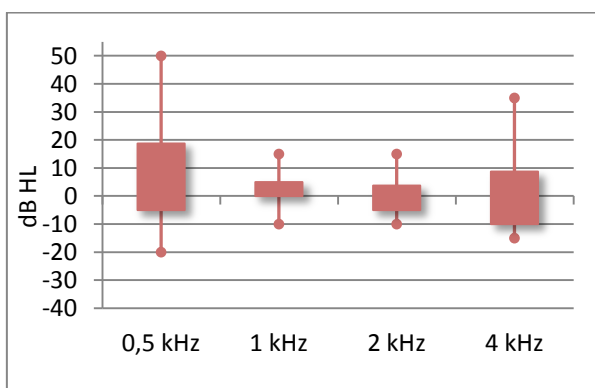


Ryc. 102. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, do 25 lat).

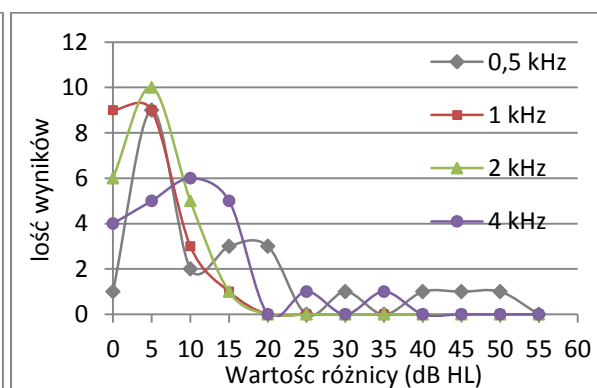
Dla częstotliwości 4 kHz w grupie badanych do 25 lat rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 7,5 dB HL, mediana 5 dB HL, a w badaniu ASSR odpowiednio: 8,9 dB HL i 10 dB HL (ryc. 98, 99, 100). 68,2 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 101). 4 wyniki badania ASSR (18,2 %) pokrywały się z wynikiem PTA. 9 wyników badania ASSR (40,9 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 9 wyników ASSR (40,9 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiązało wartość progu słuchu pacjentów (ryc. 102). W grupie badanych w wieku do 25 lat, dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, stwierdzono wysoką korelację ($r=0,6301$ wg. Spearmana), zaś otrzymana różnica nie miała znaczenia statystycznego ($p=0,8986$ test Wilcoxon). Hipoteza zerowa okazała się w tym przypadku prawdziwa. W całej populacji istnieje powtarzalność wyników świadczących o wymienności metod badawczych.

Tab. 5. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).

Częstotliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	15,2 ±11,7	7	31,8 %	1	4,5 %	14	63,6 %
1	4,1 ±4,2	5	22,7 %	9	40,9 %	8	36,4 %
2	5,2 ±6,9	10	45,4 %	6	27,3 %	6	27,3 %
4	10 ±8,2	9	40,9 %	4	18,2 %	9	40,9 %

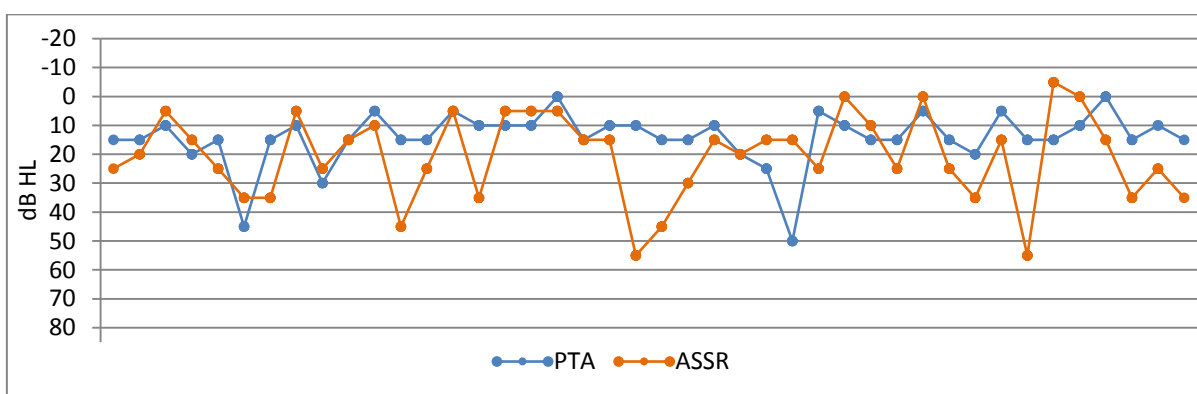


Ryc. 103. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).

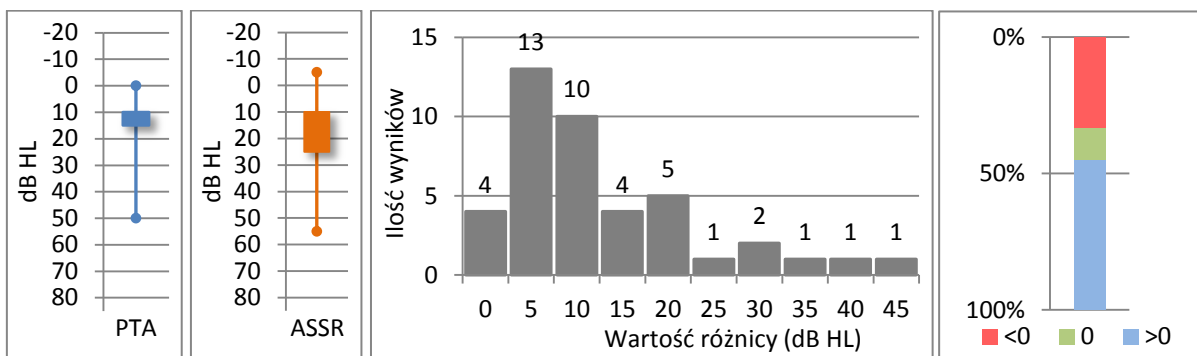


Ryc. 104. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w grupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).

W podgrupie badanych w wieku do 25 lat średnia różnica wyników uzyskanych w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 0,5 kHz (15,2 dB HL), a mniejsza dla 1 kHz (4,1 dB HL). Odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 2 kHz (45,5 %), najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (22,7 %). Odsetek wartości przeszacowanych był największy dla 0,5 kHz (63,6 %), a najmniejszy dla 2 kHz (27,3 %). Największą ilość pokrywających się wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 1 kHz (40,9 %) a najmniejszą dla 0,5 (4,5 %). W analizowanej podgrupie największą korelację wykazano dla częstotliwości 1 kHz ($r=0,9246$), słabą korelację wykazano natomiast dla częstotliwości 0,5 kHz ($r=0,2585$).



Ryc. 105. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).



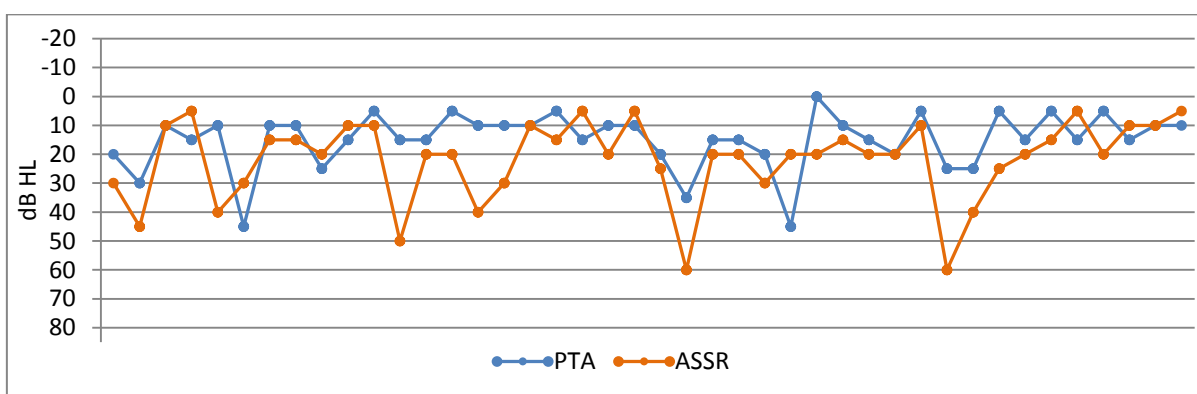
Ryc. 106, 107. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, 26-40 lat).

Ryc. 108. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 26-40 lat).

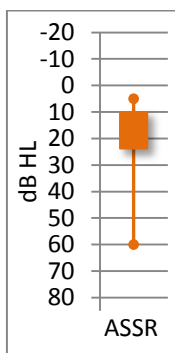
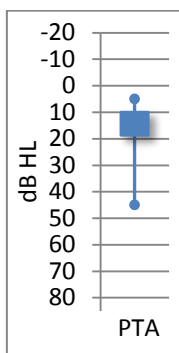
Ryc. 109. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 26-40 lat).

W podgrupie badanych w wieku między 26 a 40 lat dla częstotliwości 0,5 kHz, rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 14,2 dB HL, a mediana 15 dB HL. W badaniu ASSR odpowiednio: 19,3 dB HL i 15,0 dB HL (ryc. 105, 106, 107). 64,3 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w

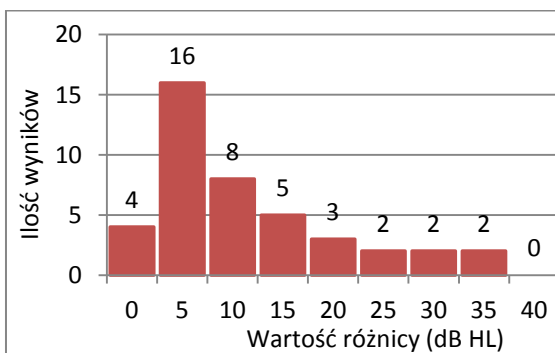
przedziale 0 - 10 dB (ryc. 108). 5 wyników badania ASSR (11,9 %) pokrywało się z wynikami PTA. 14 wyników badania ASSR (33,3 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co skutkowało zniżeniem wartości progów słuchu. 23 wyniki ASSR (54,8 %) przewyższyły odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, więc zawięzły wartość progów słuchu badanych (ryc. 109). W podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat, dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano przeciętny poziom korelacji ($r=0,4289$ wg. Spearmana), jednakże stwierdzono istotną statystycznie różnicę ($p=0,0248$ test Wilcoxon). Zatem przy przeciętnej wymiennosci metod badawczych nie uzyskano powtarzalności w całej populacji.



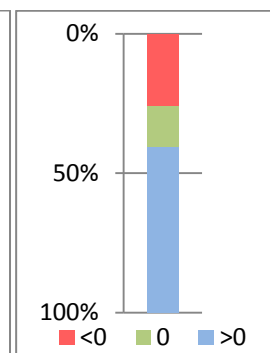
Ryc. 110. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).



Ryc. 111, 112. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, 26-40 lat).



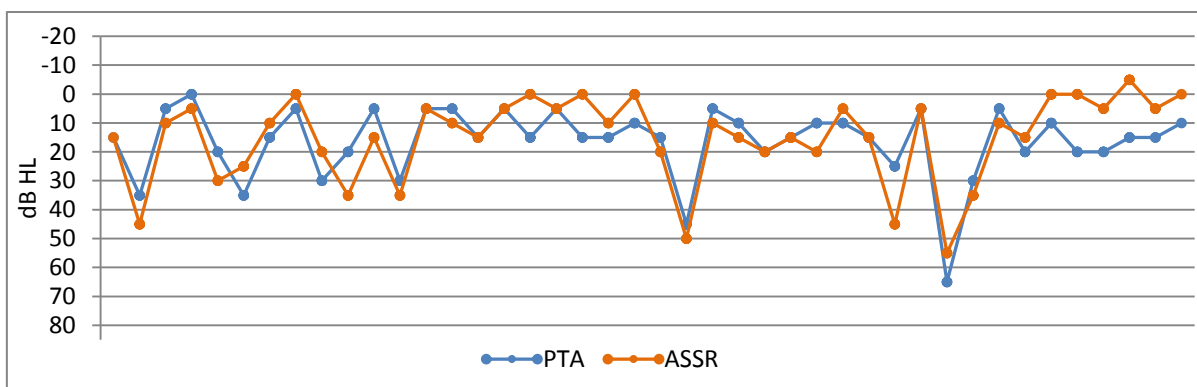
Ryc. 113. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 26-40 lat).



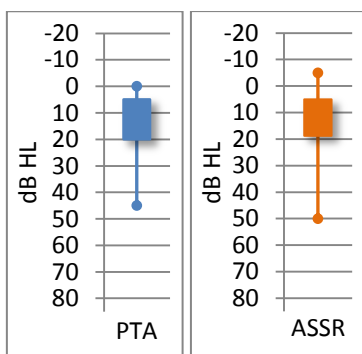
Ryc. 114. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 lat).

Dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku pomiędzy 26 a 40 lat rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 15 dB HL, mediana 15 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR 19,5 dB HL i 20 dB HL (ryc. 110, 111, 112). 66,7 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w

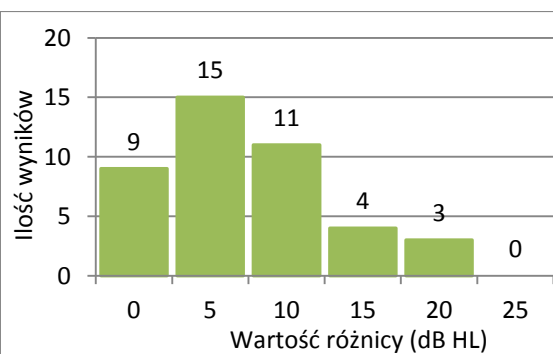
przedziale 0 - 10 dB (ryc. 113). 6 wyników badania ASSR (14,3 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 11 wyników badania ASSR (26,2 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 25 wyników ASSR (59,5 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, tym samym zwyżając wartość progu słuchu badanych (ryc. 114). W podgrupie badanych w wieku pomiędzy 26 a 40 rokiem życia dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano przeciętną korelację ($r=0,4528$ wg. Spearmana), natomiast analizowana różnica okazała się istotna statystycznie ($p=0,0151$ test Wilcoxona). Należy więc uznać hipotezę zerową za nieprawdziwą, powtarzalność wyników w całej populacji za małą, a wymiennosc metod badawczych wątpliwą.



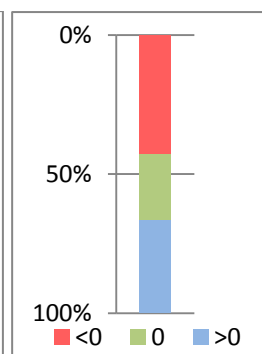
Ryc. 115. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).



Ryc. 116, 117. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, 26-40 lat).



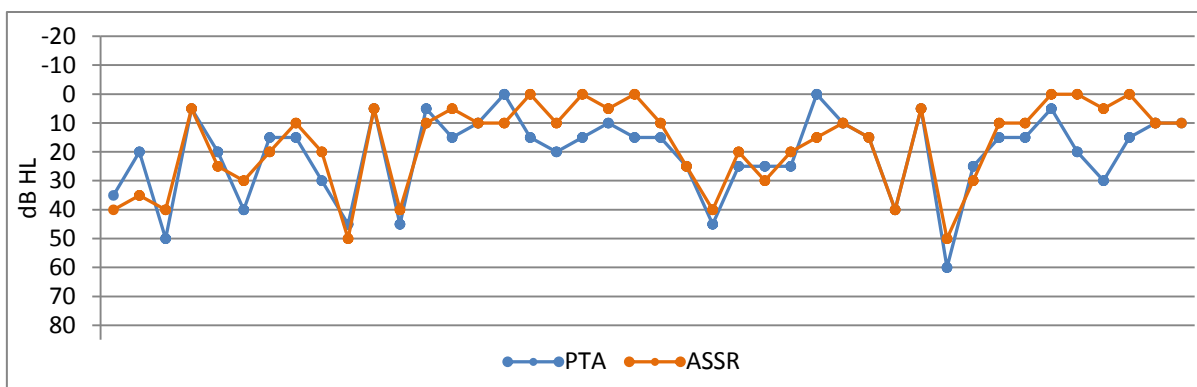
Ryc. 118. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 lat).



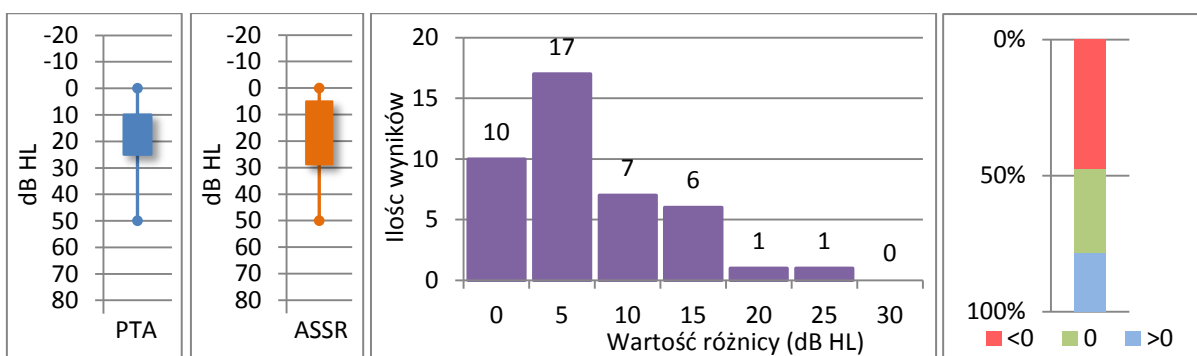
Ryc. 119. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 lat).

Dla częstotliwości 2 kHz wśród badanych w wieku pomiędzy 26 a 40 rokiem życia rozpiętość wyników uzyskanych w ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 14,9 dB HL, mediana 15 dB HL, a w badaniu ASSR: 13,2 dB HL i 10 dB HL (ryc. 115,

116, 117). 83,3 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 118). 10 wyników badania ASSR (23,8 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 18 wyników badania ASSR (42,9 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA czyli zaniżało wartość progu słuchu. 14 wyników ASSR (33,3 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i zawiżyło wartość progu słuchu pacjentów (ryc. 119). W analizowanej podgrupie dla częstotliwości 2 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoki stopień korelacji ($r=0,6176$ wg. Spearmana), zaś różnica między nimi nie była istotna statystycznie ($p=0,2124$ test Wilcozona). Można przyjąć, że istnieje w tym wypadku wymiennosc metod badawczych przy występującej powtarzalności w całej populacji.



Ryc. 120. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).



Ryc. 121, 122. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, 26-40 lat).

Ryc. 123. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 26-40 lat).

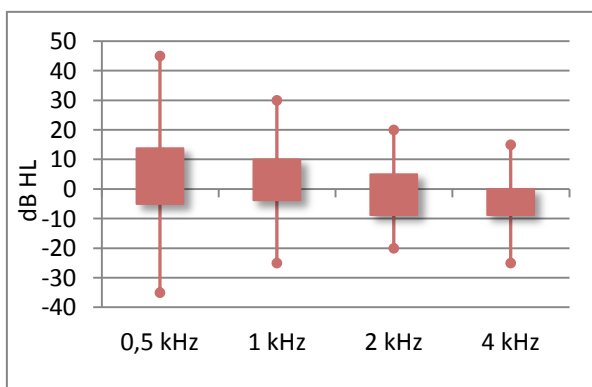
Ryc. 124. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 26-40 lat).

Dla częstotliwości 4 kHz w omawianej podgrupie badanych rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 19,8 dB HL, a mediana 15 dB HL. W badaniu ASSR odpowiednio: 16,4 dB HL i 10 dB HL (ryc.

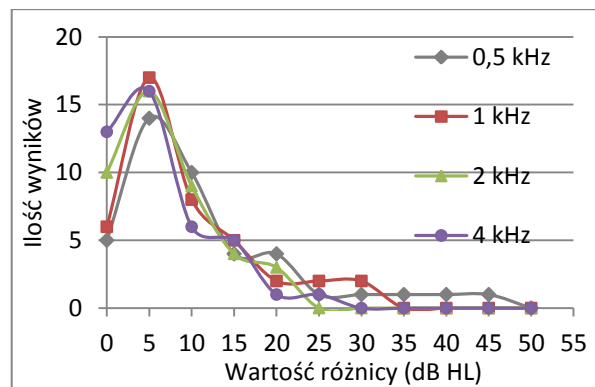
120, 121, 122). 80,9 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 123). 13 wyników badania ASSR (31,0 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 20 wyników badania ASSR (47,6 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 9 wyników ASSR (21,4 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, co skutkowało zawyżeniem wartości progów słuchu badanych (ryc. 124). W podgrupie badanych w wieku pomiędzy 26 a 40 rokiem życia, dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoką korelację ($r=0,6996$ wg. Spearmana) oraz istotną statystycznie różnicę ($p=0,0125$ test Wilcoxon). Więc pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową. Tym samym metody badawcze wydają się niewymienne, a wyniki mało powtarzalne w całej populacji.

Tab. 6. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).

Częstotliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	11,5 ±10,5	14	33,3 %	5	11,9 %	23	54,8 %
1	9,3 ±7,8	11	26,2 %	6	14,3 %	25	59,5 %
2	6,9 ±5,8	18	42,9 %	10	23,8 %	14	33,3 %
4	6,2 ±6,1	20	47,6 %	13	31,0 %	9	21,4 %

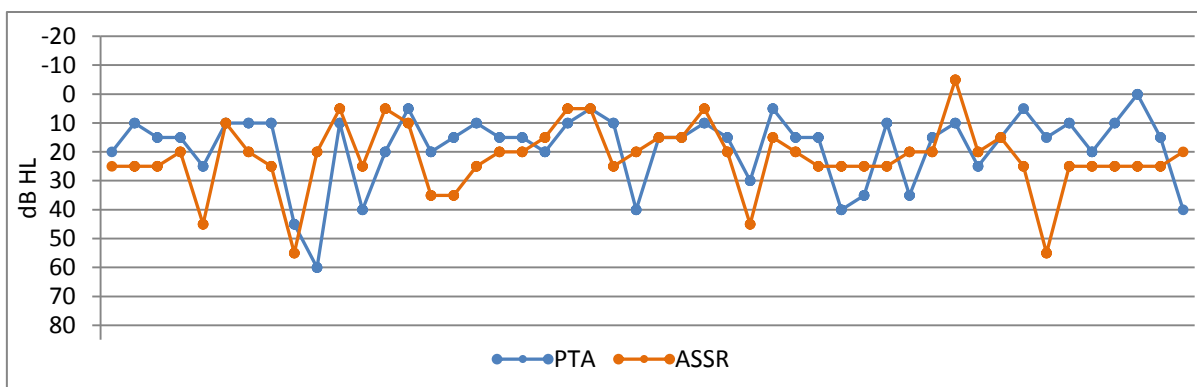


Ryc. 125. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).

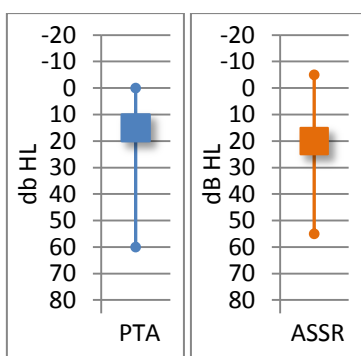


Ryc. 126. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).

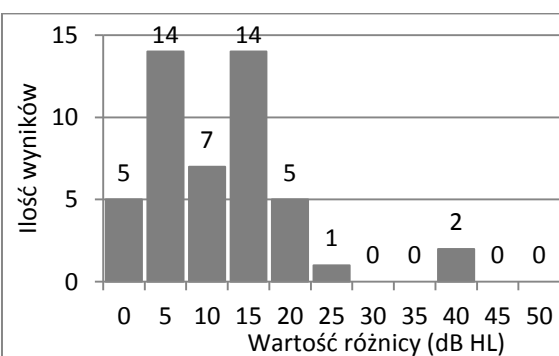
W podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat średnia różnica wyników uzyskanych w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 0,5 kHz (11,5 dB HL). Następnie zmniejszała się kolejno dla częstotliwości 1 kHz i 2 kHz. Najmniejszą wartość osiągnęła dla częstotliwości 4 kHz (6,2 dB HL). Odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 4 kHz (47,6 %), najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (26,2 %). Odsetek wartości przeszacowanych był największy dla 1 kHz (59,5 %), zaś najmniejszy dla 4 kHz (21,4 %). Największą ilość pokrywających się wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 4 kHz (31 %), a najmniejszą dla 0,5 kHz (11,9 %) (ryc. 125, 126), (tab. 6). W podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat największą korelację wykazano dla częstotliwości 4 kHz ($r=0,6996$), najmniejsza zaś dla częstotliwości 0,5 kHz ($r=0,4289$).



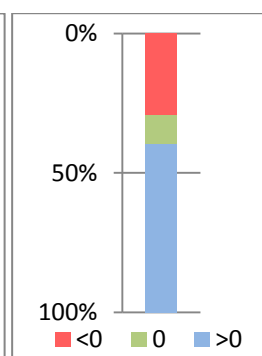
Ryc. 127. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).



Ryc. 128, 129. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, 41-60 lat).



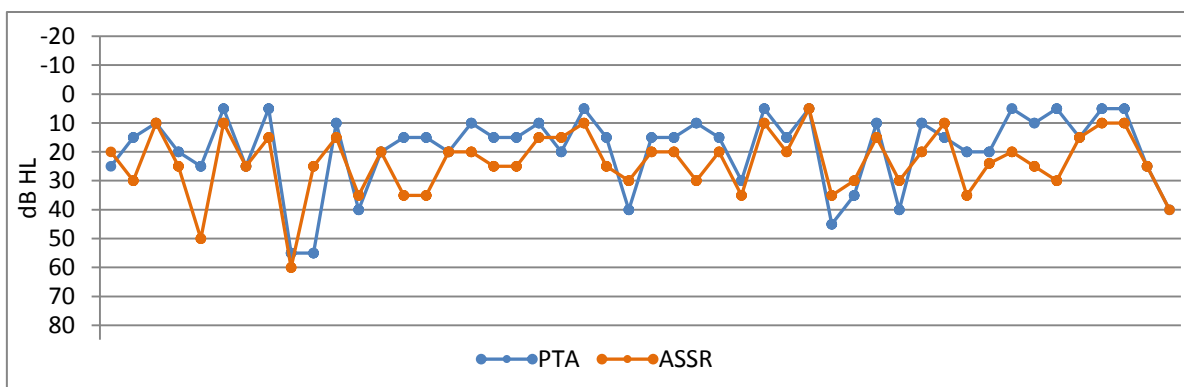
Ryc. 130. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 41-60 lat).



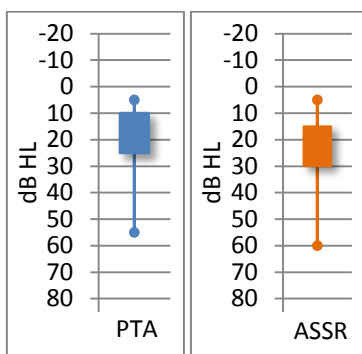
Ryc. 131. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 41-60 lat).

W podgrupie badanych w wieku między 41 a 60 rokiem dla częstotliwości 0,5 kHz życia, rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 18,2 dB HL, a mediana 15 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR:

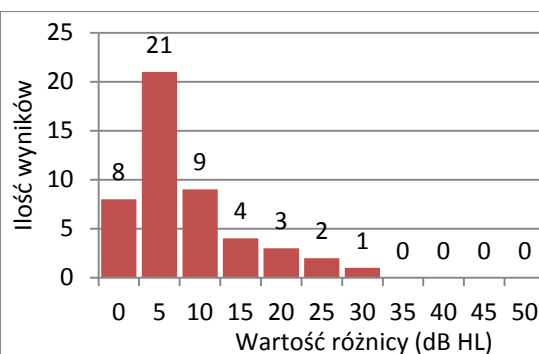
21,9 dB HL i 20 dB HL (ryc. 127, 128, 129). 54,2 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 130). 5 wyników badania ASSR (10,4 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 14 wyników badania ASSR (29,2 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, czego skutkiem było zniżenie wartości progu słuchu. 29 wyników ASSR (60,4 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawyżało wartość progu słuchu pacjentów (ryc. 131). W grupie badanych w wieku pomiędzy 41 a 60 rokiem życia, dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano słabą korelację ($r=0,2758$ wg. Spearmana), zaś różnica nie była istotna statystycznie ($p=0,0574$ test Wilcoxona). Pomimo słabej korelacji należy przyjąć, iż hipoteza zerowa jest prawdziwa a powtarzalność w całej populacji możliwa.



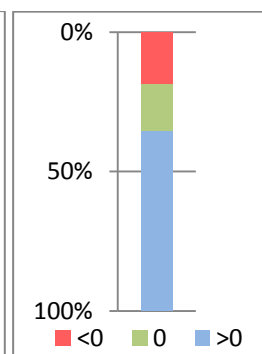
Ryc. 132. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).



Ryc. 133, 134. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, 41-60 lat).



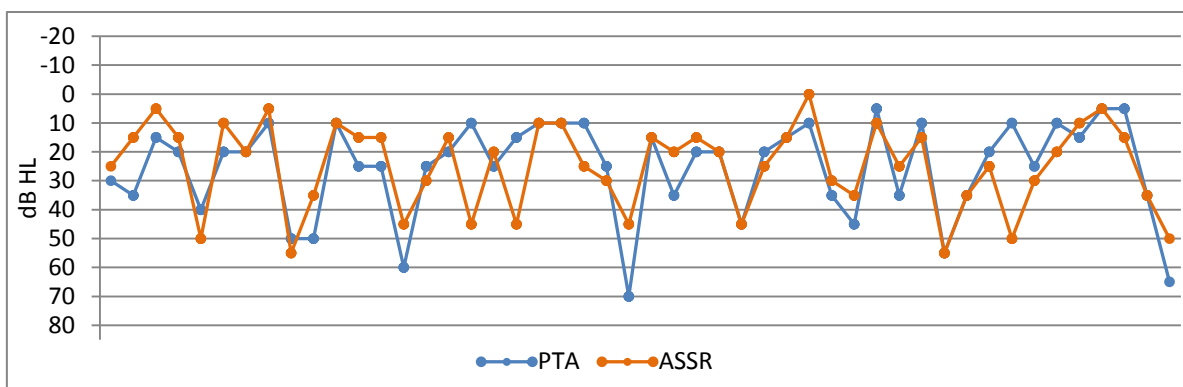
Ryc. 135. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA (1 kHz, 41-60 lat).



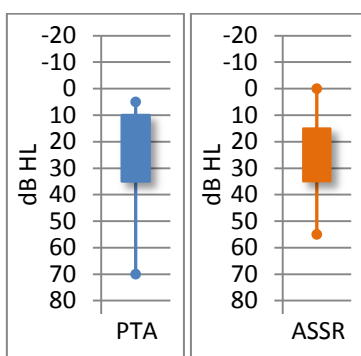
Ryc. 136. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA (1 kHz, 41-60 lat).

Dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku pomiędzy 41 a 60 rokiem życia rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 18,8 dB HL, mediana 20 dB HL, a w badaniu ASSR:

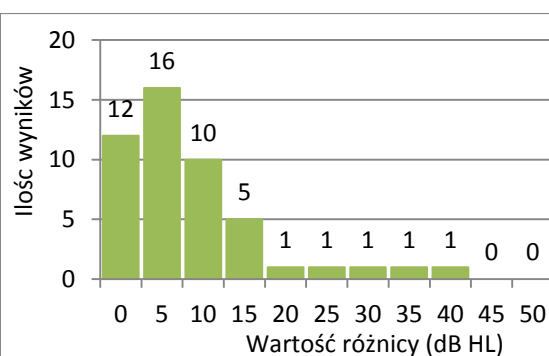
23,5 dB HL i 22 dB HL (ryc. 132, 133, 134). 79,2 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 135). 8 wyników badania ASSR (16,7 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 9 wyników badania ASSR (18,8 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i zaniżało wartość progów słuchu. 31 wyników ASSR (64,6 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, zatem zawiązało wartość progów słuchu badanych (ryc. 136). W omawianej podgrupie badanych, dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoki stopień korelacji ($r=0,6821$ wg. Spearmana), jak również stwierdzono istotną statystycznie różnicę ($p=0,0014$ test Wilcozona). Pomimo wysokiej korelacji należy przyjąć, iż hipoteza zerowa jest nieprawdziwa a powtarzalność wyników w całej populacji mała.



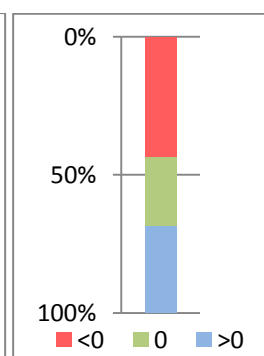
Ryc. 137. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).



Ryc. 138, 139. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, 41-60 lat).



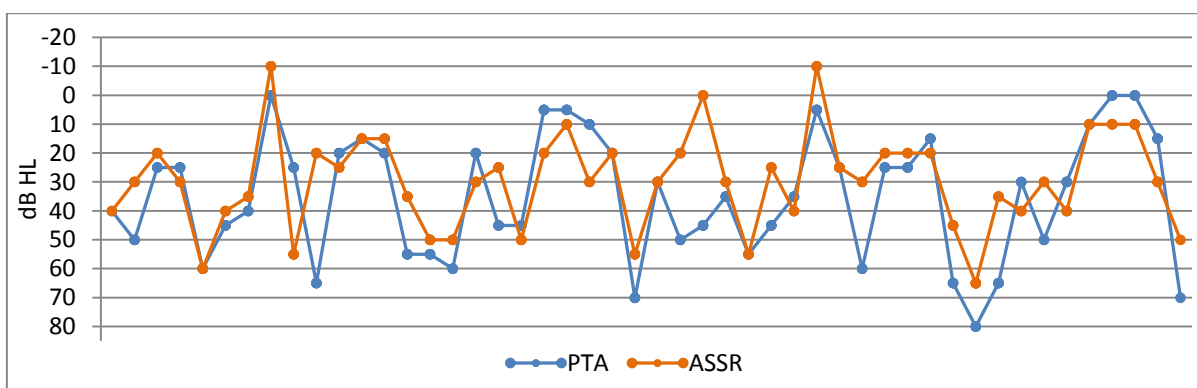
Ryc. 140. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 41-60 lat).



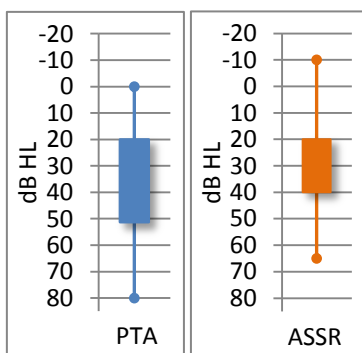
Ryc. 141. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 41-60 lat).

Dla częstotliwości 2 kHz wśród osób w wieku pomiędzy 41 a 60 rokiem życia rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była wyraźnie mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 25,4 dB HL, mediana 20 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 24,9

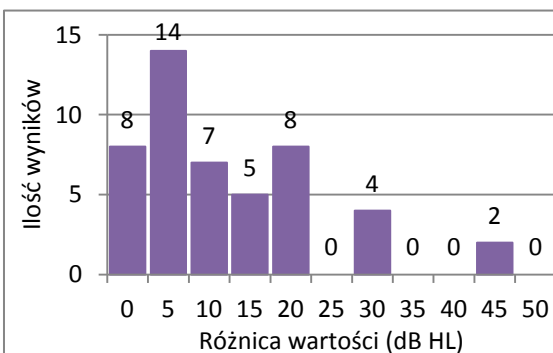
dB HL, 20 dB HL (ryc. 137, 138, 139). 79,2 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 140). 12 wyników badania ASSR (25,0 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 21 wyników badania ASSR (43,8 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 15 wyników ASSR (31,3 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiżyło wartość progu słuchu badanych (ryc. 141). W podgrupie badanych w wieku pomiędzy 41 a 60 rokiem życia dla częstotliwości 2 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoką korelację ($r=0,6671$ wg. Spearmana), natomiast różnica między nimi okazała się nieistotna statystycznie ($p=0,2993$ test Wilcoxon). Można zatem przyjąć, że przy prawdziwej hipotezie zerowej wymiennosc metod badawczych jest dla tej grupy duża przy występującej powtarzalności wyników w całej populacji.



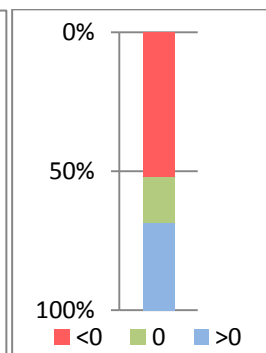
Ryc. 142. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w grupie pacjentów w wieku od 41 do 60 lat (n=48).



Ryc. 143, 144. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, 41-60 lat).



Ryc. 145. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 41-60 lat).



Ryc. 146. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 41-60 lat).

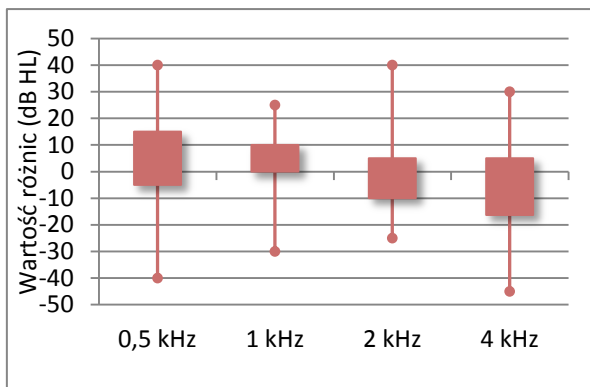
Dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych w wieku pomiędzy 41 a 60 rokiem życia rozpiętość wyników w badaniu ASSR była nieznacznie mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 35,1 dB HL, mediana 32,5 dB HL, a w badaniu ASSR 29,6 dB HL i 30 dB HL (ryc. 142, 143, 144). 60,4 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 145). 8 wyników badania ASSR (16,7 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 25 wyników badania ASSR (52,1 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i tym samym zaniżało wartość progów słuchu. 15 wyników ASSR (31,3 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, co skutkowało zawyżeniem wartości progów słuchu badanych (ryc. 146). W analizowanej podgrupie badanych, dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoką korelację ($r=0,6972$ wg. Spearmana) i wykazano istotną statystycznie różnicę pomiędzy otrzymanymi wynikami ($p=0,0186$ test t-Studenta). Zatem pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową co świadczy o małej wymienności metod badawczych w tej grupie.

Tab. 7. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).

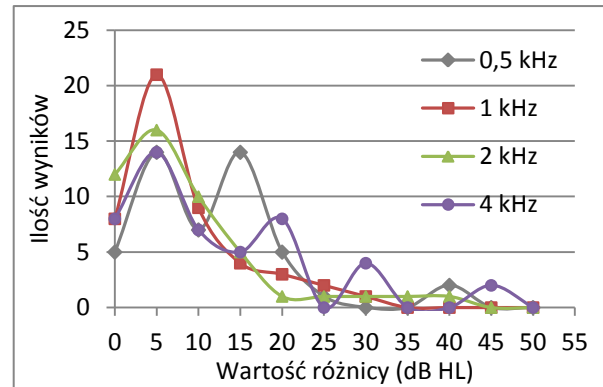
Często- tliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	11,6 ±8,7	14	29,2 %	5	10,4 %	29	60,4 %
1	8,2 ±7,1	9	18,7 %	8	16,7 %	31	64,6 %
2	8,4 ±8,9	21	43,7 %	12	25,0 %	15	31,3 %
4	12,2 ±11,1	25	52,1 %	8	16,7 %	15	31,2 %

W podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat średnia różnica wyników uzyskanych w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 4 kHz (12,2 dB HL), a najmniejsza dla 1 kHz (8,2 dB HL). Odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 4 kHz (52,1 %), zaś najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (18,8 %). Najwięcej wartości przeszacowanych stwierdzono dla 1 kHz (64,6 %), a najmniej dla częstotliwości 2 i 4

kHz (31,3 %) Największą ilość zgodnych wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 2 kHz (25,0 %), a najmniejszą dla 0,5 kHz (10,4 %), (ryc. 147, 148), (tab. 7).

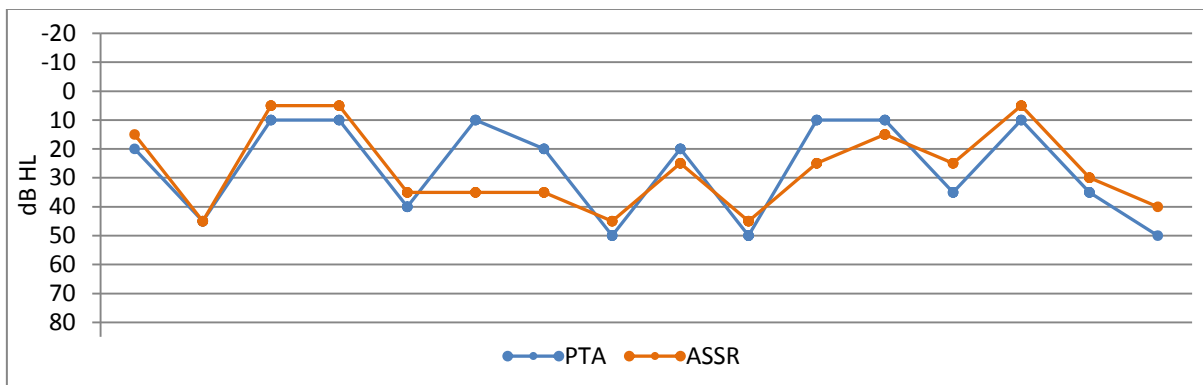


Ryc. 147. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).

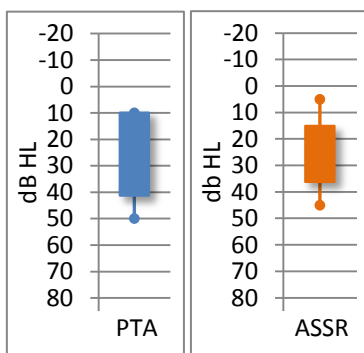


Ryc. 148. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).

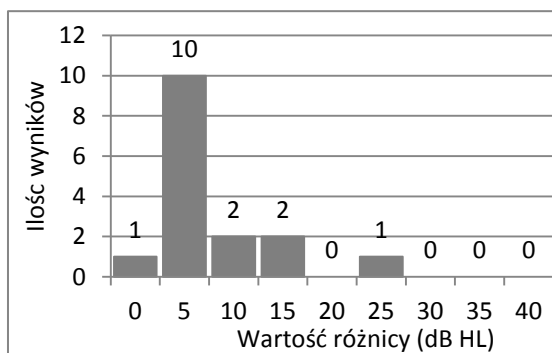
W podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat najwyższy stopień korelacji wykazano dla częstotliwości 4 kHz ($r=0,6821$), nie uzyskano jej natomiast dla częstotliwości 0,5 kHz ($r=0,2758$).



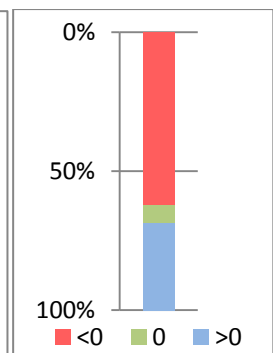
Ryc. 149. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat (n=16).



Ryc. 150, 151. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, pow. 60 lat).

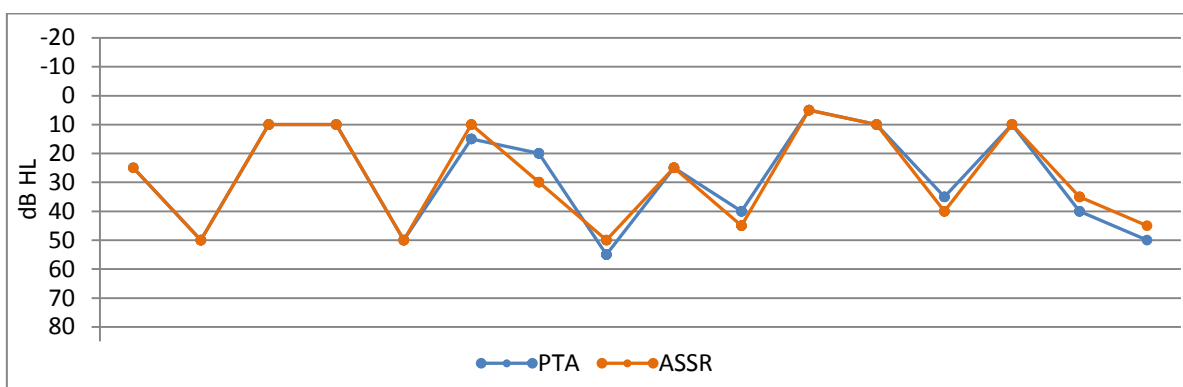


Ryc. 152. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, pow. 60 lat).

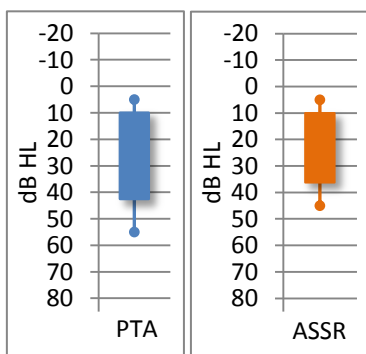


Ryc. 153. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, pow. 60 lat).

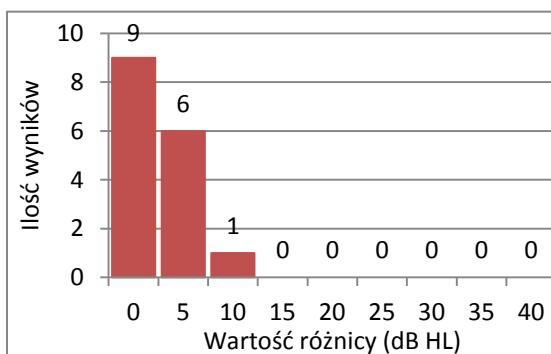
Dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 roku życia rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 26,6 dB HL, mediana 20 dB HL, a w badaniu ASSR: 26,9 dB HL i 27,5 dB HL (ryc. 149, 150, 151). 81,25 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 152). Tylko 1 wynik badania ASSR (6,3 %) pokrywał się z wynikiem PTA. 10 wyników badania ASSR (62,5 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co w efekcie zaniżało wartość progu słuchu. 5 wyników ASSR (31,3 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i tym samym zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 153). W podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat, dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano bardzo wysoki stopień korelacji ($r=0,8123$ wg. Spearmana), natomiast nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy ($p=0,7179$ test Wilcoxon). W tym przypadku zarówno korelacja jak i istotność statystyczna świadczą o wymienności metod badawczych i możliwej powtarzalności w całej populacji.



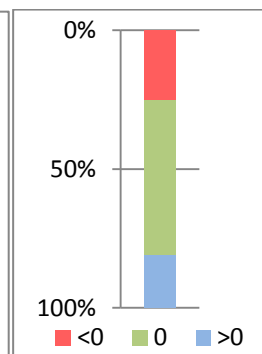
Ryc. 154. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat ($n=16$).



Ryc. 155, 156. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, pow. 60 lat).

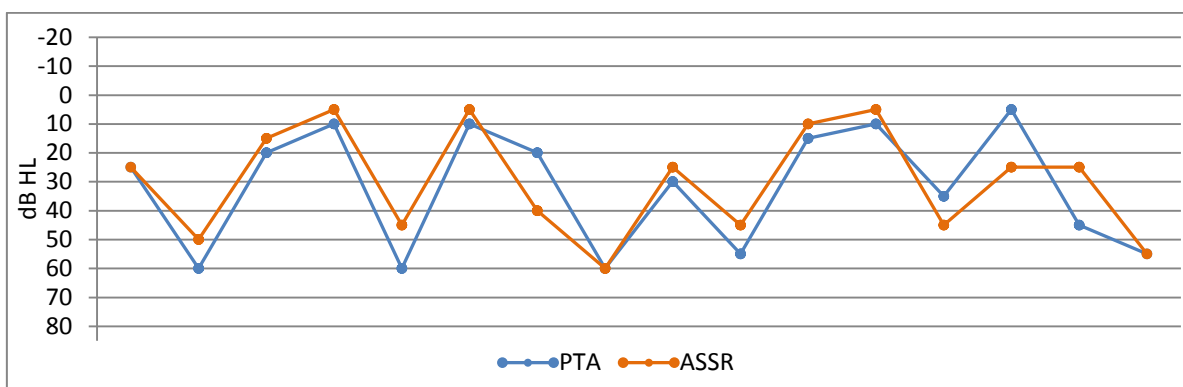


Ryc. 157. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, pow. 60 lat).

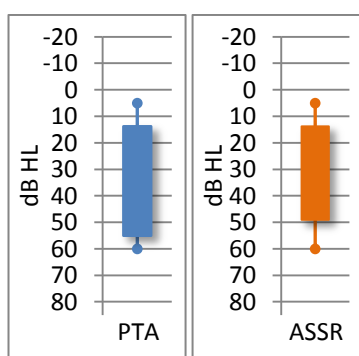


Ryc. 158. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, pow. 60 lat).

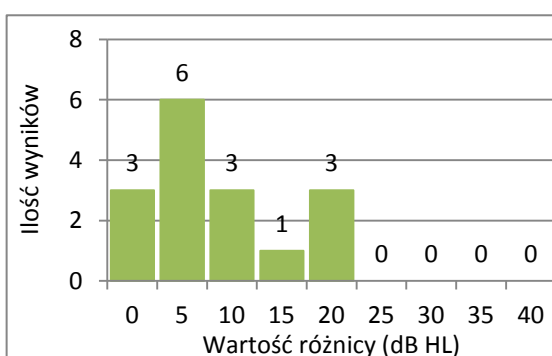
Dla częstotliwości 1 kHz wśród badanych w wieku powyżej 60 lat rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 28,1 dB HL, a mediana 27,5 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 28,1 dB HL i 27,5 dB HL (ryc. 154, 155, 156). 100 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 157). 9 wyników badania ASSR (56,3 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 4 wyniki badania ASSR (25,0 %) miały wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i tym samym zaniżały wartość progu słuchu. 3 wyniki ASSR (18,8 %) przewyższały odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i zawiżyły wartość progu słuchu badanych (rys. 158). W podgrupie badanych w wieku powyżej 60 roku życia dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR stwierdzono bardzo wysoką korelację ($r=0,9689$ wg. Spearmana). Wyniki natomiast nie różniły się istotnie ($p=0,9999$ test Wilcoxon). Hipoteza zerowa w tym przypadku jest prawdziwa, istnieje duża wymiennność używanych metod badawczych a powtarzalność w całej populacji jest bardzo wysoka.



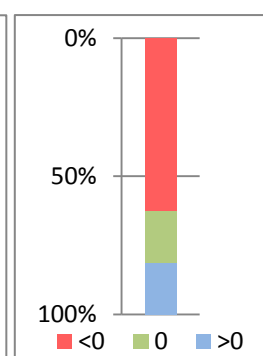
Ryc. 159. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w grupie pacjentów w wieku powyżej 61 lat (n=16).



Ryc. 160, 161. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, pow. 60 lat).

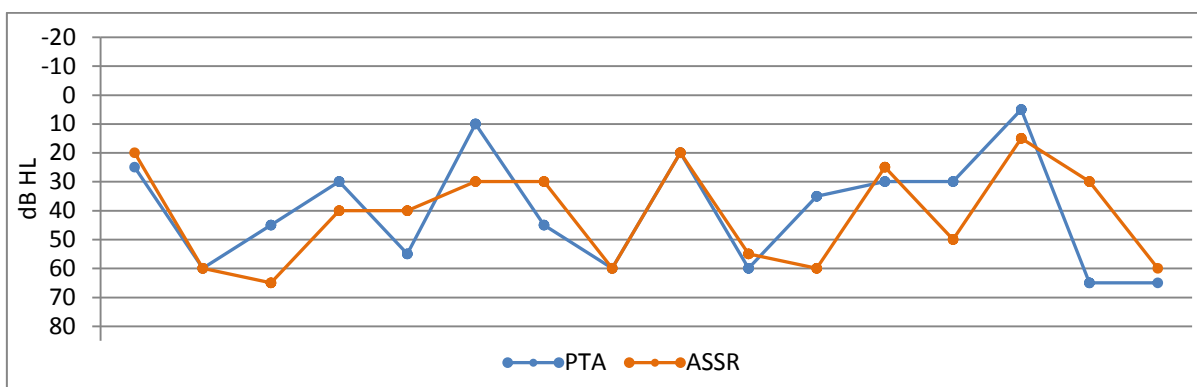


Ryc. 162. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, pow. 60 lat).

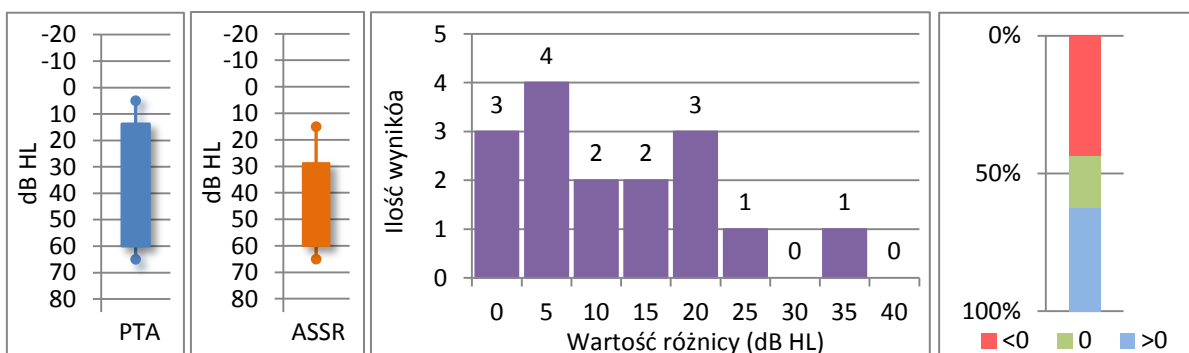


Ryc. 163. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, pow. 60 lat).

W podgrupie badanych w wieku powyżej 60 roku życia dla częstotliwości 2 kHz rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR jest taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 32,2 dB HL, a mediana 27,5 dB HL. W badaniu ASSR analogicznie: 30 dB HL i 25 dB HL (ryc. 159, 160, 161). 75 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 162). 3 wyniki badania ASSR (18,8 %) pokrywały się z wynikami PTA. 10 wyników badania ASSR (62,5 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, zaniżając wartość progu słuchu. 3 wyniki ASSR (18,8 %) przewyższyły odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiązały wartość progu słuchu badanych (ryc. 163). W analizowanej podgrupie badanych pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz uzyskano bardzo wysoką korelację ($r=0,8500$ wg. Pearsona) i nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy między wynikami ($p=0,4367$ test t-Studenta). Podobnie jak w poprzedniej podgrupie istnieje wymiennosc metod badawczych przy dużej powtarzalności wyników w całej populacji.



Ryc. 164. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat (n=16).



Ryc. 165, 166. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 167. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, pow. 60 lat).

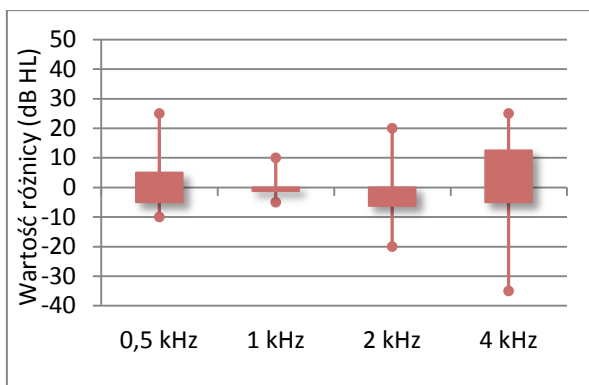
Ryc. 168. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, pow. 60 lat).

Dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 roku życia rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 40 dB HL, mediana 40 dB HL, a w badaniu ASSR: 41,2 dB HL i 40 dB HL (ryc. 164, 165, 166). 56,2 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 167). 3 wyniki badania ASSR (18,8 %) pokrywały się z wynikami w PTA. 7 wyników badania ASSR (43,8 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA zatem zaniżało wartość proggu słuchu. 6 wyników ASSR (37,5 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w efekcie zawiżyło wartość proggu słuchu badanych (ryc. 168). W podgrupie badanych w wieku powyżej 60 roku życia, dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoka korelację ($r=6379$ wg. Pearsona), natomiast otrzymana różnica okazała się nieistotna statystycznie ($p=0,4367$ test t-Studenta). Także i w tej podgrupie wykazano wymiennosc metod badawczych i powtarzalność wyników w całej populacji.

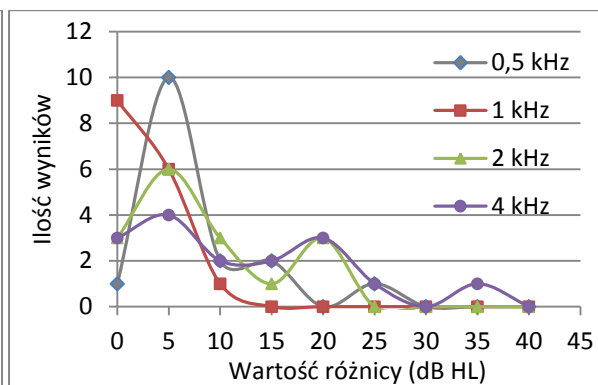
Tab. 8. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 roku życia (n=16).

Często- tliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	7,8 ±5,9	10	62,5 %	1	6,2 %	5	31,3 %
1	2,5 ±3,1	4	25,0 %	9	56,2 %	3	18,8 %
2	8,4 ±6,8	10	62,5 %	3	18,8 %	3	18,8 %
4	11,9 ±9,8	7	43,8 %	3	18,8 %	6	37,4 %

W podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat średnia wartości bezwzględnych różnic uzyskanych w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 4 kHz (11,9 dB HL), a najmniejsza dla 1 kHz (2,5 dB HL). Odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 0,5 i 2 kHz (jednakowo po 62,5 %), najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (25,0 %). Najwięcej wartości przeszacowanych stwierdzono dla częstotliwości 4 kHz (37,5 %), zaś najmniej dla 1 kHz i 2 kHz (równo po 18,8 %).

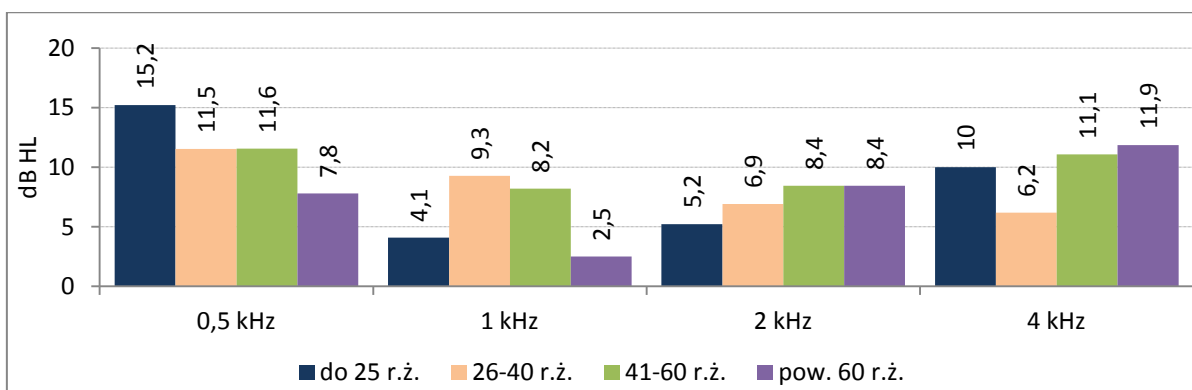


Ryc. 169. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat (n=10).



Ryc. 170. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat (n=10).

Największą ilość zgodnych wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 1 kHz (56,3 %), a najmniejszą dla 0,5 (6,3 %), (ryc. 169, 170), (tab. 8). W podgrupie badanych w wieku powyżej 60 roku życia największą korelację wykazano dla częstotliwości 1 kHz ($r=0,8500$), najmniejszą zaś dla częstotliwości 4 kHz ($r=0,6379$).

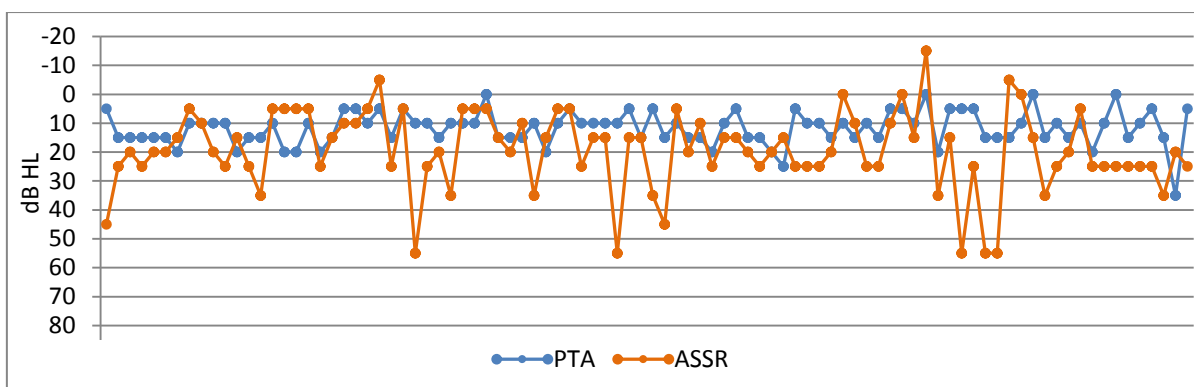


Ryc. 171. Średnia wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w grupie według wieku badanych.

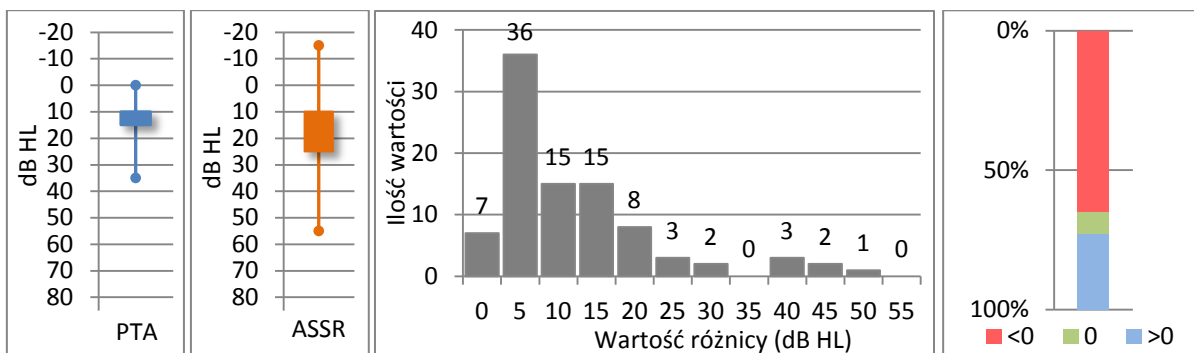
Porównując otrzymane wyniki w grupie wydzielonej według wieku wykazano, iż w podgrupach do 25 lat i pomiędzy 41 a 61 rokiem życia trendy średnich różnic były podobne. W obu podgrupach największą wartość średnią przyjmowała dla częstotliwości 0,5 kHz, nieco mniejszą dla 4 kHz. Średnie dla 1 i 2 kHz miały wyraźnie mniejszą wartość. W podgrupie od 26 do 40 roku życia średnia różnica stopniowo spadała wraz ze wzrostem badanej częstotliwości. W podgrupie powyżej 60 roku życia najwyższa wartość średniej dotyczyła częstotliwości 4 kHz, a najmniejsza 1 kHz (ryc. 171). Analizując uzyskane wyniki między podgrupami wydzielonymi ze względu na wiek, stwierdzono istotną statystycznie różnicę dla częstotliwości 1 kHz, najbardziej wyrażoną pomiędzy badanymi w wieku do 25 lat i 26 - 40 lat ($p=0,0003$ test Krusala-Wallisa) oraz dla zakresu 4 kHz, zaznaczoną zwłaszcza

między badanymi w wieku 26-40 i 41-60 lat ($p=0,0297$ test Kruskala-Wallisa). Dla pozostałych porównywanych częstotliwości różnica okazała się nieistotna statystycznie ($p=0,3074$ dla 0,5 kHz i $p=0,5727$ dla 2 kHz).

Kolejna analiza dotyczyła zależności pomiędzy otrzymanymi wynikami w badaniach ASSR i PTA w podgrupach wydzielonych według kryterium słuchu na „normę słuchu” i niedosłuch. W podgrupie ze słuchem w granicach normy analizowano 92 wyniki (71,9 %), a w podgrupie z niedosłuchem 36 wyników (28,1 %).



Ryc. 172. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (0-25 dB), (n=92).



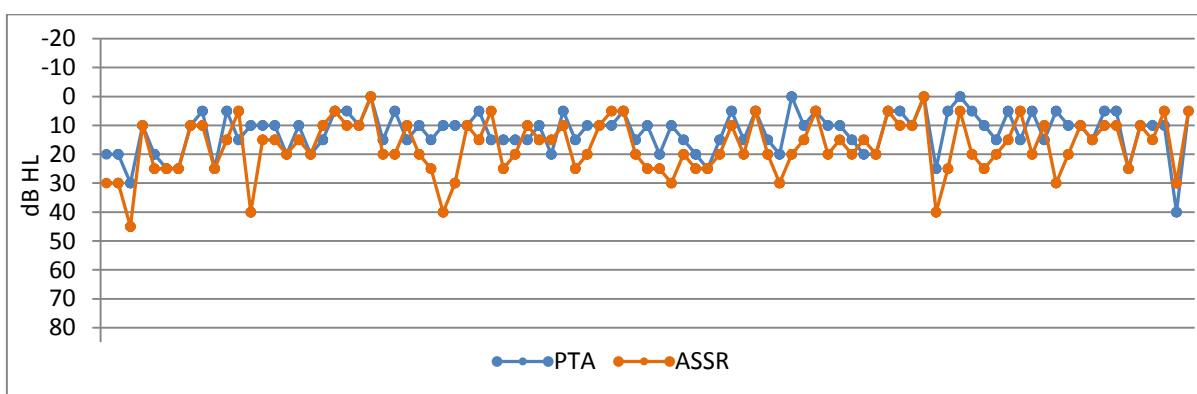
Ryc. 173, 174. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 175. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 0-25 dB).

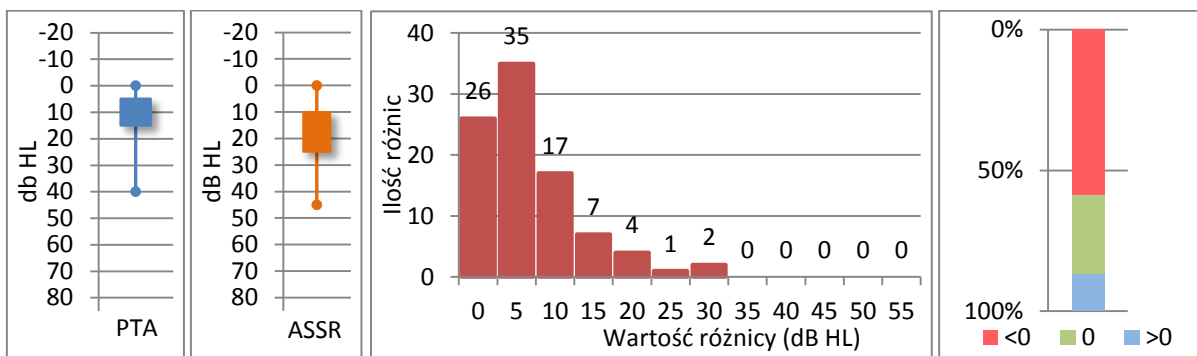
Ryc. 176. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 0-25 dB).

Dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy, rozpiętość pomiarów uzyskanych w badaniu ASSR była wyraźnie większa niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 11,7 dB HL, mediana 10 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR wynosiła: 19,4 dB HL i 20 dB HL (ryc. 172, 173, 174). 63 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 175). 7 wyników badania ASSR (7,6 %)

pokrywało się z wynikiem PTA. 25 wyników badania ASSR (27,2 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżyło wartość progów słuchu, zaś 60 wyników ASSR (65,2 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawyżyło wartość progów słuchu badanych (ryc. 176). W podgrupie badanych z prawidłowym słuchem, dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano słabą korelację ($r=0,2103$ wg. Spearmana). Stwierdzono natomiast istotną statystycznie różnicę między porównywanymi wynikami ($p=0,0010$ test Wilcoxon). W związku z powyższym dla tej grupy należy uznać hipotezę zerową za błędną, a powtarzalność wyników w całej populacji za bardzo małą.



Ryc. 177. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (0-25 dB), (n=92).



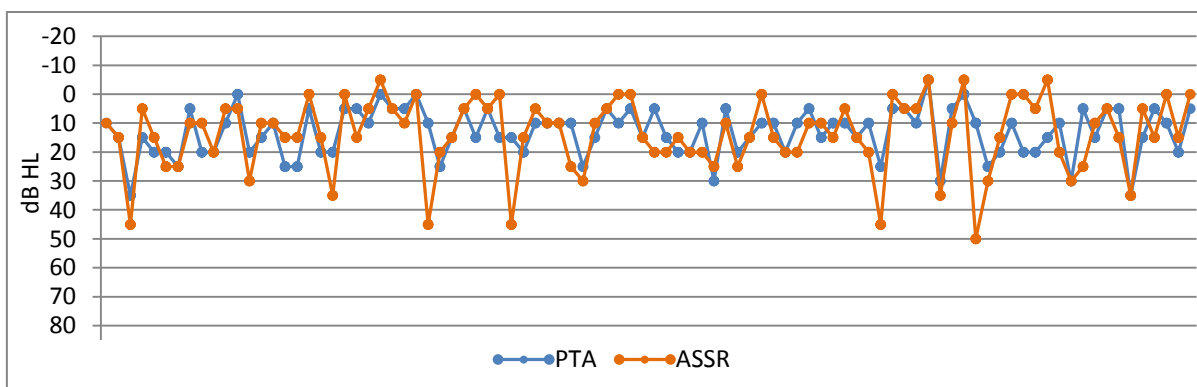
Ryc. 178, 179. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 180. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 0-25 dB).

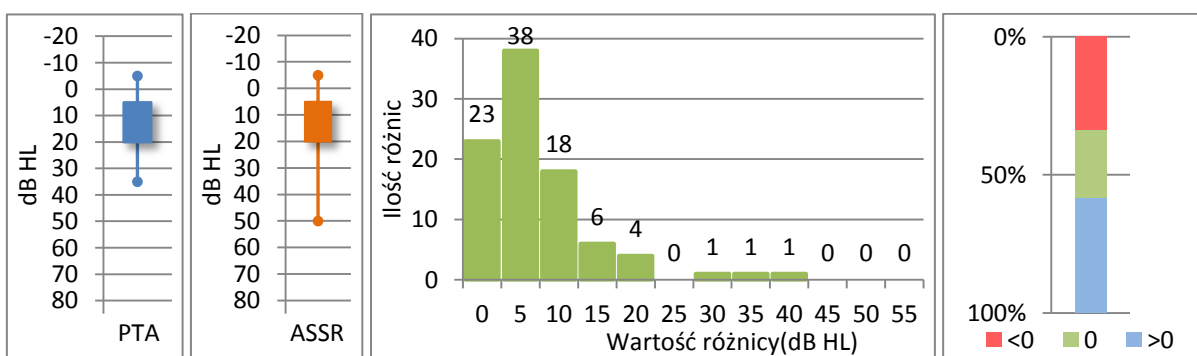
Ryc. 181. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 0-25 dB).

Analizując pomiary dla częstotliwości 1 kHz wśród badanych ze słuchem w granicach normy, rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 12,3 dB HL, a mediana 10 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 17,3 dB HL i 17,5 dB HL (ryc. 177, 178, 179). 84,8 % uzyskanych wartości

różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 180). 26 wyników badania ASSR (28,3 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 12 wyników badania ASSR (13,0 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progów słuchu. 54 wyników ASSR (58,7 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w efekcie zawyżało wartość progów słuchu badanych (ryc. 181). Dla częstotliwości 1 kHz stwierdzono wysoki stopień korelacji pomiędzy wynikami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR ($r=0,5045$ wg. Spearmana), jak również istotną statystycznie różnicę ($p=0,0011$ test Wilcoxon). W sytuacji takiej pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową a także należy spodziewać się bardzo małego prawdopodobieństwa wystąpienia takich wyników w całej populacji.



Ryc. 182. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (n=92).



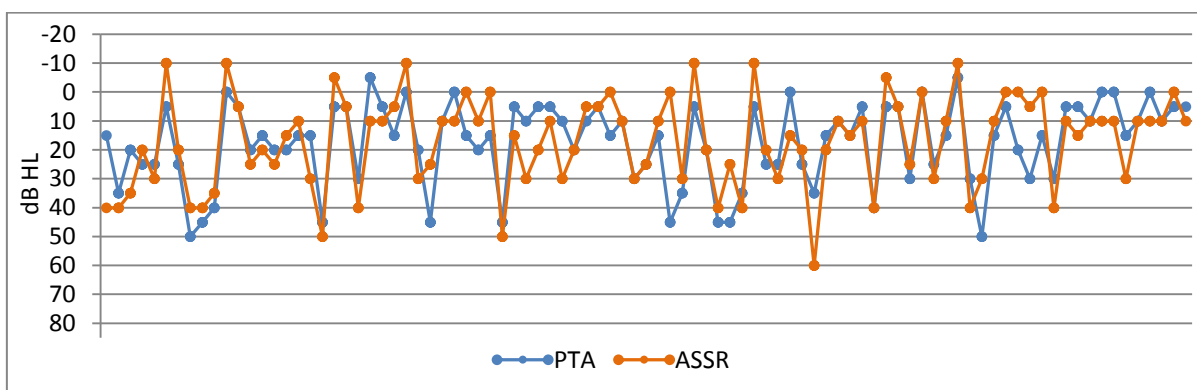
Ryc. 183, 184. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 185. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 0-25 dB).

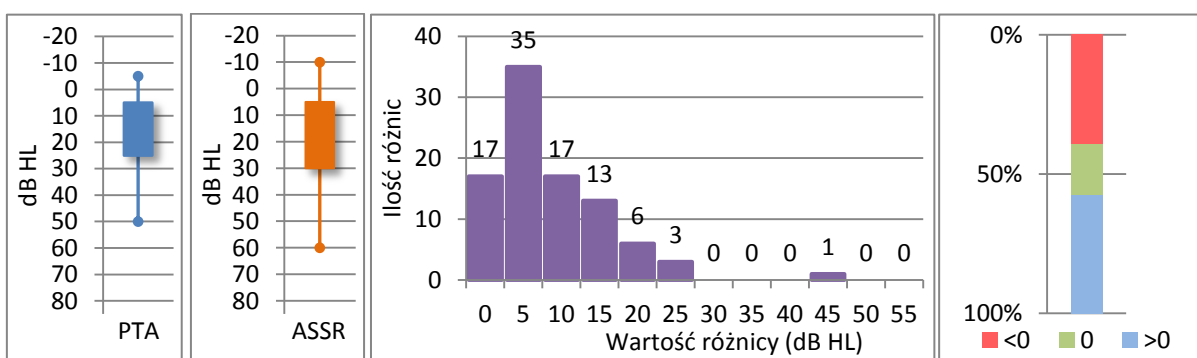
Ryc. 186. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów PTA i ASSR (2 kHz, 0-25 dB).

W podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy dla częstotliwości 2 kHz, rozpiętość wyników w badaniu ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 13,2 dB HL, mediana 10 dB HL. Analogicznie dla badania ASSR: 13,8 dB HL i 12,5 dB

HL (ryc. 182, 183, 184). 85,9 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 185). 23 wyniki badania ASSR (25,0 %) pokrywały się z wynikami PTA. 38 wyników badania ASSR (41,3 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i zaniżyło wartość progu słuchu. 31 wyników ASSR (33,7 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w efekcie zawiązały wartość progu słuchu pacjentów (ryc. 186). W analizowanej podgrupie dla częstotliwości 2 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR stwierdzono wysoką korelację ($r=0,5736$ wg. Spearmana), natomiast otrzymane wyniki nie różniły się istotnie ($p=0,7663$ test Wilcoxon). W grupie tej zatem hipotezę zerową należy uznać za prawdziwą. Wysoka korelacja jest wysoce prawdopodobna w całej populacji. Metody badawcze można w tym wypadku uznać za wymienne.



Ryc. 187. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (n=92).



Ryc. 188, 189. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 190. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 0-25 dB).

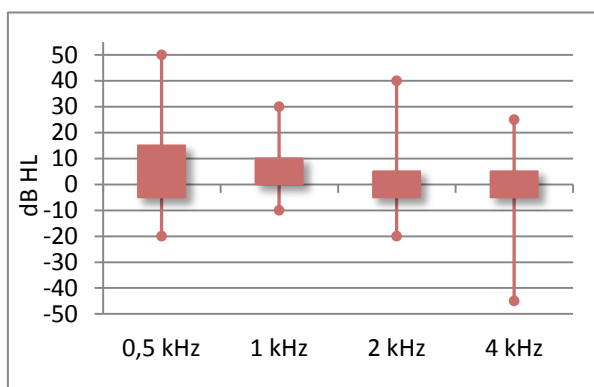
Ryc. 191. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów PTA i ASSR (4 kHz, 0-25 dB).

Dla częstotliwości 4 kHz w omawianej podgrupie rozpiętość wyników w badaniu ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 17,5 dB HL, mediana 15 dB HL.

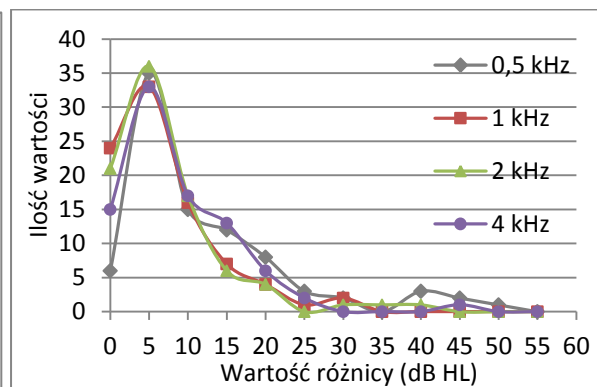
Odpowiednio w badaniu ASSR: 16,9 dB HL i 15 dB HL (ryc. 187, 188, 189). 75 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 190). 17 wyników badania ASSR (18,5 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 39 wyników badania ASSR (42,4 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co zaniżało wartość progu słuchu. 36 wyników ASSR (39,1 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 191). W podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy, dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoki stopień korelacji ($r=0,6863$ wg Spearmana). Nie stwierdzono jednak istotnej statystycznie różnicy pomiędzy danymi ($p=0,6653$ test Wilcoxon). Podobnie jak dla częstotliwości 2 Hz, w tej podgrupie należy uznać hipotezę zerową za prawdziwą i oczekiwać powtarzalności wyników w całej populacji.

Tab. 9. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (0 - 25 dB),(n=92).

Częstotliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	12,1 ±10,7	60	65,2 %	7	7,6 %	25	27,2 %
1	6,7 ±6,6	54	58,7 %	26	28,3 %	12	13,0 %
2	7 ±7,3	31	33,7 %	23	25,0 %	38	41,3 %
4	8,5 ±7,5	36	39,1 %	17	18,5 %	39	42,4 %

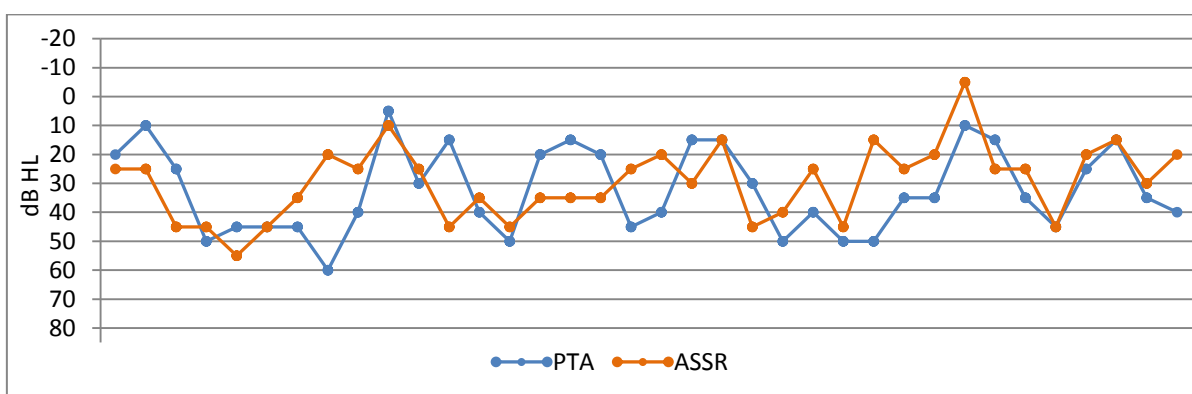


Ryc. 192. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (n=92).

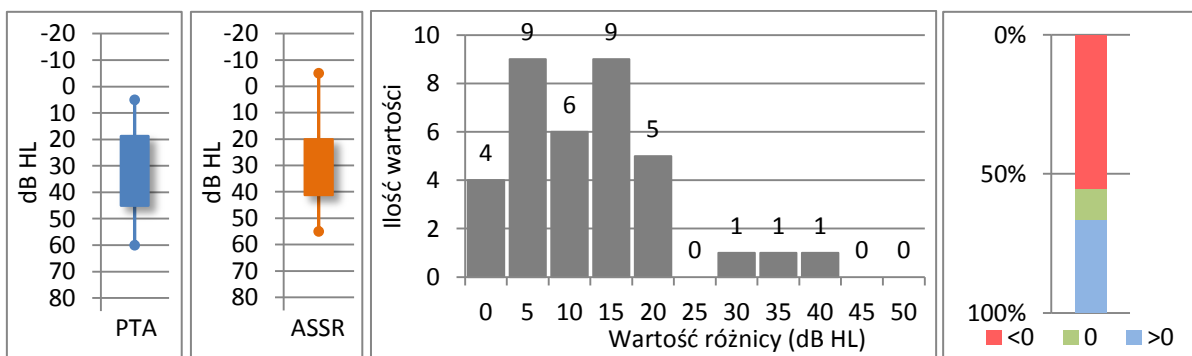


Ryc. 193. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (n=92).

Wśród osób ze słuchem w granicach normy różnica wyników uzyskanych w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 0,5 kHz (12,1 dB HL) a najmniejsza dla 1 kHz (6,7 dB HL). Odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 0,5 kHz (65,2 %), najmniejszy dla częstotliwości 2 kHz (33,7 %). Odsetek wartości przeszacowanych był największy dla 4 kHz (42,4 %), a najmniejszy dla 1 kHz (13,0 %). Największa ilość pokrywających się wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 1 kHz (28,3 %), a najmniejszą dla 0,5 kHz (7,6 %) (ryc. 192, 193), (tab. 9). W podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy największą korelację wykazano dla częstotliwości 4 kHz ($r=0,6863$), najmniejszą zaś dla częstotliwości 0,5 kHz ($r=0,2103$).



Ryc. 194. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB), (n=36).



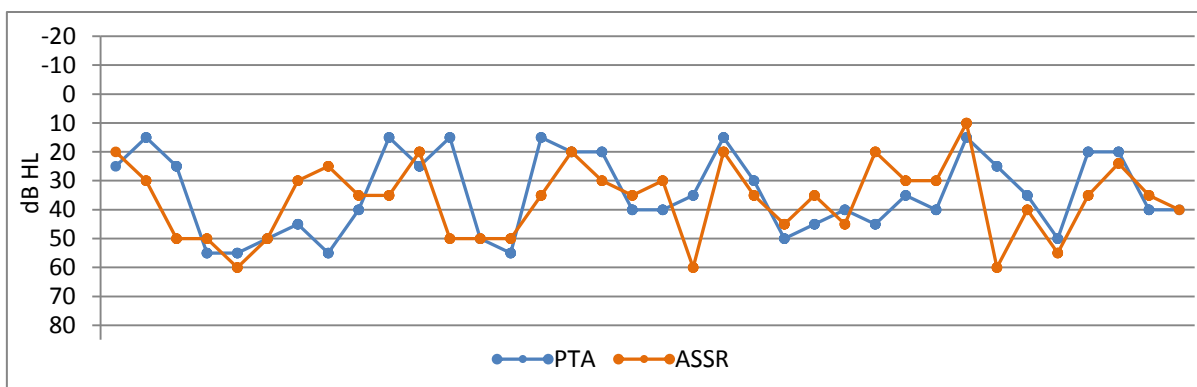
Ryc. 195, 196. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 197. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, pow. 25 dB).

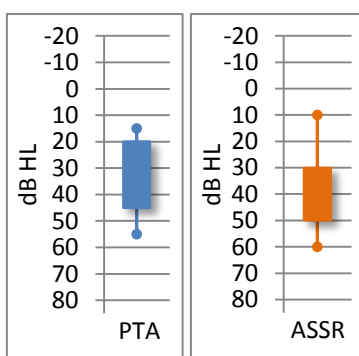
Ryc. 198. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, pow. 25 dB).

Analizując podgrupę badanych z niedosłuchem dla częstotliwości 0,5 kHz rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 32,2 dB HL, mediana 35 dB HL, a w badaniu ASSR: 29,6 dB HL i 25 dB HL (ryc. 194, 195, 196). 52,8 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w

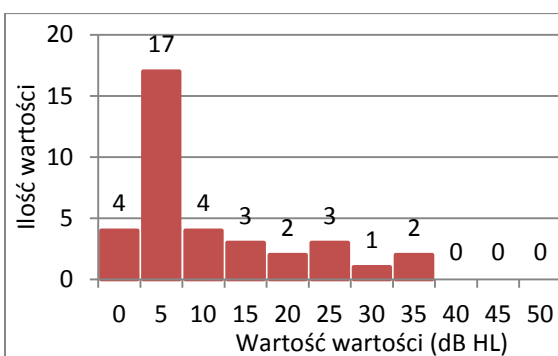
przedziale 0 - 10 dB (ryc. 197). 4 wyniki badania ASSR (11,1 %) pokrywały się z wynikiem PTA. 20 wyników badania ASSR (55,6 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progów słuchu. 12 wyników ASSR (33,3 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiżyło wartość progów słuchu badanych (ryc. 198). W podgrupie badanych z niedosłuchem, dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano przeciętny poziom korelacji ($r=3419$ wg. Spearmana), jak również nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy między wynikami ($p=0,4023$ test Wilcoxona). Należy w tym przypadku, pomimo przeciętnej korelacji, uznać hipotezę zerową za prawdziwą, metody badawcze za wymienne a powtarzalność w całej populacji za wysoką.



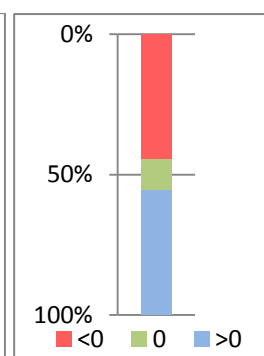
Ryc. 199. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB), (n=36).



Ryc. 200, 201. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, pow. 25 dB).



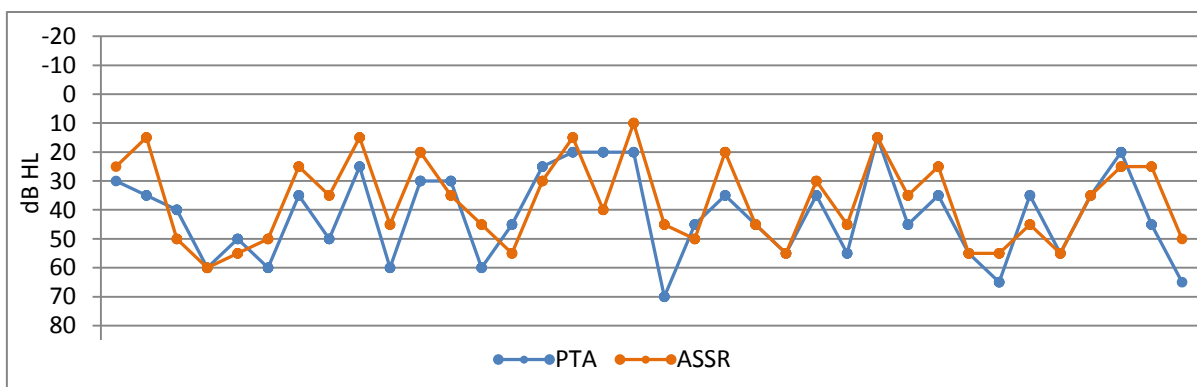
Ryc. 202. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, pow. 25 dB).



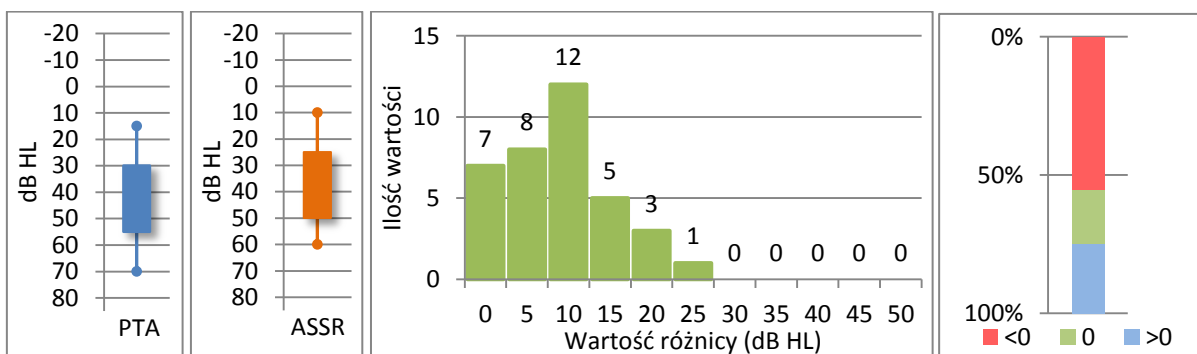
Ryc. 203. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, pow. 25 dB).

Dla częstotliwości 1 kHz wśród osób z niedosłuchem, rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była większa niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 34,4 dB HL, mediana 37,5 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 36,8 dB HL i 35 dB HL (ryc. 199, 200,

201). 69,4 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 202). 4 wyniki badania ASSR (11,1 %) pokrywały się z wynikiem PTA. 16 wyników badania ASSR (44,4 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA i zaniżało wartość progu słuchu. 16 wyników ASSR (44,4 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, czym zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 203). W omawianej podgrupie dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano przeciętny poziom korelacji ($r=0,3988$ wg. Spearmana) oraz nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy ($p= 0,5818$ test Wilcozona). Podobnie jak w wypadku częstotliwości 0,5 kHz pomimo przeciętnej korelacji należy uznać hipotezę zerową za prawdziwą a powtarzalność w populacji za wysoką.



Ryc. 204. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB), (n=36).



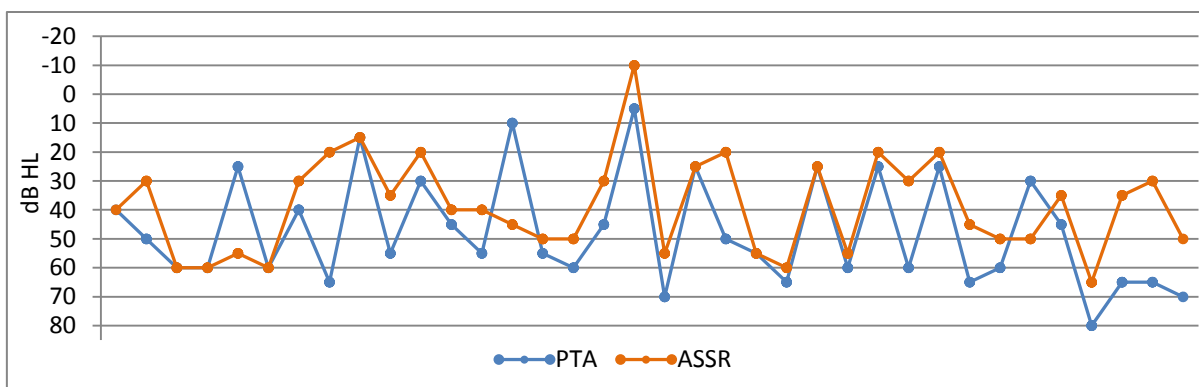
Ryc. 205, 206. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 207. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, pow. 25 dB).

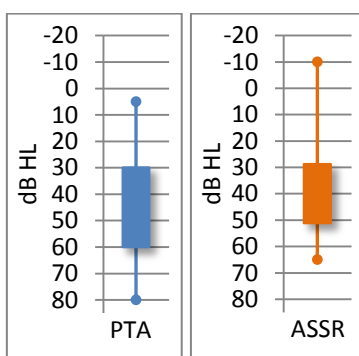
Ryc. 208. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, pow. 25 dB).

Dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem, zakres wyników uzyskanych w badaniu ASSR był nieznacznie mniejszy niż w badaniu PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 41,8 dB HL, zaś mediana 42,5 dB HL. W badaniu ASSR odpowiednio: 37,1 dB HL

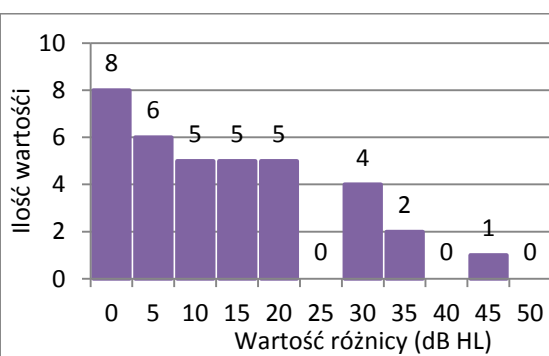
i 37,5 dB HL (ryc. 204, 205, 206). 75 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 207). 7 wyników badania ASSR (19,4 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 20 wyników badania ASSR (55,6 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progów słuchu. 9 wyników ASSR (25,0 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiżyło wartość progów słuchu badanych (rys. 208). W podgrupie badanych z niedosłuchem, dla częstotliwości 2 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano bardzo wysoki stopień korelacji ($r=7696$ wg. Spearmana). Otrzymane wyniki różniły się także między sobą istotnie ($p= 0,0067$ test Wilcozona). W podgrupie tej pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową i oczekiwać małej powtarzalności wyników w całej populacji.



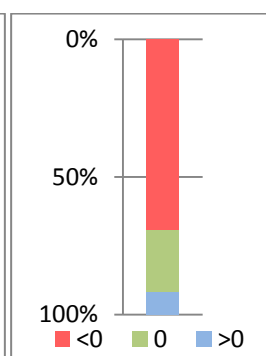
Ryc. 209. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB), (n=36).



Ryc. 210, 211. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, pow. 25 dB).



Ryc. 212. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, pow. 25 dB).



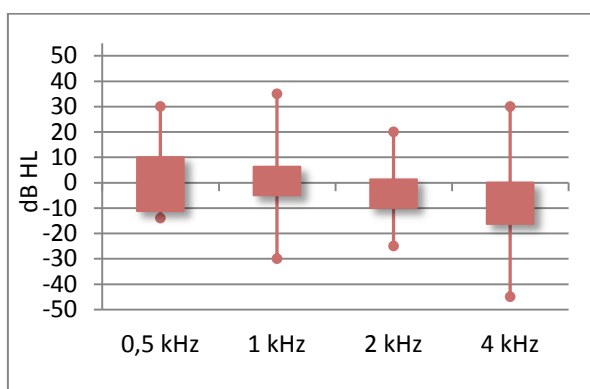
Ryc. 213. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, pow. 25 dB).

W podgrupie badanych z niedosłuchem dla częstotliwości 4 kHz, rozpiętość wyników uzyskanych w ASSR była równa rozpiętości uzyskanym w PTA. Średnia w badaniu PTA wynosiła 47,6 dB HL, mediana 55 dB HL. Odpowiednio w badaniu ASSR: 38,7 dB HL i 40 dB HL

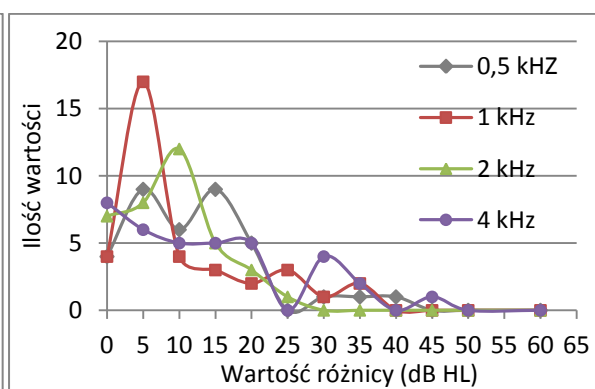
(ryc. 209, 210, 211). 52,8 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 212). 8 wyników badania ASSR (22,2 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 25 wyników badania ASSR (69,4 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co skutkowało zaniżeniem wartości progu słuchu. 3 wyniki ASSR (8,3 %) przewyższyły odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawiązały wartość progu słuchu badanych (ryc. 213). W podgrupie badanych z niedosłuchem, dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoki poziom korelacji ($r=0,5471$ wg. Spearmana) oraz istotną statystycznie różnicę pomiędzy analizowanymi danymi ($p=0,0023$ test Wilcoxon). Zatem pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową. Badania nie są w tym wypadku wymienne a powtarzalność w całej populacji znikoma.

Tab. 10. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB),(n=36).

Często- tliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	12,4 ±9,2	20	55,6 %	4	11,1 %	12	33,3 %
1	10,7 ±9,7	16	44,4 %	4	11,1 %	16	44,4 %
2	8,9 ±6,5	20	55,6 %	7	19,4 %	9	25,0 %
4	13,6 ±12	25	69,4 %	8	22,2 %	3	8,3 %

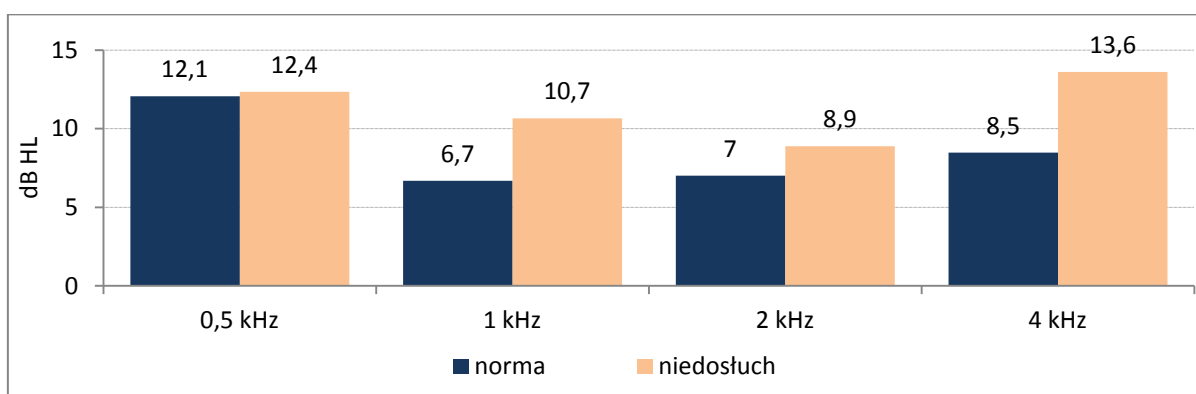


Ryc. 214. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (n=36).



Ryc. 215. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych z niedosłuchem (n=36).

W podgrupie badanych z niedosłuchem różnica wyników uzyskanych w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 4 kHz (13,6 dB HL) a najmniejsza dla 2 kHz (8,9 dB HL). Odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 4 kHz (69,4 %), najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (44,4 %). Odsetek wartości przeszacowanych był największy dla 1 kHz (44,4 %) a najmniejszy dla 4 kHz (8,3 %). Największą ilość pokrywających się wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 4 kHz (22,2 %), a najmniejszą dla 0,5 kHz i 1 kHz (jednakowo po 11,1 %) (ryc. 214, 215), (tab. 10). W podgrupie badanych z niedosłuchem największą korelację wykazano dla częstotliwości 2 kHz ($r=0,7696$), najmniejszą zaś dla częstotliwości 0,5 kHz ($r=0,3419$).

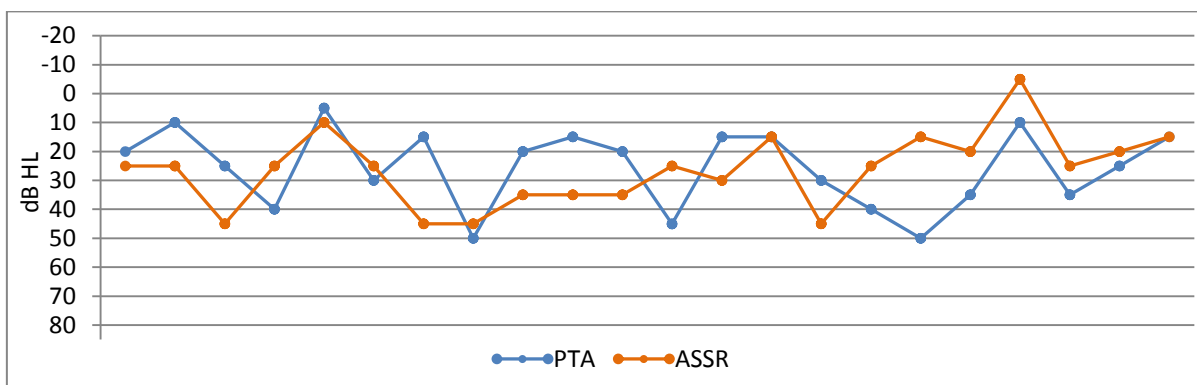


Ryc. 216. Średnia wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w grupie wydzielonej według kryterium słuchu (norma/niedosłuch).

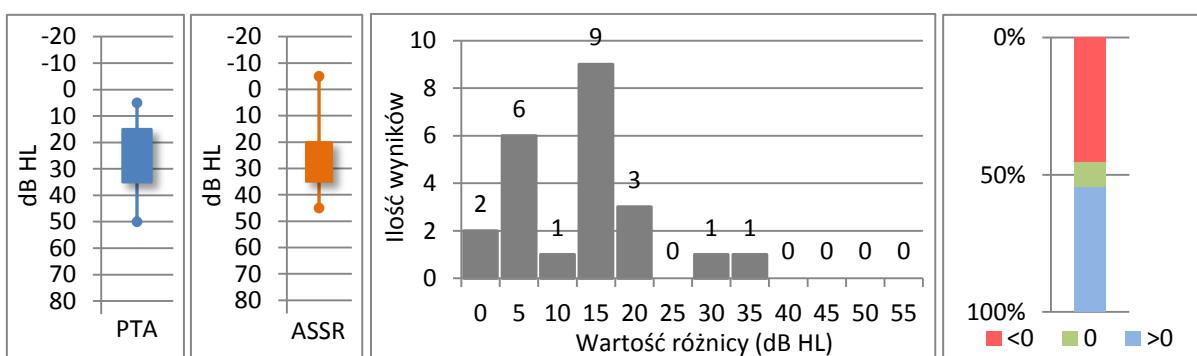
Porównując otrzymane wyniki w grupie wydzielonej na podstawie kryterium słuchu (norma/niedosłuch) wykazano, iż w obu podgrupach, największe rozbieżności pomiędzy wartością uzyskana w badaniu PTA i ASSR istnieją dla częstotliwości 0,5 kHz i 4 kHz. Różnica pomiędzy podgrupami polega na tym, że w podgrupie z normą słuchową średnia różnica ASSR - PTA była większa dla 0,5 kHz niż dla 4 kHz, a dla grupy z niedosłuchem proporcje były odwrotne. W obu podgrupach średnie dla 1 i 2 kHz mają mniejsze wartości niż dla 0,5 i 4 kHz. Jednak, podobnie jak przy skrajnych częstotliwościach, dla podgrupy z niedosłuchem wartości średnich były relatywnie większe (ryc. 216). W analizie statystycznej dla żadnej z omawianych częstotliwości nie wykazano istotnej statystycznie różnicy pomiędzy podgrupami ($p=0,5421$ dla 0,5 kHz; $p=0,0741$ dla 1 kHz; $p=0,0748$ dla 2 kHz; $p=0,0664$ dla 4 kHz test Manna-Whitney'a).

Ostatnia analizowana grupa badanych obejmowała osoby z niedosłuchem i podzielona została na podgrupy według stopnia niedosłuchu. W podgrupie z niedosłuchem

małego stopnia (26-40 dB HL) analizowano 22 wyniki (61,1 %), zaś w podgrupie z niedostuchem umiarkowanym (41-60 dB HL) ocenie poddano 14 wyników (38,9 %).



Ryc. 217. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych z niedostuchem małego stopnia (26-40 dB HL), (n=22).



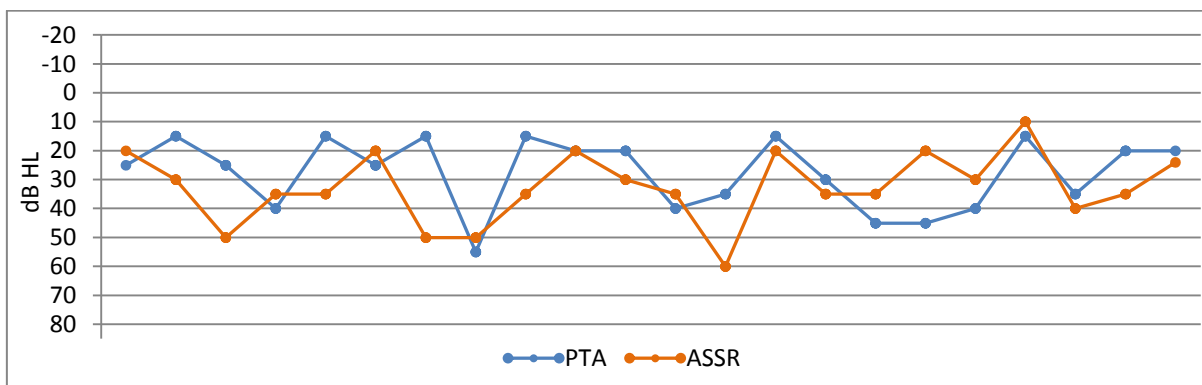
Ryc. 218, 219. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, 26-40 dB HL).

Ryc. 220. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 26-40 dB HL).

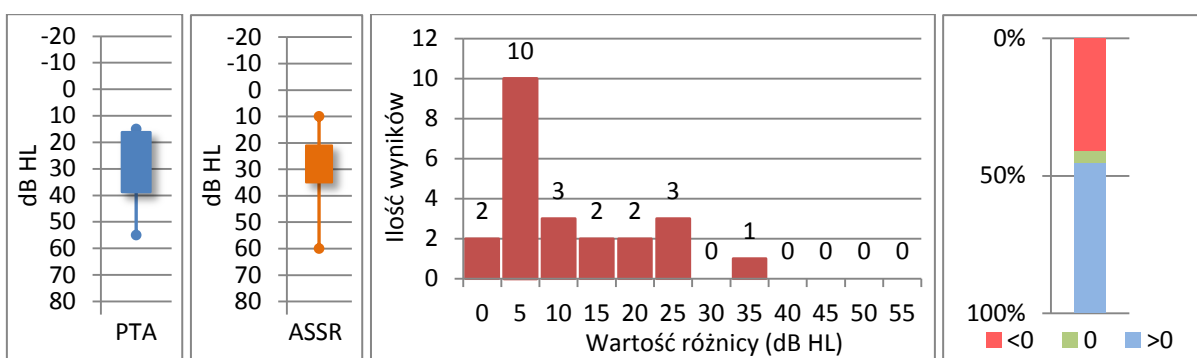
Ryc. 221. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 26-40 dB HL).

Dla częstotliwości 0,5 kHz wśród badanych z niedostuchem małego stopnia rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 25,7 dB HL, a mediana 22,5 dB HL. Odpowiednio dla badania ASSR 26,4 dB HL i 25 dB HL (ryc. 217, 218, 219). 40,9 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (rys. 220). 2 wyniki badania ASSR (9,1 %) pokrywały się z wynikiem PTA. 10 wyników badania ASSR (45,4 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżając wartość progów słuchu. 10 wyników ASSR (45,5 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, czego skutkiem było zawyżenie wartości progów słuchu (ryc. 221). W podgrupie badanych z niedostuchem małego stopnia, dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano słabą korelację ($r=0,2823$ wg. Pearsona) oraz nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy

między nimi ($p=0,8972$ test t-Studenta). Otrzymane wyniki pozwalają przyjąć hipotezę zerową, uznać metody badawcze w tym wypadku za wymienne i spodziewać się powtarzalności wyników w całej populacji.



Ryc. 222. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (26-40 dB HL), (n=22).



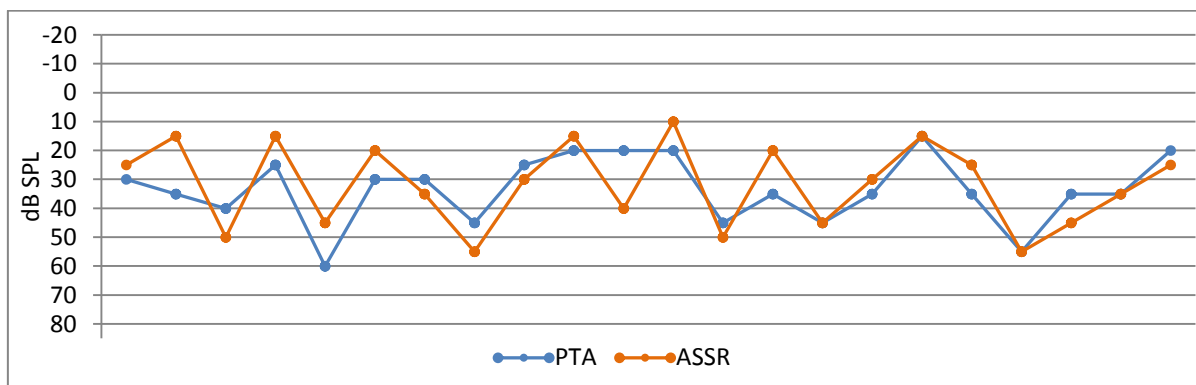
Ryc. 223, 224. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, 26-40 dB HL).

Ryc. 225. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (1 kHz, 26-40 dB HL).

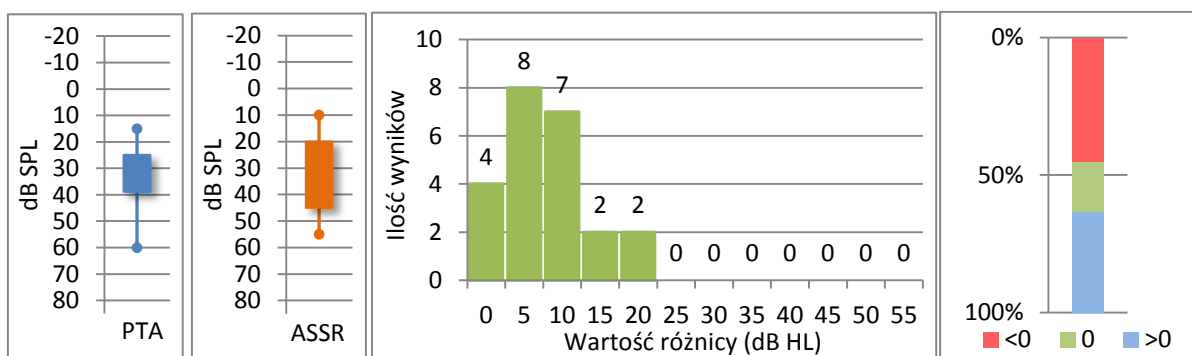
Ryc. 226. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASST - PTA, (1 kHz, 26-40 dB HL).

Dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 27,7 dB HL, mediana 25 dB HL, a w badaniu: ASSR 32,7 dB HL i 35 dB HL (ryc. 222, 223, 224). 68,2 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 225). 1 wynik badania ASSR (4,5 %) pokrywał się z wynikiem PTA. 9 wyników badania ASSR (40,9 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, co zaniżało wartość progu słuchu. 12 wyników ASSR (54,5 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i tak zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 226). Wśród badanych z niedosłuchem małego stopnia, dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano przeciętny poziom korelacji

($r=0,3565$ wg Spearmana), jak również nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy między wynikami ($p=0,2157$ test Wilcoxona). W tej sytuacji pomimo małej korelacji należy uznać hipotezę zerową za prawdziwą a powtarzalność w całej populacji za możliwą.



Ryc. 227. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (26-40 dB HL), (n=22).



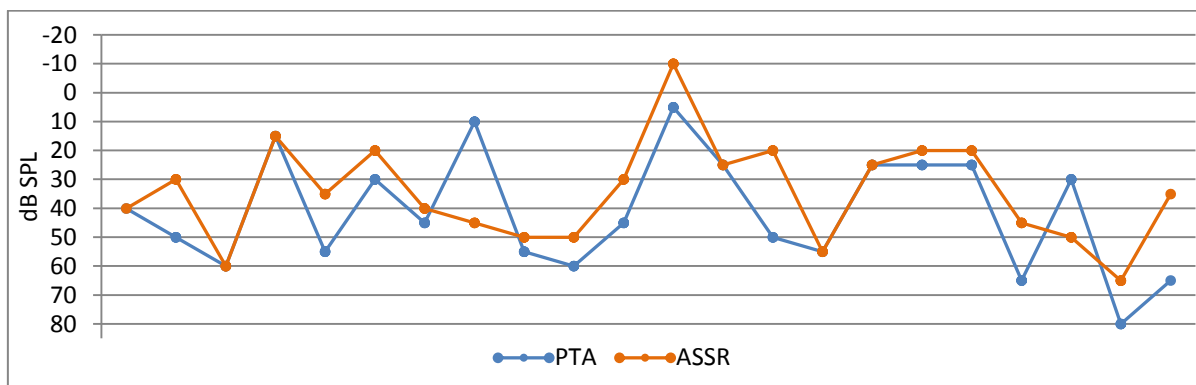
Ryc. 228, 229. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, 26-40 dB HL).

Ryc. 230. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 dB HL).

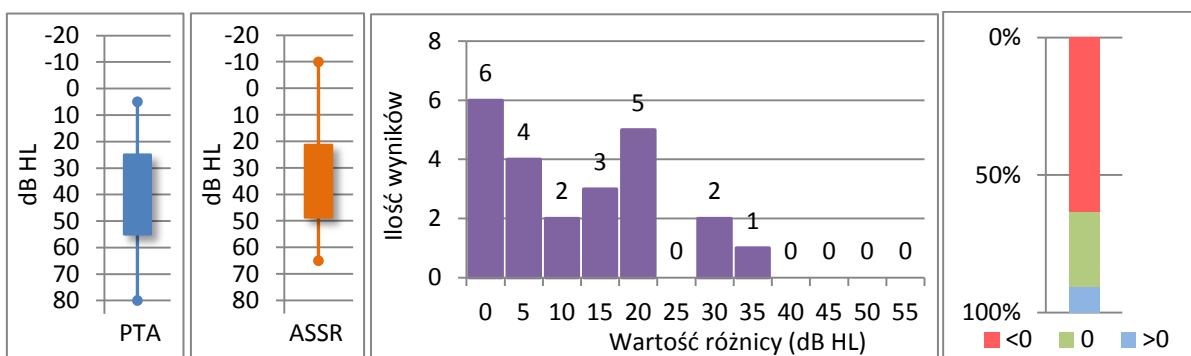
Ryc. 231. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 dB HL).

Rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR dla częstotliwości 2 kHz w omawianej podgrupie badanych była taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 33,4 dB HL, mediana 35 dB HL, a w badaniu ASSR odpowiednio : 31,8 dB HL i 30 dB HL (ryc. 227, 228, 229). 86,4 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 230). 4 wyniki badania ASSR (18,2 %) pokrywały się z wynikami w badaniu PTA. 10 wyników badania ASSR (45,5 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA co zaniżało wartość progów słuchu. 8 wyników ASSR (36,4 %) przewyższało odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i zawiązało wartość progów słuchu badanych (ryc. 231). W podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia, dla częstotliwości 2 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoki stopień korelacji

($r=0,7459$ wg. Pearsona). Natomiast nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy ($p=0,4003$ test t-Studenta). Zatem należy uznać hipotezę zerową za prawdziwą i spodziewać się powtarzalności wyników w całej populacji.



Ryc. 232. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (26-40 dB HL), (n=22).



Ryc. 233, 234. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, 26-40 dB HL).

Ryc. 235. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (4 kHz, 26-40 dB HL).

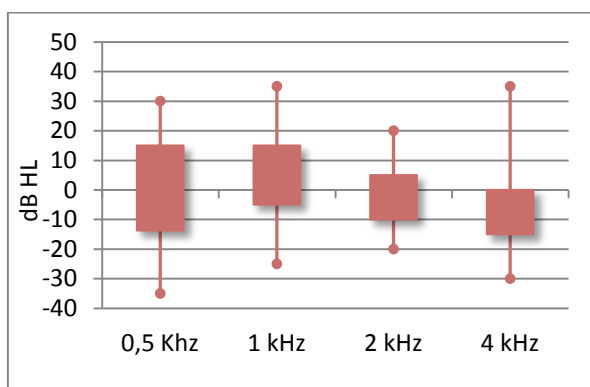
Ryc. 236. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (4 kHz, 26-40 dB HL).

Dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była również taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 41,6 dB HL, mediana 45 dB HL, a w badaniu ASSR analogicznie: 34,8 dB HL i 35 dB HL (ryc. 232, 233, 234). 54,5 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 235). 6 wyników badania ASSR (27,3 %) pokrywało się z wynikiem PTA. 14 wyników badania ASSR (63,6 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA zatem zaniżało wartość progów słuchu. 2 wyniki ASSR (9,1 %) przewyższyły odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i zawiązały wartość progów słuchu badanych (ryc. 236). W analizowanej podgrupie badanych dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoką korelację

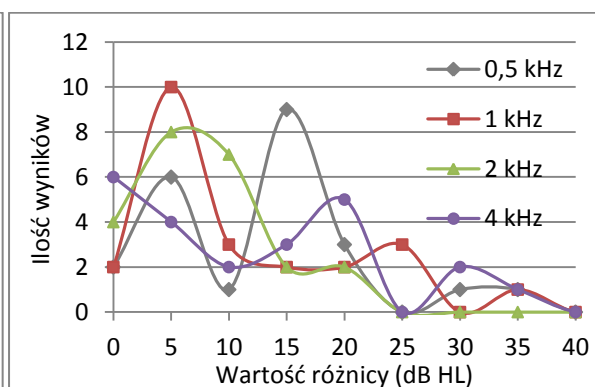
($r=0,6658$ wg. Pearsona), natomiast nie stwierdzono istotnej różnicy statystycznej ($p=0,0937$ test t-Studenta). Także i dla tej częstotliwości należy przyjąć hipotezę zerową i oczekiwać podobnych wyników powtarzalności w całej populacji

Tab. 11. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (26-40 dB HL), (n=22).

Częstotliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	13,4 ±8,6	10	45,5 %	2	9,0 %	10	45,5%
1	11,8 ±9,2	9	40,9 %	1	4,6 %	12	54,5 %
2	7,9 ±5,8	10	45,4 %	4	18,2 %	8	36,4 %
4	11,8 ±10,7	14	63,6 %	6	27,3 %	2	9,1 %



Ryc. 237. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (n=22).



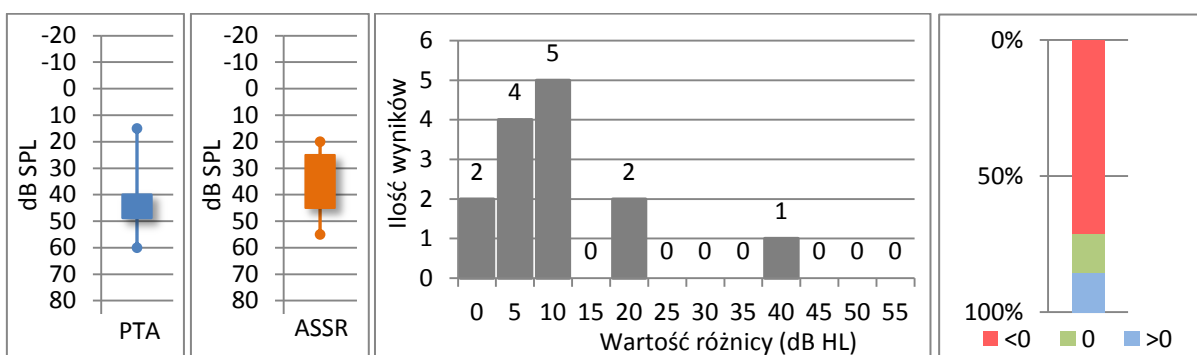
Ryc. 238. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (n=22).

Wśród badanych z niedosłuchem małego stopnia średnia różnica wyników uzyskanych w badaniu ASSR i PTA dla częstotliwości 0,5 kHz (13,2 dB HL), 1 kHz (11,8 dB HL) i 4 kHz (11,8 dB HL) była niewiele różniąca się i relatywnie wysoka, a wyraźnie mniejsza występowała dla częstotliwości 2 kHz (7,9 dB). Odsetek niedoszacowanych wartości ASSR był największy dla częstotliwości 4 kHz (63,6 %), najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (40,9 %). Odsetek wartości przeszacowanych był największy dla 1 kHz (54,5 %), a najmniejszy dla 4 kHz (9,1 %). Najwięcej pokrywających się wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 4 kHz (27,4 %) a najmniej dla 1 kHz (4,6 %) (ryc. 237, 238), (tab. 11). W podgrupie badanych z

niedosłuchem małego stopnia największy stopień korelacji wykazano dla częstotliwości 2 kHz ($r=0,7459$), najmniejszy zaś dla częstotliwości 0,5 kHz ($r=0,2823$).



Ryc. 239. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (41-60 dB HL), (n=14).



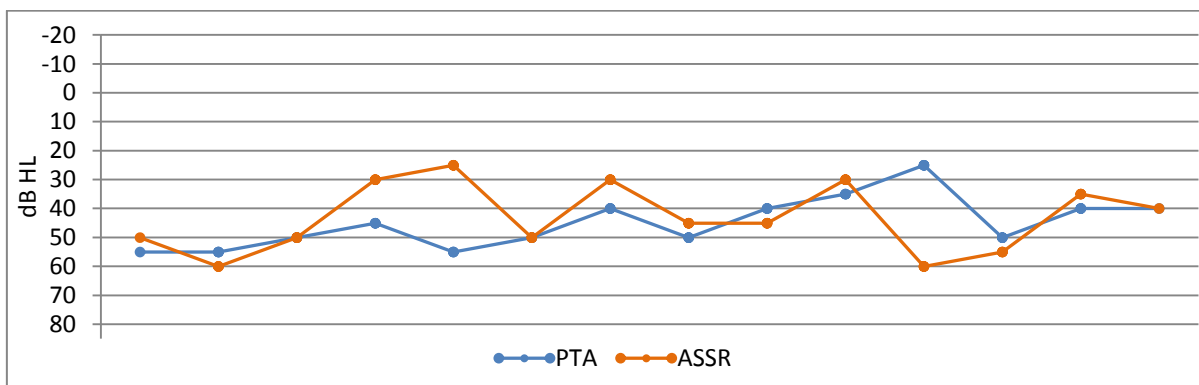
Ryc. 240, 241. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (0,5 kHz, 41-60 dB HL).

Ryc. 242. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 41-60 dB HL).

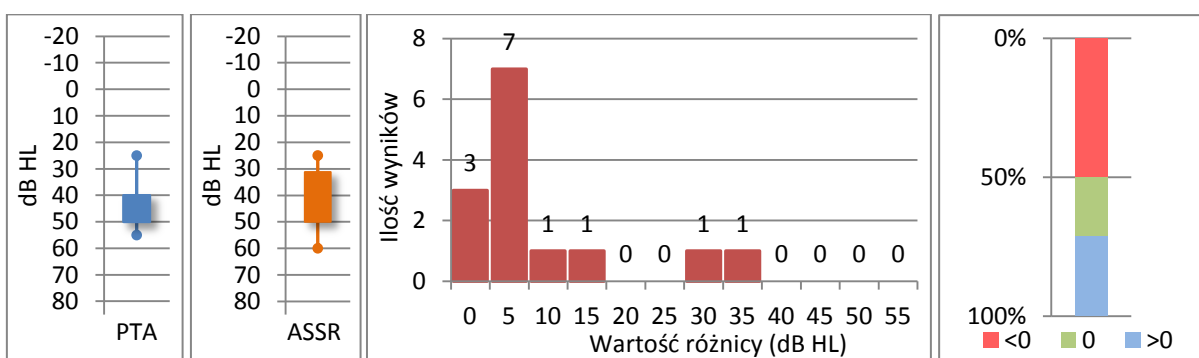
Ryc. 243. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 41-60 dB HL).

W podgrupie osób z niedosłuchem stopnia umiarkowanego dla częstotliwości 0,5 kHz rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 42,5 dB HL, mediana 45 dB HL. Odpowiednio dla badania ASSR 34,6 dB HL i 35 dB HL (ryc. 239, 240, 241). 78,6 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 242). 2 wyniki badania ASSR (14,3 %) pokrywały się z wynikiem PTA. 10 wyników badania ASSR (71,4 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progu słuchu. 2 wyniki ASSR (14,3 %) przewyższyły odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA, co zawiązało wartość progu słuchu badanych (ryc. 243). W podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego dla częstotliwości 0,5 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano przeciętna korelację ($r=0,3153$ wg. Pearsona), natomiast uzyskana różnica była

istotna statystycznie ($p=0,0391$ test t-Studenta). W wypadku tym należy uznać hipotezę zerową za nieprawdziwą, metody badawcze za niewymienne a powtarzalność w populacji wątpliwą.



Ryc. 244. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (n=14).



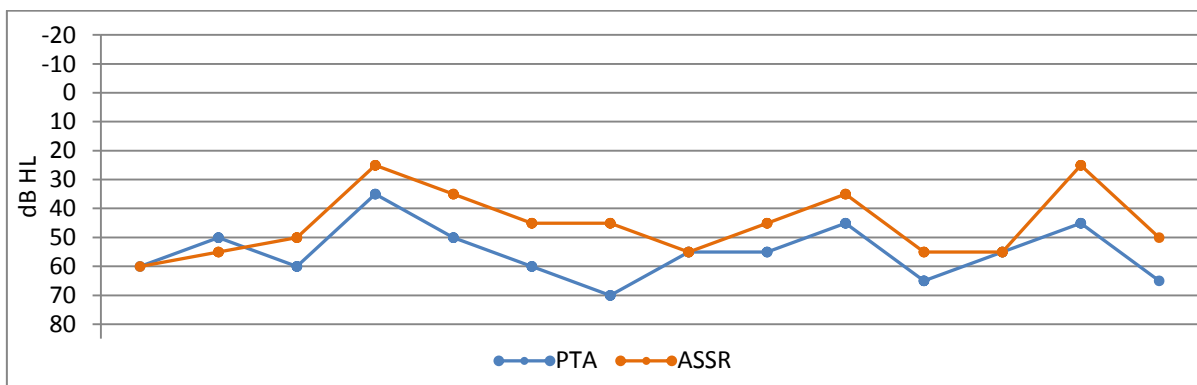
Ryc. 245, 246. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (1 kHz, 41-60 dB HL).

Ryc. 247. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 41-60 dB HL).

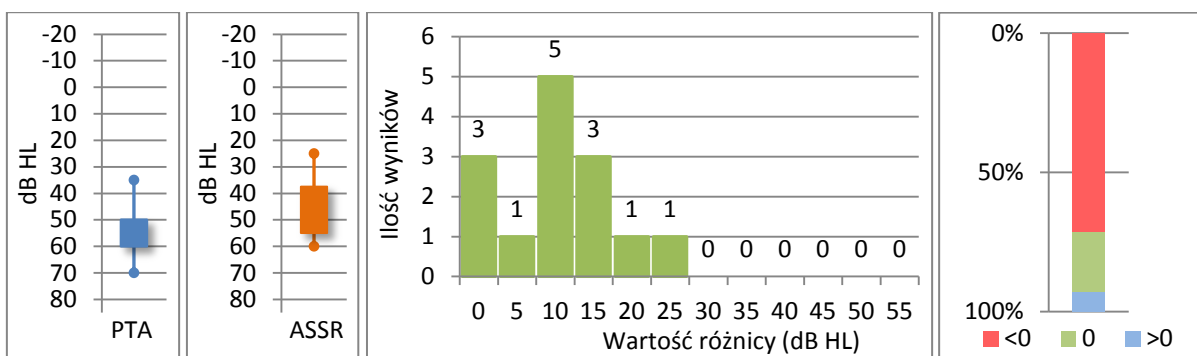
Ryc. 248. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 41-60 dB HL).

Dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie większa niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 45 dB HL, a mediana 47,5 dB HL. Analogicznie w badaniu ASSR: 43,2 dB HL i 45 dB HL (ryc. 244, 245, 246). 78,6 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 247). 3 wyniki badania ASSR (21,4 %) pokrywały się z wynikiem PTA. 7 wyników badania ASSR (50 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA tym samym zaniżyło wartość progę słuchu. 4 wyniki ASSR (28,6%) przewyższyły odpowiadające im wartości progów słuchu uzyskane w PTA i w ten sposób zawięły wartość progę słuchu badanych (ryc. 248). W analizowanej podgrupie badanych dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR,

uzyskano nikłą korelację ($r=0,07495$ wg. Pearsona). Nie stwierdzono także istotnej statystycznie różnicy między wynikami ($p=0,6432$ test t-Studenta). W grupie tej należy przyjąć hipotezę zerową za prawdziwą i oczekiwać powtarzalności w całej populacji.



Ryc. 249. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (n=14).



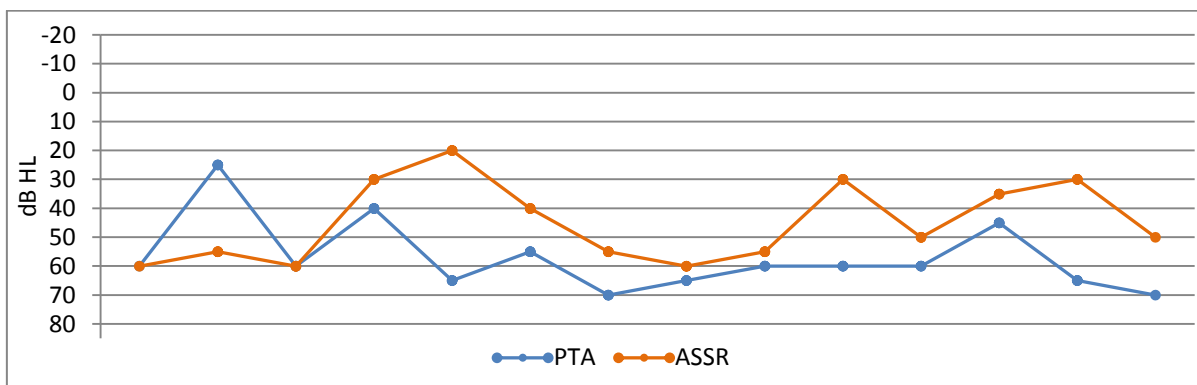
Ryc. 250, 251. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (2 kHz, 41-60 dB HL).

Ryc. 252. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 41-60 dB HL).

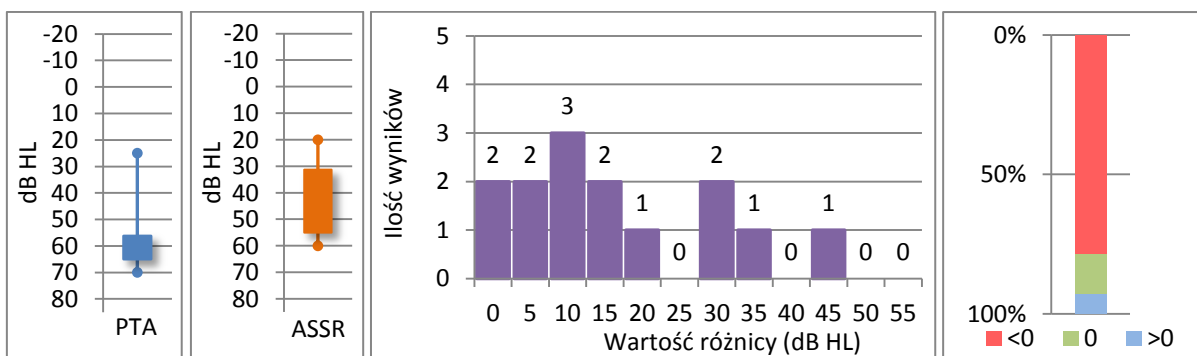
Ryc. 253. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 41-60 dB HL).

Dla częstotliwości 2 kHz wśród badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była taka sama jak w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 55 dB HL, mediana 55 dB HL, a w badaniu ASSR: 45,3 dB HL i 47,5 dB HL (ryc. 249, 250, 251). 75 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 252). 3 wyniki badania ASSR (21,4 %) pokrywały się z wynikami PTA. 10 wyników badania ASSR (71,4 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, w efekcie zniżając wartość progę słuchu. 1 wynik ASSR (7,1 %) przewyższał odpowiadającą mu wartość progę słuchu uzyskanego w PTA i w ten sposób zawiązał wartość progę słuchu badanych (ryc. 253). W omawianej podgrupie badanych dla częstotliwości 2 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR, uzyskano wysoki stopień korelacji ($r=0,6848$

wg Pearsona), jak również stwierdzono istotną statystycznie różnicę pomiędzy wynikami ($p=0,009$ test t-Studenta). Pomimo wysokiej korelacji należy odrzucić hipotezę zerową a powtarzalność w całej populacji uznać za małą.



Ryc. 254. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (n=14).



Ryc. 255, 256. Wartość progów słuchu w badaniach PTA i ASSR (4 kHz, 41-60 dB HL).

Ryc. 257. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 41-60 dB HL).

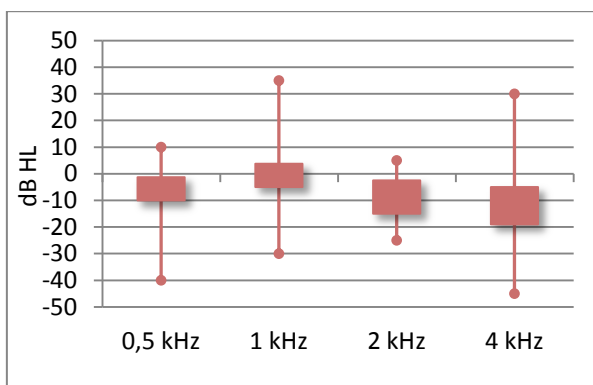
Ryc. 258. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 41-60 dB HL).

Dla częstotliwości 4 kHz wśród osób z niedosłuchem stopnia umiarkowanego rozpiętość wyników uzyskanych w badaniu ASSR była nieznacznie mniejsza niż w badaniu PTA. Średnia dla PTA wynosiła 57,1 dB HL, a mediana 60 dB HL. Odpowiednio w badaniu: ASSR 45 dB HL i 50 dB HL (ryc. 254, 255, 256). 50 % uzyskanych wartości różnic ASSR - PTA mieściło się w przedziale 0 - 10 dB (ryc. 257). 2 wyniki badania ASSR (14,3 %) pokrywały się z wynikiem PTA. 11 wyników badania ASSR (78,6 %) miało wartość mniejszą niż odpowiadające im wyniki w PTA, tym samym zaniżało wartość progę słuchu. 1 wynik ASSR (7,1 %) przewyższał odpowiadającą mu wartości progę słuchu uzyskanego w PTA i zwyżał wartość progę słuchu badanych (ryc. 258). W podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy wartościami uzyskanymi w badaniu PTA i

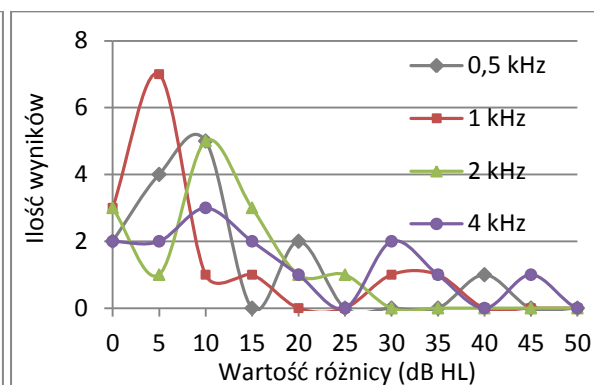
ASSR, uzyskano nikłą korelację ($r=0,07455$), natomiast porównywane wyniki różniły się istotnie ($p=0,0161$ test Wilcozona). Zatem należy odrzucić hipotezę zerową i spodziewać się małej powtarzalności wyników w całej populacji.

Tab. 12. Analiza wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie badanych z niedosłuchem umiarkowanego stopnia ($n=14$).

Częstotliwość (Hz)	Średnia (dB HL) SD	Liczba wartości mniejszych od zera	Odsetek wartości mniejszych od zera	Liczba wartości równych zero	Odsetek wartości równych zero	Liczba wartości większych od zera	Odsetek wartości większych od zera
0,5	10,7 ±10	10	71,4 %	2	14,3 %	2	14,3 %
1	8,9 ±10,4	7	50,0 %	3	21,4 %	4	28,6 %
2	10,3 ±7,2	10	71,4 %	3	21,4 %	1	7,2 %
4	16,4 ±13,3	11	78,6 %	2	14,3 %	1	7,1 %



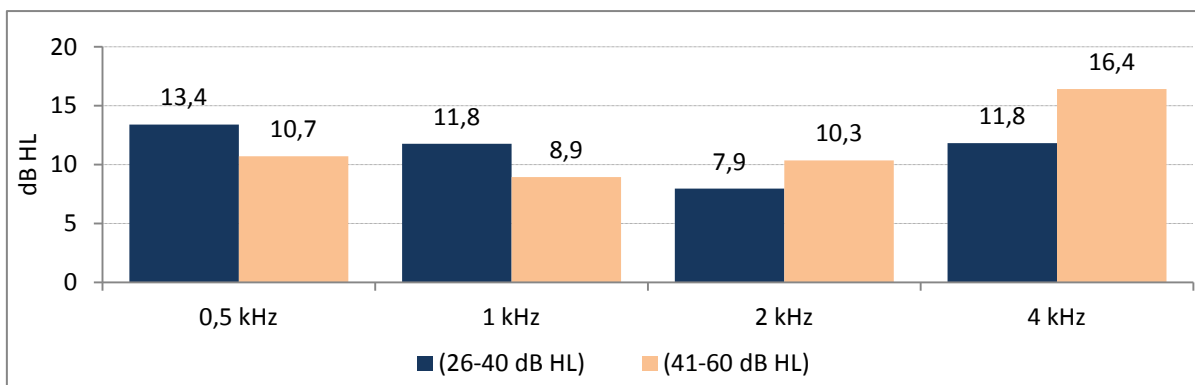
Ryc. 259. Wartość różnic progów ASSR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego ($n=14$).



Ryc. 260. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w grupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego ($n=14$).

W podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego średnia różnica wyników uzyskanych w badaniu ASSR i PTA była największa dla częstotliwości 4 kHz (16,4 dB HL), a najmniejsza dla 1 kHz (8,9 dB HL). Największy odsetek niedoszacowanych wartości ASSR - stwierdzono dla częstotliwości 4 kHz (78,6 %), zaś najmniejszy dla częstotliwości 1 kHz (50,0 %). Odsetek wartości przeszacowanych był największy dla 1 kHz (28,6 %), a najmniejszy dla 2 i 4 kHz (7,1 %). Największą ilość pokrywających się wyników (ASSR - PTA = 0) uzyskano dla częstotliwości 1 i 2 kHz (jednakowo po 21,4 %), a najmniejszą dla 0,5 i 4 kHz (jednakowo po 14,2 %) (ryc. 259, 260), (tab. 12). W podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia

umiarkowanego największą korelację wykazano dla częstotliwości 2 kHz ($r= 0,6849$), natomiast dla częstotliwości 0,5 i 4 kHz nie wykazano zależności.



Ryc. 261. Średnie wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w grupie według stopnia niedosłuchu.

Porównując otrzymane wyniki w grupach wydzielonych według stopnia niedosłuchu wykazano, iż dla badanych z niedosłuchem małego stopnia największa średnia występowała dla częstotliwości 0,5 kHz, zaś najmniejsza dla 2 kHz. W grupie z niedosłuchem stopnia umiarkowanego największą średnią otrzymano dla częstotliwości 4 kHz, najmniejszą zaś dla częstotliwości 1 kHz. W obu podgrupach trend wartości średnich był zbliżony - średnie skrajnych wartości (0,5 kHz i 4 kHz) były największe, zaś wartości dla 1 i 2 kHz mniejsze (ryc. 261). Dla żadnej z porównywanych częstotliwości nie stwierdzono jednak istotnej statystycznie różnicy pomiędzy wynikami uzyskanymi przez badanych w obu grupach ($p=0,2860$ dla 0,5 kHz $p=0,3287$ dla 1 kHz; $p=0,2714$ dla 2kHz; $p=0,3359$ dla 4 kHz).

VI. Dyskusja

Koniec lat XX to dynamiczny rozwój metod diagnostycznych w audiologii, a szczególności metod obiektywnych. Obok audiometrii impedancyjnej i otoemisji znaczącą rolę zaczęły odgrywać, słuchowe potencjały wywołane. W Polsce rozpowszechnienie potencjałów wywołanych spowodowane było po pierwsze zwiększeniem dostępności urządzeń rejestrujących, po wtóre wprowadzeniem szeroko zakrojonego programu badań przesiewowych noworodków i niemowląt. Nie bez znaczenia było także upowszechnienie leczenia głuchot metodą wszczepów ślimakowych. W celu sprostania rosnącym wymaganiom, pojawiły się licznie pracownie do badań diagnostycznych, dysponujące aparaturą umożliwiającą dokonywanie badań obiektywnych słuchu, a wśród nich: potencjałów wywołanych ABR oraz ASSR. [37]

Standardem stosowanym obecnie powszechnie w Polsce w obiektywizacji progów słyszenia za pomocą potencjałów wywołanych słuchu jest trzypunktowy zapis badania ABR. Bodźcem stosowanym w badaniach są krótkie tony o obwiedniach nieliniowych i trzask. Wynikiem badania są wyznaczone arbitralnie, na podstawie oceny szeregów napięciowych, progi słuchu dla częstotliwości 0,5 kHz, 1 kHz i przedziału 2-4 kHz (click). Progi te dają podstawę zarówno do oceny poziomu niedosłuchu jak i w dalszej kolejności do protezowania narządu słuchu. Metoda ABR obarczona jest jednak wieloma ograniczeniami, stąd też coraz większe zainteresowanie metodą ASSR. Badanie potencjałów wywołanych stanu ustalonego ASSR ma zapewnić estymacje progów słuchu w trybie automatycznym z pominięciem subiektywnej oceny opisującego, stosowania bodźca specyficznego częstotliwościowo o większym natężeniu niż ABR. Samo badanie ma zajmować także mniej czasu niż badanie ABR.

Zasada wywoływania słuchowych potencjałów stanu ustalonego podobnie jak w badaniu ABR opiera się na rejestracji aktywności bioelektrycznej drogi słuchowej będącej odpowiedzią na bodziec akustyczny [34,90,91]. Bodziec podawany jest drogą powietrzną poprzez słuchawki nagłowne lub wewnętrzne (insert). Przewaga słuchawki typu insert polega na możliwości generowania dużych natężeń dźwięku (100-120 dB HL). Ma to szczególnie istotne znaczenie w głębokich niedosłuchach czuciowo-nerwowych, gdzie badanie ABR nie daje już wiarygodnych wyników [12,17,28,32,33,41,42,47,99,104]. Są jednak opinie, że powstały wówczas wynik może być odwzorowaniem pobudzenia układu

przedsionkowego i stwarzać ryzyko powstania urazu akustycznego [97]. Stymulacji można dokonywać także poprzez słuchawkę kostną w celu oceny rezerwy kostnej, zwłaszcza w wypadkach wad anatomicznych ucha zewnętrznego lub środkowego [32,47,52,86]. W literaturze dostępne są także doniesienia o próbach wykonywania badania ASSR w wolnym polu, z głośnikiem w odległości 1 – 1,2 metra od ucha badanego. Autorzy badań zauważają jednak wątpliwość wiarygodności wyników dla małych natężeń bodźca do 40 dB HL [59,67]. Podejmowano również próby badań ASSR w technice telemetrycznej [48].

W odróżnieniu od badania ABR, stymulacje w badaniu ASSR przeprowadza się specyficznymi częstotliwościowo bodźcami (500, 1000, 2000 i 4000 Hz) modulowanymi z częstotliwością pomiędzy 70 a 100 Hz [4,23,90,101]. Częstotliwości modulacji bodźca pozostają stałe w zakresie amplitudy i fazy [39]. Specyficzność częstotliwościową można zwiększyć stosując bodziec typu CE - Chirp [103]. Dochodzi wówczas do zwiększenia amplitudy odpowiedzi, co tym samym wpływa korzystnie na wynik badania, a także na skrócenie czasu jego trwania [49,51,73,83,96]. Badanie można przeprowadzać obuusznie, jednocześnie. Stymulacja obuuszna i wieloczęstotliwościowa w swym założeniu zdecydowanie przyspiesza czas badania [4,17,76]. O ile w badaniu ABR otrzymany zapis wymaga subiektywnego potwierdzenia obecności fali V przy określonym natężeniu bodźca, o tyle w badaniu ASSR ocenę tą dokonuje się na drodze działania statystycznego algorytmu matematycznego. Program dokonuje analizy reprezentacji spektralnej (amplituda odpowiedzi w funkcji częstotliwości modulującej). Odpowiedź rozpoznawana jest na podstawie porównania charakterystyki sygnału i szumu tła. Przydatna jest w tym celu technika buforowania. Za pozytywną odpowiedź przyjmuje się stosunek sygnału do otaczającego szumu dla częstotliwości modulującej oraz częstotliwości sąsiednich ± 5 Hz, powyżej 6,13 dB. Analiza porównawcza musi wykazać istotność statystyczną ($p \leq 0,05$) [39]. Służące do tego algorytmy nie są w pełni doskonałe, lecz są ciągle udoskonalane [14,92]. Jakość wyniku badania ASSR uzależniona jest zarówno od parametrów urządzeń rejestrujących, co może powodować fałszywie dodatnie wyniki badania [102], jak i czynników zewnętrznych [74,92,98].

Obiektywne badania słuchu, w tym badanie ASSR, przydają się wszędzie tam gdzie istnieje brak możliwości wykonania wiarygodnego badania behawioralnego [11,95], lub gdzie wykonane badania PTA w sposób znaczący odbiegają od przewidywanych, na podstawie innych badań, wartości [1,6,74,101]. Sytuacja taka ma miejsce u niemowląt i małych dzieci, u

pacjentów z zaburzeniami rozwojowymi, neurologicznymi i psychiatrycznymi oraz u osób z założenia niewspółpracujących [1,2,29,75,38,97]. Z całą pewnością największą grupę stanowią pacjenci pediatryczni. I choć wielu autorów uważa, że diagnostyka małych dzieci metodami behawioralnymi jest możliwa [18,35,80], wymogi przesiewowego badania słuchu stanowią o konieczności zakończenia diagnostyki i podjęcia działań poprawiających słuch do 12 miesiąca życia dziecka. W efekcie narzuca się konieczność stosowania metod obiektywnych niezależnych od stopnia rozwoju badanego dziecka, a badanie ASSR w wielu ośrodkach stało się elementem składowym standardowej diagnostyki przesiewowej [40,55,84,85,100]. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie by nadal stosować równolegle behawioralną diagnostykę obserwacyjną z zastosowaniem urządzenia VRA czy audiometrów pediatrycznych [13,21,35,54].

Szczególnie chętnie wykorzystuje się ASSR w celu potwierdzenia niedosłuchu dziecka przed planowanym protezowaniem aparatem słuchowym [1,2,16,18,41,55,74,101], czy wszczepem implantu ślimakowego [1,16,18,29,33,35,41,58,70,72,104]. Używając badania ASSR można również oszacować resztki słuchowe [1,42,81], co może być szczególnie pomocne w zastosowaniu właściwej metody implantacji i doboru procesora dźwięku. ASSR można z powodzeniem zastosować u dzieci z niedosłuchem uwarunkowanym genetycznie, po przebytych zapaleniu opon mózgowo-rdzeniowych lub w diagnostyce cytomegalii [6,34,82]. Należy zauważyć także, podjęte próby zastosowania ASSR w diagnostyce niedosłuchu w przebiegu neuropatii słuchowej. Jednak wyniki tych prób były niezadowolające [8,22,35].

Diagnostyka ASSR u małych pacjentów wiąże się z koniecznością uspokojenia dziecka. Amplituda zapisu ASSR zwiększa się w spokoju, zaś rozproszenie uwagi tłumi amplitudę odpowiedzi [9]. Optymalnym rozwiązaniem problemu czuwania pacjenta w czasie badania jest naturalny sen. W zakresie częstotliwości modulacji pomiędzy 70 a 100 Hz sen nie ma wpływu na zapis badania [45]. W wypadkach braku możliwości snu fizjologicznego, podejmowane są próby zastosowania środków farmakologicznych w celu wyciszenia dzieci. Dowiedziono, że znieczulenie może mieć wpływ na amplitudę odpowiedzi tylko przy niższych wartościach częstotliwości modulacji bodźca [50,68]. Sądzono również, że występujące u badanego szumy uszne poprzez rozproszenie uwagi na bodźce zewnętrzne, mogą spowodować wzrost amplitudy rejestrowanej odpowiedzi, ale otrzymane wyniki u pacjentów z szumami usznymi okazały się niejednoznaczne [15].

Istotnym zagadnieniem jest także stosowanie badania ASSR dla potrzeb medycyno-prawnych. W procesie opiniowania sadowo-lekarskiego, w przypadkach gdy audiometria subiektywna nie daje wiarygodnych rezultatów, najczęściej wykonywanym obiektywnym badaniem słuchu jest badanie ABR. Według niektórych doniesień badanie ASSR może stanowić wartościową alternatywę dla badania ABR lub być dopełnieniem w całościowej diagnostyce sądowo-lekarskiej [36].

Wielu autorów uważa badania ABR i ASSR za równoważne [3,21,34,77,85,86,100]. Są także opinie, że ASSR nie może stanowić samodzielnego badania [43,99], zwłaszcza przy istnieniu dużej zmienności śródosobniczej [38,92]. Jednocześnie należy zauważyć, że powszechnie obowiązującym standardem diagnostycznym jest zasada "cross-check", powtórnej weryfikacji uzyskanego wyniku inną metodą badawczą. Jest więc sprawą istotną, na ile wybrane metody badawcze korelują ze sobą wzajemnie [65].

Na potrzeby niniejszej pracy w przeprowadzonej analizie wykorzystano wyniki badań audiologicznych grupy 64 osób. Zestawiono wyniki w postaci uzyskanych średnich progów PTA i ASSR oraz średnich wartości bezwzględnych różnic progów słuchu w obu badaniach w poszczególnych grupach. Ocenie poddano także wzajemne korelacje i istotności statystyczne.

Analiza wyników całej grupy badanych wykazała istnienie relatywnie dużej rozbieżności uzyskanych średnich różnic pomiędzy PTA i ASSR. Mieściły się one, dla wszystkich częstotliwości, w przedziale od 7,5 dB HL do 12,1 dB HL. Największa różnica dotyczyła częstotliwości bodźca 500 Hz. We wnioskach większości badaczy największym zakresem rozbieżności obarczona była ta właśnie częstotliwość, bez względu na dobór grupy badawczej [18,25,26,38,62,75,88,99,100]. Zdarzały się jednak prace w których próg dla częstotliwości 0,5 kHz był równie wiarygodny jak innych częstotliwości [2,5]. Znamienne jest jednak to, iż w badaniu ABR spotykamy się z podobnym problemem wyznaczenia progu dla 0,5 kHz. Morfologia zapisu ABR nie pozwala na bezproblemową identyfikację fali V w szeregu napięciowym dla tej częstotliwości i jest znacząco różna od morfologii zapisu dla pozostałych badanych częstotliwości 1 kHz czy Click (2-4 kHz).

W pracy własnej drugą co do wielkości różnicą progów ASSR – PTA charakteryzowała się częstotliwość 4 kHz. Częstotliwości 1 i 2 kHz cechowały różnice znacząco mniejsze i zbliżone do siebie. W badaniu najmniejszą, przeciętną korelację uzyskano dla częstotliwości 0,5 kHz i wynosiła ona $r=0,3910$ przy istotności statystycznej $p=0,005$. Korelacja pozostałych częstotliwości zawierała się między 0,7094 a 0,7871. A. Szymańska w swojej pracy uzyskała

niższe korelacje, kolejno 0,21; 0,45; 0,47; 0,32 dla częstotliwości 0,5; 1; 2 i 4 kHz [90]. Z kolei J.H. Ahn w swoim badaniu uzyskał bardzo wysokie zależności w przedziale od 0,92 do 0,95 [1]. Podobnie J.H. Lin otrzymał korelacje od 0,89 do 0,97 [42], zaś G.R.I Rodrigues od 0,9 do 0,93 [74]. Jednakże większość badaczy uzyskiwała średnią korelację na zbliżonym poziomie 0,77 [19,23,44,87,88].

Dyskusyjnym jest aspekt rozrzutu wartości różnic porównywanych progów. W badaniu ABR przyjmuje się możliwości błędu do 10 dB. W dużej mierze ów błąd uzależniony jest od jakości wykonania badania, ale także od wprawy oceniającego. W badaniu własnym rozrzut wartości różnic ASSR - PTA dla całości grupy był o wiele większy i mieścił się w granicach od 0 - 50 dB HL dla 0,5 kHz, do 0 - 35 dB HL dla 1 kHz. Należy jednak zauważyć, że najczęściej próg wyznaczony na podstawie badania ASSR znajdował się od 5 do 10 dB, od progu uzyskanego w badaniu PTA. Stan taki można uzasadnić warunkami w jakich przeprowadzono badania. Zatem w znaczący sposób podaje to w wątpliwość możliwość wykorzystania wyników badania ASSR bez weryfikacji na zasadzie cross-check. Spostrzeżenia te potwierdzają inni badacze [62,67,91].

Kolejnymi zależnościami analizowanymi w pracy były korelacje wyników podgrup wyznaczonych przez kryterium płci. W badaniu własnym wykazano wspólny trend dla mężczyzn jak i kobiet. Największe wartości średnich różnic progów PTA-ASSR uzyskano dla częstotliwości 0,5 i 4 kHz (9,3 - 12,7 dB), najmniejsze zaś dla częstotliwości 1 i 2 kHz (6,1-9,4 dB). Tylko dla częstotliwości 1 kHz stwierdzono istotnie statystycznie różnicę pomiędzy wynikami uzyskanymi w podgrupie kobiet i mężczyzn ($p=0,0055$). Dla pozostałych częstotliwości wyniki nie różniły się istotnie ($p=0,5921$ dla 0,5 kHz; $p=0,1557$ dla 2 kHz; $p=0,3499$ dla 4 kHz).

W literaturze można znaleźć nieliczne prace na temat zależności wyników w badaniu ASSR od płci osoby badanej. Griskova-Bulanova I. przeprowadziła badanie 28 zdrowych kobiet podczas cyklu miesięczkowego. Jego celem było zbadanie zależności parametrów badania ASSR od poziomu estrogenów. Na podstawie zebranych wyników stwierdzono, że osiąganie lepszych wartości zapisów ASSR może być związane ze wzrostem poziomu estrogenów, a w szczególności 17β -estradiolu. Parametry ASSR rosły liniowo wraz ze wzrostem poziomu 17β -estradiolu. Wysoki poziom hormonu ma powodować wzrost amplitudy odpowiedzi, a tym samym lepszą identyfikację na tle szumu. Pozwala to na

odnalezienie przez algorytm odpowiedzi dla mniejszych natężeń bodźca testującego. Efekt działania hormonu uzależniony jest od fazy cyklu miesięczkowego [20,105]. Należy jednak zauważyć, że większość badaczy jest jednak innego zdania i nie znajduje zależności odpowiedzi ASSR od płci badanego [90].

Podobnie sceptyczne opinie odnoszą się do związku progów słuchu uzyskanego w badaniu ASSR z wiekiem badanego. Osoby powyżej 50 roku życia prezentują najczęściej niedosłuch o typie presbyacusis. W literaturze możemy odnaleźć stwierdzenia, że ASSR tak samo dobrze sprawdza się w niedosłuchach ponkochlealnych, jak i typowych dla presbyacusis, niedosłuchach o charakterze stromej krzywej utraty słuchu [99].

Proces starzenie dotyczy niemal każdego odcinka drogi słuchowej. Największe zmiany następują w zakresie narządu Cortiego, prążku naczyniowym, zwoju spiralnym i w końcu jądrach nerwu ślimakowego [53]. Są jednak badania wiążące niedosłuch starczy głównie ze zmianami w pniu mózgu [61,78]. Niewątpliwie z postępem starzenia organizmu następuje opóźniona transmisja synaptyczna, będącą następstwem zmniejszenia się liczby neuronów i zmianami ich przepuszczalności, co z kolei prowadzi do zmniejszenia amplitudy i wzrostu latencji w słuchowych odpowiedziach z pnia mózgu [31]. Wydaje się jednak, że zjawiska te są raczej efektem obecności głuchoty starczej i nie mają związku z wiekiem badanego [53]. We własnym badaniu różnice między podgrupami zasadniczo nie miały istotności statystycznej. Warto jednak zauważyć, że wraz z rosnącym wiekiem badanych zmniejszała się średnia wartość różnicy ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 kHz. Dla częstotliwości 1 kHz, pomiędzy podgrupami do 25 lat i 26 - 40 lat była ona znacząca. Podobnie dla częstotliwości 4 kHz, pomiędzy podgrupami 26 - 40 lat a 41 - 60 lat. Pozostałe porównania między podgrupami okazały się nieistotne statystycznie. Trudno więc na podstawie powyższych danych wyciągać wnioski o wpływie wieku na estymacje progów słuchu ASSR, a tym samym na różnice pomiędzy prognozowanym progami słuchu, a tym uzyskanym w badaniu behawioralnym PTA. Literatura wydaje się potwierdzać powyższe wnioski [53,90].

Dwie ostatnie analizy w pracy własnej dotyczyły porównania progów słuchu uzyskanych w badaniu PTA i estymowanych w badaniu ASSR w zależności od wartości progowych słuchu. I tak dokonano podziału na badanych z prawidłowym słuchem i niedosłuchem według kryterium WHO oraz na podgrupy z małym i umiarkowanym

niedosłuchem według tego samego kryterium [94]. Otrzymane wyniki w porównaniu: norma słuchowa / niedosłuch wskazują, iż średnia wartość bezwzględnej różnicy ASSR - PTA była nieznacznie większa u osób z niedosłuchem. Stan taki dotyczył zwłaszcza częstotliwości 1 i 4 kHz. Różnica średnich oscylowała w przedziale 4 - 5 dB. Dla częstotliwości 500 Hz praktycznie nie wykazano zróżnicowania. W analizie statystycznej dla żadnej z omawianych częstotliwości nie wykazano istotności.

Bardzo podobna sytuacja zaistniała w porównaniu osób z niedosłuchem małego i umiarkowanego stopnia. Różnice średnich progów słuchu dla obu podgrup w kolejnych częstotliwościach wynosiły od 2 do 5 dB. Jednak dla żadnej z porównywanych częstotliwości nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy. Powyższe wyniki w znaczący sposób różnią się od wyników innych badaczy. A. Ozdek dokonał porównania progów słuchu w badaniu PTA i ASSR w grupie 61 osób, ze słuchem w granicach normy (23 osoby) i z niedosłuchem (38 osób). Na podstawie otrzymanych wyników w pracy wykazano istnienie różnic w korelacjach pomiędzy obu podgrupami. Dla osób z niedosłuchem korelacje były lepsze ($r=0,91$), niż dla osób ze słuchem w granicach normy ($r=0,62$)[63]. Podobne wyniki uzyskał w swojej pracy Perez-Abalo. Badana przez niego populacja również zawierała dwie podgrupy (prawidłowo słyszących i osoby z niedosłuchem). Uzyskane wyniki wykazały dużą korelację pomiędzy uzyskanymi progami słuchu w obu badaniach. Przedstawiały także większą różnicę średnich dla osób ze słuchem w granicach normy [64]. Taka różnica zdaniem wielu badaczy wynika z faktu, iż dla małych natężeń stymulujących tonów uzyskana amplituda odpowiedzi nieznacznie różni się od szumu tła. D. Swanepoel w swojej pracy wyciągnął wniosek, że granicznym niedosłuchem jest próg 60 dB HL. W jego badaniu aż 86 % progów uzyskanych w badaniu ASSR, przy niedosłuchu powyżej 60 dB HL, było zbieżnych z wynikami uzyskanymi w badaniu PTA (różnica 5 dB). Natomiast u badanych z niedosłuchem na poziomie nie przekraczającym 60 dB HL, jedynie 29 % progów estymowanych w ASSR była zbliżona do progów w badaniu PTA [87].

A. Ozdek wykazał najmniejsze korelacje dla częstotliwości 4 kHz. Korelacje pozostałych częstotliwości były zbliżone [62]. Jednak większość badaczy wskazywało na fakt istnienia największych różnic w uzyskanych progach dla częstotliwości 0,5 kHz [18,25,26,38,75,88,91,99]. Spostrzeżenie to jest zbieżne z wynikami uzyskanym w pracy własnej. Taki stan rzeczy tłumaczy się bądź niedoskonałością algorytmów statystycznych urządzeń do badań albo uwarunkowaniami neurofizjologicznymi - niższa szybkość

przewodzenia bodźca o tak niskiej częstotliwości [62,73]. W doniesieniu P. Schuster Grasel wykonywano badania ASSR w grupie dzieci z głębokim niedosłuchem lub jedynie z resztkami słuchowymi. Badania prowadzono na potrzeby kwalifikacji do implantacji CI. Przeprowadzone badanie dowiodło, iż w odróżnieniu od innych badań, w tym ABR, udało się u części dzieci ustalić pełny (czteropunktowy) próg słuchu (15 pacjentów spośród 42). Nie uzyskano jednak jakichkolwiek wyników wśród siedmiorga dzieci, u których zarejestrowano wyniki badania behawioralnego na poziomie 100 - 110 dB. Pomimo tego, uzyskane wyniki uznano za zadowalające. Wyniki te trudno odnieść w sposób bezpośredni do pracy własnej ze względu na ograniczenie posiadanego urządzenia w generowaniu bodźca stymulującego o tak dużym natężeniu. Większość autorów stwierdza jednak, że rejestracja wiarygodnych wyników ma miejsce dopiero przy większych poziomach niedosłuchów [4,25,27,33,42,58,73,77,88]. Wraz ze wzrostem niedosłuchu wzrasta także korelacja pomiędzy progami uzyskanymi w badaniu PTA i ASSR [59,65,66].

Po analizie wyników pracy własnej nasuwają się także spostrzeżenia natury ogólnej. Choć badanie ASSR uznawane jest za badanie w pełni automatyczne i obiektywne, wydaje się, że kontrola poprawności akceptacji wyników badania jest nieodzowna. W czasie prowadzenia badań na rzecz pracy własnej istniały sytuacje, gdy algorytm akceptował odpowiedzi o określonym natężeniu bodźca, pomimo braku odpowiedzi przy jego większych natężeniach. W znacznym stopniu taki stan rzeczy przekłamywał otrzymane wyniki. Podobnie fałszywie dodatnie wyniki otrzymywali także inni badacze, zwłaszcza dla częstotliwości 0,5 i 1 kHz [81,91]. Jedynym wyjściem w wspomnianych sytuacjach okazywało się uznanie takiej odpowiedzi za wadliwą i jej odrzucenie.

Zaszumienie wynikające z pola elektromagnetycznego pomieszczenia, w którym wykonywane jest badanie, a także artefakty generowane przez samego badanego (drżenia mięśniowe) w znaczący sposób utrudniają identyfikację właściwego sygnału przez oprogramowanie urządzeń rejestrujących [74,92,98]. Zatem poprawa warunków przeprowadzania badania może znacząco wpłynąć na możliwość identyfikacji małych amplitud odpowiedzi na poziomie szumu tła. Poprawę tej sytuacji można osiągnąć różnymi sposobami. Począwszy od eliminacji zakłóceń i artefaktów w czasie pomiaru, choćby przez bardzo staranne przygotowanie skóry badanego i optymalizację umieszczenia elektrod, poprzez zmianę metod przetwarzania sygnału na wejściu do urządzenia rejestrującego, skończywszy na powiększeniu wykonywanych w czasie akwizycji powtórzeń rejestracji

odpowiedzi [91,93]. Wydłużenie akwizycji, tym samym większa ilość uśrednień, postulowana jest zwłaszcza w wypadku badania wcześniaków [3,30,38]. W ostatnich latach widoczny jest także trend wykorzystywania jako bodźca CE-Chirp [49,50,95].

VII. Wnioski

1. Estymacja audiogramu uzyskanego w badaniu ASSR, obarczona jest błędem w granicach od 7 do 12 dB dla poszczególnych częstotliwości.
2. Badanie ASSR najczęściej niedoszacowuje progów słuchu w porównaniu do badania PTA dla częstotliwości 0,5 i 1 kHz i przeszacowuje dla częstotliwości 2 i 4 kHz.
3. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy uzyskanymi progami w badaniach PTA i ASSR w zależności od wieku badanego, płci i stopnia niedosłuchu.
4. Wykonanie badania ASSR wymaga ściśle określonej metodyki badań, ponieważ jego wiarygodność jest ściśle uzależniona od warunków wewnętrznych i zewnętrznych.
5. Stwierdzone rozbieżności uzyskanych progów ASSR – PTA poddają pod wątpliwość zastosowania badania ASSR jako jedyne narzędzia diagnostycznego do wyznaczenia progów słuchu zwłaszcza, dla potrzeb medyczno – prawnych. Jednak pozwalają na szerokie jego zastosowanie, przy zachowaniu zasady "cross-check", w diagnostyce audiologicznej.

VIII. Streszczenie

Wprowadzenie: obecny dynamiczny rozwój audiologii ukierunkował się szczególnie na obiektywne metody badań słuchu. Obok uznanych za standard słuchowych potencjałów wywołanych z pnia mózgu ABR coraz częściej za równorzędne uznaje się słuchowe potencjały stanu ustalonego ASSR. Algorytm komputerowej estymacji progów słuchu ASSR pozwala w zamyśle na zwiększenie wiarygodności badania zaś wieloczęstotliwościowa stymulacja pozwala na skrócenie czasu badania. ASSR może stać się więc narzędziem do wiarygodnej weryfikacji badań behawioralnych w tym audiometrii tonalnej progowej PTA.

Cele: nadrzędnym celem pracy było porównanie uzyskanych progów słuchu w badaniu PTA z progami uzyskanymi w badaniu ASSR. Analizowano także wpływ na wynik badania ASSR takich czynników jak: wiek badanego, jego płeć czy stopień niedosłuchu.

Materiał: analizę przeprowadzono na podstawie wyników badań własnych (PTA, ASSR) 64 pacjentów z niedosłuchem czuciowo - nerwowym, wykonanych w oddziale laryngologicznym 10 WSKzP w Bydgoszczy, w latach 2007-2009. Pacjenci zróżnicowani pod względem wieku, płci i stopnia niedosłuchu. Zestawiono wyniki w postaci uzyskanych średnich progów PTA i ASSR oraz średnich wartości bezwzględnych różnic progów słuchu w obu badaniach w poszczególnych grupach. Analizie poddano także wzajemne korelacje i istotności statystyczne.

Wyniki: wyniki całej analizowanej grupy badanych wykazały istnienie relatywnie dużej rozbieżności uzyskanych średnich różnic pomiędzy PTA i ASSR. Mieściły się one, dla wszystkich częstotliwości, w przedziale od 7 dB do 12 dB. Największa różnica dotyczyła częstotliwości 0,5 kHz. Drugą co do wielkości różnicą progów ASSR - PTA charakteryzowała się częstotliwość 4 kHz. Częstotliwości 1 i 2 kHz charakteryzowały różnice znacząco mniejsze i zbliżone do siebie. W badaniu najmniejszą, przeciętną korelację uzyskano dla częstotliwości 0,5 kHz przy istotności statystycznej $p=0,005$. Korelacja pozostałych częstotliwości zawierała się między 0,70 a 0,78.

Wnioski: Stwierdzono, że estymacja audiogramu uzyskanego w badaniu ASSR, obarczona jest błędem w granicach od 7 do 12 dB dla poszczególnych częstotliwości. Największe rozbieżności wyników dotyczyły częstotliwości 0,5 i 4 kHz. Nie stwierdzono związku pomiędzy uzyskanymi progami PTA i ASSR z wiekiem badanego, stopniem niedosłuchu i istotnego statystycznie związku z płcią. Zauważono istotne znaczenie warunków wewnętrznych i zewnętrznych na jakość uzyskanych wyników ASSR. Stwierdzono, że badanie ASSR może być wartościowym uzupełnieniem innych badań, w tym behawioralnych, przy zachowaniu zasady "Cross-Check".

IX. Summary

Introduction: The current dynamic development of audiology has focused specifically on objective hearing test methods. In addition to a recognized standard for fresh auditory evoked potentials brainstem ABR increasingly regarded as equivalent to the auditory steady state potentials ASSR. The algorithm for computerized hearing threshold estimation ASSR allows to increase the reliability of the test, and the more frequent stimulation allows to shorten the test time. Therefore ASSR can become a reliable tool for the verification of behavioral research in the pure-tone threshold PTA.

Objectives: The main aim of the work was to compare the hearing thresholds obtained in the PTA study to the thresholds obtained in the ASRR study. Influence on the result of ASSR of factors such as age, sex of the test subject and the degree of hearing loss was also analyzed.

Content: Analysis was conducted on the basis of results of own research (PTA ASSR) of 64 patients with sensorial-nervous hypoacusis, conducted in the Laryngological Ward no. 10 of WSKzP Hospital in Bydgoszcz, in 2007-2009. Patients varied in terms of age, gender and degree of hearing loss. The results in the form of obtained average PTA and ASSR thresholds as well as average absolute values of differences in hearing thresholds in both studies in particular groups were collated. The analysis also included mutual correlations and statistical significance.

Results: The results of the entire analyzed group of respondents showed a relatively large discrepancy of the obtained average differences between PTA and ASSR. They spanned in the range from 7 dB to 12 dB for all frequencies. The largest difference was found at the frequency of 0.5 kHz. The second largest difference in ASSR - PTA thresholds was at the 4 kHz frequency. Frequencies 1 kHz and 2 kHz were characterized by differences significantly smaller and close to each other in value. The lowest average correlation was obtained for the frequency of 0.5 kHz with statistical significance $p = 0.005$. The correlation of the other frequencies was found between 0.70 and 0.78.

Conclusions: It was found that estimation of the audiogram obtained in the ASSR test is subject to an error from 7 dB to 12 dB for individual frequencies. The largest discrepancies in the results applied to the frequencies of 0.5 kHz and 4 kHz. There was no relationship found between the obtained thresholds of PTA and ASSR with the age of the subject and hearing threshold. There was no statistically significant relationship with gender. Significant influence of internal and external conditions on the quality of the obtained ASSR results was observed. It was found that the ASSR test may be a valuable complement to other tests (including behavioral), while maintaining the "Cross-Check" principle.

X. Piśmiennictwo

1. Ahn J.H., Lee H.S., Kim Y.J., Yoon T.H., Chung J.W.: Comparing pure-tone audiometry and auditory steady state response for the measurement of hearing loss. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2007, 136(6), 966-971.
2. Aimoni C., Crema L., Savini S., Negossi L. i wsp.: Hearing threshold estimation by auditory steady state responses (ASSR) in children. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2018, 38, 361-368.
3. Almeida Porto M.A., Azevedo M.F., Gil D.: Auditory evoked potentials in premature and full-term infants. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2011, 77(5), 622-627.
4. Anthony T., Herdman A.T., Picton T.W., Stapells D.R.: Place specificity of multiple auditory steady-state responses. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2002, 112(4), 1569-1582.
5. Ballay C., Tonini R., Waninger T., Yoon C., Manolidis S.: Steady-state response audiometry in a group of patients with steeply sloping sensorineural hearing loss. *Laryngoscope*. 2005, 115(7), 1243-1246.
6. Barros A., Roy T., Amstutz M.I., Marie J.P. i wsp.: Rapidly progressive bilateral postmeningitic deafness in children: Diagnosis and management. *European Annals of Otorhinolaryngology Head & Neck Diseases*. 2014, 131, 107-112.
7. Bochenek A., Reicher M.: *Anatomia człowieka. Państwowy zakład wydawnictw lekarskich*. Warszawa 1989, wyd. III, tom V, 380-506.
8. Borkoski Barreiro S.A., Falcón González J.C., Yanes J.B., Pérez Bermúdez J.L.: Results of an Early Hearing Detection Program. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2013, 64(2), 92-96.
9. Bulanova I., Ruksenas O., Dapsys K., Maciulis V., Arnfred S.: Distraction task rather than focal attention modulates gamma activity associated with auditory steady-state responses (ASSRs). *Clinical Neurophysiology*. 2011, 122, 1541-1548.
10. Bystrzanowska T., Bochenek W., Tołłoczko R.: *Audiologia Kliniczna, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich*. Warszawa 1978, wyd. II, 11-41.
11. Canale A., Lacilla M., Cavalot A.L., Albera R.: Auditory steady-state responses and clinical applications. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck*. 2006, 263-499.
12. Chen K., Zhou W., Zong L., Liu M., Du J., Jiang H.: Novel heterozygous mutation c.662_663insG compound with IVS7-2A > G mutation in SLC26A4 gene in a Chinese family with Pendred syndrome. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2012, 76, 1633-1636.

13. Delaroché M., Gavilan-Cellie I., Maurice-Tison S., Kpozehouen A., Dauman R.: Is behavioral audiometry achievable in infants younger than 6 months of age? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2011, 75, 1502–1509.
14. D'haenens W., Vinck B.M., Maes L., Bockstael A. i wsp.: Determination and evaluation of clinically efficient stopping criteria for the multiple auditory steady-state response technique. *Clinical Neurophysiology*. 2010, 121, 1267–1278.
15. Diesch E., Andermann M., Rupp A.: Is the effect of tinnitus on auditory steady-state response amplitude mediated by attention? *Frontiers in System Neuroscience*. 2012, 6, 38, 9.
16. Drouillard M., Petroff N., Majer J., Perrot C. i wsp.: Pseudohypacusis in children: Circumstances and diagnostic strategy. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014, 78, 1632–1636.
17. Duarte J.L., Alvarenga K., Garcia T.M., Filho O.A.C, Lins O,G.: Auditory steady-state response in the auditory evaluation: clinical application. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2008, 20(2), 105-110.
18. Dziedzic P., Kochanek K., Piłka A., Skarżyński H.: Ocena powtarzalności badań audiometrycznych wykonywanych u dzieci w wieku przedszkolnym. *Nowa Audiofonologia*. 2014, 3(1), 46–53.
19. Francois M., Dehan E., Carlevan M., Dumont H.: Use of auditory steady-state responses in children and comparison with other electrophysiological and behavioral tests. *European Annals of Otorhinolaryngology Head & Neck Diseases*. 133, (2016), 331–335.
20. Griskova-Bulanova I., Griksiene R., Korostenskaja M., Ruksenas O.: 40 Hz auditory steady-state response in females: When is it better to entrain? 2014. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. 74, 91–97.
21. Hayashi C., Funayama M., Li Y., Kamiya K.: Prevalence of GJB2 causing recessive profound non-syndromic deafness in Japanese children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2011, 75, 211–214.
22. Herdman A.T., Lins O., Van Roon P., David R. Stapells D.R. i wsp.: Intracerebral Sources of Human Auditory Steady-State Responses. *Brain Topography*. 2002, 15, 2, 69-86.
23. Herdman A.T., Stapells D.K.: Auditory steady-state response thresholds of adults with sensorineural hearing impairments. *International Journal of Audiology*. 2003, 42(5). 237-248.
24. Hojan E.: *Akustyka aparatów słuchowych*. Wydawnictwo Naukowe UAM. Poznań, 1997, 55-60.
25. Hosseinabadi R., Jafarzadeh S.: Auditory Steady-State Response Thresholds in Adults With Conductive and Mild to Moderate Sensorineural Hearing Loss. *Iran Red Crescent Medical Journal*. 2015, 17(1), 7.

26. Hsu R.F., Chen S.S., Lu S.N., Ho C.K., Lin H.F.: Dichotic multiple-frequency auditory steady-state responses in evaluating the hearing thresholds of occupational noise-exposed workers. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2011, 27, 330-335.
27. Ishida I.M., Stapells D.R.: Multiple-ASSR Interactions in Adults with Sensorineural Hearing Loss. *International Journal of Otolaryngology*. 2012, Article ID 802715, 9.
28. Iwanicka-Pronicka K., Radziszewska-Konopka M., Wybranowska A., Churawski Ł.: Analiza czułości i swoistości ogólnopolskiego „Programu przesiewowych badań słuchu u noworodków”. *Otolaryngologia Polska*, 2008, LXII, 1, 88-95.
29. Jakubikova J., Kabatova Z., Pavlovcinova G., Profant M.: Newborn hearing screening and strategy for early detection of hearing loss in infants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2009, 73, 607–612.
30. Jędrzejczak W.W., Kochanek K., Śliwa L., Piłka A., Skarżyński H.: Analiza i detekcja słuchowych potencjałów stanu ustalonego z zastosowaniem metod czasowo-częstotliwościowych. *Audiofonologia*. 2006, 29, 27-30.
31. Johansen H., Lehn J.: The Dependence of Early Acoustically Evoked Potentials on Age. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 1984, 240, 153-158.
32. Jovankovicova A., Jakubikova J., Durovcikova D.: A case of Klippel–Feil syndrome with congenital enlarged Eustachian tube. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2012, 76, 596–600.
33. Kandogan T., Dalgic A.: Reliability of Auditory Steady-State Response (ASSR): Comparing Thresholds of Auditory Steady-State Response (ASSR) with Auditory Brainstem Response (ABR) in Children with Severe Hearing Loss. *Indian Journal of Otolaryngology Head & Neck Surgery*. 2013, 65(3),604–607.
34. Kim B.G., Shin J.W., Park H.J., Kim J.M., Kim U.K.: Limitations of hearing screening in newborns with PDS mutations. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2013, 77, 833–837.
35. Kim L.S., Jeong S.W., Lee Y.M., Kim J.S.: Cochlear implantation in children. *Auris Nasus Larynx*. 2010, 37, 6–17.
36. Kobek M., Lisowska G., Chowaniec Cz., Jabłoński Ch.: Wykorzystanie badań słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w weryfikacji i obiektywizacji uszkodzeń słuchu dla potrzeb postępowania karnego. *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii*. 2013, LXIII, 194-200.
37. Kochanek K.: Obiektywne badania słuchu u progu XXI wieku. *Audiofonologia*. 2004, 25; 35-40.
38. Kochanek K., Śliwa L., Piłka A., Skarżyński H.: Ocena rozrzutu środ- i międzyosobniczego progów słuchowych odpowiedzi stanu ustalonego u osób o słuchu normalnym. *Audiofonologia*. 2005, 27, 37-41.

39. Lachowska M., Morawski K., Delgado R.E., Niemczyk K.: Postępy w audiologii. Słuchowe potencjały wywołane stanu ustalonego. *Otorynolaryngologia*. 2009, 8(1), 1-7.
40. Lammens F., Verhaert N., Devriendt K., Debruyne F., Desloovere C.: Aetiology of congenital hearing loss: A cohort review of 569 subjects. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2013, 77, 1385-1391.
41. Lee H.S., Ahn J.H., Chung J.W., Yoon T.H., Lee K.S.: Clinical Comparison of the Auditory Steady-State Response with the Click Auditory Brainstem Response in Infants. *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology*. 2008, 1, 4, 184-188.
42. Lin J.H., Ho H.C., Wu H.P.: Comparison of auditory steady-state responses and auditory brainstem responses in audiometric assessment of adults with sensorineural hearing loss. *Auris Nasus Larynx*. 2009, 36, 140–145.
43. Linares A.E., Costa Filho O.A., Nardi de Souza Martinez M.A.: Auditory steady state response in pediatric audiology. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2010, 76(6), 723-728.
44. Lins O.G., Picton T.W., Boucher B.L., Durieux-Smith A. i wsp.: Frequency-specific audiometry using steady-state responses. *Ear and Hearing*. 1996, 17(2), 81-96.
45. Łapiński P., Grzanka A.: Słuchowe wywołane potencjały w stanach ustalonych. *Audiofonologia*. 2004, 26, 41-49.
46. Marcoux A.M.: Maturation of auditory function related to hearing threshold estimations using the auditory brainstem response during infancy. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2011, 75, 163–170.
47. Masuda S., Usui S., Matsunaga T.: High prevalence of inner-ear and/or internal auditory canal malformations in children with unilateral sensorineural hearing loss. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2013, 77, 228–232.
48. Michaluk P.K.: Telediagnostyka w badaniach przesiewowych słuchu – wymagania techniczne. *Nowa Audiofonologia*. 2016; 5(3), 77–86.
49. Muhler R., Mentzel K., Verhey J.: Fast Hearing-Threshold Estimation Using Multiple Auditory Steady-State Responses with Narrow-Band Chirps and Adaptive Stimulus Patterns. *The Scientific World Journal*. 2012, Article ID 192178, 7.
50. Muhler R., Rahne T., Mentzel K., Verhey J.L.: 40-Hz multiple auditory steady-state responses to narrow-band chirps in sedated and anaesthetized infants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014, 78, 762–768.
51. Muhler R., Rahne T., Verhey J.L.: Auditory brainstem responses to broad-band chirps: Amplitude growth functions in sedated and anaesthetised infants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2013, 77, 49–53.

52. Nagashima H., Uđaka J., Chida I., Shimada A. i wsp.: Air-bone gap estimated with multiple auditory steady-state response in young children with otitis media with effusion. *Auris Nasus Larynx*. 2013, 40, 534–538.
53. Namysłowski G., Iwko J., Czecior E., Trybalska G.: Wpływ wieku na słuchowe odpowiedzi z pnia mózgu. *Audiofonologia*. 1996, VIII, 59-62.
54. Nikolopoulos T.P., Vlastarakos P.V.: Treating options for deaf children. *Early Human Development*. 2010, 86, 669–674.
55. Nunez-Batalla F., Noriega-Iglesias S., Guntín-García M., Carro-Fernández P., Llorente-Pendas J.L.: Auditory-steady-state Response Reliability in the Audiological Diagnosis After Neonatal Hearing Screening. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2016, 67(4), 193-200.
56. Obrębowski A.: Wprowadzenie do neurologopedii. Termedia Wydawnictwa Medyczne. Poznań, 2012 wyd. I, 49.
57. Obrębowski A., Pruszewicz A., Sekuła A., Świdziński P. i wsp.: Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy. Wydawnictwa Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań, 2011, wyd. I, 7-8.
58. Oliveira R.M., Grasela S.S., Ramosb H.F., Almeidaa E.R. i wsp.: Are auditory steady-state responses a good tool prior to pediatric cochlear implantation?. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2015, 79, 8, 1257-1262.
59. Olszewski Ł., Piłka A., Kochanek K., Charukiewicz A.: Ocena możliwości przenoszenia bodźców stosowanych w badaniach ASSR przez aparaty słuchowe. Wyniki badań wstępnych. *Audiofonologia*. 2005, 27, 43-46.
60. Ostrowski K.: Embriologia człowieka. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1988, wyd. III, 169-170.
61. Otto W., Mc Candless G.A.: Aging and the Auditory Brainstem Response. *Audiology*. 1982, 21, 466-473.
62. Ozdek A., Karacay M., Saylam G., Tatar E. i wsp.: Comparison of pure tone audiometry and auditory steady-state responses in subjects with normal hearing and hearing loss. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2010, 267, 43–49.
63. Pantev C., Roberts L.E., Elbert T., Rob R., Wienbruch C.: Tonotopic organization of the sources of human auditory steady-state responses. *Hearing Research*. 1996, 101, 62-74.
64. Perez-Abalo M.C., Savio G., Torres A., Martín V., Rodríguez E., Galán L.: Steady state responses to multiple amplitude-modulated tones: an optimized method to test frequency-specific thresholds in hearing-impaired children and normal-hearing subjects. *Ear and Hearing*. 2001, 22(3), 200-211.

65. Picton T.W., Dimitrijevic A., Perez-Abalo M.C., Van Roon P.: Estimating audiometric thresholds using auditory steady-state responses. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2005, 16(3), 140-156.
66. Piłka E.: Zasada cross-check w diagnostyce narządu słuchu. *Nowa Audiofonologia*. 2018, 7(1), 45-50.
67. Piłka A., Śliwa L., Charukiewicz A., Olszewski Ł., Kochanek K.: Rejestracja słuchowych odpowiedzi stanu ustalonego (ASSR) w polu swobodnym u pacjentów korzystających z aparatów słuchowych. *Audiofonologia*. 2006, 29, 21-25.
68. Plourde G., Baribeau J., Bonhomme V.: Ketamine increases the amplitude of the 40-Hz auditory steady-state response in humans. *British Journal of Anaesthesia*. 1997; 78, 524–529.
69. Poelmans H., Luts H, Vandermosten M., Ghesquière P., Wouters J.: Hemispheric Asymmetry of Auditory Steady-State Responses to Monaural and Diotic Stimulation. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2012, 13, 867–876.
70. Pruszevicz A.: *Audiologia Kliniczna*. Wydawnictwa Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. Poznań 2000, wyd. IV, 45-92.
71. Przewoźny T. i wsp.: Nowoczesne zasady kwalifikacji chorych do implantacji ślimakowych. *Forum Medycyny Rodzinnej*, 2013, 7, 6, 342–348.
72. Rance G., Rickards F.: Prediction of hearing threshold in infants using auditory steady-state evoked potentials. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2002, 13(5), 236-245.
73. Resende L.M., Carvalho S.A., Santos T.S., Abdo F.I. i wsp: Auditory steady-state responses in school-aged children: a pilot study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2015, 12-13.
74. Rodrigues G.R.I, Lewis D.R.: Auditory steady-state response in children with cochlear hearing loss. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2010, 22(1), 37-42.
75. Rodrigues G.R.I., Lewis D.R.: Establishing auditory steady-state response thresholds to narrow band CE-chirps in full-term neonates. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014, 78, 238–243.
76. Rodrigues G.R.I., Lewis D.R, Fichino S.N.: Steady-state auditory evoked responses in audiological diagnosis in children: a comparison with brainstem evoked auditory responses. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2010, 76 (1), 96-101.

77. Rodrigues G.R.I., Lewis D.R.: Threshold prediction in children with sensorineural hearing loss using the auditory steady-state responses and tone-evoked auditory brain stem response. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2010, 74, 540–546.
78. Rosenhall V., Pedersen K.: Brainstem Auditory Evoked Potentials in the Different Age. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1985, 62, 426-430.
79. Royackers L., Desloovere C., Debruyne F., Rector E.: Hearing status in children with congenital cytomegalovirus: Up-to-6-years audiological follow-up. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2011, 75, 376–382.
80. Ruth Litovsky R.: Development of the auditory system. *Handbook of Clinical Neurology*. 2015, 129, 55–72.
81. Schuster Grasel S., Rezende de Almeida R., Miquelino de Oliveira Beck R., Schmidt Goffi-Gomez M.V. i wsp.: Are Auditory Steady-State Responses Useful to Evaluate Severe-to-Profound Hearing Loss in Children? *Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International*. 2015, Article ID 579206, 7.
82. Silva D.P., Lopez P.S., Montovani J.C.: Auditory steady state response in hearing assessment in infants with cytomegalovirus. *Revista Paulista de Pediatria*. 2013, 550-553.
83. Sininger Y.S., Hunter L.L., Hayes D., Roush P.A., Uhler K.M.: Evaluation of speed and accuracy of next-generation auditory steady state response and auditory brainstem response audiometry in children with normal hearing and hearing loss. *Ear and Hearing*. 2018, 39, 6, 1207–1223.
84. Skarżyński H., Mueller - Malesińska M., Kochanek K., Geremek A. i wsp.: Metody stosowane do badan przesiewowych sluchu. *Audiofonologia*. 1997,XI, 139-146.
85. Stueve M.P., O'Rourke C.: Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response, and behavioral test methods. *American Journal of Audiology*. 2003, 12(2), 125-36.
86. Swanepoel D.W., Ebrahim S., Friedland P., Swanepoel A., Pottas L.: Auditory steady-state responses to bone conduction stimuli in children with hearing loss. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2008, 72, 1861—1871.
87. Swanepoel D., Erasmus H.: Auditory steady-state responses for estimating moderate hearing loss. *European Archives of Otorhinolaryngology*. 2007, 264(7): 755-759.
88. Swanepoel D., Hugo R., Roode R.: Auditory steady-state responses for children with severe to profound hearing loss. *Archives of Otorhinolaryngology - Head & Neck Surgery*. 2004, 130(5), 531-535.
89. Szymańska A., Gryczyński M., Pajor A.: Wywołane potencjały stanu ustalonego (ASSR-auditory steady-state responses), dotychczasowy stan wiedzy. *Otolaryngologia . Polska*. 2010, 64(5), 274-280.

90. Szymańska A., Gryczyński M., Pajor A.: Ocena zgodności progów słyszenia w badaniach potencjałów słuchowych stanu ustalonego (ASSR), audiometrii tonalnej i słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (ABR) u młodych osób z prawidłowym słuchem. *Otolaryngologia Polska*. 2008, LXII, 6, 735 - 739.
91. Śliwa L., Kochanek K., Piłka A., Jędrzejczak W., Skarżyński H.: Ocena różnicy między progiem odpowiedzi ASSR i progiem audiometrycznym u pacjentów normalnie słyszających. *Audiofonologia*. 2006, 29, 15-20.
92. Śliwa L., Kochanek K., Piotrowska A.: Podstawy metod rejestracji i wykorzystywania słuchowych potencjałów wywołanych stanu ustalonego. *Audiofonologia*. 2004, 26, 21-28.
93. Śliwińska-Kowalska M.: *Audiologia Kliniczna*. Mediton Oficyna Wydawnicza, Łódź 2005, wyd. I, 1-51.
94. Śliwińska-Kowalska M.: Kryteria oceny słyszenia u osób wykonujących pracę wymagającą dobrej sprawności słuchu. *Otorynolaryngologia*. 2013 12(3), 105-111.
95. Śpiewak P., Adamek J.: Badanie progu słuchu przy użyciu ASSR CE-Chirp. *Otorynolaryngologia*. 2015, 14(3), 157-162.
96. Śpiewak P., Adamek J., Śpiewak B.: Różnicowanie niedosłuchów ciężkich od głębokich u niemowląt i małych dzieci przy użyciu ASSR „CE-Chirp”. *Polski Przegląd Otorynolaryngologiczny*. 2013, 2, 210–215.
97. Tanaka M., Hamano S.I., Sakata H., Adachi N. i wsp.: Discrepancy between auditory brainstem responses, auditory steady-state responses, and auditory behavior in two patients with Pelizaeus-Merzbacher disease. *Auris Nasus Larynx*. 2008, 35, 404–407.
98. Urban I., Skarżyński P.H.: Zastosowanie nowych technik w diagnostyce, terapii i rehabilitacji osób z wadą słuchu. *Logopedia Silesiana*. 2015, 4, 113-139.
99. Vander Werff K.R., Brown C.J.: Effect of Audiometric Configuration on Threshold and Suprathreshold Auditory Steady-State Responses. *Ear and Hearing*. 2005, 26, 3, 310-326.
100. Vasileiou A., Pavlos M., Antonios T., Ioannis X. i wsp.: Correlation of ASSR Hearing Thresholds With ABR Hearing Thresholds In Children, *Journal of Hearing Science*. 2018, 8(3), 35–39.
101. Vlastarakos P.V., Vasileiou A., Nikolopoulos T.P.: The value of ASSR threshold-based bilateral hearing aid fitting in children with difficult or unreliable behavioral audiometry. *Ear, Nose & Throat Journal*. 2017, 96(12), 464-468.
102. Wilding T., McKay C., Baker R., Kluk K.: Auditory Steady State Responses in Normal-Hearing and Hearing-Impaired Adults: An Analysis of Between-Session Amplitude and Latency Repeatability, Test Time, and F Ratio Detection Paradigms. *Ear and Hearing*. 2012, 33(2), 267–278.

103. Xu Z.M., Cheng W.X., Yao Z.H.: Prediction of frequency-specific hearing threshold using chirp auditory brainstem response in infants with hearing losses. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014, 78, 812–816.
104. Yoshimura H., Iwasaki S., Kanda Y., Nakanishi H. i wsp.: An Usher syndrome type 1 patient diagnosed before the appearance of visual symptoms by MYO7A mutation analysis. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2013, 77, 298–302.
105. Zakaria M.N., Jalaei B., Wahab N.A.: Gender and modulation frequency effects on auditory steady state response (ASSR) thresholds. *European Archives of Otorhinolaryngology*. 2016, 273(2), 349-354.

XI. SPIS TABEL I RYCIN

Tab. 1. stopnie uszkodzenia sluchu wg WHO.

Tab. 2. Analiza wartosci bezwzględnej różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w całej grupie badanych.

Tab. 3. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).

Tab. 4. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie kobiet (n=66)

Tab. 5. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).

Tab. 6. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).

Tab. 7. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=60).

Tab. 8. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 roku życia (n=16).

Tab. 9. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych ze sluchem w granicach normy (0 - 25 dB),(n=92).

Tab.10. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych z niedosluchem (pow. 25 dB),(n=36).

Tab.11. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie badanych z niedosluchem malego stopnia (26-40 dB), (n=22).

Tab. 12. Analiza wartosci bezwzględnych różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie badanych z niedosluchem umiarkowanego stopnia (n=14).

Ryc. 1. Czas utajenia w ms. i amplitudy w audiometrii odpowiedzi elektrycznych.

Ryc. 2. Porównanie analizy fazowej i spectralnej dla różnych odpowiedzi ASSR.

Ryc. 3. Analiza spectralno-amplitudowa potencjału wywołanego ASSR.

Ryc. 4. Analiza spectralno-amplitudowa potencjału wywołanego ASSR obuuszna.

Ryc. 5. Rozkład wieku osób analizowanych w pracy.

Ryc. 6. Wiek analizowanych osób max, min, śr. med.

Ryc. 7. Rozkład grupy badawczej ze względu na płeć

Ryc. 8. Rozkład wieku grupy badawczej ze względu na wiek płci.

Ryc. 9. Rozkład wieku mężczyzn analizowanych w pracy.

- Ryc. 10. Wiek grupy analizowanych mężczyzn, max, min, śr, med.
- Ryc. 11. Rozkład wieku kobiet analizowanych w pracy.
- Ryc. 12. Wiek grupy analizowanej kobiet, max, min, śr. med.
- Ryc. 13. Podział badanych na grupy wiekowe i ich udział procentowy w ogólnej licznie badanych.
- Ryc. 14. Podział badanych ze względu na stopień niedosłuchu
- Ryc. 15. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w całej grupie badanych (n=128).
- Ryc. 16. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 17. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 18. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA (0,5 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 19. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 20. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w całej grupie badanych (n=128).
- Ryc. 21. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 22. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 23. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 24. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 25. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w całej grupie badanych (n=128).
- Ryc. 26. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 27. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 28. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 29. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 30. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w całej grupie badanych (n=128).
- Ryc. 31. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, cała grupa badanych).

- Ryc. 32. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 33. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 34. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, cała grupa badanych).
- Ryc. 35. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w całej grupie badanych (n=128).
- Ryc. 36. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w całej grupie badanych (n=128).
- Ryc. 37. Średnia wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w całej grupie badanych (n=128).
- Ryc. 38. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).
- Ryc. 39. Wartości progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 40. Wartości progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 41. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 42. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 43. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).
- Ryc. 44. Wartości progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 45. Wartości progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 46. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 47. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 48. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).
- Ryc. 49. Wartości progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 50. Wartości progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 51. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 52. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 53. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie mężczyzn (n=62).

- Ryc. 54. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 55. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 56. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 57. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, mężczyźni).
- Ryc. 58. Rozkład wartości różnic progów ASSR - PTA w podgrupie mężczyzn (n=62).
- Ryc. 59. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA w podgrupie mężczyzn (n=62).
- Ryc. 60. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie kobiet (n=66).
- Ryc. 61. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, kobiety).
- Ryc. 62. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, kobiety).
- Ryc. 63. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, kobiety).
- Ryc. 64. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, kobiety).
- Ryc. 65. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie kobiet (n=66).
- Ryc. 66. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, kobiety).
- Ryc. 67. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, kobiety).
- Ryc. 68. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, kobiety).
- Ryc. 69. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, kobiety).
- Ryc. 70. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie kobiet (n=66).
- Ryc. 71. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, kobiety).
- Ryc. 72. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, kobiety).
- Ryc. 73. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, kobiety).
- Ryc. 74. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, kobiety).
- Ryc. 75. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie kobiet (n=66).
- Ryc. 76. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, kobiety).

- Ryc. 77. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, kobiety).
- Ryc. 78. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, kobiety).
- Ryc. 79. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, kobiety).
- Ryc. 80. Wartość różnic progów ASSR - PTA w podgrupie kobiet (n=66).
- Ryc. 81. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA w podgrupie kobiet (n=66).
- Ryc. 82. Średnia wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w grupie wydzielonej według płci.
- Ryc. 83. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).
- Ryc. 84. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 85. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 86. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 87. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 88. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).
- Ryc. 89. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 90. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 91. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 92. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 93. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).
- Ryc. 94. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 95. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 96. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2kHz, do 25 lat).
- Ryc. 97. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 98. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).

- Ryc. 99. Wartość progów słuchu w badaniach PTA, (4 kHz, do 25 dB).
- Ryc. 100. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, do 25 dB).
- Ryc. 101. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 102. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, do 25 lat).
- Ryc. 103. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).
- Ryc. 104. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w grupie badanych w wieku do 25 lat (n=22).
- Ryc. 105. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).
- Ryc. 106. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 107. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 108. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 109. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 110. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).
- Ryc. 111. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 112. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 113. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 114. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 115. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).
- Ryc. 116. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 117. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 118. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 119. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 120. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).

- Ryc. 121. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 122. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 123. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 124. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 26-40 lat).
- Ryc. 125. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 lat (n=42).
- Ryc. 126. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych w wieku od 26 do 40 (n=42).
- Ryc. 127. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).
- Ryc. 128. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 129. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 130. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 131. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 132. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).
- Ryc. 133. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 134. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 135. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA (1 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 136. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA (1 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 137. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=60).
- Ryc. 138. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 139. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 140. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 141. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 41-60 lat).
- Ryc. 142. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w grupie pacjentów w wieku od 41 do 60 lat (n=48).

Ryc. 143. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, 41-60 lat).

Ryc. 144. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, 41-60 lat).

Ryc. 145. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 41-60 lat).

Ryc. 146. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 41-60 lat).

Ryc. 147. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).

Ryc. 148. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych w wieku od 41 do 60 lat (n=48).

Ryc. 149. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat (n=16).

Ryc. 150. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 151. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 152. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 153. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 154. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat (n=16).

Ryc. 155. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 156. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 157. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 158. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 159. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w grupie pacjentów w wieku powyżej 60 lat (n=16).

Ryc. 160. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 161. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 162. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 163. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 164. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat (n=16).

Ryc. 165. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 166. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 167. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 168. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR – PTA (4 kHz, pow. 60 lat).

Ryc. 169. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat (n=16).

Ryc. 170. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych w wieku powyżej 60 lat mężczyzn (n=16).

Ryc. 171. Średnia wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w grupie według wieku badanych.

Ryc. 172. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (0-25 dB), (n=92).

Ryc. 173. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, słuch 0-25 dB).

Ryc. 174. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR, (0,5 kHz, słuch 0-25 dB).

Ryc. 175. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 176. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 177. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (0-25 dB), (n=92).

Ryc. 178. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 179. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 180. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 181. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 182. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (n=92).

Ryc. 183. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 184. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 185. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 186. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów PTA i ASSR (2 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 187. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (n=92).

Ryc. 188. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 189. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 190. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 191. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów PTA i ASSR (4 kHz, 0-25 dB).

Ryc. 192. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (n=92).

Ryc. 193. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych ze słuchem w granicach normy (n=92).

Ryc. 194. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB), (n=36).

Ryc. 195. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 196. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 197. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 198. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 199. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB), (n=36).

Ryc. 200. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 201. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 202. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 203. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 204. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB), (n=36).

Ryc. 205. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 206. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 207. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 208. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 209. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (pow. 25 dB), (n=36).

Ryc. 210. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 211. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 212. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 213. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, pow. 25 dB).

Ryc. 214. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (n=36).

Ryc. 215. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych z niedosłuchem (n=36).

Ryc. 216. Średnia wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w grupie wydzielonej według kryterium słuchu (norma/niedosłuch).

Ryc. 217. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (26-40 dB), (n=23).

Ryc. 218. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 219. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 220. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 221. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 222. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (26-40 dB), (n=22).

Ryc. 223. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 224. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 225. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 226. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 227. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem (26-40 dB), (n=22).

Ryc. 228. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 229. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 230. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 231. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (2 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 232. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (26-40 dB), (n=22).

Ryc. 233. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 234. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 235. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (4 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 236. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów słuchu ASSR - PTA (4 kHz, 26-40 dB).

Ryc. 237. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (n=22).

Ryc. 238. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w podgrupie badanych z niedosłuchem małego stopnia (n=22).

Ryc. 239. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 0,5 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (41-60 dB), (n=14).

Ryc. 240. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (0,5 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 241. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (0,5 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 242. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 243. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (0,5 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 244. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 1 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (n=14).

Ryc. 245. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (1 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 246. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (1 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 247. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 248. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (1 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 249. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 2 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (n=14).

Ryc. 250. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (2 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 251. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (2 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 252. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 253. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (2 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 254. Rozkład wartości progów słuchu uzyskanych w badaniach PTA i ASSR dla częstotliwości 4 kHz w podgrupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (n=14).

Ryc. 255. Wartość progów słuchu w badaniach PTA (4 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 256. Wartość progów słuchu w badaniach ASSR (4 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 257. Rozkład wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 258. Rozkład procentowy wartości bezwzględnych różnic progów ASSR - PTA (4 kHz, 41-60 dB).

Ryc. 259. Wartość różnic progów ASRR - PTA 0,5 - 4 kHz w grupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (n=14).

Ryc. 260. Rozkład wartości bezwzględnych różnic ASSR - PTA w grupie badanych z niedosłuchem stopnia umiarkowanego (n=14).

Ryc. 261. Średnia wartości bezwzględnej różnicy progów ASSR - PTA dla częstotliwości 0,5 - 4 kHz w grupie według stopnia niedosłuchu.