

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego  
w Poznaniu  
Wydział Nauk o Zdrowiu

Karolina Pilecka

**Ocena słuchu w wieku podeszłym i poprawy funkcji  
poznawczych po zaprotezowaniu niedosłuchu**

Evaluation of hearing in the elderly and improvement of their cognitive  
functions after fitting hearing loss aid

Praca doktorska  
napisana pod kierunkiem  
dr hab. n. med. Alicji Sekuli

Poznań, 2018

## SPIS TREŚCI:

Wykaz skrótów używanych w pracy.....	4
1. Wprowadzenie.....	6
2. Wstęp.....	9
2.1. Fizjologiczne słyszenie.....	9
2.2. Fizjologiczne starzenie się narządu słuchu ( <i>presbyacsis</i> ).....	10
2.2.1. Skutki komunikatywne ubytku słuchu u osób starszych.....	11
2.2.1.1. Problem dyskryminacji mowy.....	11
2.2.1.2. Problem szumów usznych.....	13
2.3. Demencja starcza.....	16
2.3.1. Testy MMSE – Mini-Mental State Examination.....	17
2.4. Możliwości rehabilitacji słuchu.....	18
2.4.1. Aparaty słuchowe.....	19
2.4.2. Aktualnie użytkowane aparaty słuchowe.....	19
2.4.3. Inne rozwiązania techniczne wspomagające słyszenie.....	20
3. Cele pracy.....	24
4. Organizacja i materiał badań.....	25
5. Metodyka badań.....	26
5.1. Ukierunkowany wywiad.....	26
5.2. Badanie audiologiczne.....	27
5.3. Krótka ankieta dotycząca występowania szumów usznych.....	29
5.4. Dopasowanie aparatu słuchowego.....	29
5.5. Badanie korzyści z aparatu słuchowego.....	30
5.5.1. Badanie korzyści za pomocą testów słownych w wolnym polu.....	30
5.5.2. Badanie poziomu głębokości demencji za pomocą testu MMSE oraz pomiar..... powtórny po zastosowaniu aparatów słuchowych.....	31
5.6. Ankieta oceny personelu medycznego po zaprotezowaniu niedosłuchu u pacjenta.....	31
6. Metody statystyczne.....	33
7. Wyniki.....	34
7.1. Wywiad ukierunkowany.....	34
7.2. Wyniki badań audiologicznych.....	36
7.3. Wyniki krótkiej ankiety występowania odczucia szumów usznych.....	41
7.4. Badanie uzyskiwanej korzyści z aparatu słuchowego.....	42
7.4.1. Wyniki audiometrii mowy w swobodnym polu akustycznym przed i po.....	

zastosowaniu aparatu słuchowego.....	42
7.4.2. Wyniki testu MMSE.....	43
7.5. Wyniki ankiety oceny personelu medycznego po zaprotezowaniu niedosłuchu.....	
u pacjenta.....	46
8. Analiza statystyczna wyników badań.....	48
9. Dyskusja.....	72
10. Wnioski.....	80
11. Streszczenie.....	82
12. Literatura.....	87
13. Spis rycin i tabel.....	94
14. Aneks.....	98
15. Załączniki.....	103

## WYKAZ SKRÓTÓW UŻYWANYCH W PRACY

A/C	Analog to Digital Transducer (A/D) – przetwornik analogowo/cyfrowy
AGC	Automatic Gain Control – automatyczna regulacja wzmocnienia
BAHA	Bone Anchored Hearing Aid – aparat słuchowy zakotwiczony w kości
dB	Jednostka Poziomu Ciśnienia Akustycznego – decybel
dB HL	Jednostka oceniająca wielkość utraty słuchu w decybelach (Hearing Loss)
dB SPL	Poziom mowy mierzony w decybelach SPL (Sound Pressure Level)
DNA	Deoxyribonucleic Acid – kwas dezoksyrybonukleinowy
DPOAE	Distortion Product Otoacoustic Emissions – otoemisje akustyczne zniekształceń nieliniowych
DSL	Desired Sound Level – pożądany poziom dźwięku (nazwa procedury dopasowania aparatu słuchowego)
DSP	Digital Signal Processor – procesor sygnałowy
FF	Free Field – wolne pole akustyczne
HTL	Hearing Threshold Level – poziom progu słyszenia
Hz	Herz – jednostka miary częstotliwości
MMSE	Mini-Mental State Examination – Krótka Skala Oceny Stanu Umysłowego
MMSE1	Test MMSE wykonany przed protezowaniem słuchu
MMSE2	Test MMSE wykonany po zaprotezowaniu słuchu
MNR	Microfon Noise Reduction – układ redukcji szumu w mikrofonie
MPO	Maximum Power Output – maksymalny poziom wyjściowy w aparacie słuchowym
OS	Odruch strzemiączkowy
OUN	Ośrodkowy Układ Nerwowy
PD	Próg dyskryminacji
PR	Próg rozumienia
PTA	Pure Tone Audiometry – audiometria tonalna
R	Odstęp krzywej progowej dla przewodnictwa powietrznego i kostnego dla oceny rezerwy ślimakowej
RIC	Receiver in the Canal – typ aparatu słuchowego, ze słuchawką znajdującą się poza obudową aparatu słuchowego, umieszczoną wewnątrz kanału słuchowego
rM	Recruitment Metza

SD	Speech Discrimination – stopień dyskryminacji mowy
SNR	Signal to Noise Ratio – stosunek sygnału do szumu
SMS	Speech Menager System – system zarządzania sygnałem mowy
SPD	Speech Pattern Detection – system wyróżniania sygnału mowy na tle szumu
SRT	Speech Reception Threshold – próg rozumienia mowy
TRT	Tinnitus Retraining Therapy – terapia szumów usznych
VC	Volume Control – potencjometr głośności
$\Delta$ dB	Różnica pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia

## 1. Wprowadzenie

Starzenie się organizmu człowieka jest nieuchronnym, złożonym procesem fizjologicznym, rozciągniętym w czasie, obejmującym wiele układów i wiele procesów biochemicznych oraz zmianami molekularnymi występującymi zarówno w pojedynczej komórce jak i w całym organizmie. Proces ten odzwierciedla sumę wszystkich zmian, które zachodzą w organizmie człowieka z upływem czasu i prowadzi do osłabienia percepcyjnego, czynnościowego oraz nasilenia się procesów patologicznych.

Pomimo powszechności występowania wymienionych zjawisk, nie można jedną teorią wytłumaczyć wszystkich mechanizmów starzenia się. Starzenie się może być bowiem wynikiem uszkodzeń wywołanych przez wolne rodniki (reakcja Fentona i Habera-Weissa) [1], upośledzonej czynności układu immunologicznego [2], somatycznych mutacji i upośledzenia zdolności naprawy DNA [3], nagromadzenia zmienionych białek [4], skrócenia telomerów [5]. Starzenie się może być też wynikiem zmian w układzie neuroendokrynnym [6].

Starzenie się organizmu człowieka jest wprawdzie procesem nieodwracalnym, niemniej można spowolnić jego przebieg.

W ciągu ostatnich 100 lat, dzięki rozwojowi medycyny i farmakologii długość życia człowieka wzrosła o około 30 lat [13]. Według GUS średnia długość życia Polaków wynosi dla mężczyzn 70,8 lat, dla kobiet 79,4 lata. W ciągu ostatniej dekady średnia długość życia wydłużyła się dla mężczyzn o 4,9 lat, dla kobiet o 4 lata. Według GUS w końcu 2014r. liczba ludności Polski wynosiła 38,5 mln, w tym ponad 8,5 mln stanowiły osoby w wieku 60 lat i więcej (ponad 22%). W latach 1989-2014 liczba osób w starszym wieku wzrosła o ponad 2,9 mln. GUS podaje również, że udział osób w wieku co najmniej 60 lat, w ogólnej populacji wzrósł o 7,5 punktu procentowego, tj. z 14,7% w 1989r. wzrósł do 22,2% w 2014r. Najwyższe tempo przyrostu dotyczyło osób w wieku co najmniej 80 lat, ich udział w ogólnej liczbie ludności Polski jest niewielki, ale jak donosi GUS podwoił się z niespełna 2% w 1989r. do 4 proc. w 2014r.

Czas ludzkiego życia wydłuża się i coraz więcej mówi się o starzeniu się całych społeczeństw. Zatem kluczową kwestią, nie tylko w zakresie polityki zdrowotnej, ale szerzej ujętej polityki społecznej, staje się konieczność zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości życia i sprawności osób starszych [14]. Nie powinno dziwić, że w realizacji tych zadań ważną rolę do spełnienia mają interdyscyplinarne badania naukowe (medycyna, demografia,

ekonomia, polityka społeczna). Dzięki nim, między innymi, możliwe się staje rozpoznanie czynników przyspieszających bądź spowalniających proces starzenia się.

W etiopatogenezie dolegliwości związanych z wiekiem wyróżnia się długotrwałą ekspozycję na czynniki ryzyka, takie jak: niewłaściwe odżywianie się [7], palenie tytoniu [8], oddziaływanie stresu psychicznego i fizycznego [9], nadciśnienie [10] i zakażenia [11].

Narząd słuchu podlega procesowi starzenia się, a utrata słuchu jest czwartym w częstości występowania schorzeniem geriatrycznym po upadkach, nietrzymaniu moczu, utracie wzroku. Ołędzenie i depresja starcza zamykają ciąg schorzeń wieku podeszłego określanych mianem „wielkich problemów geriatrycznych” [12, 15].

Stanem pośrednim pomiędzy zmianami obserwowanymi w procesie starzenia się, a zaburzeniami spełniającymi kryteria rozpoznania ołędzenia są zaburzenia funkcji poznawczych. Upośledzeniu funkcji kognitywnych zwykle towarzyszy, a czasami poprzedza je osłabienie kontroli nad motywacją, reakcjami emocjonalnymi, zachowaniem się w grupie społecznej. Rozpoznanie wstępne zaburzeń poznawczych obejmuje Test Upośledzenia Funkcji Poznawczych zwany inaczej Krótką Skalą Oceny Stanu Psychicznego (MMSE – *Mini-Mental State Examination*). Podstawowym *medium* umożliwiającym przeprowadzanie MMSE jest konwersacja prowadzona pomiędzy psychologiem klinicznym lub lekarzem geriatrą a osobą badaną. Przeprowadzający test zadaje pytania (Test MMSE w aneksie), odpowiedzi pacjenta są wynikiem poprawnego odbioru, toku myślenia i dalej analizy stawianych pytań. Poprawne słyszenie pacjenta jest warunkiem poprawności wykonania testu MMSE i wpływa na otrzymane wyniki. Wynik liczbowy testu określa ogólny poziom możliwości poznawczych osoby badanej. Interpretacja uzyskanych wyników testu odpowiednio sugeruje obecność procesu ołędzeniowego i wskazuje na konieczność podjęcia dalszych badań diagnostycznych, albo też ich wykluczenie.

Narząd słuchu jest narządem zmysłu, który zapewnia komunikację werbalną człowieka z otoczeniem i dzięki temu umożliwia aktywną egzystencję. Złożoność procesów neurofizjologicznych warunkujących porozumiewanie się człowieka w wymiarze społecznym, implikuje współpracę w wymiarze praktycznym, dotyczącą: profilaktyki, diagnostyki, leczenia i rehabilitacji. Rozwój medycyny i rozwój akustyki pozwala na wykorzystanie najnowszych rozwiązań technicznych do wspomagania słyszenia u osób z niedosłuchem i pozwala na utrzymanie komfortu komunikacji międzyludzkiej osób w podeszłym wieku [16].

W ciągu ostatnich lat zaobserwowano widoczny rozwój programów naukowych dotyczących jakości życia uwarunkowanej zmianami stanu zdrowia HRQOL (*Health Related Quality of Life*). Zainteresowanie tą problematyką wynika z przyjęcia modelu medycyny

holistycznej, który w przeciwieństwie do medycyny biotechnicznej, zakłada kompleksowe podejście do człowieka chorego. W medycynie jakość życia nawiązuje do definicji „zdrowia” zaproponowanej przez WHO (*World Health Organisation*), zgodnie z którą „zdrowie” określano jako stan pełnego psychicznego i społecznego samopoczucia, a nie tylko brak choroby [17].



## 2. Wstęp

### 2.1. Fizjologiczne słyszenie

Słyszenie to zjawisko zmysłowe powstające w korze mózgowej, dla którego bodźcem jest fala akustyczna, a receptory zmysłu słuchu są zlokalizowane w uchu wewnętrznym [18]. Istota percepcji słuchowej leży w komórkach receptorycznych przetwarzających energię bodźca akustycznego w potencjały czynnościowe [19].

Ciało pierwszego neuronu drogi słuchowej zlokalizowane jest w kanale spiralnym wrzecionka. Przełączenie na drugi neuron następuje w jądrach ślimakowych brzusznych i grzbietowych położonych na granicy mostu i rdzenia przedłużonego. Trzeci neuron drogi słuchowej to położone w móście jądro ciała czworobocznego, jądro oliwki górnej, jądro wstęgi bocznej, oraz jądro wzgórka dolnego blaszki czworaczej w śródmózgowiu. W zespole oliwki górnej dochodzi do skrzyżowania dźwięków z obu uszu [20].

Czwarty neuron to położone w międzymózgowiu: jądro ciała kolankowatego przyśrodkowe zwane ośrodkiem podkorowym słuchu. Wypustki jądra dochodzą przez część pozasoczewkową torebki wewnętrznej, tworzą promienistość słuchową i dochodzą do pierwszorzędnego ośrodka korowego słuchu tj. zakrętów skroniowych poprzecznych Heschla [20].

Współdziałanie neuronów drogi słuchowej podlega zjawisku konwergencji i dywergencji. W drodze słuchowej zakodowane zostają: częstotliwość, natężenie i okresowość sygnału akustycznego [21].

W części przyśrodkowej tworzy siatkowatego pnia mózgu przebiega tzw. niespecyficzna droga słuchowa prowadząca informacje akustyczne od jąder ślimakowych do ośrodków korowych. Układ słuchowy charakteryzuje się systematyczną lokalizacją częstotliwościową, czyli organizacją tonotopową, obserwowaną na każdym poziomie od receptora do kory mózgowej w zakręcie skroniowym górnym [22].

W polach kojarzeniowych kory mózgowej zachodzą procesy poznawczego przetwarzania informacji na najwyższym poziomie. Dla ośrodkowego przetwarzania informacji werbalnych najważniejsze jest pole kojarzeniowe skroniowo – ciemieniowo – potyliczne, w którym informacje zmysłowe, somatosensoryczne, słuchowe i wzrokowe są integrowane z pamięcią [22].

## 2.2. Fizjologiczne starzenie się narządu słuchu (*presbyacsis*)

*Presbyacsis* jest to określenie niedosłuchu spowodowanego procesem starzenia się narządu słuchu [17]. Procesy starzenia się są nieodwracalne i dotyczą struktur ucha zewnętrznego, środkowego, wewnętrznego oraz dalszych centralnych odcinków drogi słuchowej. Dlatego mogą przejawiać się częściowo upośledzeniem słuchu typu odbiorczego, przewodzeniowego i centralnego. W uchu zewnętrznym w wieku podeszłym dochodzi do zmian atroficznych skóry, nadmiernego owłosienia kanału słuchowego zewnętrznego. W uchu środkowym dochodzi do utraty elastyczności błony bębenkowej, jej zwłóknienia, obecności zbliznowaceń lub płytek wapniowo – hialitowych, do zmniejszenia ruchomości w stawach kosteczek słuchowych, usztywnienia płytki strzemiączka, zmian atroficznych wyściółki jamy bębenkowej, zwióznienia ścian trąbki słuchowej [23].

W ciągu ostatnich 150 lat przedstawiono wiele teorii i prac na temat głuchoty starczej ze zmianami zlokalizowanymi w uchu wewnętrznym czyli upośledzeniem słuchu typu odbiorczego. Według Schuknechta oraz Sercera [24, 25] upośledzenie słuchu w wieku starczym jest spowodowane nawarstwieniem kostnym w obrębie dna przewodu słuchowego wewnętrznego wskutek rozrostu kości w tym wieku, doprowadzającego do mechanicznego zaciskania włókien i zaniku nerwu ślimakowego.

Z kolei Bouche [26] zwrócił uwagę na znaczenie zaburzeń gospodarki tłuszczowej w powstawaniu głuchot. Z badań Pruszewicza i in. [27] wynika, że spośród 5 frakcji lipidowych najczęściej stwierdzano podwyższony poziom cholesterolu oraz trójglicerydów. Hiperlipidemia może być czynnikiem ryzyka w nasileniu *presbyacsis*.

Nadal w Polsce obowiązuje, zaproponowany przez Schuknechta i Gacka [24] podział głuchoty starczej na cztery postacie:

- **czuciowa** (ślimakowa), charakteryzuje się głównie ubytkiem słyszenia tonów wysokich;
- **nerwowa**, która występuje u osób z zaburzeniami zrozumienia mowy przy postępującym spadku ostrości słuchu, a więc u badanych pacjentów występują zmiany w zwoju spiralnym, zanik włókien nerwu słuchowego oraz zmiany we wszystkich neuronach drogi słuchowej aż do korowych ośrodków słuchu;
- **metaboliczna**, uwarunkowana biofizycznymi i biochemicznymi defektami ucha wewnętrznego. Komórki prążka naczyniowego zawierają duże ilości enzymów utleniających niezbędnych do prawidłowego metabolizmu glukozy, dostarczającej energię w celu prawidłowego funkcjonowania ślimaka;

- **mechaniczno-naczyniowa**, w której dominują zaburzenia w ukrwieniu pęczka naczyniowego, więzadła spiralnego i inne zaburzenia naczyniowe powodujące upośledzenie słuchu.

### 2.2.1. Skutki komunikatywne ubytku słuchu u osób starszych

U 1/3 ludzkości powyżej 65. roku życia zaobserwowano zaburzenia narządu słuchu [28]. Osoba w podeszłym wieku zgłasza upośledzenie słuchu, ograniczone zrozumienie słyszalnych wyrazów oraz szumy uszne [29, 30]. Niewielki przyrost głośności mowy jest już odbierany jako dyskomfort, mimo, że wcześniejsze zwiększanie głośności nie poprawiało zrozumienia mówionych wyrazów. Mamy wtedy do czynienia ze zjawiskiem *recruitmentu* [19].

Obrębowski [31] zalicza *recruitment* do fenomenu psychoakustycznego. Przez zjawisko wyrównania głośności rozumie się zaburzenie wzajemnego stosunku między poziomem natężenia odczucia słuchowego (głośnością) a poziomem fizycznym natężenia bodźca akustycznego, który wywołał to wrażenie. Zjawisko to jest związane z funkcją ślimaka i prawdopodobnie ze zniszczeniem komórek rzęsatych w narządzie Cortiego, a zwłaszcza upośledzeniem funkcji komórek rzęsatych zewnętrznych.

Wraz z wiekiem występuje też tendencja do pogorszenia zdolności lokalizacji dźwięków, co ma znaczenie przy samodzielnym poruszaniu się w miejscach publicznych. W wieku podeszłym obserwuje się też nasilenie zjawiska zmęczenia słuchowego, czyli wydłużenia czasu powrotu progu słyszenia do wyjściowego poziomu po zakończeniu oddziaływania hałasu [15].

Według Gierka [32] w życiu codziennym osoby w podeszłym wieku słyszą lepiej dźwięki niskie niż wysokie. Podaje się, że przeciętny ubytek słuchu związany z wiekiem pogłębia się o około 0,3 dB dla tonów niższych do 1000 Hz, a dla tonów wyższych 1-1,2 dB w ciągu każdego roku życia [33].

#### 2.2.1.1. Problem dyskryminacji mowy

Niedosłuch u osób starszych w głównej mierze wskazuje na problem obniżenia poczucia zrozumiałości mowy, szczególnie na tle sygnałów zakłócających, osoby te słyszą mowę, ale jej nie rozumieją [34].

Według Obrębowskiego [22] sygnał mowy jest naturalnym bodźcem dla układu słuchowego człowieka, który w rozwoju filogenetycznym został przygotowany morfologicznie i czynnościowo tak do odbioru jego treści informacyjnych, jak też do zrozumienia ich w złożonych procesach przetwarzania.

Zaburzenia ośrodkowego przetwarzania bodźca słuchowego (CAPD – *Central Auditory Processing Disorders*) zostały zdefiniowane pod koniec lat 90. XX wieku przez ekspertów *Speech, Language and Hearing Association* (ASHA) jako jednostka chorobowa [22,35].

CAPD jest to zauważalne zaburzenie jednego lub więcej ośrodkowych mechanizmów słuchowych, takich jak:

- lokalizacja i lateralizacja dźwięku;
- dyskryminacja słuchowa;
- rozpoznawanie cech wzorców słuchowych;
- czasowe aspekty słyszenia (różnicowanie czasowe, maskowanie czasowe, integracja czasowa, porządkowanie w czasie);
- zdolność rozpoznawania konkurujących sygnałów akustycznych;
- zdolność rozpoznawania zniekształconego sygnału akustycznego.

Powyższa definicja ośrodkowych zaburzeń procesów przetwarzania słuchowego według Musieka i Chermaka [35] uwzględnia udział czynników psychofizycznych zależnych od uwagi oraz dotyczy sygnałów słuchowych słownych jak i niewerbalnych.

Jak podaje Obrębowski i in. [22] w roku 2000 grupa naukowców i klinicystów zaproponowała zmianę nazwy tej grupy zaburzeń z CAPD na ADP (*Auditory Processing Disorder*) ze względu na możliwość wystąpienia zaburzeń w przetwarzaniu bodźca słuchowego już na poziomie peryferyjnym. Miano zaburzeń ośrodkowych procesów przetwarzania słuchowego (CAPD) podkreślało lokalizację procesów przetwarzania słuchowego w strukturach ośrodkowego układu nerwowego.

Pogorszenie zrozumienia mowy wzrasta wraz ze wzrostem tła akustycznego. U osób starszych obserwuje się znaczne pogorszenie zrozumienia mowy w hałasie, przy współlistnieniu wielu źródeł dźwięku, tzw. efekt *cocktail party* [34].

Według Grodzickiego [36] zjawiska te sprawiają, że upośledzenie słuchu stanowi istotny problemem ludzi w podeszłym wieku. Prowadzi to do zaburzeń w komunikowaniu się, a w skrajnych sytuacjach utrudnia proces opieki i pielęgnacji, powoduje obniżenie stymulacji intelektualnej poprzez unikanie kontaktów z ludźmi, utratę zainteresowań, abulję.

Konsekwencją problemu jaki wynika z braku zrozumiałości mowy jest problem natury psychologicznej pacjenta. Według Cummingsa i in. [37] osoba z niedosłuchem w kontakcie

z osobą dobrze słyszącą, obawia się, że nie zrozumie co do niej jest mówione. Natomiast słyszący obawia się, że nie zostanie zrozumiany i nie będzie umiał zaradzić złej komunikacji. Dla jednej i drugiej strony jest to sytuacja stresująca. Izolację komunikacyjną pogłębia również fakt, iż wszędzie w życiu społecznym występuje głównie informacja foniczna. Jest bardzo mało sygnałów informacyjnych oddziałujących pozasłuchowo w obiektach publicznych, mediach, kinach, teatrach, lotniskach, środkach komunikacji miejskiej. W konsekwencji osoby z niedosłuchem stają się zobojętniałe, wyalienowane, apatyczne, ze skłonnościami do depresji. Rozpoczynają życie we własnym świecie i izolują się od informacji.

### 2.2.1.2. Problem szumów usznych

Szum uszny wg Jastreboffa [38] jest poczuciem dźwięków prostych przy braku zewnętrznych bodźców akustycznych. Może on być wynikiem zmian chorobowych toczących się w obrębie drogi słuchowej, jak również w innych, niekiedy dość odległych strukturach anatomicznych. W 90% szumowi usznemu towarzyszy niedosłuch, nie zawsze zauważony przez chorego [39].

Z badań przeprowadzonych w Polsce na przełomie 1998/1999r., przez Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu wynika, że szumy uszne odczuwa co piąty dorosły Polak (powyżej 18. roku życia), natomiast stałe szumy uszne ma około 5% naszej populacji [40]. Częstość występowania szumów usznych rośnie z wiekiem, a szumy przemijające mają z czasem tendencję do przechodzenia w szumy o charakterze stałym. Wśród osób w wieku 55-74 lat stałe szumy uszne ma co dziesiąty Polak, a wieku 75 lat i więcej już co piąty Polak [40].

Według Śliwińskiej-Kowalskiej [41] bardzo istotnym elementem wpływającym na zwiększenie ryzyka ujawnienia się szumów usznych jest narażenie na hałas (przemysłowy, uliczny, muzyczny, w trakcie strzelania i detonacji). Czynniki predysponującymi do szumów usznych są też choroby społeczne, takie jak miażdżyca, nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, niedokrwistość i niedoczynność tarczycy [42].

Według Zennera [43] szumy uszne dzielimy na: szumy subiektywne (95%) i obiektywne rzekome (znacznie rzadziej spotykane), a przyczyny można uszeregować dla poszczególnych struktur anatomicznych narządu słuchu:

#### 1. Ucho zewnętrzne

- procesy obturujące przewód słuchowy zewnętrzny (woskowina, ciało obce, kostniak, wady wrodzone)

## 2. Ucho środkowe

- procesy zapalne z zajęciem trąbki słuchowej lub wysiękiem w jamie bębenkowej,
- otoskleroza,
- stany pooperacyjne.

## 3. Ucho wewnętrzne

- uszkodzenie ślimaka w przebiegu chorób krążeniowych, metabolicznych, niedokrwistości i hormonalnych,
- uraz głowy ze wstrząśnieniem błędnika,
- uraz akustyczny,
- ototoksyczne działanie leków,
- choroba Meniere'a,
- nagła głuchota idiopatyczna,
- szkodliwe czynniki, tj. nikotyna, alkohol, metale ciężkie,
- procesy wirusowe i bakteryjne, tj. świnka, grypa, szkarlatyna.

## 4. Nerw słuchowy

- nerwiak,
- konflikt naczyniowo nerwowy,
- zapalenie opon mózgowych.

## 5. Wyższe piętra drogi słuchowej

- głuchota starcza,
- choroby demielinizacyjne i destrukcyjne,
- guzy mózgu.

Według Jestroboffa i in. [38] pod względem objawowym szumy subiektywne są bardzo różne, porównywane są od dźwięku tonalnego, do intensywnego szumu różowego i białego. Częstotliwość szumu jest bardzo różna ale w 80% jest wyższa od 2000 Hz. Szumy o częstotliwościach niskich występują najczęściej w zaburzeniach słuchu typu przewodnictwa (otoskleroza oraz choroba Meniere'a). Natomiast szumy o wyższych częstotliwościach spotykane są zazwyczaj w uszkodzeniach słuchu typu odbiorczego, zwłaszcza pozaślimakowego. Szumy subiektywne określane są przez chorych jako świsty, ćwierkanie, dzwonięcie, gwizdy, „szum morza”, szum muszli, bulgotanie, pukanie, dudnienie, wycie, tętnienie, itp. [42].

Subiektywne szumy uszne stanowią bardzo częstą dolegliwość wśród populacji osób, narastającą z wiekiem. Przyjmuje się, że do ich występowania dochodzi na skutek

uszkodzenia struktur ucha wewnętrznego, a badania audiologiczne wskazują na obniżenie sprawności narządu słuchu u prawie wszystkich chorych z szumami usznymi [38].

Leczenie szumów usznych obiektywnych pochodzenia naczyniowego i mechanicznego może być chirurgiczne, operacyjne bądź farmakologiczne [42]. Leczenie szumów usznych subiektywnych jest bardzo złożone ze względu na trudności w ustaleniu przyczyny ich wystąpienia i może obejmować: leczenie farmakologiczne, protezowanie, psychoterapię, leczenie habituacyjne [44].

Patomechanizm powstawania szumów usznych nie został do tej pory wyjaśniony, choć jest wiele hipotez mówiących zarówno o patofizjologii obwodowego układu słuchowego, jak i zmianach w ośrodkowym układzie słuchowym.

Obecnie najbardziej aktualna wydaje się hipoteza podkreślająca, że do powstania i percepcji szumów usznych niezbędne są dwa czynniki:

1. uszkodzenie lub dysfunkcja drogi słuchowej, w wyniku której następuje redukcja lub brak dopływu informacji do centralnych ośrodków słuchowych. Prowadzi to do zwiększonej aktywności spoczynkowej kory słuchowej, która może być odczytana jako szum uszny, a także do zwiększonej aktywności ośrodka limbicznego i kory przedczołowej [46, 47].
2. Zmniejszona zdolność ośrodkowego układu nerwowego do wyeliminowania nieprawidłowego sygnału [48, 49].

Model neurofizjologiczny Jastreboffa [38], wskazuje na istotną rolę innych oprócz ślimaka, struktur układu nerwowego w procesie generacji, detekcji, percepcji szumów usznych. Jak wykazuje autor, szumy uszne mogą powstawać w wyniku nie zrównoważonej aktywności neuronów typu I i II, wynikającej z dysharmonicznego zniszczenia komórek rzęsatych zewnętrznych i wewnętrznych. Nowa, niespotykana aktywność neuronalna zostaje wykryta przez OUN i porównana z istniejącymi wzorcami dźwiękowymi. Szumy uszne wzbudzają niepokój, lęk, zatem zostaje pobudzony układ limbiczny odpowiedzialny za te emocje. Pobudzony może zostać układ autonomiczny odpowiedzialny za reakcje obronne. Współdziałanie i zaangażowanie tych układów decyduje o dokuczliwości szumów usznych. Terapia TRT oparta na modelu Jastreboffa zmierza do habituacji szumów usznych za pomocą generatorów szumu. Szumy uszne mają stać się obojętne, bez znaczenia emocjonalnego i jak najmniej uświadamiane przez pacjenta. W nowoczesnej terapii TRT, gdzie prócz szumów usznych zostaje zdiagnozowany niedosłuch, stosuje się u pacjentów aparaty słuchowe bądź aparaty słuchowe łączone z generatorem szumu. [42]

Do metod fizjoterapeutycznych stosowanych do leczenia szumów można zaliczyć: elektrostymulację, biostymulację laserową, tlenoterapię, metodę TMS – przedczaszkową stymulację magnetyczną, magnetostymulację wolnozmiennymi polami magnetycznymi [45].

W modelu Rauscheckera [48] ważną rolę odgrywa układ limbiczny w filtrowaniu sygnałów szumów dochodzących do kory słuchowej. Uszkodzenie lub dysfunkcja komórek słuchowych, w wyniku której następuje redukcja bądź brak dopływu informacji do centralnych ośrodków słuchowych, prowadzi do zwiększonej aktywności kory słuchowej, która może być odczytana jako sygnał szumów usznych, a także do zwiększonej aktywności ośrodków układu limbicznego i kory przedczołowej.

W modelu psychologicznym zapoczątkowanym 1984r. przez Hallama [50] podkreśla się znaczenie sytuacji stresowej i emocjonalnej w powstawaniu szumów usznych. W wywiadzie medycznym i psychologicznym niektórzy pacjenci kojarzą z uwagi na zbieżność w czasie powstanie szumów usznych z okresem zwiększonego stresu. Często na przykład wskazują, że szumy pojawiły się po przeciążeniu organizmu długotrwałym i nadmiernym zmęczeniem lub napięciem emocjonalnym. Silne napięcie emocjonalne może przyczyniać się do generacji szumów usznych poprzez wzmocnienie sygnału na drodze słuchowej.

### 2.3. Demencja starcza

Postępujące starzenie się społeczeństw jest jednym z czynników warunkujących coraz częściej stwierdzane zaburzenia funkcji poznawczych i zespoły otępienne. W XX wieku średnia długość życia zwiększyła się dwukrotnie. Na początku XXI wieku otępieniem było dotkniętych ponad 24 miliony osób na świecie. Według Ferriego i in. [51] szacuje się, że ta liczba będzie się podwajać z każdym 20-leciem przekraczając 80 milionów w 2040 roku.

Otępienie stanowi poważny problem kliniczny nie tylko ze względu na częstotliwość występowania, ale również z uwagi na konieczność diagnostyki, terapii i opieki nad pacjentem. Demencja powoduje postępujące upośledzenie stanu funkcjonalnego i znacząco wpływa na obniżenie jakości życia osób starszych we wszystkich jego wymiarach. Dlatego otępienie znajduje się w centrum zainteresowania coraz większej grupy badaczy oraz grupy specjalistów: geriatrów, psychiatrów, neurologów i neuropsychologów.

Najczęstszą przyczyną otępienia we współczesnym świecie jest choroba Alzheimerera (AD – *Alzheimer Disease*). Powoduje ona połowę przypadków demencji [51].



Zgodnie ze światową definicją Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) [52] otępienie jest zespołem spowodowanym chorobą mózgu zwykle o charakterze przewlekłym i postępującym, w którym zaburzone są wyższe funkcje korowe (funkcje poznawcze), takie jak: pamięć, myślenie, orientacja, liczenie, rozumienie, zdolność uczenia się, język i ocena.

Według WHO [53] aby rozpoznać zaburzenia otępienne, należy stwierdzić upośledzenie sprawności intelektualnej w zakresie przynajmniej dwóch funkcji poznawczych (zawsze występują zaburzenia pamięci), które powodują pogorszenie się funkcjonowania chorego w życiu codziennym i utrzymują się przynajmniej przez okres 6 miesięcy.

Według Szczudlika [54] upośledzenie zdolności poznawczych może również wystąpić w przebiegu innych schorzeń, głównie depresji i delirium (których stwierdzenie powinno skłaniać do odroczenia diagnozy otępienia), ale także chorób internistycznych (niewydolność serca, cukrzyca) wpływających na funkcję ośrodkowego układu nerwowego.

Według Gabyelewicza [55] mianem łagodnych zaburzeń poznawczych (MCI – *Mild Cognitive Impairment*) określa się niehomogenną grupę różnorodnych zaburzeń funkcji poznawczych, które nie wpływają na wykonywanie codziennych czynności. Pogarsza się aktywność złożona, a w związku z tym także jakość życia. Łagodne zaburzenia poznawcze traktuje się obecnie jako stan przejściowy pomiędzy prawidłowym starzeniem ośrodkowego układu nerwowego a demencją. Jednak nie u każdej osoby z MCI rozwinie się otępienie.

Według Petersena [56] prawidłowe rozpoznanie zaburzeń funkcji poznawczych jest pierwszym krokiem w kierunku pogłębienia diagnostyki i wdrożenia terapii otępienia. Takie postępowanie jest podyktowane oczywistymi korzyściami wpływającymi z wczesnego leczenia choroby Alzheimera. Niewłaściwe rozpoznanie głębokości MCI niesie skutki socjalne. *Presbycusis* może być wynikiem wpływającym na postawienie niewłaściwej diagnozy.

### 2.3.1. Testy MMSE – Mini-Mental State Examination

W diagnostyce otępienia według Barcikowskiej [57] istotne znaczenie ma badanie neuropsychologiczne, którego zasadniczym celem jest ocena aktualnego poziomu aktywności poznawczej oraz charakterystyka przebiegu poszczególnych procesów poznawczych.

Najbardziej rozpowszechnionym testem wykorzystywanym w diagnostyce otępienia jest opracowany przez Folsteinów [58] Test Upośledzenia Funkcji Poznawczych zwany inaczej Krótką Skalą Oceny Stanu Psychicznego (MMSE – *Mini-Mental State Examination*).

Skala ta składa się z następujących elementów oceniających:

1. Orientację allopsychiczną
2. Zapamiętywanie wyrazów
3. Uwagę i liczenie
4. Przypominanie po odroczeniu
5. Funkcje językowe
6. Wykonywanie poleceń
7. Pisanie ze słuchu
8. Praktykę konstrukcyjną wykonawczą.

Punkty są przyznawane za prawidłowe odpowiedzi i wykonanie zadań. Maksymalny wynik do uzyskania wynosi 30 punktów. Rezultat poniżej 24 pkt sugeruje obecność procesu otępiennego, wynik 24-27 pkt wskazuje na zaburzenia funkcji poznawczych bez otępienia (MCI), a za normę uznaje się wynik 28-30 pkt.

Według Barcikowskiej [59] w codziennej praktyce przyjęło się uważać wartość 24 punkty za granicę „prawidłowego” testu MMSE i wskazanie do konieczności podjęcia dalszych badań diagnostycznych. Do wysokiego ryzyka rozwoju otępienia należą pacjenci z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi (MCI) dlatego zaleca się prawidłowe wykonanie testu MMSE w celu wczesnego wykrywania i monitorowania osób z MCI.

**Jak z przedstawionego wyżej opisu wyniku, przeprowadzenie testu MMSE staje się możliwe dzięki niezaburzonej konwersacji pomiędzy osobą wykonującą test tj. psychologiem klinicznym lub lekarzem geriatrą a pacjentem z podejrzeniem choroby otępiennej.**

**Tym samym wyraźniej zarysowany zostaje problem badawczy podjęty przeze mnie w dysertacji. Zdałam sobie bowiem sprawę z tego, iż nierozpoznanie *presbyacusis* może wpłynąć znacząco na wynik testu MMSE, co więcej wynik testu może dostarczyć fałszywych przesłanek dla formowania błędnej oceny stanu demencji. Zatem, jeśli niedosłuch podda się zaprotezowaniu za pomocą dostępnych metod rehabilitacji opartych na aparatach słuchowych, to diagnostyka otępienia przynieść może bardziej wiarygodne wyniki.**

## 2.4. Możliwość rehabilitacji słuchu

Stosowane jest kilka sposobów rehabilitacji pacjentów z niedosłuchem w wieku podeszłym [19, 60]. Najczęściej wymieniane to:

- aparat słuchowy na przewodnictwo powietrzne;
- aparat słuchowy na przewodnictwo kostne;
- BAHA (*Bone Anchored Hearing Aid*);
- implant ślimakowy.

### 2.4.1. Aparaty słuchowe

Pierwszym aparatem słuchowym, używanym jako wzmocnienie dźwięków była tuba. Tuby najczęściej wykonywane były z drewna lub kości (poroża) jeleni. W późniejszych czasach ok. XVII wieku tuby montowano na stałe np. na stołach albo w fotelach [45].

Przełomu w budowie aparatów słuchowych dokonał w roku 1870 Aleksander Graham Bell, który miał niedosłyszącą żonę Mabel Hubbard. Teść Bella był bardzo zamożnym człowiekiem i gdy dowiedział się o pomysłe skonstruowania elektrycznego wzmacniacza słuchu, sfinansował badania. W ich wyniku Bell opatentował głośnik i mikrofon [61].

W ten sposób powstał telefon, który stał się niezbędnym elementem życia XX i XXI wieku. Wynalazek Bella zapoczątkował dalsze badania nad wynalezieniem aparatów słuchowych:

- 1902r. – wynaleziono pierwszą elektroniczną pomoc słuchową,
- 1953r. – powstał aparat tranzystorowy,
- 1977r. – pierwsze próby połączenia technologii analogowej i cyfrowej w aparacie słuchowym,
- 1986r. – pierwszy aparat analogowy ze zintegrowanym procesorem cyfrowym.

Aparaty słuchowe są obecnie bardzo zaawansowanymi urządzeniami elektronicznymi. W dzisiejszym świecie producenci prześcigają się w miniaturyzowaniu tych urządzeń, aby były one jak najmniejsze, przy zachowaniu jak największej mocy wzmocnienia sygnału dźwiękowego. Oprócz odpowiedniego typu aparatu słuchowego można wybrać ulubiony kolor obudowy czy dobrać jak najlepszy program słyszenia [62].

### 2.4.2. Aktualnie użytkowane aparaty słuchowe

Ze względu na sposób obróbki dźwięku aparaty słuchowe dzielimy na:

- aparaty słuchowe cyfrowe,
- aparaty słuchowe analogowe.

Ze względu na kształt aparaty słuchowe dzielimy na:

- zauszne: BTE – Behind The Ear, OTE – Openfit behind The Ear, RIC – Receiver In the Canal
- wewnętrzne,
- wewnątrzkanalowe.

### **Cyfrowy aparat słuchowy**

Cyfrowe przetwarzanie dźwięku polega na zamianie fali dźwiękowej docierającej do mikrofonu na postać cyfrową – czyli w ciąg cyfr kodujących głośność i barwę dźwięku w danym momencie. Taki sposób obróbki dźwięku jest bardzo dokładny i co najważniejsze – nie powoduje istotnej straty jakości sygnału [63].

Cyfrowy aparat słuchowy składa się z mikrofonu, tzw. przetwornika analogowo-cyfrowego (A/C), procesora sygnałowego (DSP) oraz przetwornika cyfrowo-analogowego (C/A) i słuchawki. Dźwięk, który jest odbierany przez mikrofon jest zamieniony na postać analogową, a następnie przetwornik analogowo-cyfrowy przetwarza go na sygnał cyfrowy. W kolejnym kroku procesor dokonuje obróbki operując już tylko na liczbach (czyli cyfrowej postaci dźwięku), tutaj zostaje on wzmocniony i zmodyfikowany zgodnie z programem – czyli algorytmem przetwarzania sygnału (na przykład zostają bardziej wzmocnione częstotliwości odpowiadające mowie ludzkiej). Na koniec przetwornik cyfrowo-analogowy zamienia sygnał cyfrowy z powrotem na analogowy, a następnie sygnał elektryczny trafia do słuchawki gdzie zamienia się na falę dźwiękową [62].

Jedną z form aparatu słuchowego cyfrowego jest aparat zauszny, który współpracuje ze słuchawką znajdującą się poza obudową aparatu słuchowego. Rozwiązanie tego typu nosi nazwę RIC (Receiver In the Canal) i umożliwia w aparatach małej wielkości uzyskiwanie dużego wzmocnienia. W aparatach typu RIC słuchawka umieszczana jest bezpośrednio wewnątrz kanału słuchowego pacjenta, co pozwala zminimalizować prawdopodobieństwo powstawania sprzężenia zwrotnego w przypadku konieczności zastosowania dużego wzmocnienia [61]. Według Gołębiowskiego sam efekt sprzężenia zwrotnego może być dla pacjenta na tyle dokuczliwy, że może doprowadzić do odrzucenia aparatu słuchowego. [63]

### 2.4.3. Inne rozwiązania techniczne wspomagające słyszenie

#### **Aparat słuchowy kostny. Aparat BAHA**

U niektórych pacjentów zastosowanie aparatu słuchowego na przewodnictwo powietrzne jest niemożliwe lub przeciwwskazane w przypadkach zmian obustronnych w postaci:

- wrodzonego niedorozwoju lub zrośnięcia przewodów słuchowych zewnętrznych,
- przewlekłego zapalenia ucha z nawracającym ropotokiem, bez satysfakcjonującego leczenia otologicznego,
- dużych pooperacyjnych jam, często ropiejących, których nie udaje się zaprotezować,
- zmian egzogennych skóry przewodów słuchowych zewnętrznych lub jej alergicznej nadwrażliwości na materiał wkładek usznych [64].

Przy tego rodzaju schorzeniach konieczne jest zastosowanie wibratora kostnego w formie aparatu słuchowego kostnego założonego na pałąku, elastycznej opasce lub znajdującego się w oprawkach okularów [48].

Zjawisko przewodzenia kostnego w najprostszy sposób można opisać jako przenoszenie sygnału akustycznego środowiska do receptora, poprzez pobudzenie do drgań elementów kostnych czaszki [22].

Idea wibratora kostnego polega na odbieraniu dźwięku z otoczenia przez mikrofon, transformowany do postaci elektrycznej, następnie odpowiednio przetwarzany przez procesor, aby w rezultacie, poprzez element wyjściowy, jakim jest elektromagnetyczny przetwornik drgający pobudzić do drgań układ kostny [65].

W 1925r. Fryderyk Kranz z Genewy opatentował pierwszy wibrator kostny umieszczony w lornetce, którą użytkownik przykładał do kości w okolicy skroniowej, pomiędzy brwiami a małżowiną uszną. W kolejnych wersjach wibrator mocowano na pałąku, by stymulował okolicę wyrostka sutkowatego [61].

Aparat słuchowy na przewodnictwo kostne stwarza niejednokrotnie pacjentowi szereg niedogodności w postaci: gorszej jakości odbieranych dźwięków, bólu wywołanego odczynem zapalnym drażnionej przez niego skóry, dużych rozmiarów i słabego umiejscowienia aparatu na wyrostku sutkowatym [22].

Powyższe problemy techniczne i estetyczne stały się bodźcem do opracowania metod zakotwiczenia aparatu słuchowego bezpośrednio w kości skroniowej. Metoda oparta jest na wykorzystaniu zjawiska osteointegracji (tzw. system Branemarka), wykorzystywanej w praktyce stomatologicznej czyli zrastaniu się tytanu z kością [66].

W kwalifikacji do aparatu BAHA przyjmowane są następujące kryteria audiologiczne: ubytek przewodnictwa kostnego nie może przekraczać średnio 60 dB HL, rezerwa ślimakowa przynajmniej 15 dB HL, stopień dyskryminacji mowy lepszy niż 60% [67].

Zakotwiczany na implancie kostnym aparat słuchowy BAHA ma minimalne wymiary 3-4 mm i średnice 4,5 mm [64].

System BAHA to system częściowo wszczepialny, penetrujący skórę. Składa się z implantu umieszczanego chirurgicznie w kości wyrostka sutkowatego za uchem, złącza oraz

zewnętrznego procesora. Procedura dopasowania procesora wiąże się z ustawieniem parametrów pracy w sposób najbardziej optymalny dla pacjenta [68].

### **Implant ślimakowy. Implant pniowy**

Wskazaniem do zastosowaniu implantu ślimakowego jest obustronna głuchota oraz głęboki niedosłuch u chorych niemających poprawy słyszenia po zastosowaniu aparatów słuchowych [69].

U osób dorosłych wskazaniem jest głuchota nabyta, a u dzieci głuchota wrodzona lub wcześniej nabyta [22].

System implantu ślimakowego jest elektroniczną protezą słuchu, której zasada działania polega na elektrycznej stymulacji neuronów zwoju spiralnego w celu wywołania wrażenia słuchowego [70].

Nowoczesny system wszczepu ślimakowego złożony jest z implantu i procesora mowy. Implant składa się z odbiornika i stymulatora elektrycznego we wspólnej obudowie oraz z wiązki elektrod. Część wewnętrzna jest wszczepiana operacyjnie. Przez elektrody umieszczone w ślimaku, przesyłane są impulsy elektryczne, stymulujące zakończenie nerwu słuchowego. Procesor mowy zastępuje funkcję zdrowego ucha na tyle, na ile pozwala nowoczesne, elektroniczne przetworzenie sygnałów oraz wiedza o procesach słuchowych zachodzących w drodze słuchowej [71].

Porównując drogę sygnału akustycznego w aparacie słuchowym do drogi sygnału akustycznego w implancie można stwierdzić, że w przypadku aparatu słuchowego ma miejsce stymulacja akustyczna, a w przypadku implantu ślimakowego stymulacja elektryczna, na poziomie kory słuchowej dochodzi do wrażenia słuchowego. Badając odpowiedzi z kory słuchowej potwierdzono, że obszar ten może być stymulowany jednocześnie przez bodziec akustyczny i bodziec elektryczny [70].

Procesor łączący funkcję aparatu słuchowego i technologię implantu ślimakowego wprowadzono w 2005r. i nazwano stymulacją hybrydową [72].

Stymulacja słuchu może odbywać się w systemie:

- hybrydowym – w jednym uchu implant CI + aparat słuchowy (może w drugim uchu być założony aparat słuchowy),
- bimodalnym – po jednej stronie implant CI, po drugiej aparat słuchowy [72].

W przypadku gdy głuchota wynika z obustronnego uszkodzenia nerwu słuchowego, możliwe jest zastosowanie implantu pniowego. Wówczas matrycę elektrod implantu pniowego chirurg umieszcza w zachyłku bocznym czwartej komory mózgu, w okolicy jądra ślimakowego brzuszno. Sposób przetwarzania, kodowania sygnału jak i rozwiązania

konstrukcyjne są podobne zarówno w implantach ślimakowych jak i implantach pniowych [61].

### 3. Cele pracy

Celem pracy jest ocena słuchu pacjentów w wieku podeszłym z rozpoznaniem demencji oraz wskazanie możliwości poprawy funkcji poznawczych u tych osób przy rozpoznaniu współistniejącego niedosłuchu.

Celem szczegółowym pracy jest wskazanie wpływu zaprotezowania aparatami słuchowymi chorych z niedosłuchem na możliwość urealnionej oceny funkcji poznawczych mierzonych testem MMSE.

Podjęte i realizowane w pracy doktorskiej cele mają następujący trojaki charakter:

Poznawczy: rozpoznanie stopnia zależności między rozpoznaną demencją a zdolnościami percepcyjnymi pacjentów obniżonymi dysfunkcją słuchu.

Aplikacyjny: wskazanie możliwości poprawy funkcji poznawczych u osób z rozpoznaniem niedosłuchem, uzyskanej dzięki odpowiedniemu zaprotezowaniu aparatami słuchowymi.

Metodyczny: wskazanie na możliwość urealnionej i uwiarygodnionej oceny funkcji poznawczych mierzonych testem MMSE u pacjentów z niedosłuchem zaprotezowanym aparatami słuchowymi

Hipotezy:

W dysertacji sformułowano następujące dwie hipotezy, które w równym stopniu odnoszą się zarówno do metodologii badań medycznych (więc i pośrednio teorii), jak i do empirii (a więc medycznej *praxis*):

1. Zaprotezowanie pacjenta z niedosłuchem aparatami słuchowymi wpływa na poprawę wyniku testu oceniającego czynności kognitywne, przeprowadzonego drogą konwersacji.
2. Zaprotezowanie pacjenta aparatami słuchowymi wpływa na poprawę komunikowania się z pacjentem leczonym z powodu demencji na oddziale geriatrycznym szpitala.



#### 4. Organizacja i materiał badań

Badania przeprowadzono na oddziale Geriatrii Samodzielnego Publicznego Szpitala Klinicznego nr 7 Śląskiego Uniwersytetu Medycznego im. Profesora Leszka Gieca w Katowicach.

Spośród przebadanych 146 osób wyłoniono grupę 61 pacjentów z niedosłuchem w wieku od 74 do 93, z różnym stanem słuchu i różnym poziomem zaburzeń czynności poznawczych. Ostatecznie przedmiotem badań audiologicznych było 122 uszu. Średni wiek pacjentów wyniósł 86 lat. Grupa liczyła 38 kobiet i 23 mężczyzn. Pacjenci zostali podzieleni na dwie grupy wiekowe: poniżej 80 roku życia – grupa A i grupa B – 80 lat i starsi, ze względu na możliwość oceny dynamiki progresji zaburzenia słuchu.

Stan umysłowy oceniany był przez psychologa klinicznego testem *Mini-Mental State Examination*.

Kryterium włączenia do grupy badawczej było następujące:

- hospitalizacja na Oddziale Geriatrii w okresie realizacji programu badawczego,
- uzyskanie zgody pacjenta lub opiekuna po wyjaśnieniu sposobu wykonania i celu badania,
- uzyskanie zgody lekarza odpowiedzialnego za pacjenta lub lekarza kierującego oddziałem na przeprowadzenie badania,
- rozpoznane zaburzeń funkcji poznawczych,
- możliwość oceny ubytku słuchu.

Kryterium wykluczenia z grupy objętej badaniem:

- brak stwierdzenia niedosłuchu u pacjenta,
- brak zaburzeń funkcji poznawczych,
- brak lub wycofanie zgody pacjenta.

## 5. Metodyka badań

Wszystkie badania słuchu i dobór aparatów słuchowych wykonano samodzielnie w Pracowni Audiologicznej Szpitala Klinicznego nr 7 w Katowicach. Ocenę testu *Mini-Mental State Examination* wykonał psycholog kliniczny z Oddziału Geriatrii Szpitala Klinicznego nr 7 w Katowicach.

### 5.1. Ukierunkowany wywiad

Przed rozpoczęciem badań wykonano ukierunkowany wywiad z pacjentem. Ze względu na niecierpliwość pacjenta wywiad ograniczał się do kilku prostych pytań zawartych w karcie wywiadu:

KARTA WYWIADU
Imię i nazwisko: Data urodzenia:
1. Czas trwania niedosłuchu: a) 0-5 lat b) 5-10 lat c) 10-15 lat d) >15 lat
2. Okoliczności wykrycia niedosłuchu:  a) odczucia pacjenta  b) sugestia rodziny  c) zalecenia personelu medycznego
3. W których sytuacjach ma Pan/Pani kłopoty w rozumieniu mowy a) w ciszy b) w hałasie c) przy oglądaniu telewizji
4. Czy był kiedyś stosowany aparat słuchowy

## 5.2. Badanie audiologiczne

Pierwszą czynnością było rozpoznanie stanu słuchu pacjenta. Wykonano następujące badania audiologiczne: otoskopię, badanie akumetryczne, audiometrię tonalną, audiometrię mowy, otoemisję akustyczną, audiometrię impedancyjną.

Przed doborem aparatów słuchowych i oceną czynności poznawczych pacjenta wykonano następujące badania:

## **Otoskopia**

Otoskopię wykonano w celu oceny drożności przewodu słuchowego zewnętrznego. U osób starszych bardzo często przewody słuchowe są zatkane czopem woskowinowym wraz ze złuszczonego naskórkiem, który przed wykonaniem badań należy usunąć [73]. Woskowinę usuwał lekarz laryngolog.

## **Badanie akumetryczne**

Pacjentom wykonano próbę stroikową Webera i Rinnego. Próba Webera pozwoliła orientacyjnie określić, czy słuch jest symetryczny czy niesymetryczny [74]. Próba Rinnego polegała na porównaniu słyszalności stroika na drodze powietrznej i kostnej [74]. U wszystkich pacjentów wykonano próbę Webera i Rinnego stroikiem firmy Rister 512 Hz.

## **Audiometria tonalna**

Celem audiometrycznych badań progowych było określenie u pacjentów:

- rodzaju ubytku słuchu,
- głębokości ubytku słuchu,
- obszaru słyszalności.

Badania audiometryczne zostały wykonane audiometrem Inventis Harp.

Próg przewodnictwa powietrznego był wyznaczany metodą wstępującą, gdzie pacjentom były podawane tony czyste o częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz [22].

Próg przewodnictwa kostnego wyznaczony był metodą wstępującą dla częstotliwości: 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz.

Wartość średnią progu słuchowego i rezerwy ślimakowej wpisywano w zestawienie zbiorcze (aneks) wszystkich wykonanych badań audiologicznych.

## **Audiometria mowy**

Badania audiometrią mowy zostały wykonane za pomocą list artykulacyjnych NLA-93 jednosylabowych wg Pruszewicza, Demenko, Richter, Wiki, w każdym przypadku określając: PWM – próg wykrywania mowy, PR – próg rozumienia mowy, PD – próg dyskryminacji, SD – stopień dyskryminacji. Badania audiometrią mowy zostały wykonane audiometrem Inventis Harp.

### **Otoemisja akustyczna**

Wykonano rejestrację otoemisji akustycznej wywołanej trzaskiem TEOAE oraz produktów zniekształceń nieliniowych DPOAE. Badanie wykonano za pomocą urządzenia Biologic Scout Sport.

### **Audiometria impedancyjna**

Badanie tympanometryczne wykonano przy użyciu mostka impedancyjnego Interacoustics AT 22 oraz rejestrowano odruch z mięśnia strzemiączkowego dla częstotliwości 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz przy czasie trwania bodźca 1 s.

### **5.3. Krótka ankieta dotycząca występowania szumów usznych**

Przeprowadzono z pacjentem krótką ankietę występowania szumów usznych. Zadano dwa pytania dotyczące szumów usznych:

1. Czy występuje szum uszny?
2. Jakimi dźwiękami objawia się szum uszny?

### **5.4. Dopasowanie aparatu słuchowego**

Przy dopasowaniu aparatu słuchowego wykorzystano techniki ustawienia pracy aparatu przy użyciu standardowej procedury: DSL [76], uwzględniając subiektywne odczucie pacjenta oraz kontrolę skuteczności dopasowania protezy słuchowej.

W każdym przypadku obustronnego niedosłuchu zastosowano dobór binauralny aparatów słuchowych zgodnie z zasadą zapobiegania deprywacji słuchowej [75].

U wszystkich pacjentów zastosowano aparaty słuchowe cyfrowe w wersji zausznej typu RIC, gdzie słuchawka umieszczona jest wewnątrz kanału słuchowego pacjenta, Główne zalety aparatów słuchowych cyfrowych RIC wiążą się z precyzją doboru oczekiwanych w procesie kompensacji ubytku słuchu parametrów transmitowanego sygnału akustycznego, a w szczególności efektywnego polepszenia zrozumiałości mowy oraz ze znacznym ograniczeniem sprzężeń zwrotnych, co jest bardzo istotne w przypadku konieczności zastosowania dużego wzmocnienia u pacjenta. [63].

Metodykę doboru, a następnie dopasowania zastosowanych aparatów słuchowych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Ustawienia techniczne aparatu słuchowego

Typ aparatu	RIC
Metoda dopasowania	DSL
Wzmocnienie słuchawki	słuchawka zewnętrzna S do wzmocnienia 45 dB słuchawka zewnętrzna M do wzmocnienia 60 dB słuchawka zewnętrzna P do wzmocnienia 70 dB słuchawka zewnętrzna HP do wzmocnienia 80 dB
Mikrofon	Kierunkowy
Kierunkowe uwydatnienie mowy	TAK
System Redukcji Szumu (SMS)	TAK
System antysprężeniowy	TAK
Program	1
Kanały przetwarzania sygnału	16
Kanały Częstotliwości	16
Kompresja częstotliwości	TAK
Kanały MPO	16

## 5.5. Badanie korzyści z aparatu słuchowego

### 5.5.1. Badanie korzyści za pomocą testów słownych w wolnym polu

Badania skuteczności działania aparatu słuchowego u pacjenta w podeszłym wieku wykonano w wolnym polu słuchowym FF (*Free Field*), zgodnie z polską normą dla sygnału mowy PN-EN ISO 8253-3.

Pierwszy cykl badań rozpoczęto podając z głośników pacjentowi do powtórzenia listę 20 wyrazów jednosylabowych wg Pruszewicza, Demenko, Richter, Wiki, o natężeniu 65 dB SPL, przyjmując ten poziom za średnią wartość sygnału mowy dla języka polskiego.

Po dopasowaniu aparatów słuchowych powtórzono inny cykl 20 wyrazów.

Audiometrię mowy w swobodnym polu akustycznym wykonano lokalizując głośniki 1 m od głowy pacjenta, stosując audiometr Inventis Harp do którego podłączone zostały dwa głośniki Medicom. Użyto również wzmacniacza zintegrowanego z głośnikami Medicom.

### 5.5.2. Badanie poziomu głębokości demencji za pomocą testu MMSE oraz pomiar powtórny po zastosowaniu aparatów słuchowych

U każdego pacjenta, psycholog kliniczny stosował test Mini-Mental State Examination tj. Krótką Skalę Stanu Psychicznego w wersji wg M.F. Folstein, S.E. Folstein, P.R. Mc Hugh rekomendowanej przez interdyscyplinarną Grupę Ekspertów Rozpoznawania Ołepienia Sekcji Psychogeriatry i Choroby Alzheimera PTP w celu zdiagnozowania poziomu głębokości demencji (Mini-Mental State Examination - MMSE1).

Po dopasowaniu aparatów słuchowych i upływie tygodnia noszenia, psycholog powtarzał procedurę diagnostyczną głębokości demencji testem Mini-Mental State Examination (MMSE2)

W ten sposób zbadano czy chory z niedosłuchem uzyska lepszy wynik testu, który będzie adekwatny do rzeczywistego stanu demencji tzn. czy usłyszy lepiej zestaw pytań testu po zaprotezowaniu słuchu.

Za każdą prawidłową odpowiedź na pytanie z testu MMSE pacjent otrzymywał 1 punkt. Maksymalna liczba punktów jaką mógł uzyskać wynosi 30. Oryginalny tekst Testu MMSE zawarto w załączniku 5 (załączniki).

### 5.6. Ankieta oceny personelu medycznego po zaprotezowaniu niedosłuchu u pacjenta

Przeprowadzono krótką ankietę wśród personelu medycznego z Oddziału Geriatrycznego dotyczącą oceny poprawy komunikatywności z pacjentem zaprotezowanym. Pytania i odpowiedzi personelu medycznego zostały zawarte w tabeli 2.

Tabela 2. Ankieta oceny personelu medycznego po zaprotezowaniu niedosłuchu u pacjenta

Pytanie	Odpowiedź				
Czy poprawił się kontakt z pacjentem?	nie	słabo	pół na pół	dobrze	bardzo dobrze
Czy zaobserwowałeś poprawę relacji słownej między pacjentami?	nie	słabo	pół na pół	dobrze	bardzo dobrze
Czy wzrosło zaangażowanie pacjenta w trakcie rehabilitacji?	nie	słabo	pół na pół	dobrze	bardzo dobrze
Czy polepszyła się współpraca z pacjentem w trakcie pielęgnacji?	nie	słabo	pół na pół	dobrze	bardzo dobrze
<b>Ocena w skali 5-punktowej</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>



## 6. Metody statystyczne

Ocenę statystyczną uzyskanych wyników badań wykonano za pomocą oprogramowania Microsoft Excel 2010 oraz Statistica 12. Użyto modułu statystyki podstawowe do wyznaczenia miar oceny populacji wyników badań oraz przeanalizowano rozkłady parametrów. Wykonano analizę zmiennych z wykorzystaniem wykresów rozrzutu, macierzy korelacji przy przyjętym poziomie istotności korelacji  $p < 0,05$  oraz wykresów ramka-wąsy.

W pracy wartość  $p$  oznacza wyliczony poziom istotności, który jest najmniejszym poziomem istotności, przy którym wyliczona wartość testującej statystyki doprowadza do odrzucenia hipotezy. Jeżeli wartość  $p$  jest mniejsza od ustalonego poziomu istotności  $\alpha$  dla danego testu (w pracy równego  $\alpha = 0,05$ , czyli 5%), wtedy w zależności od postawienia problemu, należy odrzucić lub przyjąć zakładaną hipotezę.

Zastosowano także test Wilcozona, który pozwala testować hipotezy o położeniu rozkładu (medianie). W teście uwzględniono pary wartości "przed" i "po" oraz przetestowano hipotezę o zerowej wartości mediany różnic. Test zakłada, że testowana zmienna mierzona jest na skali porządkowej, pozwalającej na przydzielanie rang dla otrzymanych różnic w parametrach.

Zbadano korelację cech ilościowych, wykorzystując współczynnik korelacji liniowej Pearsona  $r$ . Określa on przedziały współczynnika korelacji, które opisują siłę związku korelacyjnego pomiędzy badanymi parametrami:

- $r < 0,2$  brak związku liniowego,
- $0,2 < r < 0,4$  słaba zależność,
- $0,4 < r < 0,7$  umiarkowana zależność,
- $0,7 < r < 0,9$  silna zależność,
- $r > 0,9$  bardzo silna zależność.

Współczynnik korelacji Pearsona może przyjmować wartości dodatnie, wskazując na wzrost zmiennej zależnej ze wzrostem zmiennej niezależnej lub ujemne, wtedy obserwuje się spadek zmiennej zależnej ze wzrostem zmiennej niezależnej.

## 7. Wyniki

### 7.1. Wywiad ukierunkowany

Przeprowadzono wywiad ukierunkowany z pacjentem, dotyczący czasu trwania niedosłuchu oraz okoliczności wykrycia niedosłuchu. Wyniki wywiadu przedstawiono w tabeli 3 i 4.

Tabela 3. Czas trwania niedosłuchu (u N-61)

<b>Czas trwania</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
0-5 lat	12	19,7
5-10 lat	8	13,1
10-15 lat	7	11,5
>15 lat	34	55,7
SUMA	61	100

Pod pojęciem trwania niedosłuchu rozumiano okres podawanego wystąpienia niedosłuchu u pacjenta do czasu podjęcia aktualnych czynności rehabilitacyjnych. Czas trwania niedosłuchu u 55,7% osób z grupy badawczej został określony powyżej 15 lat. Wyniki zostały zawarte w tabeli 3.

Przyczyną tak późnego postępowania protetycznego były: brak świadomości o rozwijającym się procesie niedosłuchu, brak decyzji specjalisty o protezowaniu oraz niechęć do proponowanych pomocy słuchowych.

Tabela 4. Okoliczności wykrycia niedosłuchu (u N-61)

<b>Okoliczności wykrycia niedosłuchu</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Odczucia pacjenta	12	19,7
Sugestia rodziny	19	27,9
Zalecenia personelu medycznego	30	52,4
SUMA	61	100

Okoliczności wykrycia niedosłuchu są zależne od wystąpienia problemów z komunikacją i przekazaniem informacji pacjentowi. Stwierdzono, iż w 52,5% problem niedosłuchu u pacjentów był postrzegany dopiero przez personel medyczny z Oddziału Geriatrii. Trudności z porozumiewaniem się z pacjentem, a tym samym współpracy pacjenta z lekarzem, psychologiem, pielęgniarką, rehabilitantem to największa przeszkoda w trakcie

prawidłowych i sprawnych czynności medycznych.

Tylko w 19,7% sami pacjenci zauważali u siebie problem niedosłuchu.

Ustalono, że 3 pacjentów, czyli niecałe 5% z grupy badanej, używało wcześniej aparaty słuchowe. Były to urządzenia analogowe, stosowane na jedno ucho. Tylko jeden pacjent akceptował aparat słuchowy i stosował go codziennie.

## 7.2. Wyniki badań audiologicznych

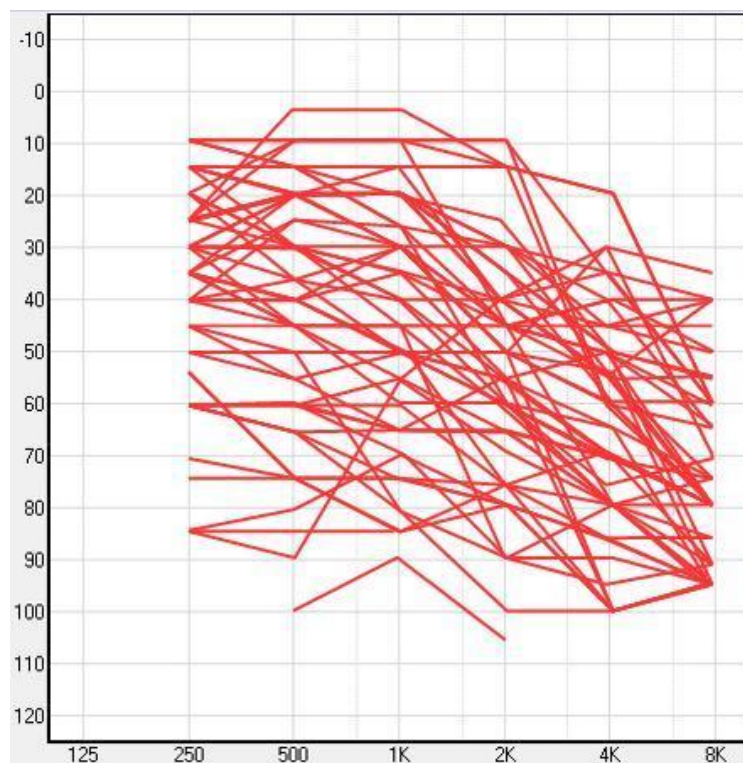
### **Badanie akumetryczne**

U prawie połowy badanych nie wystąpiła lateralizacja w próbie Webera. 31,1% wskazało dźwięk po stronie prawej, a 14,7% po lewej stronie głowy. Przeprowadzono też próbę Rinneho. U żadnego pacjenta nie wykazano komponentu przewodzeniowego niedosłuchu, rozpoznany niedosłuch miał charakter typu odbiorczego. 5% zbadanych pacjentów nie potrafiło określić po której stronie słyszą dźwięk.

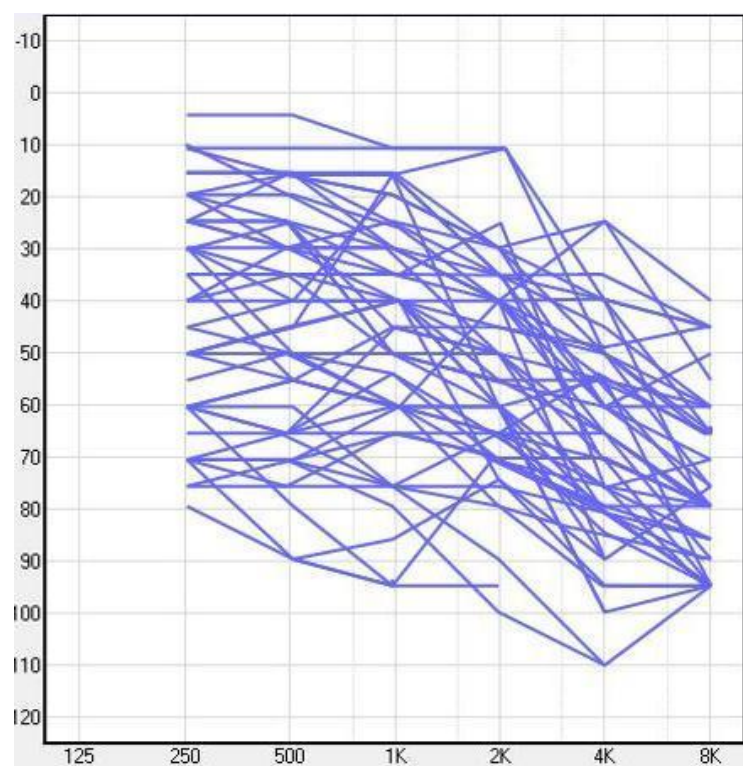
### **Audiometria tonalna**

Korzystając z zestawienia zbiorczego wszystkich wykonanych badań audiologicznych (aneks), wykonano analizę uzyskanych progów słuchowych w audiometrii tonalnej na przewodnictwo powietrzne i kostne u wszystkich przebadanych pacjentów.

Na rycinach 1 i 2 przedstawiono wyniki audiometrii tonalnej ucha prawego i ucha lewego. Wraz ze wzrostem częstotliwości bodźca w audiometrii tonalnej obniżała się krzywa progu słyszenia. U zbadanych pacjentów nie wystąpiła rezerwa ślimakowa, nie wykazano komponentu przewodzeniowego niedosłuchu. W każdym przypadku rozpoznany niedosłuch miał charakter typu odbiorczego. Średnia wartość progu słuchowego u wszystkich przebadanych pacjentów wyniosła 54,4 dB HL, przy odchyleniu standardowym równym 19 dB .



Ryc. 1 Wyniki audiometrii tonalnej, ucho prawe u wszystkich pacjentów



Ryc. 2 Wyniki audiometrii tonalnej, ucho lewe u wszystkich pacjentów

## Audiometria słowna

Średni próg wykrywania mowy PWM dla całej grupy wyniósł 64,8 dB SPL. Średni próg rozumienia mowy PR dla całej przebadanej grupy wyniósł 73,23 dB SPL. Średni próg dyskryminacji PD wyniósł 85,88 dB SPL, natomiast średni stopień dyskryminacji dla całej grupy wyniósł 71,92%.

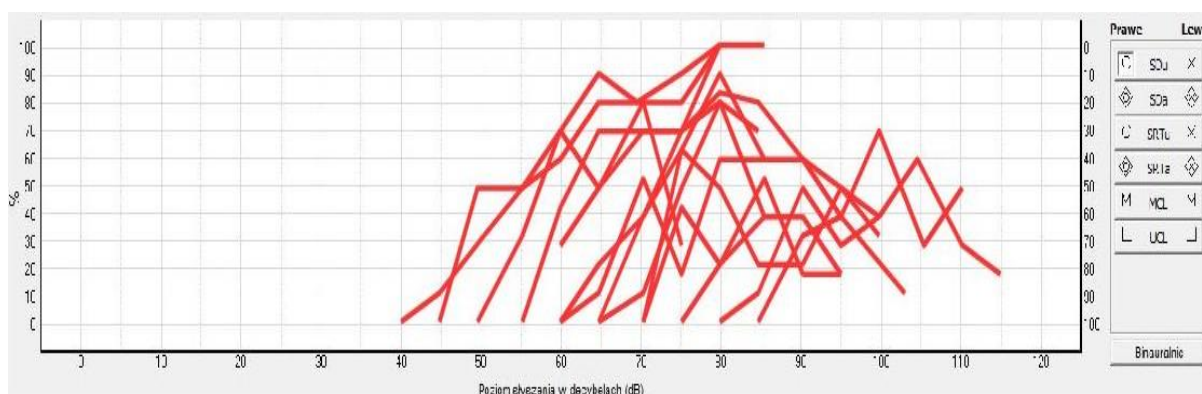
Wykonano analizę uzyskanych progów: PWM, PR, PD oraz stopnia dyskryminacji SD w audiometrii słownej u dwóch grup wiekowych: A – poniżej 80 roku życia i grupa B – 80 lat i starsi. (Tabela 5).

Tabela 5. Porównanie wartości: PWM, PR, PD, SD wyznaczonych z audiometrii mowy dla dwóch grup pacjentów A i B

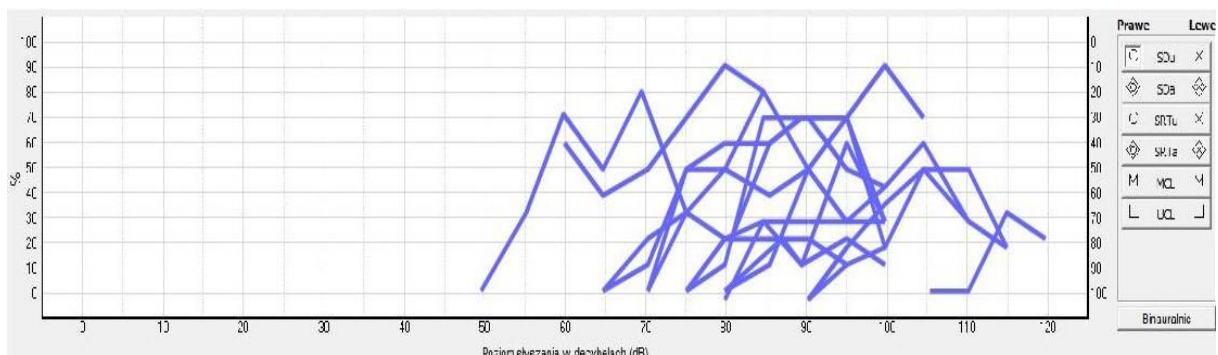
Audiometria słowna	Grupa A [dB SPL]	Grupa B [dB SPL]
PWM	63,06	65,53
PR	68,89	74,93
PD	81,35	87,54
SD	73,47	71,25

Stwierdzono, że z wiekiem podwyższyły się wszystkie wyznaczone progi w audiometrii mowy, a uzyskiwany stopień dyskryminacji maleje wraz z wiekiem. Niektórzy pacjenci w trakcie badań rezygnowali z prób powtarzania słów z powodu irytacji i zdenerwowania, twierdząc, iż nic nie rozumieją.

Na rycinie 3 i 4 przedstawiono zbiorczo wykresy krzywej artykulacyjnej dla ucha prawego i lewego.



Ryc. 3 Krzywa audiometrii słownej na przykładzie 15 pacjentów w uchu prawym



Ryc. 4 Krzywa audiometrii słownej na przykładzie 15 pacjentów w uchu lewym

Krzywą typu hełm zaobserwowano u 81,2% przebadanych pacjentów.

## Audiometria impedancyjna

### Tympanometria

U wszystkich pacjentów uzyskano wynik tympanometrii typu A.

### Odruchy strzemiączkowe

Drugą częścią badania audiometrią impedancyjną była rejestracja progów odruchów strzemiączkowych dla częstotliwości 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz (Tabela 6).

Tabela 6. Rejestracja odruchu strzemiączkowego (n) OS (dla N=122 uszu) w grupie A i B

Odruch strzemiączkowy (kHz)	Liczba zarejestrowanych odruchów (n)	% dla N=122	Grupa A	Grupa B
OS 0,5	87	71,3	26	61
OS 1	85	69,7	28	57
OS 2	71	58,2	22	49
OS 4	36	29,5	17	19

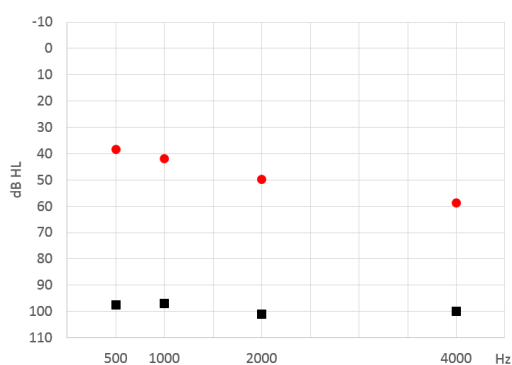
Porównując grupę A i grupę B stwierdzono, iż wraz z podwyższaniem bodźca o kolejne częstotliwości maleje liczba rejestracji szczególnie w starszej grupie wiekowej B w porównaniu z młodszą A.

W tabeli 7 zestawiono wynik wyliczonej różnicy  $\Delta dB$  pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego a progiem słyszenia w audiometrii tonalnej dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz ustalając wartość *recruitmentu Metzka* [rM]. Średnia różnica pomiędzy

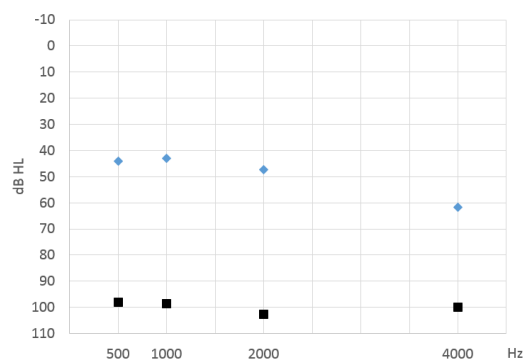
progiem odruchu strzemiączkowego a progiem słyszenia wyniosła 55 dB. Wyliczona wartość różnicy  $\Delta\text{dB}$  pomiędzy progiem odruchu i progiem słyszenia poniżej 60 dB świadczy o obecności objawu wyrównania głośności, a pośrednio o lokalizacji ślimakowej ubytku słuchu. (Ryc. 5, Ryc. 6).

Tabela 7. Zestawienie średniej arytmetycznej wyliczonej różnicy  $\Delta\text{dB}$  pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia [rM], dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta\text{dBOS0,5}$ ), 1 kHz ( $\Delta\text{dBOS1}$ ), 2 kHz ( $\Delta\text{dBOS2}$ ), 4 kHz ( $\Delta\text{dBOS4}$ ) (u N-122)

Parametr	n	Średnia arytmetyczna [dB]
$\Delta\text{dBOS0,5}$	87	59,16
$\Delta\text{dBOS1}$	85	56,69
$\Delta\text{dBOS2}$	71	54,13
$\Delta\text{dBOS4}$	36	46,56



Ryc. 5 Wykres przedstawia średni próg słuchu i średni próg odruchu strzemiączkowego dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz w uchu prawym



Ryc. 6 Wykres przedstawia średni próg słuchu i średni próg odruchu strzemiączkowego dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz w uchu lewym

Analizując wpływ wieku na występowanie ślimakowego komponentu niedosłuchu porównano średnie arytmetyczne wartości  $\Delta\text{dB}$  dla grupy pacjentów A i B (Tabela 8).



Tabela 8. Średnia arytmetyczna wartości różnicy  $\Delta$ dB pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia [rM] dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz dla grupy A i B

Parametr	Grupa A	Grupa B
$\Delta$ dBOS0,5	58,65	59,37
$\Delta$ dBOS1	59,75	55,19
$\Delta$ dBOS2	54,90	53,77
$\Delta$ dBOS4	47,35	45,84

Wartość *recruitmentu Metza* w grupie starszych pacjentów B była wyższa niż w młodszej grupie A.

### Otoemisja akustyczna

Pomiar otoemisji akustycznej DPOAE u przebadanych dał wynik PASS u 5% pacjentów, a wynik REFER u 95% pacjentów. Wyniki rejestracji przedstawiono w zestawieniu zbiorczym wszystkich wykonanych badań audiologicznych (aneks). Ze względu na ich małą reprezentatywność nie oceniano ich statystycznie.

### 7.3. Wyniki krótkiej ankiety występowania odczucia szumów usznych

U każdego pacjenta przeprowadzono ankietę dotyczącą występowania i charakteru szumów usznych.

Stwierdzono, że u 60,6% pacjentów wystąpił szum uszny. W przeważającej liczbie przypadków: 45,9% był to szum wysokotonowy. Wyniki przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Występowanie i rodzaj szumu usznego (u N-122)

Rodzaj szumu	n	%
Szum biały	16	13,1
Niskotonowy	2	1,6
Wysokotonowy	56	45,9
Razem	74	60,6

Analizując wpływ wieku na występowanie szumów usznych, stwierdzono, że szумы uszne występują częściej w starszej grupie wiekowej B w porównaniu do młodszej grupy wiekowej A (Tabela 10).

Tabela 10. Porównanie występowania szumów usznych w grupie A i B (u N-122)

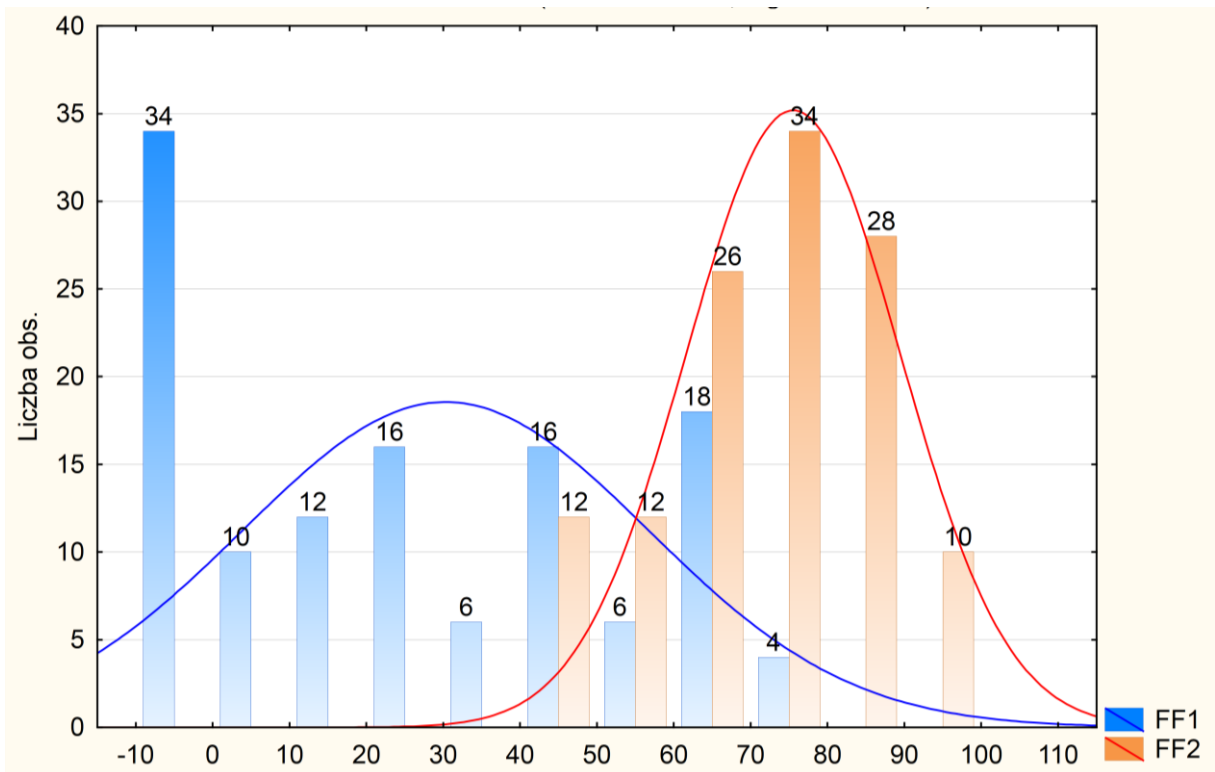
<b>Grupa wiekowa</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Grupa A	22	18
Grupa B	52	42

#### 7.4. Badanie uzyskiwanej korzyści z aparatu słuchowego

##### 7.4.1. Wyniki audiometrii mowy w swobodnym polu akustycznym przed i po zastosowaniu aparatu słuchowego

Wykonano analizę wyników badań audiometrią mowy w swobodnym polu akustycznym u pacjentów bez zastosowania aparatów słuchowych i po zastosowaniu aparatów słuchowych, dla poziomu stymulacji 65 dB SPL. Średni stopień dyskryminacji SD przed protezowaniem słuchu wyniósł 30,1%, natomiast średni stopień dyskryminacji SD po dopasowaniu aparatów słuchowych wzrósł do 75,1%. Wyniki przebadanych pacjentów znajdują się w zestawieniu zbiorczym wszystkich wykonanych badań audiologicznych (aneks).

Na rycinie 7 zostały przedstawione wykresy porównawcze obu pomiarów. Średni stopień dyskryminacji po zastosowaniu aparatów wzrósł o 45%. Po dopasowaniu aparatów słuchowych pacjenci byli zadowoleni, nie zgłaszali dyskomfortu związanego z noszeniem aparatów słuchowych, twierdzili, że mogliby nosić na co dzień aparaty słuchowe.



Ryc. 7 Wykres wyników badań audiometrii mowy w wolnym polu bez zastosowania aparatów słuchowych FF1 (linia niebieska) vs. wykres wyników badań audiometrii mowy w wolnym polu po zastosowaniu aparatów słuchowych FF2 (linia czerwona)

#### 7.4.2. Wyniki testu MMSE

Tabela 11 przedstawia wyniki uzyskane przez psychologa klinicznego na początku prowadzenia testów MMSE1 przed zastosowaniem aparatów słuchowych.

Tabela 11. Wyniki rozpoznania otępienia w teście MMSE1 przed zastosowaniem aparatów słuchowych.

Poziom otępienia	Liczba punktów MMSE1
Norma	0
Zaburzenie funkcji poznawczych	18
Próg otępienia	5
Otępieni o małym stopniu zaawansowania	8
Otępienie o średnim stopniu zaawansowania	27
Otępienie głębokie	3

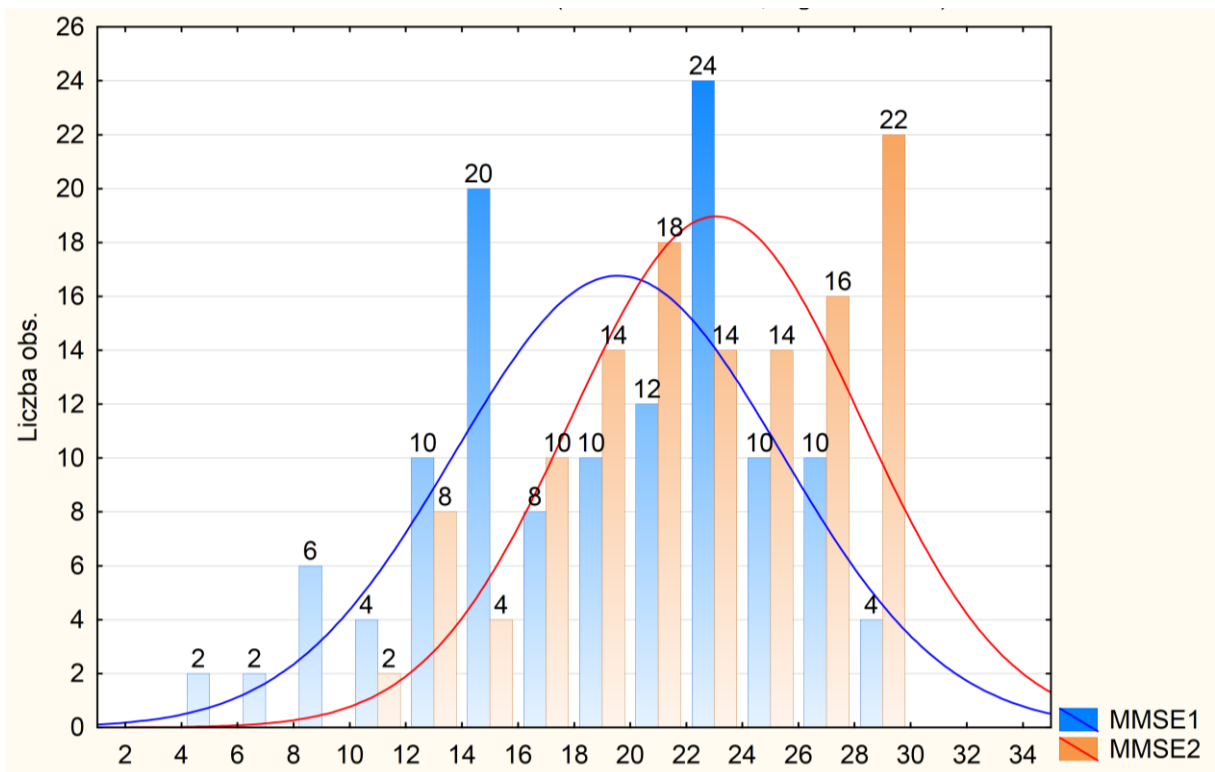
Tabela 12. Wyniki rozpoznania otępienia w teście MMSE2 po zastosowaniu aparatów słuchowych.

<b>Poziom otępienia</b>	<b>Liczba punktów MMSE2</b>
Norma	13
Zaburzenie funkcji poznawczych	18
Próg otępienia	2
Otępieni o małym stopniu zaawansowania	10
Otępienie o średnim stopniu zaawansowania	18
Otępienie głębokie	0

Tabela 12 przedstawia wyniki testu MMSE2 uzyskane przez psychologa klinicznego po zaprotezowaniu słuchu. Wykazano korzyść po zastosowaniu aparatów słuchowych u pacjentów z niedosłuchem i zaburzeniami kognitywnymi pod postacią osiągniętych wyników testu MMSE2.

Średnia liczba punktów uzyskanych przez pacjentów w teście MMSE1 przed zastosowaniem aparatów słuchowych wyniosła 19,47, natomiast średnia liczba punktów testu MMSE2 po zastosowaniu aparatów słuchowych wyniosła 22,95.

Na rycinie 8 zostały przedstawione wykresy porównawcze wyników testu MMSE1 bez zastosowania aparatów słuchowych i testu MMSE2 po zastosowaniu aparatów słuchowych.



Ryc. 8 Wykres wyników testu MMSE1 przed zastosowaniem aparatów słuchowych (linia niebieska) vs. wykres wyników testu MMSE2 po zastosowaniu aparatów słuchowych (linia czerwona)

Średni wzrost punktacji MMSE uzyskany po zaprotezowaniu niedosłuchu u pacjentów wyniósł 3,58, maksymalny wzrost punktacji wyniósł 12 punktów.

Największy wzrost punktów wynoszący 12, miał pacjent z głębokim niedosłuchem, który po wykonaniu testu MMSE1 przez psychologa uzyskał 10 punktów, co świadczy o głębokim otępieniu. Po obustronnym zaprotezowaniu pacjenta, wynik testu MMSE2 uległ zmianie, pacjent uzyskał 22 punkty, co świadczy o otępieniu stopnia lekkiego. W tym przypadku uległo zmianie rozpoznanie stopnia demencji.

Na uwagę zasługuje też pacjent z głębokim niedosłuchem, który w pierwszym teście MMSE1 uzyskał wynik 15 punktów, co świadczy o otępieniu średniego stopnia, po tygodniu w powtórny teście MMSE2 wykonanym po zaprotezowaniu słuchu pacjenta, ten sam pacjent uzyskał 26 punktów, co zmieniło rozpoznanie. Pacjent nie miał otępienia.

Oceniono jakościowo wyniki testu MMSE. Stwierdzono, że największy wzrost punktacji po dopasowaniu aparatów słuchowych pacjenci uzyskiwali w 3 części testu MMSE (załącznik 5), który oceniał szybkość konwersacji i powtórzenie sekwencji słownych.

Punktacja wzrastała w momencie gdy pacjent:

- odtwarzał wcześniej usłyszane trzy wyrazy:

- byk, mur, las,

- powtarzał zdanie:

- „Ani tak, ani nie, ani ale”,

- wykonywał polecenia:

- proszę wziąć kartkę do lewej/prawej ręki,
- złożyć ją oburącz na połowę,
- i położyć na kolana.

W 3 części testu Krótkiej Skali Stanu Umysłowego odnotowano największy progres w punktacji końcowej testu.

## 7.5. Wyniki ankiety oceny personelu medycznego po zaprotezowaniu niedosłuchu u pacjenta

Przeprowadzono wśród personelu medycznego ankietę oceny komunikatywności z pacjentem po zaprotezowaniu słuchu. Wyniki przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Wyniki ankiety personelu medycznego (n – suma odpowiedzi w skali 5-punktowej u wszystkich przebadanych pacjentów, % – procent pacjentów u których zaobserwowano poprawę w badanych kategoriach)

Pytanie	n	%
Czy poprawił się kontakt z pacjentem?	184	60,3
Czy zaobserwowałeś poprawę relacji słownej między pacjentami?	143	46,9
Czy wzrosło zaangażowanie pacjenta w trakcie rehabilitacji?	162	53,1
Czy polepszyła się współpraca z pacjentem w trakcie pielęgnacji?	226	74,1

Personel medyczny zwrócił uwagę, że z ponad połową pacjentów poprawił się kontakt werbalny po zaprotezowaniu słuchu. Pacjenci z aparatami słuchowymi lepiej współpracowali

i wykonywali polecenia pielęgniarские. Około 70% średniego personelu zgłosiło zdecydowaną poprawę w trakcie codziennych czynności pielęgnacyjnych z pacjentem zaprotezowanym.

## 8. Analiza statystyczna wyników badań

Poniżej w pracy sformułowano odpowiednie problemy badawcze oraz weryfikujące je hipotezy.

### Audiometria tonalna

#### Problem 1

##### Jak przebieg krzywej progowej zmienia się z wiekiem pacjenta?

H0: Krzywa progowa w audiometrii tonalnej obniża się ze wzrostem częstotliwości podawanego tonu w dwóch grupach przebadanych pacjentów: A i B.

H1: Krzywa progowa w audiometrii tonalnej podwyższa się ze wzrostem częstotliwości podawanego tonu w dwóch grupach przebadanych pacjentów: A i B.

Analizie statystycznej poddano wartość progu słuchowego w audiometrii tonalnej w poszczególnych częstotliwościach dla dwóch grup wiekowych pacjentów: A i B. W tym celu wykonano test zmienności ramka-wąsy 2D (Statistica 12) wartości progu słuchowego dla poszczególnych częstotliwości w audiometrii tonalnej dla dwóch grup wiekowych pacjentów A i B.

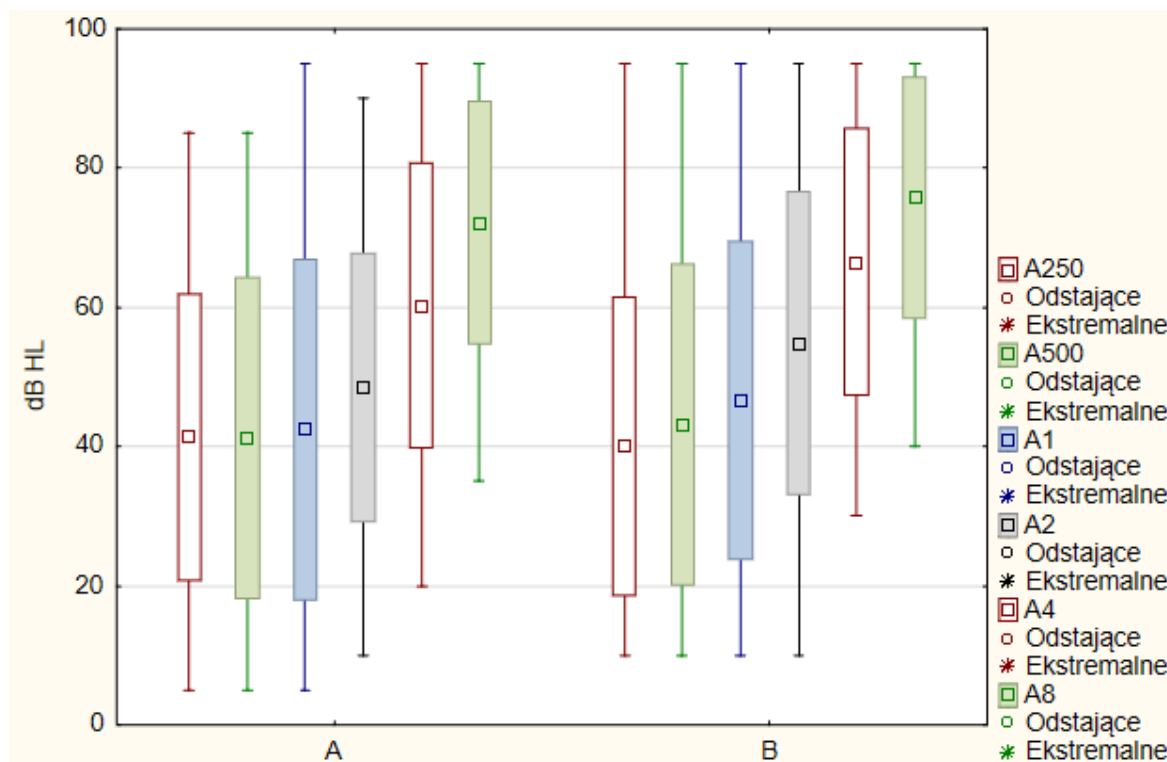
Analiza wartości progu słuchowego dla częstotliwości w audiometrii tonalnej dla grupy wiekowej A w porównaniu do grupy wiekowej B (Ryc. 9) wykazała, iż wraz z wiekiem w obu grupach podwyższa się średnia arytmetyczna wartości progu słuchowego zgodnie ze wzrostem częstotliwości podawanych sygnałów o częstotliwości (Tabela 14). Przyjęto hipotezę zerową o podwyższeniu wartości progowej w audiometrii tonalnej ze wzrostem częstotliwości podawanego tonu w obu grupach przebadanych pacjentów: A oraz B i odrzucono hipotezę alternatywną H1.

Tabela 14. Średnia arytmetyczna wartości progowej (dB HL) podawanego tonu o częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz

Wiek	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Grupa A	41,39 dB HL	41,25 dB HL	42,5 dB HL	48,53 dB HL	60,29 dB HL	72,18 dB HL
Grupa B	40,05 dB HL	43,19 dB HL	46,56 dB HL	54,88 dB HL	66,56 dB HL	75,75 dB HL



Wyniki statystyczne zostały zawarte w załączniku 2 i załączniku 3 (załączniki), a wykres porównawczy obrazuje wykres ramka-wąsy na rycinie 9.



Ryc. 9 Wykres ramka-wąsy wartości progowej w audiometrii tonalnej pacjentów dla częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz dla grupy wiekowej A i B

## Audiometria słowna

### Problem 2

**Czy średnie arytmetyczne: progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD z wiekiem pacjenta ulegają pogorszeniu?**

H0: Średnia arytmetyczna progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD z wiekiem pacjenta ulega pogorszeniu w grupie B w stosunku do grupy A.

H1: Średnia arytmetyczna progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD z wiekiem pacjenta nie ulega pogorszeniu w grupie B w stosunku do grupy A.

Analizie statystycznej zmienności ramka-wąsy 2D (Statistica 12) poddano wyniki audiometrii słownej: próg wykrywania mowy PWM, próg rozumienia PR, próg dyskryminacji PD oraz

stopień dyskryminacji SD.

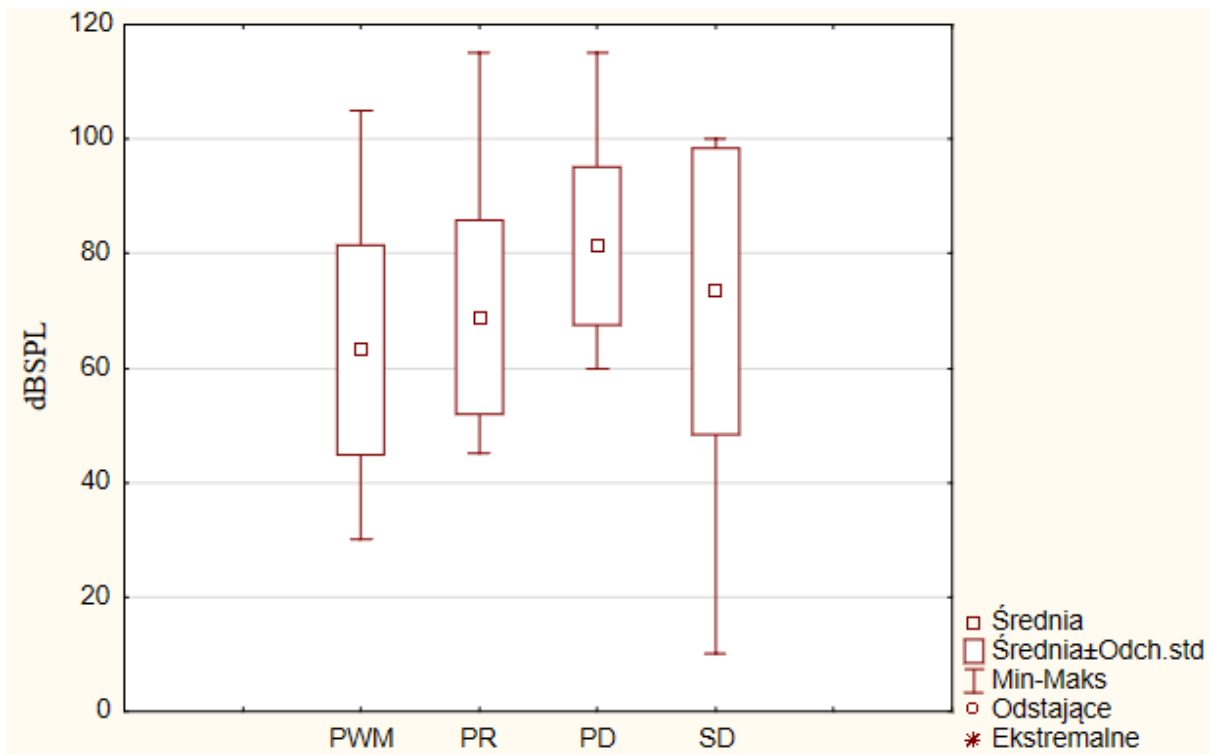
Na wykresach porównawczych ramka-wąsy porównano dwie grupy wiekowe A i B. Stwierdzono, iż średnia arytmetyczna progu wykrywania mowy PWM wyniosła 65 dB SPL dla grupy pacjentów A i B. Próg rozumienia PR wyniósł 70 dB SPL dla pacjentów z grupy A, a dla pacjentów z grupy B wyniósł 75 dB SPL. Analiza wykazała pogorszenie się progu rozumienia pacjentów z wiekiem. Analizując próg dyskryminacji PD, to średnia wartość PD dla pacjentów z grupy A wynosiła 80 dB SPL, a u pacjentów z grupy B pogorszyła się o 5 dB SPL i wzrosła do 85 dB SPL. Natomiast średnia wartość stopnia dyskryminacji SD wyniosła 85% dla pacjentów z grupy A i zmalała do 75% dla pacjentów z grupy B. Otrzymany wynik wskazuje na obniżenie stopnia dyskryminacji mowy u pacjentów wraz z wiekiem.

Próg wykrywania mowy PWM, próg rozumienia PR, próg dyskryminacji PD oraz stopień dyskryminacji SD z wiekiem pacjenta uległy pogorszeniu w grupie B w stosunku do grupy A, co wiąże się z przyjęciem hipotezy zerowej i odrzuceniem hipotezy alternatywnej (Tabela 15).

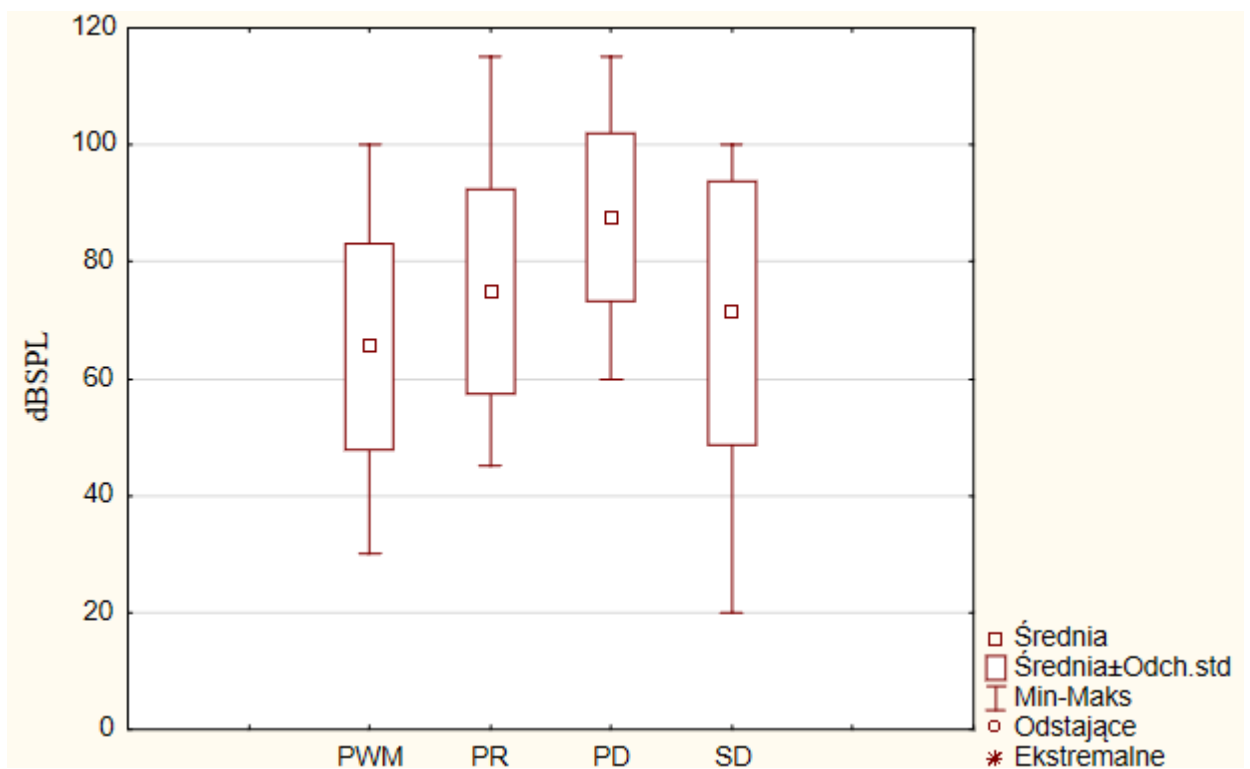
Tabela 15. Średnia arytmetyczna progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD dla dwóch grup wiekowych pacjentów

Wiek	PWM [dBSPL]	PR [dBSPL]	PD [dBSPL]	SD [%]
grupa A	63,06	68,89	81,35	73,47
grupa B	65,53	74,93	87,54	71,25

Wyniki badań zostały zawarte w załączniku 2 i załączniku 3 (załączniki), a wykresy porównawcze obrazuje wykres ramka-wąsy na rycinie 10 i rycinie 11.



Ryc. 10 Wykres ramka-wąsy progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD w audiometrii słownej dla grupy A pacjentów



Ryc. 11. Wykres ramka wąsy progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD w audiometrii słownej dla grupy B pacjentów

### Problem 3

**Problem 3a: Czy w badanej grupie pacjentów istnieje związek pomiędzy progiem rozumienia PR w audiometrii słownej a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej dla częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz ?**

H0: W badanej grupie pacjentów nie istnieje związek pomiędzy progiem rozumienia PR w audiometrii słownej a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej.

H1: W badanej grupie pacjentów istnieje związek pomiędzy progiem rozumienia PR w audiometrii słownej a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej.

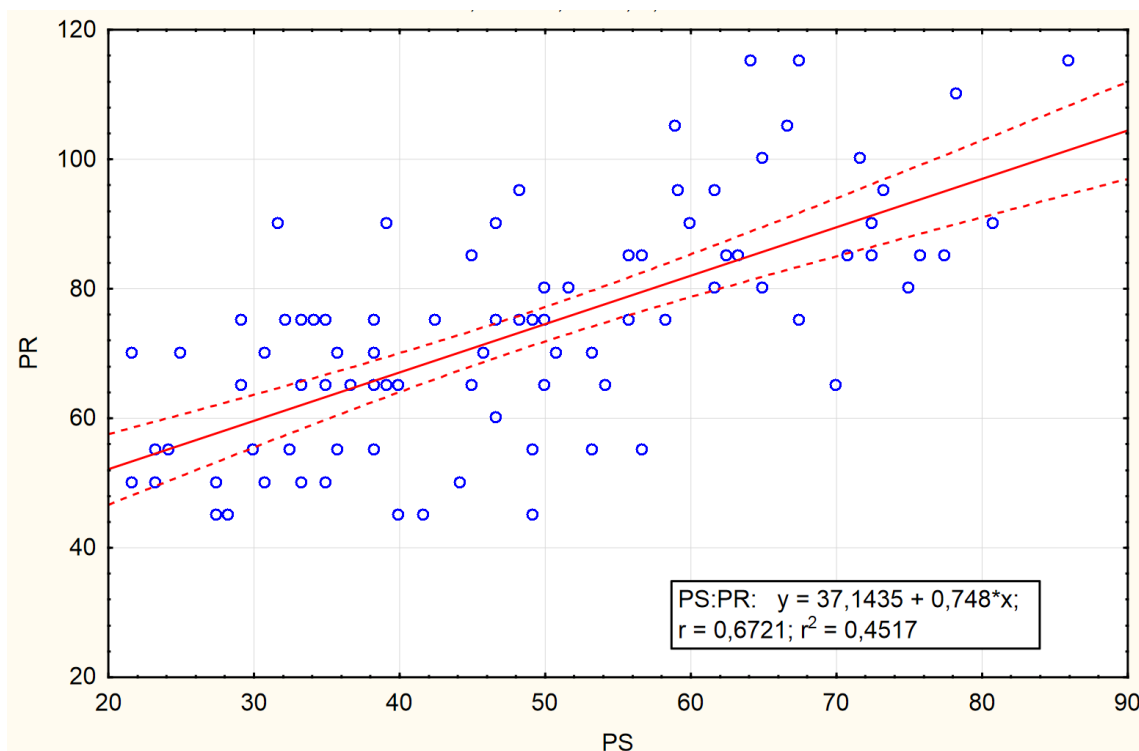
W celu zweryfikowania hipotez wykonano wykresy rozrzutu 2W (Statistica 12) i wykorzystano współczynnik korelacji liniowej Pearsona  $r$  przy wyliczonym poziomie istotności statystycznej  $p < 0,0001$ , który wyniósł 0,67 (Tabela 16).

Tabela 16. Wynik analizy korelacyjnej dla średniej wartości progu słuchowego i progu rozumienia mowy (PR). Wyrażenia w równaniu  $y = a * x + b$  oznaczają kolejno:  $a$  – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y = a * x + b$  do progu słyszenia),  $b$  – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y = a * x + b$  z osią progu rozumienia, zależny od głębokości ubytku słuchu, \* – symbol mnożenia

	Współczynnik korelacji liniowej Pearsona $r$	Poziom istotności $p$	Równanie $y = a * x + b$
PR vs. PS	0,6721	$p < 0,0001$	$PR = 0,748 * PS + 37,1435$ $a = 0,748$ $b = 37,1435$

Zależność progu rozumienia (PR) i średniej wartości progu słuchowego w audiometrii tonalnej charakteryzuje się współczynnikiem korelacji Pearsona  $r = 0,67$ , przy wyliczonym poziomie istotności statystycznej tego związku  $p < 0,0001$  (Ryc. 12). Otrzymany współczynnik korelacji oznacza umiarkowaną zależność pomiędzy parametrami. Dodatni współczynnik korelacji Pearsona wskazuje, że ze wzrostem średniej wartości progu słuchowego w audiometrii tonalnej wzrasta próg rozumienia mowy PR. Istnieje związek pomiędzy progiem rozumienia w audiometrii słownej a średnią wartością progu słuchowego

w audiometrii tonalnej, zatem przyjęto hipotezę alternatywną H1, a odrzucono hipotezę zerową H0.



Ryc. 12 Wykres rozrzutu progu dyskryminacji (PR) względem średniej wartości progu słuchowego w audiometrii tonalnej (PS)

**Problem 3b: Czy w badanej grupie pacjentów istnieje związek pomiędzy stopniem dyskryminacji SD w audiometrii słownej a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej dla częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz?**

H0: W badanej grupie pacjentów nie istnieje związek pomiędzy stopniem dyskryminacji SD w audiometrii słownej a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej.

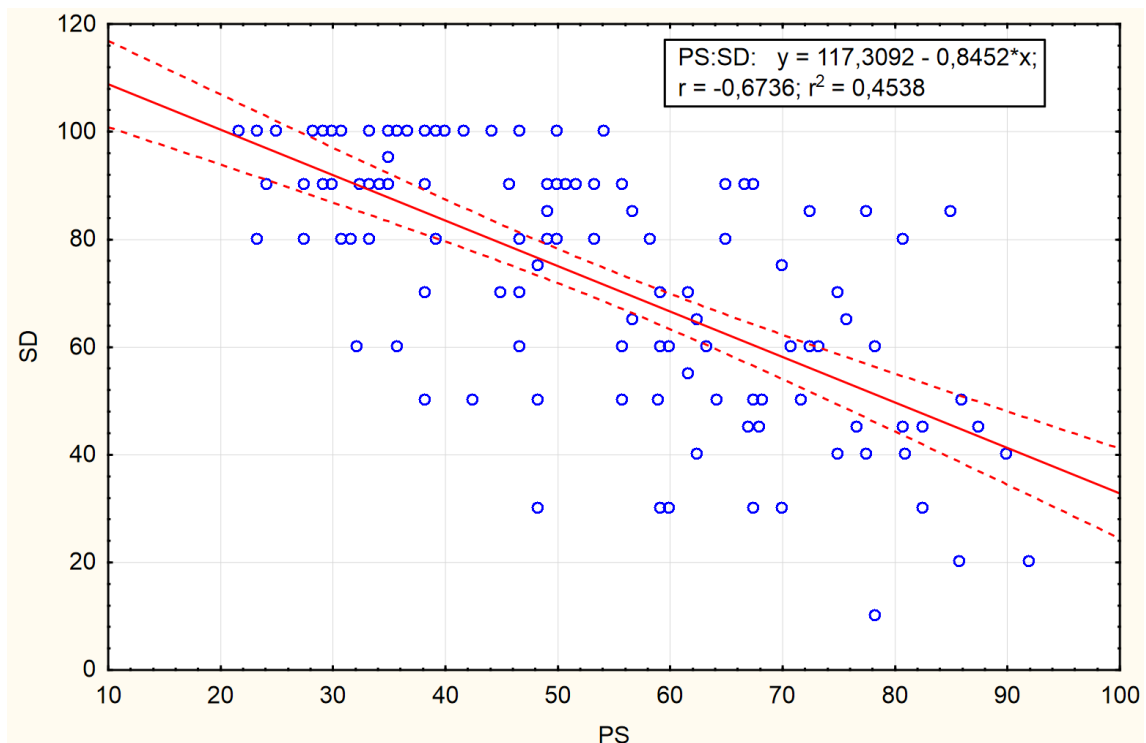
H1: W badanej grupie pacjentów istnieje związek pomiędzy stopniem dyskryminacji SD w audiometrii słownej a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej.

W oparciu o zestawienie zbiorcze wszystkich wykonanych badań audiologicznych (aneks) wykonano wykresy rozrzutu 2W (Statistica 12) i wykorzystano współczynnik korelacji liniowej Pearsona  $r$  przy wyliczonym poziomie istotności statystycznej  $p < 0,0001$ , który wyniósł  $-0,67$  (Tabela 17).

Tabela 17. Wynik analizy korelacyjnej dla średniej wartości progu słuchowego i stopnia dyskryminacji (SD). Wyrażenia w równaniu  $y=a*x+b$  oznaczają kolejno: a – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y=a*x+b$  do progu słyszenia), b – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y=a*x+b$  z osią stopnia dyskryminacji, zależny od głębokości ubytku słuchu, \* – symbol mnożenia

	Współczynnik korelacji liniowej Pearsona r	Poziom istotności p	Równanie $y=a*x+b$
SD vs. PS	-0,6736	$p<0,0001$	$SD=-0,8452*PS+117,3092$ $a=-0,8452$ $b=117,3092$

Związek pomiędzy stopniem dyskryminacji (SD) i średniej wartości progu słuchowego w audiometrii tonalnej (PS) przyjął współczynnik korelacji Pearsona  $r=-0,67$ , przy wyliczonym poziomie istotności statystycznej tego związku  $p<0,0001$  (Ryc. 13). Otrzymany współczynnik korelacji oznacza umiarkowaną zależność pomiędzy parametrami. Ujemny współczynnik korelacji Pearsona wskazuje, że ze wzrostem średniej wartości progu słuchowego w audiometrii tonalnej spada stopień dyskryminacji SD. Istnieje związek pomiędzy stopniem dyskryminacji SD w audiometrii słownej a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej, co skutkuje przyjęciem hipotezy alternatywnej H1, a odrzuceniem hipotezy zerowej H0.



Ryc. 13 Wykres rozrzutu stopnia dyskryminacji (SD) względem średniej wartości progu słuchowego w audiometrii tonalnej (PS)

#### Problem 4

**Czy istnieje związek pomiędzy wynikiem testu słownego w wolnym polu akustycznym FF1 a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej dla 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz?**

H0: Nie istnieje związek pomiędzy testem słownym w wolnym polu akustycznym FF1 a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej.

H1: Istnieje związek pomiędzy testem słownym w wolnym polu akustycznym FF1 a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej.

W oparciu o zestawienie zbiorcze wszystkich wykonanych badań audiologicznych (aneks) zbadano czy istnieje związek pomiędzy testem słownym w wolnym polu akustycznym FF1 a średnią wartością progu słuchowego pacjenta wyznaczoną w audiometrii tonalnej. Współczynnik korelacji liniowej Pearsona  $r$  przy wyliczonym poziomie istotności statystycznej  $p < 0,0001$  został zastosowany jako wyznacznik ilościowy związku pomiędzy parametrami i wyniósł  $-0,67$  (Tabela 18). Zastosowano wykres rozrzutu 2W (Statistica 12).

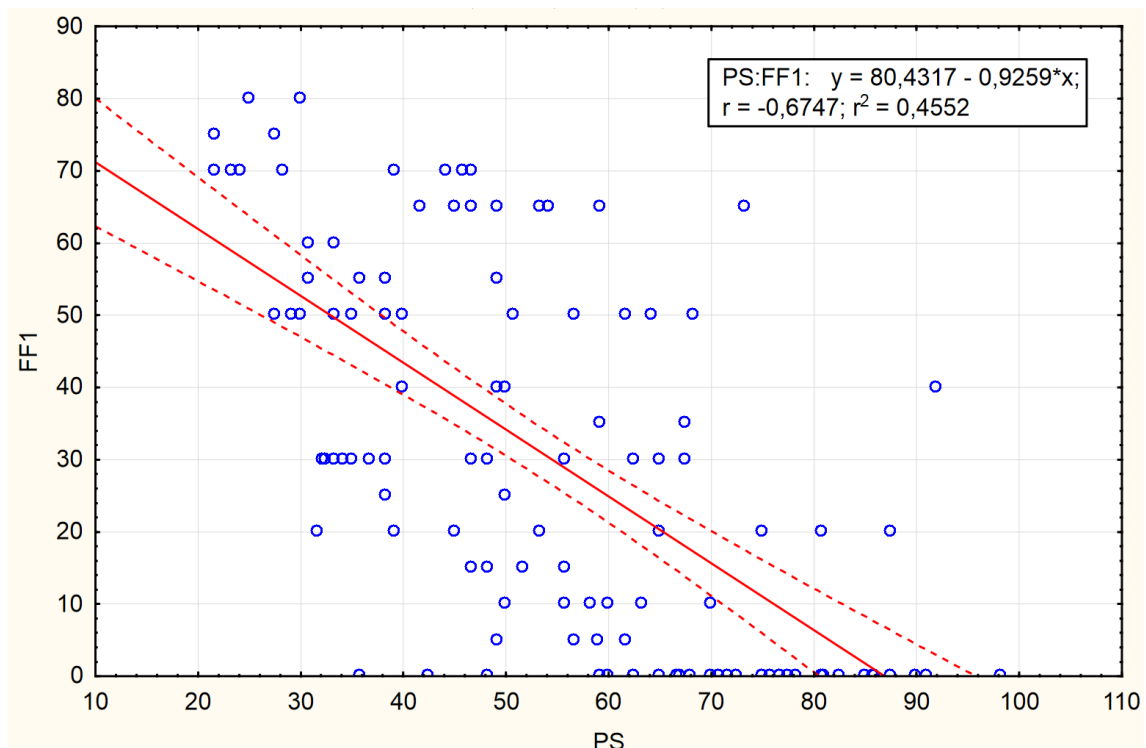
Tabela 18. Wynik analizy korelacyjnej dla wartości progowej słuchu (PS) i testem słownym w wolnym polu akustycznym (FF1). Wyrażenia w równaniu  $y = a \cdot x + b$  oznaczają kolejno:  $a$  –

współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y=a*x+b$  do progu słyszenia),  $b$  – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y=a*x+b$  z osią wyniku testu audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym przed zastosowaniem aparatów słuchowych, zależny od głębokości ubytku słuchu, \* – symbol mnożenia

	Współczynnik korelacji liniowej Pearsona $r$	Poziom istotności $p$	Równanie $y=a*x+b$
FF1 vs. PS	-0,6747	$p<0,0001$	$FF1=-0,9259*PS+80,4317$ $a=-0,9259$ $b=80,4317$

Współczynnik Pearsona związku pomiędzy wynikiem testu słownego w wolnym polu akustycznym FF1 względem średniej wartości progu słuchowego wyznaczonej w audiometrii tonalnej wyniósł  $r=-0,67$  przy wyliczonym poziomie istotności  $p<0,0001$  (Ryc. 14), co oznacza umiarkowaną zależność pomiędzy parametrami: średnią wartością progu słuchowego wyznaczoną w audiometrii tonalnej a liczbą słów powtórzonych w audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym. Wraz ze wzrostem średniej wartości progu słuchowego wyznaczonej w audiometrii tonalnej maleje liczba słów powtórzonych w audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym. Istnieje związek pomiędzy wynikiem testu słownego w swobodnym polu akustycznym FF1 a średnią wartością progu słuchowego w audiometrii tonalnej, co skutkuje przyjęciem hipotezy alternatywnej  $H1$  i odrzuceniem hipotezy zerowej  $H0$ .





Ryc. 14 Wykres rozrzutu testu słownego w wolnym polu akustycznym (FF1) względem średniej wartości progu słuchowego wyznaczonej w audiometrii tonalnej (PS)

### Audiometria impedancyjna: odruchy strzemiączkowe

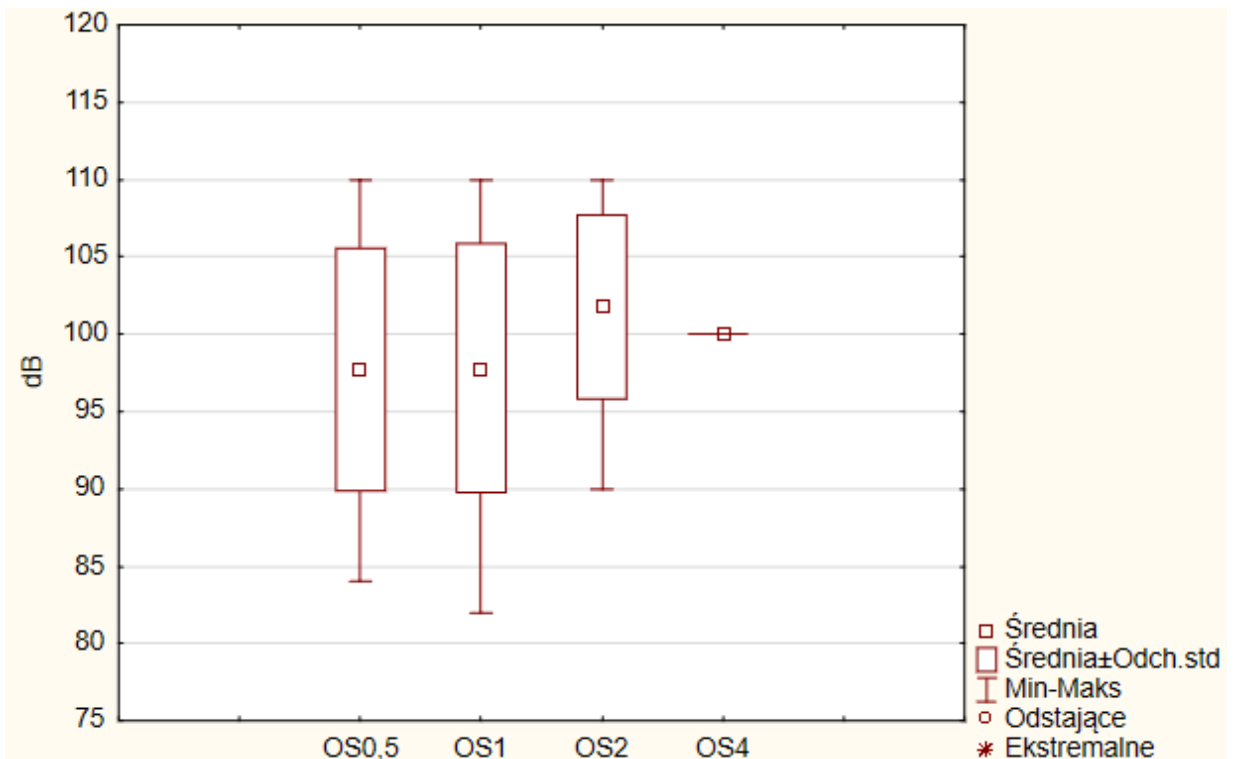
#### Problem 5

**Problem 5a: Czy z wiekiem pacjenta pogarsza się odpowiedź z mięśnia strzemiączkowego na bodźce tonalne o częstotliwości 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz?**

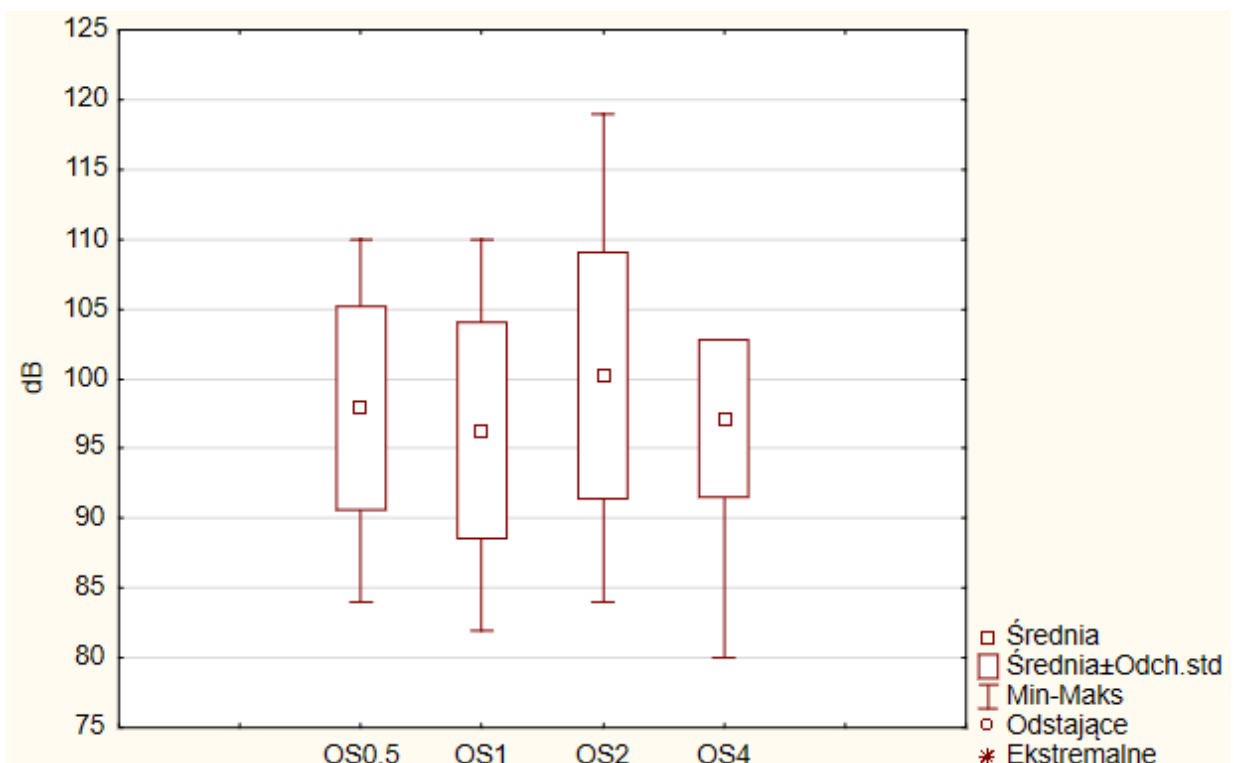
H0: Z wiekiem pacjenta maleje liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego na dźwięki o częstotliwości 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz.

H1: Z wiekiem pacjenta nie maleje liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego na dźwięki o częstotliwości 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz.

Analizie statystycznej zmienności ramka-wąsy (Statistica 12) poddano wyniki rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego OS na dźwięki testowe (załącznik 1). Wyniki analizy zmienności zaprezentowano na wykresach ramka-wąsy porównując natężenie bodźca wywołującego odruch strzemiączkowy w grupie A (Ryc. 15) oraz grupie B (Ryc. 16).



Ryc. 15 Wykres ramka-wąsy liczby rejestracji odruchów strzemiączkowych po podaniu bodźca 500 Hz (OS0,5), 1 kHz (OS1), 2 kHz (OS2), 4 kHz (OS4) dla grupy A



Ryc. 16 Wykres ramka-wąsy liczby rejestracji odruchów strzemiączkowych po podaniu bodźca 500 Hz (OS0,5), 1 kHz (OS1), 2 kHz (OS2), 4 kHz (OS4) dla grupy B

Średnia arytmetyczna poziomu bodźców wywołujących odruch strzemiączkowy dla

poszczególnych częstotliwości nie różni się w obu grupach wiekowych (Tabela 19). Natomiast wraz ze wzrostem częstotliwości podawanego dźwięku w starszej grupie B wyraźnie maleje liczba rejestracji odruchu z mięśnia strzemiączkowego w stosunku do grupy młodszej A. Przyjęto hipotezę zerową H0, natomiast odrzucono hipotezę alternatywną H1.

Tabela 19. Średnia arytmetyczna poziomu bodźców wywołujących odruch strzemiączkowy (dB) dla poszczególnych częstotliwości oraz liczba rejestracji zbadanych uszu (n) dla dwóch grup wiekowych pacjentów: A i B przy N – liczba zbadanych uszu

	OS0,5 dB	OS1 dB	OS2 dB	OS4 dB
N	n	n	n	n
Grupa A	97,69 26	97,79 28	101,73 22	100,00 17
Grupa B	97,90 61	96,32 57	100,2 49	97,16 19

**Problem 5b: Czy poziom ubytku słuchu wpływa na odpowiedź z mięśnia strzemiączkowego w audiometrii impedancyjnej?**

H0: Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego maleje wraz z głębokością niedosłuchu.

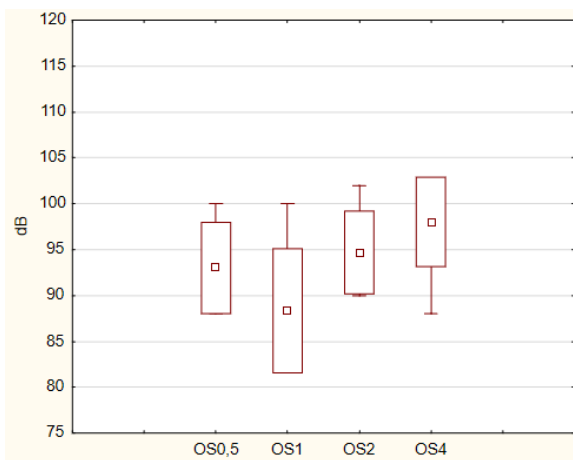
H1: Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego nie maleje wraz z głębokością niedosłuchu.

W celu weryfikacji hipotez zastosowano analizę zmienności wykresem ramka-wąsy (Statistica 12). Zbadano liczbę rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego w zależności od głębokości występującego niedosłuchu (Ryc. 17, 18, 19, 20, 21). W Tabeli 20 przedstawiono wyniki otrzymanych odpowiedzi reakcji odruchu mięśnia strzemiączkowego na bodziec sygnału w zależności od stopnia uszkodzenia słuchu. Przy prawidłowym progu słuchowym zarejestrowano 100% odpowiedzi z mięśnia strzemiączkowego. W lekkim niedosłuchu liczba otrzymanych odpowiedzi spada do 81%, a w umiarkowanym niedosłuchu zarejestrowano

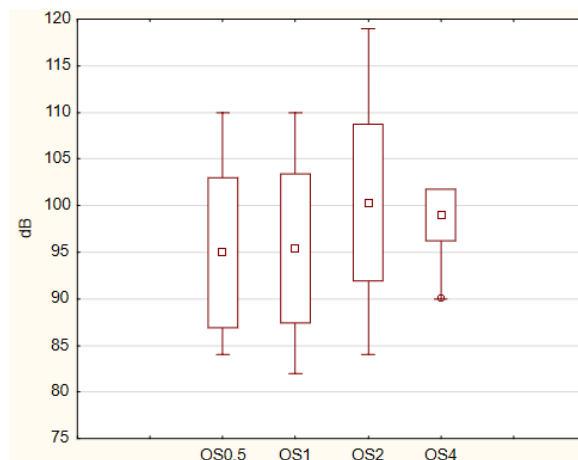
52% odpowiedzi. Przy dużym niedosłuchu zarejestrowano 43% odpowiedzi z mięśnia strzemiączkowego, a przy głębokim niedosłuchu liczba zarejestrowanych odpowiedzi spada do 29%. Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego malała wraz z głębokością niedosłuchu. Przyjęto hipotezę zerową H0 i odrzucono alternatywną H1.

Tabela 20. Rejestracje odruchów z mięśnia strzemiączkowego w kategoriach stopnia ubytku słuchu wg WHO –1997 (0,5, 1, 2, 4 kHz); N liczba zbadanych uszu

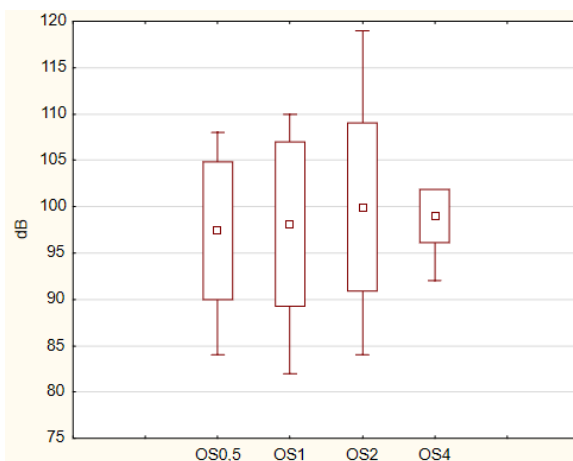
Stopień uszkodzenia słuchu [dB HL] / N	Stopień uszkodzenia słuchu	Liczba rejestracji OS0,5	Liczba rejestracji OS1	Liczba rejestracji OS2	Liczba rejestracji OS4
<25 / 5	Brak	5	5	5	5
26-40 / 29	lekki	27	28	28	14
41-60 / 36	umiarkowany	24	23	20	8
61-80 / 31	znaczny	19	18	13	4
>81 / 11	głęboki	6	5	1	1



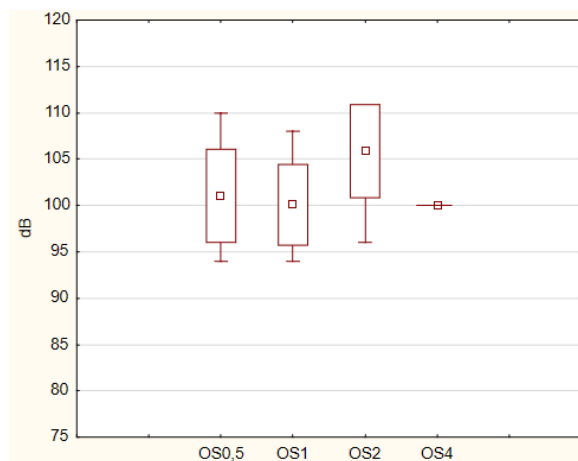
Ryc. 17 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu poniżej 25 dB



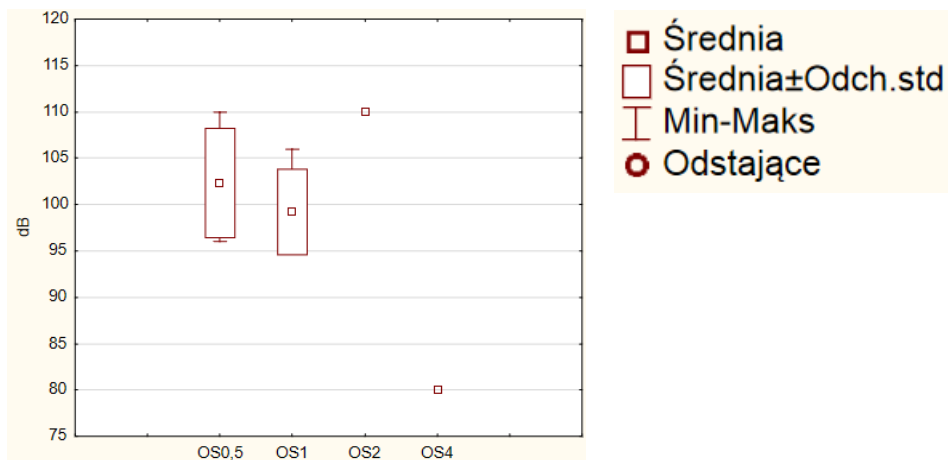
Ryc. 18 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu pomiędzy 26 – 40 dB



Ryc. 19 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu pomiędzy 41 – 60 dB



Ryc. 20 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu pomiędzy 61 – 80 dB



Ryc. 21 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu powyżej 81 dB

## Problem 6

### Problem 6a: Czy przeprowadzona topodiagnostyka za pomocą obliczenia parametru *recruitmentu Metza* potwierdza lokalizację ślimakową?

H0: U wszystkich przebadanych pacjentów wystąpiło obniżenie decybelowej różnicy pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia  $\Delta$ dB poniżej 60 dB dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, a tym samym potwierdziło lokalizację ślimakową pod postacią *recruitmentu Metza*.

H1: U wszystkich przebadanych pacjentów nie wystąpiło zmniejszenie decybelowej różnicy pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia  $\Delta$ dB poniżej 60 dB dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, a tym samym nie potwierdziło lokalizacji ślimakowej pod postacią *recruitmentu Metza*.

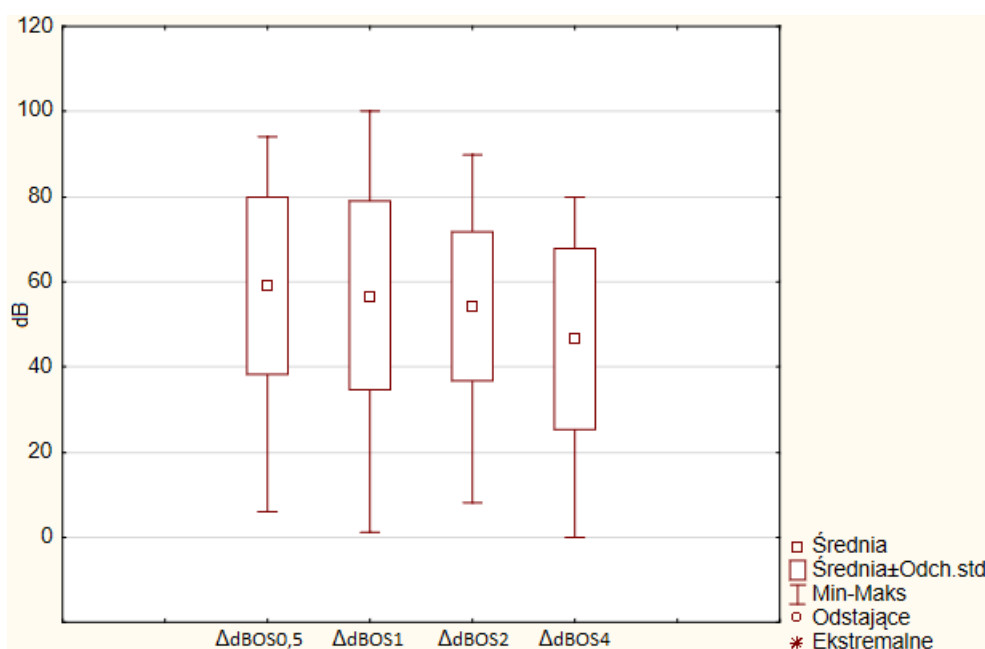
W celu weryfikacji hipotez zastosowano analizę zmienności wykresem ramka-wąsy (Statistica 12). Różnica pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia  $\Delta$ dB malała ze wzrostem częstotliwości bodźca (Ryc. 22). U 43% pacjentów nie określono wartości  $\Delta$ dB z powodu braku odpowiedzi z mięśnia strzemiączkowego.

Średnia arytmetyczna wartości różnicy malała pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia  $\Delta$ dB kolejno: 59,16 dB dla 500 Hz, 56,69 dB dla 1 kHz, 54,13 dB dla 2 kHz i 46,55 dB dla 4 kHz wraz ze wzrostem częstotliwości podawanego bodźca (Tabela 21). U przebadanych pacjentów wystąpiło obniżenie mediany parametru  $\Delta$ dB < 60 dB dla częstotliwości 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, tym samym potwierdziło to

lokalizację ślimakową pod postacią *recruitmentu Metza*. Zatem przyjęto hipotezę zerową i odrzucono hipotezę alternatywną.

Tabela 21. Wynik badania parametru *recruitmentu Metza* pod postacią różnicy pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4)

	Liczba uzyskanych pomiarów N	Średnia arytmetyczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odch.std
$\Delta$ dB OS0,5	87	59,16	64	6	94	20,86
$\Delta$ dB OS1	85	56,69	59	1	100	22,18
$\Delta$ dB OS2	71	54,13	55	8	90	17,50
$\Delta$ dB OS4	36	46,56	50	0	80	21,13



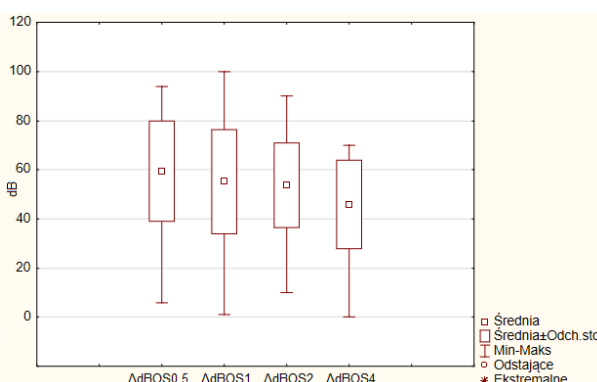
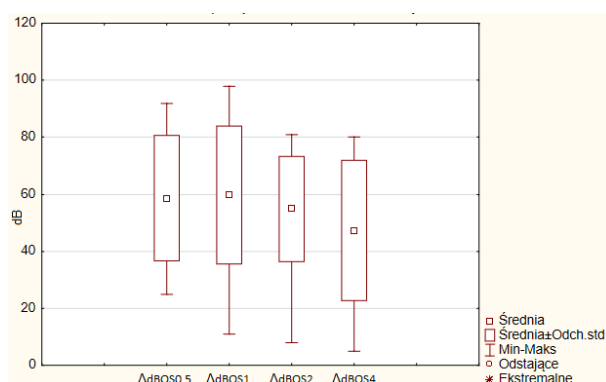
Ryc. 22 Wykres ramka-wąsy parametru  $\Delta$ dB dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4)

**Problem 6b: Czy z wiekiem pacjenta maleje wartość  $\Delta$ dB parametru *recruitmentu Metza*?**

H0: Z wiekiem pacjenta maleje różnica pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz i wzrasta wartość parametru *recruitmentu Metza*.

H1: Z wiekiem pacjenta nie maleje różnica pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz i nie wzrasta wartość parametru *recruitmentu Metza*.

Analizie statystycznej zmienności ramka-wąsy (Statistica 12) poddano wartości  $\Delta$ dB, różnicy pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz w grupie młodszych A i starszych B pacjentów. Wyniki analizy zmienności zaprezentowano na wykresach ramka-wąsy w grupie A (Ryc. 23) oraz grupie B (Ryc. 24).



Ryc. 23 Wykres ramka-wąsy różnicy  $\Delta$ dB pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4) dla grupy A

Ryc. 24 Wykres ramka-wąsy różnicy pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4) dla grupy B



Tabela 22. *Recruitment Metza* pod postacią średniej arytmetycznej parametru  $\Delta$ dB dla 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4) dla dwóch grup wiekowych pacjentów: A i B dla n rejestracji

	$\Delta$ dBOS0,5 [dB]	$\Delta$ dBOS1 [dB]	$\Delta$ dBOS2 [dB]	$\Delta$ dBOS4 [dB]
n rejestracji	n rejestracji	n rejestracji	n rejestracji	n rejestracji
Grupa A	58,65	59,75	54,90	47,35
n rejestracji	26	28	22	17
Grupa B	59,37	55,19	53,77	45,84
n rejestracji	61	57	49	19

W tabeli 22 przedstawiono wyniki badania *recruitmentu Metza* [rM] pod postacią różnicy dB pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia  $\Delta$ dB dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz i 4 kHz dla grup wiekowych A i B. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem częstotliwości podawanego dźwięku maleje różnica pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia w starszej grupie B porównaniu z młodszą grupą A. Wraz z wiekiem wzrasta wielkość *recruitmentu Metza*. Przyjęto hipotezę zerową  $H_0$ , natomiast odrzucono hipotezę alternatywną  $H_1$ .

### **Analiza porównawcza wyników audiometrii mowy w swobodnym polu akustycznym przed i po zastosowaniu aparatów słuchowych**

#### **Problem 7**

#### **Czy zastosowanie aparatu słuchowego poprawia wynik testu audiometrii mowy w swobodnym polu akustycznym?**

$H_0$ : Nie istnieje związek pomiędzy wynikiem testu audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym bez zastosowania aparatów słuchowych FF1 a wynikiem uzyskanym po zastosowaniu aparatów słuchowych FF2.

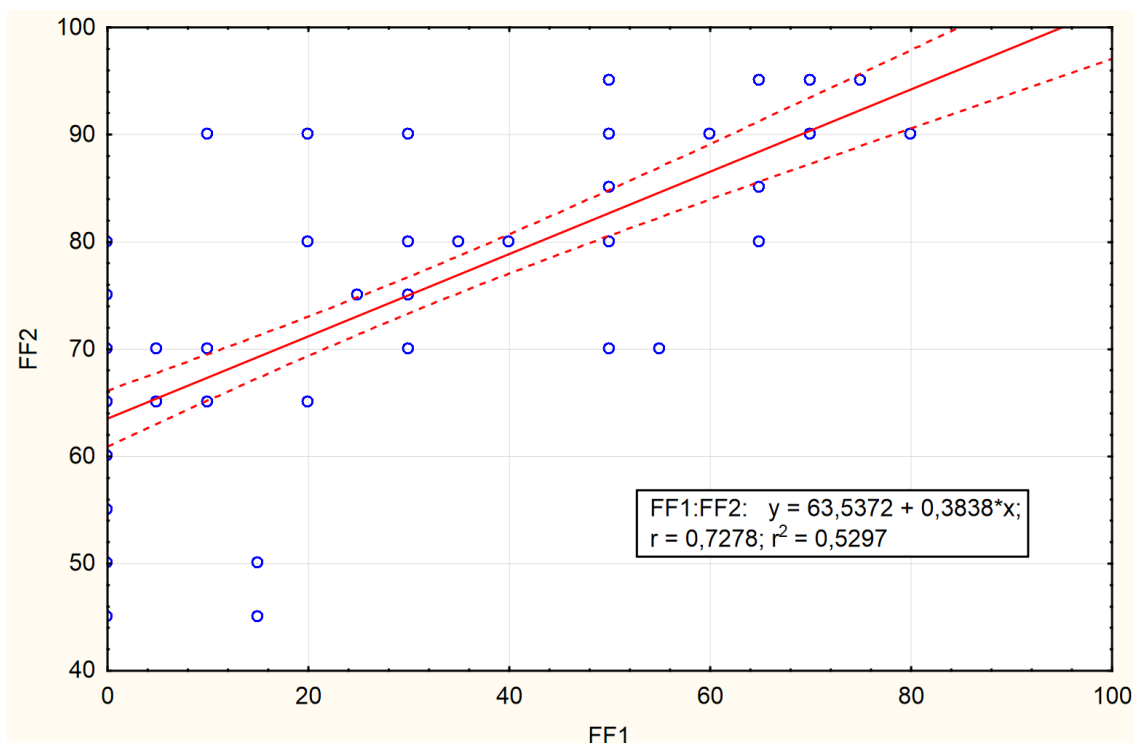
$H_1$ : Istnieje związek pomiędzy wynikiem testu audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym bez zastosowania aparatów słuchowych FF1 a wynikiem uzyskanym po zastosowaniu aparatów słuchowych FF2.

Do zbadania zależności pomiędzy parametrami FF1 a FF2 wykorzystano analizę zmienności – wykres rozrzutu 2W (Statistica 12) wraz ze współczynnikiem korelacji liniowej Pearsona  $r$ . Wyliczony współczynnik korelacja Pearsona wyniósł  $r=0,72$ , co oznacza silną zależność

między badanymi parametrami: wynikiem testu audiometrii słownej w wolnym polu bez zastosowania aparatu słuchowego FF1 i wynikiem uzyskanym po zastosowaniu pacjentowi aparatu słuchowego FF2 (Tabela 23 i Ryc. 25). Ze związku FF1 i FF2 wynika, że wzrasta procentowy wynik testu rozumienia mowy w swobodnym polu po zastosowaniu pacjentowi aparatu słuchowego. Poziom istotności statystycznej wyniósł  $p < 0,0001$ . Przyjęto hipotezę alternatywną, natomiast odrzucono hipotezę zerową.

Tabela 23. Wynik analizy korelacyjnej dla FF1 i FF2 dla rozumienia mowy w polu swobodnym bez aparatu i po zaprotezowaniu słuchu. Wyrażenia w równaniu  $y=a*x+b$  oznaczają kolejno: a – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y=a*x+b$  do osi wyniku testu audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym przed zastosowaniem aparatów słuchowych), b – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y=a*x+b$  z osią wyniku testu audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym po zastosowaniu aparatów słuchowych, \* – symbol mnożenia

	Współczynnik korelacji liniowej Pearsona r	Poziom istotności p	Równanie $y=a*x+b$
FF1 vs. FF2	0,7278	$p < 0,0001$	$FF2=0,3838*FF1+63,5372$ $a=0,3838$ $b=63,5372$



Ryc. 25 Wykres rozrzutu wyników testu słownego w polu swobodnym FF1 przed protezowaniem słuchu względem wyników testu w polu swobodnym FF2 po protezowaniu słuchu pacjenta

## Analiza porównawcza wyników testu MMSE przed i po zastosowaniu aparatu słuchowego

### Problem 8

#### Problem 8a: Czy istnieje różnica w rozkładach zmiennych wyników testów MMSE przed (MMSE1) i po protezowaniu (MMSE2)?

H0: Nie istnieje różnica w rozkładach zmiennych wyników testów MMSE przed (MMSE1) i po protezowaniu (MMSE2).

H1: Istnieje różnica w rozkładach zmiennych wyników testów MMSE przed (MMSE1) i po protezowaniu (MMSE2).

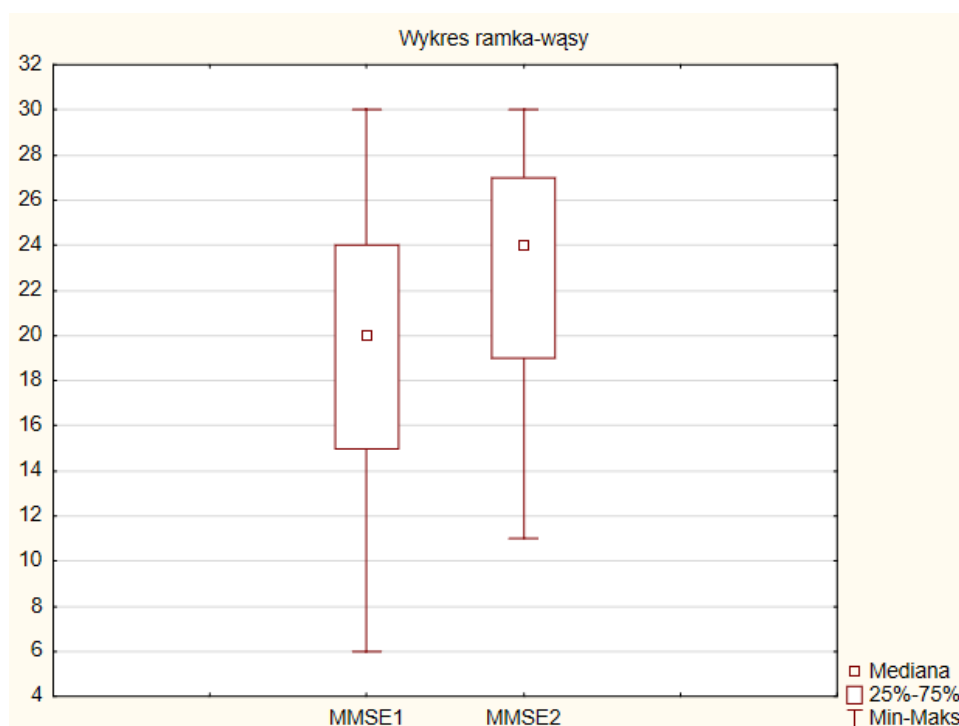
Do porównania wyników testów MMSE przed (MMSE1) i po protezowaniu (MMSE2) zastosowano test kolejności Wilcoxona dla poziomu istotności  $p < 0.05$ . Test ten stosuje się w sytuacji, gdy dokonujemy pomiarów badanej zmiennej dwukrotnie w różnych warunkach. W tym przypadku wykonaniu testów MMSE przed zastosowaniem aparatów słuchowych i po zastosowaniu aparatów słuchowych. Wynik testu Wilcoxona został zestawiony w tabeli 24. Sprawdzone, czy istnieją podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej o braku istotnej różnicy w rozkładach zmiennych wyników testów MMSE przed (MMSE1) i po protezowaniu

(MMSE2).

Tabela 24. Wyniki testu Wilcoxon dla testów MMSE przed (MMSE1) i po protezowaniu (MMSE2) przy wyliczonym poziomie istotności statystycznej  $p < 0,0001$ . Symbol: T – statystyka testowa testu Wilcoxon, Z – statystyka testowa testu Wilcoxon o rozkładzie normalnym

	N ważnych	T	Z	Poziom istotności p
MMSE1&MMSE2	110	49	8.95	$p < 0,0001$

Na podstawie analizy wyników testu Wilcoxon istnieją podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej, czyli że nie ma istotnej różnicy w rozkładach zmiennych (różnica median wynosi 0). Zebrane wyniki dowodzą, że zastosowanie aparatu słuchowego w celu przeprowadzenia testu MMSE powodowało uzyskanie lepszego – realnego wyniku testu, który odzwierciedla rzeczywisty stan funkcji poznawczych u pacjenta. Na rycinie 26 przedstawiono wykres dla testu MMSE przed i po protezowaniu pacjentów. Stwierdzony został wzrost mediany dla MMSE2 oraz zmniejszenie zmienności tego parametru.



Ryc. 26 Liczba uzyskanych punktów w teście MMSE1 przed protezowaniem słuchu w porównaniu do liczby uzyskanych punktów w teście MMSE2 po protezowaniu słuchu

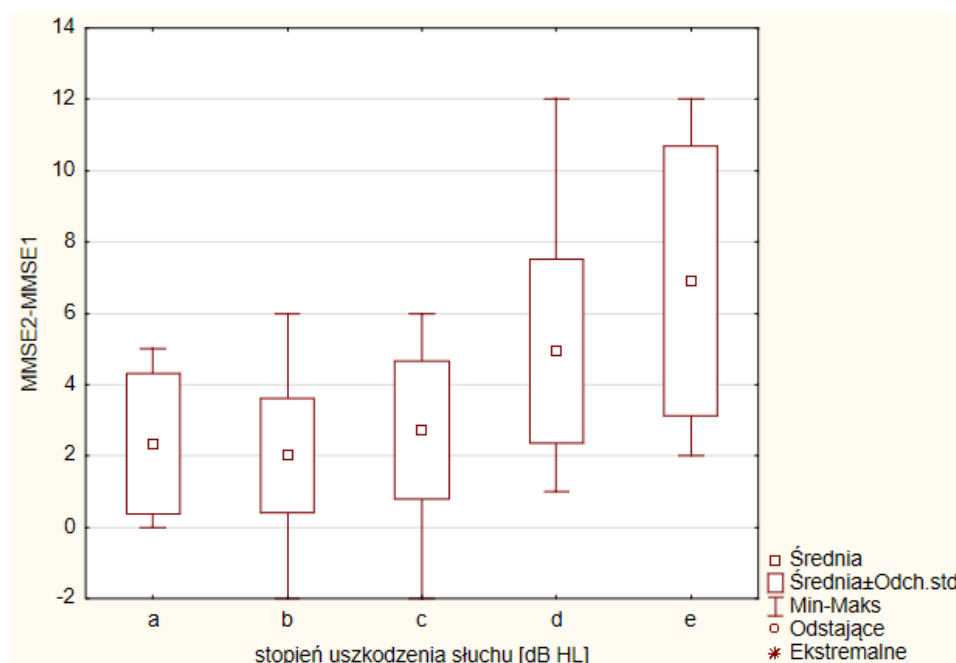
**Problem 8b: Czy istnieje związek pomiędzy głębokością ubytku słuchu a poprawą wyniku badania testem MMSE po zaprotezowaniu niedosłuchu?**

H0: Nie ma związku pomiędzy poziomem ubytku słuchu a wynikiem testu MMSE.

H1: Istnieje związek pomiędzy poziomem ubytku słuchu a wynikiem testu MMSE.

W celu weryfikacji hipotez zastosowano analizę zmienności wykresem ramka-wąsy (Statistica12). W oparciu o zestawienie zbiorcze wszystkich wykonanych badań audiologicznych (aneks) zbadano wynik różnicy punktacji testu MMSE2 po zaprotezowaniu słuchu i przed protezowaniem słuchu MMSE1 w zależności od stopnia uszkodzenia słuchu.

Rycina 27 ilustruje, iż głębokość uszkodzenia słuchu ma wpływ na różnicę w teście MMSE przed protezowaniem słuchu i po protezowaniu słuchu. Najmniejszą zmianę wartości różnicy punktacji w teście MMSE pacjenci mieli przy lekkim ubytku słuchu (b). Dopiero przy wzroście stopnia ubytku słuchu wzrasta różnica w teście MMSE przed protezowaniem słuchu i po protezowaniu słuchu. Przy dużym stopniu (d) uszkodzenia słuchu średnia arytmetyczna wynosi 4,94 punktów, a przy głębokim ubytku słuchu (e) średnia arytmetyczna wynosi 6,90 punktów. Na tej podstawie odrzucono hipotezę zerową i przyjęto hipotezę alternatywną.



Ryc. 27 Wykres ramka-wąsy wyniku różnicy testu MMSE2 i MMSE1 w zależności od stopnia głębokości słuchu [dB HL] wg WHO – 1997 (a – brak, b – lekki, c – umiarkowany, d – duży, e – głęboki)

**Problem 8c: Czy można przewidzieć realny wynik testu MMSE2 jaki pacjent z niedosłuchem uzyska po zaprotezowaniu słuchu aparatami słuchowymi znając poziom**

### ubytku słuchu i wynik punktacji testu MMSE1 przed protezowaniem słuchu?

H0: Nie można przewidzieć liczby punktów MMSE2 po protezowaniu słuchu pacjenta znając wynik punktacji MMSE1 przed protezowaniem.

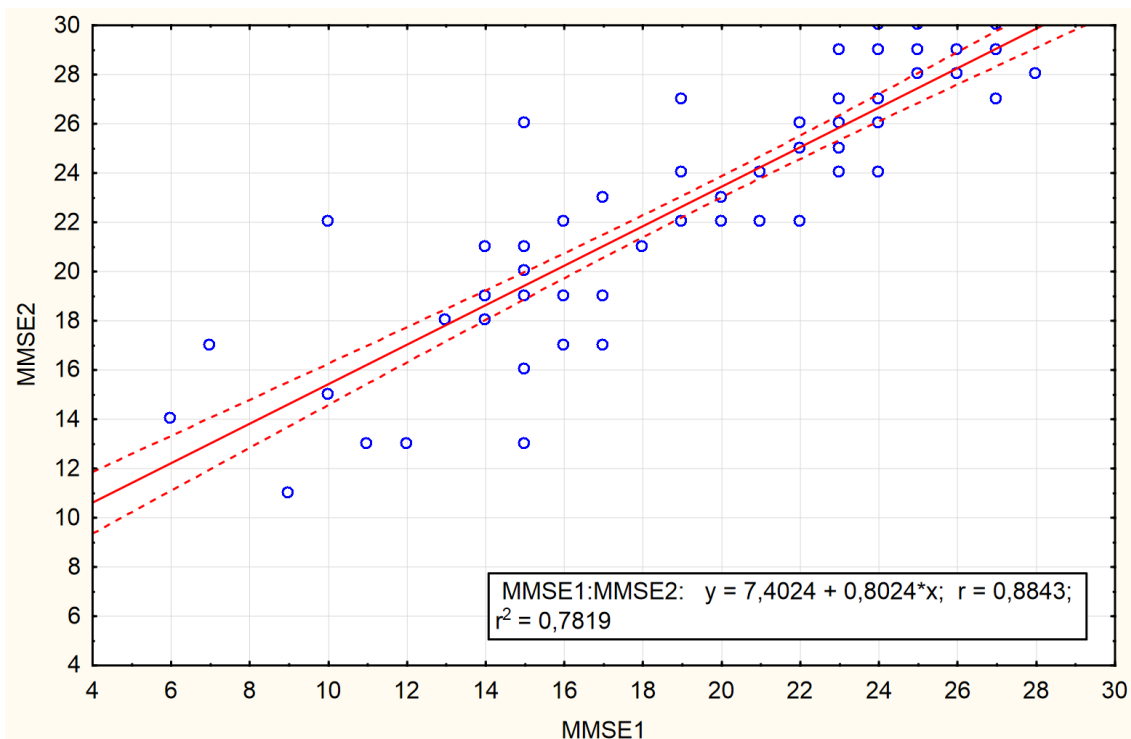
H1: Można przewidzieć liczbę punktów MMSE2 po protezowaniu słuchu pacjenta znając wynik punktacji MMSE1 przed protezowaniem.

W oparciu o zestawienie zbiorcze wszystkich wykonanych badań audiologicznych (aneks), zbadano związek pomiędzy liczbą uzyskanych punktów w teście MMSE1 bez zastosowania aparatów słuchowych i liczbą testu MMSE2 po zastosowaniu aparatów słuchowych u pacjenta, wykorzystując współczynnik korelacji liniowej Pearsona  $r$  przy wyliczonym poziomie istotności statystycznej  $p < 0,0001$  (Tabela 25). Wykorzystano analizę zmienności wykresem rozrzutu 2W (Statistica 12).

Tabela 25. Wynik analizy korelacyjnej dla MMSE2 i MMSE1. Wyrażenia w równaniu  $y = a * x + b$  oznaczają kolejno:  $a$  – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y = a * x + b$  do osi wyniku punktacji testu MMSE1 przed protezowaniem słuchu),  $b$  – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y = a * x + b$  z osią wyniku punktacji testu MMSE2 po protezowaniu słuchu,  $*$  – symbol mnożenia. Współczynnik  $a$  i  $b$  jest zależny od głębokości niedosłuchu i wartości MMSE1 i MMSE2

	Współczynnik korelacji liniowej Pearsona $r$	Poziom istotności $p$	Równanie $y = a * x + b$
MMSE2 vs. MMSE1	0,8843	$p < 0,0001$	$MMSE2 = 0,8024 * MMSE1 + 7,4024$ $a = 0,8024$ $b = 7,4024$

Rycina 28 ilustruje, iż współczynnik korelacji Pearsona wyniósł:  $r = 0,88$ , co oznacza silną zależność między badanymi parametrami: wynikiem testu MMSE1 bez zastosowania aparatu słuchowego i wynikiem testu MMSE2 po zastosowaniu pacjentowi aparatu słuchowego.



Ryc. 28 Wykres rozrzutu wyników testu MMSE1 przed protezowaniem słuchu względem wyników testu MMSE2 po protezowaniu słuchu pacjenta

Na podstawie analizy statystycznej tak silnej korelacji liniowej Pearsona pomiędzy dwoma współczynnikami MMSE1 i MMSE2 można przewidzieć liczbę punktów, jaką pacjent uzyska po zaprotezowaniu słuchu, znając poziom niedosłuchu i punktację testu Krótkiej Skali Stanu Psychicznego MMSE1 przed protezowaniem, stosując poniższy wzór (1):

$$\text{MMSE2} = 7,4024 + 0,8024 * \text{MMSE1} \quad (1)$$

Przyjęto hipotezę alternatywną H1 i odrzucono zerową H0.

Wzór (1) prognozuje, o ile skoryguje się wynik testu oceniającego stan demencji i funkcji kognitywnych pacjenta z niedosłuchem po zaprotezowaniu słuchu. Na przykład pacjent, który w teście MMSE1 uzyskał 22 punkty świadczące o chorobie otępiennej, po zastosowaniu aparatów słuchowych uzyskał w teście MMSE2 25 punktów, wskazujących na podstawie rozpoznania psychiatrycznego jedynie na zaburzenie funkcji poznawczych, a nie jak sugerował wcześniejszy wynik testu na obecność procesu otępiennego.

Badanie MMSE u pacjenta z niezaprotezowanym niedosłuchem fałszywie określa jego stan psychiczny ponieważ chory pacjent nie słyszy pytań i nie może na nie poprawnie odpowiedzieć.

## 9. Dyskusja

Każda niesprawność – zarówno czasowa, jak i trwała, ma wymiar biologiczny, osobisty i społeczny, związany z szeroko pojętymi kosztami leczenia i opieki. Zdaniem Ratajczaka [13] praktyka kliniczna wskazuje, iż na końcowy wynik leczenia każdego schorzenia wpływa wcześniej rozpoczęta i właściwie prowadzona rehabilitacja, której integralną częścią są wyroby medyczne, t.j. środki pomocnicze i ortopedyczne, w tym implanty, aparaty słuchowe, podobnie, jak dla zaburzeń wzroku – okulary.

W pracy poddano analizie wyniki badań, jakie zostały wykonane pacjentom ze stwierdzonym niedosłuchem i diagnozowanym stopniem otępienia w Oddziale Geriatrycznym w Katowicach.

Wśród analizowanych zmiennych uwzględniono poziom uszkodzenia słuchu pacjenta, poziom komunikatywności pacjenta, wynik testu oceniającego czynności kognitywne pacjenta prowadzące do diagnozy otępienia (badanie wykonane przez psychologa), wpływ zaprotezowania pacjenta na komunikację werbalną, wpływ zaprotezowania słuchu pacjenta na wynik testu oceniającego czynności kognitywne. Określono proste korelacje ujętych problemów zależnościowych, wykonując porównania wewnątrzgrupowe zmiennej zależnej w zakresie badanych czynników, uwzględniając ich poszczególne podskale. Przeprowadzone analizy potwierdziły stawiane hipotezy, przede wszystkim wpływ zaprotezowania niedosłuchu na ocenę funkcji poznawczych u pacjenta z niedosłuchem w wieku podeszłym, a co za tym idzie na kwalifikację rozpoznania głębokości demencji.

Wykazano wpływ uszkodzenia słuchu pacjenta w podeszłym wieku na komunikację werbalną. Wykazano możliwość wyliczenia rzeczywistego wyniku testu oceniającego czynności kognitywne MMSE niezafałszowanego ubytkiem słuchu. Większy ubytek słuchu i brak rozumienia mowy powodował słabszy udział pacjenta w kontaktach międzyludzkich i w wykonywanych testach słownych, natomiast poprzez zniwelowanie skutków ubytku słuchu i zaprotezowanie aparatami słuchowymi, poprawiono funkcjonowanie pacjenta w analizowanych obszarach.

Można zatem stwierdzić, iż niedosłuch stanowił istotną składową szerszego aspektu niepełnosprawności pacjenta w podeszłym wieku.

Uzyskane wyniki w audiometrii tonalnej u osób starszych potwierdziły narastający z wiekiem, według GUS proces starzenia się narządu słuchu, określanej w literaturze jako *presbycusis* [77]. Po raz pierwszy objawy kliniczne głuchoty w podeszłym wieku opisał w 1899 roku Zwaardemaker [19]. Według Szmeji [78] w audiometrii tonalnej w *presbycusis* stwierdza się obuuszne symetryczne podwyższenie progów przewodnictwa powietrznego



z równoczesnym obniżeniem krzywej przewodnictwa kostnego. Według Gierek [33] jest to charakterystyczny wykres przy występowaniu głuchoty starczej, której przyczyna wiąże się z narastającą dysfunkcją w uchu wewnętrznym. Dlatego Gierek zwróciła uwagę na konieczność badania audiometrią wysokich częstotliwości, gdyż to one są wskaźnikiem dla wczesnego wykrywania uszkodzeń słuchu. W badaniach własnych potwierdzono istotne osłabienie słyszenia tonów wysokich. Porównując dwie różne wiekowo grupy pacjentów: A i B (grupa A – poniżej 80 roku życia i grupa B – 80 lat i starsi), stwierdzono spadek percepcji dźwięków o wysokich częstotliwościach, powyżej 2000 Hz. Najdłużej słuch pozostawał bez odchylenia dla tonów niskich, do 1000 Hz. Edinger [19] wskazuje zależność gorszej słyszalności wysokich tonów od ilościowego ubytku komórek w zwoju spiralnym. Schuknecht i Gacek [24, 25] na podstawie danych audiometrycznych przedstawiających ubytek słuchu dla tonów wysokich wyodrębnili i nazwali głuchotę starczą czuciową.

W wyniku pogorszenia czułości słuchu występuje upośledzenie rozumienia mowy. Wyniki własne badań rozumienia mowy u osób starszych potwierdzone są wynikami innych autorów (Pruszewicz, Sekula). U przebadanych pacjentów stwierdzono zaburzenie rozumienia mowy wraz ze spadkiem czułości słuchu.

W badaniu audiometrią mowy wyznaczono cztery następujące parametry: PWM – próg wykrywania mowy, PR – próg rozumienia mowy, PD – próg dyskryminacji, SD – stopień dyskryminacji. Średni próg wykrywania mowy PWM zawierał się w przedziale 60-70 dB SPL, gdzie przyjęta norma dla zastosowanych list u osoby prawidłowo słyszającej wynosi PWM=5 dB SPL. Średni próg rozumienia mowy przebadani pacjenci osiągnęli w zakresie 60-80 dB SPL, gdzie norma dla zastosowanych list dla osoby słyszającej wynosi PR=17 dB SPL. Z kolei średni próg dyskryminacji PD zawiera się w zakresie 75-80 dB SPL, gdzie norma wynosi PD=40 dB SPL. Natomiast czwarty wyznaczony parametr w grupie przebadanych pacjentów tj. średni stopień dyskryminacji wyniósł 72%, norma dla zdrowo słyszającej osoby dla zastosowanych list wynosi SD=100%. U przebadanych osób w podeszłym wieku wszystkie cztery parametry kształtowały się poniżej normy, według Polskiej Normy Polskiego Komitetu Normalizacyjnego część 3: Audiometria słowna 2005 PN-EN ISO 8253-3 [79].

Analizując krzywą artykulacyjną z wyznaczonych parametrów PR, PWM, PD, SD, na uwagę zasługuje powtarzająca się u pacjentów charakterystyczna krzywa typu hełm (ang. *roll over* – przekoziołkowana krzywa), wskazuje ona na niedosłuch typu odbiorczego o lokalizacji ślimakowej. Bystrzanowska [80] wymienia w swojej pracy krzywe audiogramu słownego obrazujące: słuch prawidłowy, głuchotę przewodzeniową, głuchotę mieszaną, głuchotę neurytyczną, głuchotę ślimakową, głuchotę centralną, resztki słuchowe. Pojawienie się

u pacjentów krzywej artykulacyjnej typu hełm wyjaśnia Sekula i Świdziński [81] jako efekt uszkodzenia receptora narządu słuchu i ujawnienia się objawu wyrównania głośności. Z tego powodu zaburzony jest poziom odczucia głośności, który nie przebiega równoległe do wzrostu poziomu natężenia dźwięku, co prowadzi do pogorszenia rozumienia mowy. W audiometrii mowy skutkuje to większym ubytkiem dyskryminacji mowy w porównaniu do ubytku słuchu w audiometrii tonalnej.

W pracy zbadano korelację dla parametrów: progu rozumienia PR w audiometrii słownej z średnią wartością progu słuchowego oraz korelację stopnia dyskryminacji SD w audiometrii słownej z średnią wartością progu słuchowego. Poddane analizie wyniki w audiometrii słownej wskazują na niewspółmiernie gorszą zdolność rozumienia mowy aniżeli wynikałoby to z otrzymanego zapisu progu słyszenia tonów czystych.

Schuknecht [24] gorsze rozumienie mowy, nieadekwatne do ubytku wyznaczonego w audiometrii tonalnej tłumaczy zmianami zwyrodnieniowymi dotyczącymi głównie zwoju spiralnego oraz włókien nerwowych, jąder nerwu ślimakowego położonych w moście oraz dalszych odcinków centralnej części narządu słuchu. Spostrzega się wyraźne zmniejszenie odsetka zrozumiałych słów, a podwyższenie natężenia podawanych słów nie zwiększa zrozumiałości. Pruszewicz i in. [82] nieproporcjonalnie duży ubytek rozpoznawania dźwięków mowy w stosunku do ubytku w audiometrii tonalnej nazwał słyszeniem rozszczepionym (*schisacosis*).

Przeprowadzając analizę wyników badania tympanometrycznego, u 100% pacjentów uzyskano wynik tympanometrii typu A. Tympanogram typu A według Lehnhardta [19] świadczy o prawidłowym funkcjonowaniu ucha środkowego, co u pacjentów potwierdzono próbami stroikowymi.

Analizując wyniki rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego u przebadanych pacjentów stwierdzono, że z wiekiem zmniejsza się liczba rejestracji odpowiedzi na testowe dźwięki. Próg natężenia dźwięku potrzebny do wywołania odruchu strzemiączkowego kształtował się na poziomie 95-100 dB HL. Wraz z podwyższaniem częstotliwości podawanego bodźca akustycznego malała liczba rejestracji odpowiedzi. Rejestrację odpowiedzi na bodziec o częstotliwości 4 kHz uzyskano tylko u 29% przebadanych pacjentów. Wykazano także, iż możliwość rejestracji odruchów strzemiączkowych zależy od stopnia ubytku słuchu i maleje wraz z głębokością niedosłuchu. Zdaniem Pruszewicza [19] brak odruchu strzemiączkowego lub wysokie progi natężenia dźwięku potrzebne do wywołania odruchu strzemiączkowego mogą wskazywać na komponent neurytyczny.

Na podstawie wyników badań audiometrią impedancyjną w niniejszej pracy przeprowadzono analizę wartości parametru *recruitmentu Metza*. Zdaniem Niemeyera,

Zollnera i Kellera [19] jeśli różnica ( $\Delta$ dB) pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego a progiem słuchowym w audiometrii tonalnej w zakresie niskich, średnich częstotliwości jest mniejsza od 60 dB to mówimy o występowaniu *recruitmentu Metza* (rM). W pracy przedstawiono analizę różnicy progu słyszenia i progu odruchu strzemiączkowego dla częstotliwości: 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4). Stwierdzono fakt obniżenia różnicy pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, do średniej wartości 45,84 dB dla częstotliwości 4 kHz w starszej grupie pacjentów B. Tym samym potwierdzono obecność objawu wyrównania głośności pod postacią *recruitmentu Metza* wskazujące na uszkodzenie ślimakowe.

Według Kochanka i Śliwy [87], badanie audiometrią impedancyjną z rejestracją odruchu z mięśnia strzemiączkowego w zestawieniu z audiogramem dostarcza cennych informacji nie tylko o uchu środkowym, ale również o stanie ślimaka, nerwu słuchowego i twarzowego.

W pracy zbadano występowanie odczucia szumów usznych w dwóch grupach wiekowych pacjentów oraz określono charakter występujących szumów usznych. Według Bartnik [42] liczba pacjentów cierpiących na szumy uszne i niedosłuch rośnie z wiekiem. Badania własne potwierdziły występowanie szumów usznych u pacjentów narastająco z wiekiem. Odnotowano ponad 2-krotnie większą częstość występowania szumów usznych w starszej grupie wiekowej B w porównaniu do młodszej grupy wiekowej A. Jastreboff [44] donosi, iż pod względem objawowym szumy subiektywne są bardzo różne: od dźwięku tonalnego do intensywnego szumu białego. Analiza wyników własnych dowiodła, iż odczuwalny przez pacjentów rodzaj szumu był charakteryzowany jako pisk, dźwięk wysokotonowy.

Analiza uzyskanych wyników dowiodła, iż największy problem pacjenci w podeszłym wieku z niedosłuchem mają z rozumieniem mowy. Dlatego dokonano doboru aparatów słuchowych stosując w obustronnym ubytku słuchu dopasowanie binauralne. Według Gołębiowskiego i in. [63] protezowanie obuuszne w obustronnym niedosłuchu ma na celu umożliwienie słyszenia maksymalnie zbliżonego do stanu fizjologicznego w zakresie rozumienia mowy, rozpoznawania kierunku i dyskryminacji dźwięków w warunkach utrudnionego akustycznie otoczenia.

Ponadto według Hojan-Jeziarskiej i innych autorów [61,83] szacuje się, że słuchanie obuuszne redukuje wpływ efektu cienia głowy o około 6-7 dB. Efekt cienia głowy z kolei jest przyczyną tłumienia sygnału mowy o wyższych częstotliwościach, które są ważne dla jej rozumienia. Dalej Hojan-Jeziarska donosi, iż percepcja obuuszna sprawia, że odczucie

głośności sygnału jest większe, jeśli prezentowany jest on dla obojga uszu jednocześnie, a nie tylko do jednego. Nazwane jest to obuusznym sumowaniem głośności i jest najbardziej oczywistą zaletą obuusznej obróbki dźwięku. W rezultacie próg rozumienia mowy poprawia się o około 3-5 dB i wzrasta czułość słyszenia.

Zdaniem Hojana, Hojan-Jeziarskiej, Kruzela [88] wystąpienie ryzyka demencji wzrasta wraz ze wzrostem niedosłuchu: przy niedosłuchu od 25-45 dB HL jest dwa razy większe, od 41 do 70 dB HL – trzy razy większe, a przy niedosłuchu ponad 70 dB HL – prawie pięciokrotnie większe niż u osób o słuchu normalnym. Autorzy twierdzą, że nawet w przypadku podejrzenia demencji zaleca się protezowanie słuchu.

Przedstawiony w 2017 roku Raport Lancet [89] autorstwa 24 ekspertów z dziedziny otępienia donosi o wynikach analizy badań nad demencją. Autorzy przedstawili wyniki dowodzące, iż można uniknąć jednej trzeciej przypadków otępienia. Przedstawili mechanizmy łączące czynniki ryzyka z demencją i stwierdzili, że osoby starsze mogą potencjalnie zmniejszyć ryzyko pogorszenia funkcji poznawczych i prawdopodobnie zapobiec wystąpieniu otępienia poprzez wprowadzenie nowego modelu życia. Czynniki ryzyka otępienia, które wymieniono w raporcie dotyczyły ubytku słuchu i izolacji społecznej. Eksperci uznali, że niedosłuch może pogłębić pogorszenie funkcji kognitywnych i/lub może prowadzić do alienacji społecznej oraz depresji przyspieszającej atrofię mózgu. Zespół ekspertów podkreślił, że brakuje obecnie dowodów na to, czy aparaty słuchowe mogą złagodzić lub zapobiec spadkowi funkcji poznawczych. Jednak w przedstawionym modelu życia zalecali badanie słuchu w połowie okresu życia człowieka jako jeden z wielu sposobów na wcześniejsze wykrycie otępienia lub zmniejszenie wystąpienia ryzyka demencji.

W najnowszych badaniach z 2017r. Sterkers, Mosnier [93] przedstawili rozszerzone wskazania do implantacji ślimakowej u dorosłych dotkniętych obustronnymi, głębokimi ubytkami słuchu, u których komunikacja werbalna w hałasie jest niemal zniesiona. Wynik testu monosylabowego o natężeniu 65-70 dB wynoszący poniżej 50% staje się wskazaniem do wszczepu ślimakowego. Zdaniem badaczy rehabilitacja implantologiczna metodą dwustronnej implantacji ślimakowej u osób w podeszłym wieku wykazała poprawę rozumienia mowy w hałasie oraz wykazała odwracalne procesy zaburzeń kognitywnych.

Olze [94] donosi, że u osób w podeszłym wieku ze stwierdzonym niedosłuchem i chorobami psychicznymi, po wszczepieniu implantów ślimakowych następuje poprawa słuchu i poprawa funkcji poznawczych. Według Olze [94] niewydolność słuchowa prowadzi do izolacji społecznej i ma negatywny wpływ na jakość życia w starzejących się społeczeństwach. Pacjentom po 70 roku życia z ubytkiem słuchu po wszczepieniu implantów ślimakowych przywrócono zdolność w komunikowaniu się. Olze [94] dowiodła, że

implantacja ślimakowa stanowi udaną procedurę rehabilitacji słuchu u pacjentów w podeszłym wieku oraz poprawia jakość życia HRQOL (*Health Related Quality of Life*). Aktualnie większość definicji HRQOL wyróżnia pięć podstawowych wymiarów: funkcjonowanie fizyczne, funkcjonowanie psychologiczne, funkcjonowanie społeczne, funkcjonowanie poznawcze, ogólne poczucie dobrostanu [95, 96, 97]. Zdaniem Olze poprawa słyszenia pacjentów poprzez implantację ślimakową poprawia funkcjonowanie pacjentów we wszystkich pięciu wymiarach wymienionych w definicji HRQOL.

W pracy udowodniono, że zaprotezowanie słuchu poprawiło komunikację werbalną i przez to miało wpływ na wynik oceny czynności poznawczych mierzonych testem MMSE. Wykonanie MMSE opiera się na drodze konwersacji pomiędzy osobą wykonującą test (psychologiem). Analiza testu przeprowadzonego po poprawie słyszenia poprzez dobór aparatów słuchowych wykazała wzrost punktacji wyników określających funkcje kognitywne. Wykazano, że zaprotezowanie pacjenta z rozpoznaniem niedosłuchem wpływa na zmianę rozpoznania głębokości otępienia i wyklucza przekłamanie wynikające z wad słuchu. W trakcie przeprowadzanych badań własnych, wykazano, że pacjenci ignorowali pytania lekarzy, nie wykonywali poleceń pielęgnacyjnych, czy rehabilitacyjnych nie tylko z powodu demencji, depresji czy niższego poziomu inteligencji lecz również z powodu niedosłuchu i z powodu problemów z rozumieniem zadawanych pytań i poleceń.

Według Śliwińskiej-Kowalskiej [98] w populacji osób dorosłych uszkodzenie słuchu i upośledzenie rozumienia mowy nie tylko wpływa na pogorszenie jakości życia, ale także stanowi istotny czynnik ograniczający możliwość wykonywania pracy zawodowej na wielu stanowiskach wymagających dobrego słuchu. Jak donosi Śliwińska-Kowalska, kryteria oceny stanu słuchu powinny brać pod uwagę proces starzenia się narządu słuchu, a także możliwość poprawy słyszenia przy użyciu aparatu słuchowego.

W pracy, kierując się potrzebą polepszenia zrozumiałości mowy, poprawienia słyszenia sygnałów dźwiękowych oraz ich identyfikacji zastosowano aparaty słuchowe u pacjentów z ubytkiem słuchu i stwierdzonym otępieniem. Wykorzystano bardzo dobrze rozwiniętą technikę przetwarzania dźwięku w aparatach słuchowych. Uruchomiono układy elektroniczne wyróżniania mowy bazujące na rozpoznawaniu widma sygnału oraz systemu redukcji szumu (SMS – *Speech Management System*, SPD – *Speech Pattern Detection, Microphone Noise Reduction*). Biorąc pod uwagę występowanie u pacjentów objawu wyrównania głośności (*recruitmentu*) zastosowano automatyczną kontrolę głośności (MPO – *Maximum Power Output*).

Pacjenci po dopasowaniu aparatów słuchowych osiągnęli wyższy wynik końcowy Testu Krótkiej Skali Oceny Stanu Psychicznego MMSE przeprowadzanego przez psychologa

klinicznego średnio o 3,48 punkty. Wzrost punktacji w teście MMSE2 świadczy o poprawie dyskryminacji mowy przez pacjenta zaprotezowanego. Przeprowadzona analiza statystyczna na podstawie wyników testu Krótkiej Skali Oceny Stanu Psychicznego (MMSE) w wolnym polu bez zastosowania aparatów słuchowych MMSE1 i wyniku testu audiometrii mowy w wolnym polu akustycznym po zaprotezowaniu słuchu MMSE2 oraz wyznaczenie na jej podstawie współczynnika korelacji Pearsona wykazała silną zależność pomiędzy badanymi parametrami. Olze [94] w swoich badaniach dowiodła, że po 6. miesięcznej rehabilitacji słuchu implantami ślimakowymi poprawiło się funkcjonowanie poznawcze u pacjentów w podeszłym wieku mierzone w skali WAIS-IV (*Wechsler Adult Intelligence Scale*).

Dotąd w literaturze nie opisano zastosowania testu Krótkiej Skali Oceny Stanu Psychicznego (MMSE) jako rodzaju testu oceniającego poprawę funkcji poznawczych po zastosowaniu aparatów słuchowych. Protezując pacjentów i wykonując im ponownie test MMSE, wykluczono przekłamanie spowodowane ubytkiem słuchu, co w konsekwencji dało faktyczny obraz stanu psychicznego pacjenta w wieku podeszłym.

Pacjent ze stwierdzonym otępieniem ze względu na zasadniczą chorobę ma problemy komunikacyjne. W pracy udowodniono, iż niezdiagnozowany niedosłuch może tylko pogorszyć kontakt pacjenta z otoczeniem. Sterkers, Monsier [93] wykazali, że pacjenci w podeszłym wieku z potwierdzonym niedosłuchem odczuwają lęk z poczucia braku komunikacji i popadają w depresję. Olze [94] dowiodła, że pogarsza się jakość ich życia HRQOL. Plopa [84] wykazał, że w sytuacji kiedy system psychiczny wypełniony jest napięciem nie potrzeba już pojawienia się dodatkowych zewnętrznych stresorów, aby człowiek odczuwał zagrożenie. Związane jest to z obniżeniem właściwości biologicznych, psychologicznych oraz społeczno-kulturowych. Potwierdzają to wyniki Pitta [85], Trypki [86], że u seniorów największy wpływ na wystąpienie depresji mają czynniki psychologiczne tj. poczucie niepełnosprawności, samotności, a nie schorzenia somatyczne.

W niniejszej pracy analizowano wyniki badań u 61 osób ze stwierdzonym niedosłuchem i otępieniem, choć kandydatów do przeprowadzenia pełnej diagnostyki audiologicznej z podobnymi schorzeniami było 146. Spośród wyłączonych z oceny 85 osób część nie wyraziła zgody na badania, gdyż nie była nimi zainteresowana, część osób nie chciała współpracować: sygnalizować w trakcie badania audiometrią tonalną czy powtarzać słów w trakcie badania audiometrią mowy. Wiele osób z tej grupy przerywało badania i żądało odprowadzenia na oddział geriatryczny manifestując niezadowolenie, zmęczenie, brak koncentracji, zdenerwowanie i poirytowanie. Takie zachowanie tłumaczy w swojej pracy Prużyński [90], który twierdzi, że niepełnosprawność, w tym niepełnosprawność słuchowa wywołuje u pacjentów zespół depresji astenicznych, która manifestuje się objawami takimi

jak abulia (niezdolność do podejmowania decyzji), anhedonia (niezdolność do odczuwania przyjemności), utrata zainteresowań, poczucie zmniejszonej sprawności, zubożenie. Taki stan pacjenta w wieku senioralnym Prużyński nazywa nawet pseudodemencją, czy rzekomym ośpieniem depresyjnym.

Raport autorstwa Ballarda i wsp. [91] z 2017 roku wykazał, że osobie z demencją wystarczy jedna godzina w tygodniu aktywności społecznej opartej na poprawnej komunikacji, by poprawić jej jakość życia. Kim i Park [92] zgodnie przyznali, że zaangażowanie społeczne ma silny związek z godnym starzeniem się. Doszli do wniosku, że pracownicy personelu medycznego powinni interweniować na rzecz stylu życia pacjenta w wieku senioralnym w celu optymalizacji komunikacji i zaangażowania społecznego.

W pracy własnej udowodniono, że poprawna komunikacja może odbywać się na drodze dobrego słyszenia i poprawnego rozumienia słów. W opinii Mossakowskiej [28] współczesna technika pozwala na coraz skuteczniejszą eliminację ograniczeń wynikających z niepełnosprawności. Poprzez zastosowanie pacjentowi aparatów słuchowych przyczyniono się do lepszego kontaktu pacjenta z otoczeniem. Po wyborze i ustawieniu parametrów pracy aparatów słuchowych uzyskano lepsze rozumienie mowy, dzięki czemu pacjent lepiej rozumiał pytania zadawane przez lekarzy, psychologów oraz wykonywał poprawnie polecenia w trakcie czynności pielęgnacyjnych i rehabilitacyjnych. Przeprowadzona ankieta wśród personelu medycznego dała pozytywne wyniki pracy lekarzy, pielęgniarek, rehabilitantów z zaprotezowanym pacjentem. W 74,1% poprawiła się współpraca z pacjentem w trakcie pielęgnacji, a w 60,3% poprawił się ogólny kontakt z pacjentem.

Podsumowując, za oryginalne osiągnięcie naukowo-badawcze rozprawy doktorskiej pragnę uznać zidentyfikowanie przyczyn błędnej diagnozy demencji, spowodowanej nieuwzględnieniem zaburzającego wywiad naturalnego zjawiska niedosłuchu w badanej grupie wiekowej.

Innowacyjność pracy polegała na powiązaniu oceny stanu narządu słuchu i zaprotezowania niedosłuchu z możliwością korekty w wyznaczeniu stopnia zaburzenia funkcji poznawczych u pacjentów w podeszłym wieku, przeprowadzanej za pomocą testu Krótkiej Skali Oceny Stanu Psychicznego (MMSE). W pracy udowodniono, że zaprotezowanie słuchu poprawia komunikację werbalną i przez to ma wpływ na wynik końcowy oceny czynności poznawczych mierzonych testem MMSE. Stwierdzono, iż ocena stanu psychicznego pacjentów z oddziału geriatrycznego powinna być poprzedzana oceną słuchu pacjentów i w przypadku stwierdzonego niedosłuchu, zastosowaniem aparatów słuchowych.

## 10. Wnioski

1. Stwierdzono, iż ocena słuchu pacjenta w wieku podeszłym poprzez wykonanie audiometrii tonalnej, audiometrii mowy, audiometrii impedancyjnej jest nie tylko kompleksowym, ale też optymalnym badaniem audiologicznym w diagnostyce zaburzeń słuchu o charakterze *presbycusis*:

- analiza wyników audiometrii tonalnej wykazała podwyższenie progu słuchu głównie w zakresie wysokich częstotliwości;

- analiza audiometrii mowy potwierdziła, iż wszystkie cztery wyznaczone parametry: PWM – próg wykrywania mowy, PR – próg rozumienia, PD – próg dyskryminacji, SD – stopień dyskryminacji odbiegają od normy, a kształt krzywej wyznaczony przez w/w parametry wskazuje na dominujące uszkodzenie ślimakowe, co stanowi istotny wskaźnik dla sposobu protezowania słuchu;

- analiza parametru *recruitmentu Metza* [rM] pod postacią różnicy  $\Delta$ dB pomiędzy wynikiem wartości różnicy progu odruchu strzemiączkowego a progiem słyszenia w audiometrii tonalnej dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, wykazała dodatni objaw wyrównania głośności wskazując na uszkodzenie ślimakowe.

2. Potwierdzono, iż pacjenci w podeszłym wieku cierpią z powodu szumów usznych (*tinnitus* ujawnia się w postaci wysokotonowego pisku i towarzyszy ubytkowi słuchu), co wywiera negatywny wpływ na komunikowanie się pacjentów z otoczeniem:

- badania dowiodły, iż szумы uszne narastają wraz z wiekiem pacjenta.

3. Udowodniono, że zaprotezowanie słuchu poprawia komunikację werbalną i przez to ma wpływ na wynik oceny czynności poznawczych mierzonych testem MMSE. Analiza testu MMSE2 po zaprotezowaniu aparatami słuchowymi pacjentów z ubytkiem słuchu wykazała poprawę wyników badania funkcji kognitywnych pacjentów, przypisując im wyższy wynik testu MMSE2 w porównaniu do wyniku testu MMSE1 przed dopasowaniem aparatów słuchowych i zmieniła rozpoznanie głębokości otępienia.

4. Badania dowiodły, iż niedosłuch ma istotny wpływ na komunikację werbalną z pacjentami w wieku senioralnym. Obserwacje personelu medycznego: lekarzy, pielęgniarek, rehabilitantów z oddziału geriatrycznego wykazały poprawę w komunikacji z pacjentem po zaprotezowaniu słuchu.



5. Wykazano, iż ocena stanu psychicznego pacjentów z oddziału geriatrycznego – z zasady – powinna być poprzedzana oceną słuchu pacjenta i jeżeli pacjent ma niedosłuch, zastosowaniem aparatów słuchowych.

## 11. Streszczenie

Podstawowym narządem zmysłu, który zapewnia komunikację werbalną człowieka z otoczeniem jest narząd słuchu. Niewątpliwie proces starzenia się narządu słuchu, powoduje u osób w podeszłym wieku dyskomfort w relacjach międzyludzkich, polegający na trudnościach ze zrozumiałością mowy, jak również złą percepcją bodźców dźwiękowych docierających z otaczającego świata, co w konsekwencji przyczynia się do zaburzeń funkcji poznawczych.

Spośród przebadanych 146 osób wyłoniono grupę 61 pacjentów z niedosłuchem Oddziału Geriatrii Samodzielnego Publicznego Szpitala Klinicznego nr 7 Śląskiego Uniwersytetu Medycznego im. Profesora Leszka Gieca w Katowicach w wieku od 74 do 93, z różnym stanem słuchu i różnym poziomem zaburzeń czynności poznawczych ocenianych testem *Mini-Mental State Examination*. Średni wiek pacjentów wyniósł 86 lat. Grupa liczyła 38 kobiet i 23 mężczyzn. Pacjenci zostali podzieleni na dwie grupy wiekowe: grupa A – poniżej 80 roku życia i grupa B – 80 lat i starsi.

Do kryterium włączenia do grupy badawczej należała zgoda pacjenta i możliwość oceny ubytku słuchu oraz rozpoznane zaburzenia funkcji poznawczych mierzone za pomocą testu Krótkiej Skali Oceny Stanu Psychicznego MMSE (*Mini-Mental State Examination*). Wykonanie testu MMSE opierało się na drodze konwersacji pomiędzy osobą wykonującą test tj. psychologiem klinicznym a pacjentem z podejrzeniem choroby otępiennej. Po rozpoznaniu niedosłuchu na podstawie wykonanych badań audiologicznych tj. audiometrii tonalnej, audiometrii mowy, audiometrii mowy w polu swobodnym, audiometrii impedancyjnej, otoemisji, dopasowano pacjentom aparaty słuchowe, przybliżając w ten sposób naturalne słyszenie i uzyskując najlepszy z możliwych poziom rozumienia mowy. Po upływie tygodnia noszenia aparatów słuchowych psycholog kliniczny ponownie wykonał test MMSE, porównanie wyników obu testów ujawniło znaczące rozbieżności, świadczące o przekłamaniu wyniku spowodowanym niedosłuchem. Zidentyfikowany więc został problem badawczy, którego sukcesywne rozwiązanie wytyczyło zasadniczy cel pracy. Stała się nim ocena słuchu pacjenta w wieku podeszłym i poprawa mierzonych funkcji poznawczych po zaprotezowaniu słuchu.

Celem pracy była ocena słuchu pacjenta w podeszłym wieku oraz ocena wpływu zaprotezowania aparatami słuchowymi chorych z oddziału geriatrycznego z niedosłuchem na wynik badania czynności poznawczych mierzonych testem Krótkiej Skali Oceny Stanu Psychicznego (MMSE) oraz odpowiedź na pytanie czy zaprotezowanie słuchu wpłynie na

poprawę oceny czynności kognitywnych pacjentów. Dodatkowym celem pracy było zbadanie wpływu dopasowania aparatów słuchowych na poprawę komunikacji z pacjentem w wieku senioralnym.

Wśród analizowanych zmiennych uwzględniono poziom uszkodzenia słuchu pacjenta, poziom komunikacji pacjenta z zespołem medycznym, wynik testu MMSE oceniającego czynności kognitywne pacjenta prowadzące do diagnozy otępienia, wpływ zaprotezowania pacjenta na komunikację werbalną, wpływ zaprotezowania słuchu pacjenta na wynik testu oceniającego funkcje poznawcze. Analizy (w tym analiza porównawcza) przeprowadzone na podstawie uzyskanych wyników badań, potwierdziły trafność stawianej hipotezy, odnośnie wpływu zaprotezowania niedosłuchu na ocenę funkcji poznawczych u pacjenta z niedosłuchem w wieku podeszłym. Implikacją pozytywnie zweryfikowanej hipotezy głównej jest krytyczna ocena wiarygodności kwalifikacji rozpoznania głębokości demencji.

Stwierdzono, iż ocena słuchu pacjenta w wieku podeszłym poprzez wykonanie audiometrii tonalnej, audiometrii mowy, audiometrii impedancyjnej jest nie tylko kompleksowym, ale też optymalnym badaniem audiologicznym w diagnostyce zaburzeń słuchu o charakterze *presbycusis*. Analiza audiometrii tonalnej wykazała podniesienie progu słuchu głównie w zakresie wysokich częstotliwości. Analiza audiometrii mowy potwierdziła, iż wszystkie cztery wyznaczone parametry: PWM – próg wykrywania mowy, PR – próg rozumienia, PD – próg dyskryminacji, SD – stopień dyskryminacji odbiegają od normy, a kształt krzywej wyznaczony poprzez w/w parametry wskazywał na dominujące uszkodzenie ślimakowe, co stanowiło wskaźnik dla sposobu protezowania słuchu. Analiza parametru *recruitmentu Metza* [rM] pod postacią różnicy  $\Delta\text{dB} < 60 \text{ dB}$  pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego a progiem słuchu w audiometrii tonalnej dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, wykazała dodatni objaw wyrównania głośności, wskazując na uszkodzenie ślimakowe.

W pracy potwierdzono, iż pacjenci w podeszłym wieku cierpią z powodu szumów usznych (*tinnitus* ujawniał się w postaci wysokotonowego pisku i towarzyszył ubytkowi słuchu). Badania dowiodły, iż szумы uszne narastały wraz z wiekiem pacjenta.

Udowodniono, że zaprotezowanie słuchu poprawiło komunikację werbalną i przez to miało wpływ na wynik oceny czynności poznawczych mierzonych testem MMSE. Analiza testu MMSE2 po zaprotezowaniu aparatami słuchowymi pacjentów z ubytkiem słuchu wykazała poprawę wyników badania funkcji kognitywnych pacjenta, przypisując mu wyższy wynik testu MMSE2 w porównaniu do wyniku testu MMSE1 przed dopasowaniem aparatów słuchowych i zmieniła rozpoznanie głębokości otępienia.

Badania dowiodły, iż niedosłuch ma istotny wpływ na komunikację werbalną z pacjentami w wieku senioralnym. Obserwacje personelu medycznego: lekarzy, pielęgniarek, rehabilitantów z oddziału geriatrycznego wykazały poprawę w komunikacji z pacjentem po zaprotezowaniu słuchu.

W pracy stwierdzono, iż ocena stanu psychicznego pacjentów z oddziału geriatrycznego powinna być poprzedzana oceną słuchu pacjenta. Wysokie prawdopodobieństwo tego, że pacjent cierpi na niedosłuch, implikuje działania zmierzające do zastosowania aparatów słuchowych.

W pracy wykazano, iż sprawność słuchu jest nieoderwalną składową sprawności intelektualnej. Obecny poziom rozwoju technologicznego umożliwia powszechne używanie skutecznych urządzeń wspomagających słyszenie i korekcję wad słuchu. Ich stosowanie w znaczący sposób przyczynia się do poprawy nie tylko zdrowostanu, ale ogólnego dobrostanu pacjentów.

## **Summary**

The main sense organ which enables human beings verbal communication with the environment is the hearing organ. Undoubtedly, the hearing organ aging process causes elderly people discomfort in interpersonal relationships, which consists in difficulties understanding speech as well as bad perception of sound stimuli coming from the surrounding world, which, in consequence, contributes to cognitive function disorders.

From among 146 people examined, a group of 61 patients with hypoacusis from the Geriatric Ward of the No. 7 Independent Public Clinical Hospital of the Professor Leszek Giec Medical University of Silesia in Katowice were selected, aged between 74 and 93, with a different condition of hearing and different level of cognitive functions disorders assessed by means of the Mini-Mental State Examination. The average age of the patients amounted to 86 years. The group consisted of 38 women and 23 men. The patients were divided into two age groups: group A – below the age of 80 years old and group B – 80 years and older.

The criteria for being included in a test group were the patient consent and the possibility of assessing the hearing loss as well as diagnosed cognitive functions disorders measured by way of the Mini-Mental State Examination (MMSE). The performance of the MMSE was based on a conversation between the person performing the test, namely a clinical psychologist, and a patient with suspected dementia. Upon diagnosing hypoacusis on the basis of audiological tests, pure tone audiometry, speech audiometry, speech audiometry in a

free field, impedance audiometry and stapedius reflex, and otoacoustic emission, hearing aids were provided to the patients, thus approximating natural hearing and achieving the best speech comprehension level possible. After a week of wearing hearing aids, the clinical psychologist performed the MMSE again. The comparison between both the tests revealed significant discrepancies indicating a distortion caused by hypoacusis. Thus, a research problem was identified whose successive resolution defined the principal aim of the dissertation being the assessment of the elderly patient's hearing and the improvement in the cognitive functions measured after supplying a hearing aid.

The aim of the dissertation was to assess the elderly patient's hearing as well as to evaluate the impact of fitting hearing aids in the patients with hypoacusis from the Geriatric Ward on the result of the cognitive functions assessment as measured by the MMSE, and to answer the question whether provision of hearing aids would have any influence on improvement in the patients' cognitive functions assessment. The additional aim of the dissertation was to examine the influence of fitting hearing aid on improvement in the communication with the elderly patient.

Among the variables analyzed, the following were taken into account: the level of the patient's hearing impairment, the level of the patient's communicativeness, the MMSE result assessing the patient's cognitive functions, leading to diagnosing dementia, the influence of supplying the patient with hearing aids for verbal communication, the influence of supplying the patient with a fitting hearing aids on the result of the test assessing cognitive functions. The analyses (including the comparative analysis) as carried out on the basis of the test results obtained confirmed the accuracy of the hypothesis put forward as regards the influence of prosthesis benefits on the assessment of cognitive functions in the elderly patient with hypoacusis. The implication of the positive verification of the main hypothesis is a critical evaluation in terms of the credibility of the qualification of dementia degree diagnosis.

It has been found that the elderly patient's hearing assessment by the method of pure tone audiometry, speech audiometry, and tympanometry is not only a comprehensive, but also an optimal audiological test in the diagnostics of hearing disorders in the nature of presbycusis. The pure tone audiometry analysis has shown an increase in the hearing threshold mainly within the scope of high frequencies. The speech audiometry analysis has confirmed that all the four parameters set: Speech Detection Threshold, Speech Reception Threshold, Discrimination Threshold, Speech Discrimination deviate from the standard, whereas the shape of the curve as set by means of the above-mentioned parameters indicated dominant cochlear localization of the damage, which constituted an indicator for the manner of substitution with a hearing prosthesis. The analysis of the Metz recruitment parameter [rM]

in the form of the difference  $\Delta dB < 60$  dB between the threshold of the acoustic reflex and the hearing threshold in pure tone audiometry for the frequency 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, and 4 kHz has indicated a positive symptom of volume equalisation, thus indicating cochlear damage.

In the dissertation, it has been confirmed that elderly patients suffer from tinnitus (it revealed itself in the form of high-tone peep and accompanied hearing loss). The tests proved that tinnitus increased together with a patient's ageing.

It has been shown that substitution with a hearing aid has improved verbal communication and, as a result, it has had an influence on the result of cognitive functions assessment as measured by the MMSE. The MMSE2 analysis, after providing the patients suffering from hearing loss with hearing aids, indicated an improvement in a patient's cognitive function test results, ascribing thereto a higher MMSE2 test result as compared with the MMSE1 test result before the adjustment of the hearing aids, and changed the dementia degree diagnosis.

The tests have shown that hypoacusis plays a significant role in verbal communication with patients at the senior age. The observations of the medical staff: doctors, nurses, and physiotherapists from the Geriatric Department, indicated an improvement in the communication with the patients after substitution with a hearing aids.

In the thesis, it has been determined that the psychological condition assessment of the patients from the Geriatric Ward ought to be preceded by the patient's hearing assessment. The high probability that the patient suffers from hypoacusis implies actions aimed at the application of hearing aids.

In the thesis, it has been indicated that hearing efficiency is inextricably linked to cognition ability. The current level of technological development enables common use of effective devices enhancing hearing and hearing impairment correction. Their application significantly contributes to improving not only the health, but also the general well-being of patients.

## 12. Literatura

1. Brewer G.J. Iron and copper toxicity in diseases of aging, particularly atherosclerosis and Alzheimer's disease. *Exp. Biol. Med.* 2007; 232: 323-325
2. Walford R.L. *The Immunologic theory of aging.* Munksgaard, Copenhagen 1969
3. Zaremba T., Oliński R. Oksydacyjne uszkodzenia DNA – ich analiza oraz znaczenie kliniczne. *Postępy Biochemii* 2010; 56: 124-138
4. Hipkiss A.R. Accumulation of altered proteins and ageing: causes and effects. *Exp. Gerontol.* 2006; 41: 464-473
5. Galati A., Micheli E., Cacchione S., Chromatin structure in telomere dynamics. *Front Onkol* 2013; 3: 46
6. Bielak-Żmijewska A., Grabowska W., Przybylska D. Rola starzenia komórkowego w starzeniu organizmu i chorobach związanych z wiekiem. *Postępy biochemiczne* 2014; 60: 147-160
7. Pertkiewicz M. Niedożywienie i jego następstwa. *Post. Żywienia Klin.* 2008; 3: 4-8,
8. Zeleznik J.M. Normative aging of the respiratory system. *Clin. Geriatr. Med.* 2003; 19: 1-18
9. Bilikiewicz A., Parnowski T. Zaburzenia psychiczne, problem psychologiczne i społeczne związane ze starzeniem się (psychogeriatrya), W: Praca zbiorowa pod red. Bilikiewicz A., Prużyński S., Rybakowski J., Wciórka J., Urban & Partner Wrocław 2002; 697-710
10. Rywik R., Broda G., Zdrojewski T., Epidemiologia nadciśnienia tętniczego. W: Januszewicz A., Januszewicz W., Szczepańska-Sadowska E., Sznajderman M., red. Nadciśnienie tętnicze. *Medycyna Praktyczna Kraków* 2007; 485-497
11. Knapowski J., Wieczorkowska-Tobis K., Witowski J. Pathophysiology of ageing. *J Physiol Pharmacol.* 2002; 2: 135-146
12. Sikora E. Geny starzenia i długowieczności, W: Geriatria z elementami gerontologii ogólnej. *Podręcznik dla lekarzy i studentów*, Praca zbiorowa pod red. Grodzicki T., Kocemba J., Skalska A., *Via Medica Gdańsk* 2007; 19-21
13. Ratajczak M. Regeneracja wspomaganą. *Znak Kraków* 2013; 698-699:18-21
14. Baloh RW. Dizziness in older people. *Am Geriatr Soc* 1992; 40:713-720
15. Jurkiewicz D. Najczęstsze problemy otolaryngologiczne u pacjentów w podeszłym wieku. *Medycyna po Dyplomie* 2011; 11: 92-96
16. Jennings CR, Jones NS. Uszkodzenie słuchu związane z wiekiem-presbycusis. *The Journal of Laryngology & Otology* 2001: 171-178

17. The World Health Organization Quality of Life Assessment (WHOQOL) position paper from the World Health Organization, Soc. Sci. Med. 1995
18. Obrębowski A. Mechanizm przenoszenia i percepcji sygnału mowy na drodze słuchowej. [W:] Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy, pod redakcją A. Obrębowskiego, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2011, 1: 9-27
19. Pruszevicz A., Obrębowski A. Audiologia Kliniczna – zarys Wyd.4. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego Poznań 2011
20. Pruszevicz A. Wybrane zagadnienia z fizjologii słyszenia. W: Audiologia Kliniczna (red.) Pruszevicz A., Obrębowski A. Poznań: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, 2010; 66-68
21. Dallos P., The active cochlea. Journal of Neuroscience, December 1992; 12:4575-4585
22. Obrębowski A. (red.) Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu 2011
23. Obrębowski A. Budowa i działanie narządu słuchu. (2005) W: Gałkowski T., Szelaż E., Jastrzębowska G. (red.). Podstawy neurologopedii. Podręcznik akademicki. Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole 2005; 1.4: 154-180
24. Schuknecht H.G., Gacek M.R. Cochlear pathology in presbycusis. Ann Otol Rhinol Laryngol 1993; 102:1-10
25. Schuknecht HF. Presbycusis. In: Pathology of the ear. Cambridge, Harvard University Press. 1974.
26. Bouche MJ. Les agents lipolytiques dans le traitement des surdités. Ann Otol. 1956; 73: 603
27. Pruszevicz A., Kruk-Zagajewska A., Szyfter W. Smolińska. Lipid levels in patients with sudden deafness of unknown etiology. Audiology, 1983; 22: 63-72
28. Mossakowska M, Więcek A, Błędowski P. (red). Aspekty medyczne, psychologiczne, socjologiczne i ekonomiczne starzenia się ludzi w Polsce. Termedia, Poznań 2012; 27-45
29. Finkiewicz-Murawiejska L. Głuchota starcza. Otolaryngologia Polska 1972; 26: 237-242
30. Tesch- Romer C. Schwerhörigkeit und Kommunikation. [W:] Schwerhörigkeit im Alter. Median von Killisch- Horn GmbH 2001; 42-52
31. Obrębowski A. Uwagi do diagnostyki niedosłuchu czuciowo-nerwowego o lokalizacji ślimakowej. Biuletyn PSPS 2007 lipiec nr 27
32. Gierek T. Ocena wydolności narządu słuchu dla zakresów częstotliwości od 250 do 20000 Hz w procesie starzenia się organizmu człowieka. Otolologia Polska 1979; 33:95-105



33. Gierek T. Niedosłuch związany z wiekiem w red. Śliwińska-Kowalska M. *Audiologia kliniczna*. Mediton, Łódź 2005, 299-303
34. Kulczyński B., Pruszewicz A. Głuchota starcza (presbyacosis) [W:] Pruszewicz A., Obrębowski A (red.) *Audiologia Kliniczna Zarys*: Poznań. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego 2010; 417-422
35. Musiek F.E., Chermak G.D. *Haanbook of (Central) Auditory Processing Disorder*. Plural Publishing Inc., San Diego, Oxford, Brisbane 2007; 8: 201-205
36. Grodzicki T., Kocemba J., Skalska A. *Geriatrya z elementami gerontologii ogólnej. Podręcznik dla lekarzy i studentów*. Via Medica Gdańsk 2006
37. Cummings J.L., Mega M.S. *Neuropsychiatry*. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2005
38. Jastreboff P.J., Hanzell J.W.P., Graham R.L.L. Neurophysiological model of tinnitus: dependence of the minimal masking level on treatment outcome, *Hearing Research* 1994; 80: 216-232
39. Brzozoski T.J., Caspary D.M., Bauer C., Richardson B.D. The effect of supplemental dietary taurine on tinnitus and auditory discrimination In an animal model. *Hear. Res.*(2010), 270: 71-80
40. Fabiańska A, Rogowski M., Bartnik G., Skarżyński H., *Epidemiology of tinnitus in Poland*, Hazell (red.), *Proceedings of the Sixth International Tinnitus Seminar*, Cambridge UK, London: The Tinnitus and Hyperacusis Centre, 1999
41. Śliwińska-Kowalska M. Uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem. W: M.Śliwińska-Kowalska (red.) *Audiologia kliniczna*, Mediton Łódź 2005; 289-298
42. Bartnik G: Szumy uszne – fakty istotne klinicznie. *Magazyn Otolaryngologiczny* 2003; 3: 57-75
43. Zeener HP, Ernst A. Cochlear motor tinnitus, transduction tinnitus, and signal transfer tinnitus [W:] Vernon J., Moller A., *Mechanisms of tinnitus*. *International Tinnitus Journal* 1998; 4: 109-113
44. Jastreboff P.J. Tinnitus as a phantom perception: theories and clinical implications, Vernon J., Moller A. (Eds.), *Mechanisms of Tinnitus*, Allyn & Bacon, Boston 1995, 73-95
45. Hojan-Jeziarska D. Terapia metodami alternatywnymi. [W:] Hojan E. (red.) *Protetyka słuchu*. Wydawnictwo Naukowe UAM Poznań 2014; 3: 401-414
46. Langguth B., Kreuzer P., Klajniung T., Ridder D., *Tinnitus: causes and clinical management*. *Lancet Neurol.* 2013
47. Salvi R., Langguth B., Kreuzer P., Landgrebe M., Allman B., Ding D., Lobarinas E. *Tinnitus and hearing loss and changes in hippocampus*. *Sem Hear*, 2011

48. Rauschecker J., Leaver A., Muhlau M. Tuning out the noise: Limbic-auditory interactions in tinnitus. *Neuron* 2010; 66: 819-826
49. Lewandowska M., Milner R., Ganc M., Niedziałek I., Karpiesz L., Wolak T., Skarżyński H., Bioelektryczna aktywność spoczynkowa mózgu osób z obustronnymi szumami usznymi. *Nowa Audiofonologia*, 2013; 3: 40-46
50. Hallam R.S., Rachman S., Hinchcliffe R., Psychological aspects of tinnitus W: Rachman S (red.) *Contribution to medical Psychology*. Oxford: Pergamon Press, 1984; 3:31-53
51. Ferri C.P., Prince M., Brayne C., i wsp. Global prevalence of dementia: a Delhi consensus study. *Lancet*. 2005; 366: 2112-2117
52. World Health Organization: Międzynarodowa Statystyczna Klasyfikacja Chorób i Problemów Zdrowotnych, rewizja 10; Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10, opisy kliniczne i wskazówki diagnostyczne 1997 (tłumaczenie polskie)
53. World Health Organization: Międzynarodowa Statystyczna Klasyfikacja Chorób i Problemów Zdrowotnych, rewizja 10; Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10, badawcze kryteria diagnostyczne 1998 (tłumaczenie polskie)
54. Szczudlik A., Liberski P.P., Barcikowska M. (red) *Otępienie*. Wyd. 1 Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2004
55. Gabryelewicz T., Łagodne zaburzenia poznawcze. [W:] Barcikowska M., Bień B., Bidzant L., i wsp. (red.) *Rozpoznanie i leczenie otępień. Rekomendacje Interdyscyplinarnej Grupy Ekspertów Rozpoznawania i Leczenia Otępień (IGERO 2006)*. Czelej sp z o.o. Lublin 2006; 29-33
56. Petersen R.C., Stevens J.C, Ganguli M., Tangalos C., Cummings J., De Kosky S. Practice parameter early detection of dementia: mild cognitive impairment (an-evidence based review). Report of the quality standards subcommittee of the American Academy of Neurology, *Neurology* 2001; 51: 1133-1142
57. Barcikowska M. Zespoły otępienne. [W:] (red) Pajek P. *Vademecum neurologa i psychiatry*. LekSeek Polska 2008; 235-253
58. Folstein MF., Folstein SE., McHugh P.R. Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patents for the clinician. *J. Psychiatr. Res.* 1975
59. Barcikowska M., Bień B., Bidzant L., i wsp. (red.) *Rozpoznanie i leczenie otępień. Rekomendacje Interdyscyplinarnej Grupy Ekspertów Rozpoznawania i Leczenia Otępień (IGERO 2006)*. Czelej sp z o.o. Lublin 2006; 11-22
60. Tesch- Romer C. Aurale Rehabilitation im Alter. [W:] *Schwerhörigkeit im Alter*. Median von Killisch- Horn GmbH 2001; 162-206

61. Hojan E.(red) Protetyka słuchu. Wydawnictwo Naukowe UAM. Poznań 2014
62. Hojan E. Akustyka aparatów słuchowych. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1995
63. Hojan E., Gołębiowski R., Współczesne rozwiązania technologiczne w aparatach słuchowych. [W:] Protetyka słuchu. Wydawnictwo Naukowe UAM. Poznań 2014
64. Mrówka M., Skarżyński H., Miszka K., Młotkowska-Klimek P., Szwedowicz P., Zawadzki R. Zastosowanie aparatów typu BAHA w nabytych i wrodzonych wadach uszu, *Adiofonologia* 2001,
65. Hol M.K., Nelissen R.C., Agterberg M.J., Cremers C.W., Snik A.F. Comparison between a new implantable transcutaneous bone conductor and percutaneous bone-conduction hearing implant, *Otology & Neurotology* 2013, 34
66. Mrówka M. Zastosowanie tytanowych zaczepek osteointegracyjnych w otolaryngologii, *Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa 2012* [rozpr. na stopień doktora nauk medycznych]
67. Piotrowska A., Lorens A., Mrówka M., Olszewski Ł., Charukiewicz A., Skarżyński H. Speech discrimination in spatially separated noise in the group of unilateral deaf children fitted with BAHA and nonventional CROS system. 9<sup>th</sup> EFAS Congress 2009, Hiszpania.
68. Bosman A.J., Snik A.F., Hol M.K., Mylanus E.A. Evaluation of a new powerful bone anchored hearing system: a comparison study, *Journal of the American Academy of Audiology* 2013, 24
69. Skarżyński H. Wszczepy ślimakowe i pniowe. W: Pruszewicz A., Obrębowski A.(red.), *Audiologia kliniczna, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego Im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2010*
70. Szyfter W. Operacje wszczepów ślimakowych. W: Latkowski B. (red) *Technika zabiegów i operacji w otorynolaryngologii, PZWL, Warszawa 2000*
71. Wolfe J., Schafer E.C. *Programming Cochlear Implants. Plural Publishing, San Diego 2010; 69*
72. Karlik M., Kociemba J., Wiskirska-Woźnica B., Szyfter W., Czerniejewska H., Sekula A., Kałos M., Stieler O., Borucki Ł., Gawęcki W., Magierska-Krzysztoń M., Gibasiewicz R., Wróbel M. Obustronne implantacje ślimakowe – doświadczenia własne. *Pol. Przegl. Otorynolog.* 2013; 2: 189-193
73. Becker W., Naumann H.H., Pfalz C.R. *Choroby uszu, nosa i gardła. Bel. Corp., Warszawa 1999*
74. Iwankiewicz S.: *Ćwiczenia z otolaryngologii. Wyd VI. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2007*
75. Sekula A., Stieler O, Komar D. Ocena monauralnego i binauralnego dopasowania

- aparatów słuchowych u pacjentów dorosłych. Biuletyn PSPS 2007, 28: 15-16
76. Gołębiowski R. Nowa wersja metody DSL. Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Protetyków Słuchu 2012; 1: 24-28
77. Armstrong D, Stoney P, Hawke H, Farkashidy J. Presbycusis: correlations of clinical audiology with morphological changes in the cochlea and ventral cochlear nucleus. J Otolaryngol 1992
78. Szmaja Z. Głuchota starcza. W: Otolaryngologia Kliniczna red. Zakrzewski A. Warszawa: PZWL 1981; 897-898
79. PN-EN ISO 8253-3, Polska Norma, Akustyka, Metodyka pomiarów audiometrycznych. Część 3: Audiometria słowna, 2005, Polski Komitet Normalizacyjny
80. Bystrzanowska T. Audiologia kliniczna. PZWL, Warszawa 1978; 20-34
81. Sekula A, Świdziński P. Audiometria mowy w protezowaniu i rehabilitacji słuchu. W: Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy red. Obrębowski A. Poznań 2011; 8:117-132
82. Pruszewicz A, Kulczyński B, Świdziński P, Wika T. Badanie psychofizyczne i obiektywne słuchu w presbycusis. Otolaryngologia Polska 1997; 51: 205-215
83. Sekula A., Stieler O., Komar D. Zastosowanie aparatów słuchowych jednousznych i obuusznych u dorosłych z obustronnym niedosłuchem. W: Hojan-Jezińska D., Jaroszyk F., Kubisz L.(red.): Rehabilitacja osób z dysfunkcjami słuchu i wzroku. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, Piła 2011; 21-32
84. Płopa M., Makarowski R.: Kwestionariusz Poczucia Stresu, Warszawa: Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania, 2010; 14-86
85. Pitt B. Psychiatria. Wprowadzenie do psychiatrii wieku podeszłego. Wyd. II. Warszawa: PZWL 1986; 51-58
86. Trypka E. Przywrócić radość życia. Jak skutecznie radzić sobie z depresją i zaburzeniami psychicznymi w wieku senioralnym. Zaburzenia lękowe a depresja. Wrocław 2010; 5:51-64
87. Kochanek K., Śliwa L. Metody obiektywne badania słuchu. W: Hojan E. Protetyka słuchu. Wydawnictwo naukowe UAM Poznań 2014; 2: 211-249
88. Hojan E., Hojan-Jezińska D., Kruzel R. Innowacyjność w protetyce słuchu- kontynuacja. W: Hojan-Jezińska D., Hojan E., Kubisz L., Obrębowski A., Wiskirska-Woźnica B. (red.) Wyzwania współczesnej protetyki słuchu. Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2016; 2: 19-39
89. Weinstein B. Hearing Loss: A Modifiable Risk Factor for Dementia. Laryngoscope Investigative Otolaryngology 2017; 2: 69-79
90. Próżyński S. Depresje i zaburzenia afektywne. Warszawa 2002; 77-94
91. Ballard C. One social hour a week In dementi care improves lives and safes Money.

Retrieved July 2017

92. Kim S, Park S. A Meta- Analysis of the Correlates of Successful Aging In Older Adults. *Research on Aging* 2017; 39: 657-677
93. Sterkers O., Mosnier I. Extended indications of cochlear implants In awuls. *Nowa Audiofonologia* 2017; 6: 75-76
94. Olze H. Improving cognitive health of the elderly with cochlear implantation. *Nowa Audiofonologia* 2017; 6:77
95. Schipper H. Quality of Life Principle of the clinical paradigm. *J. Psychosocial. Oncol.* 1990; 23: 171-185
96. Rylander A. Impact of antipsychotic treatment of quality of life- a methodological considerations. *Reserch and Clinical Forms* 1993; 15: 45-53
97. Joyce C.R. Health status and quality of life: chich matters to the patient? *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 1994; 23: 3-23
98. Śliwińska-Kowalska M. Kryteria oceny słyszenia u osób wykonujących pracę wymagającą dobrej sprawności słuchu. *Otorynolaryngologia* 2013; 12: 105-111

### 13. Spis rycin i tabel

#### SPIS RYCIN

Ryc. 1 Wyniki audiometrii tonalnej, ucho prawe u wszystkich pacjentów

Ryc. 2 Wyniki audiometrii tonalnej, ucho lewe u wszystkich pacjentów

Ryc. 3 Krzywa audiometrii słownej na przykładzie 15 pacjentów w uchu prawym

Ryc. 4 Krzywa audiometrii słownej na przykładzie 15 pacjentów w uchu lewym

Ryc. 5 Wykres przedstawia średni próg słuchu i średni próg strzemiączkowy dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz w uchu prawym

Ryc. 6 Wykres przedstawia średni próg słuchu i średni próg strzemiączkowy dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz w uchu lewym

Ryc. 7 Wykres wyników badań audiometrii mowy w wolnym polu bez zastosowania aparatów słuchowych FF1 (linia niebieska) vs. wykres wyników badań audiometrii mowy w wolnym polu po zastosowaniu aparatów słuchowych FF2 (linia czerwona)

Ryc. 8 Wykres wyników testu MMSE1 przed zastosowaniem aparatów słuchowych (linia niebieska) vs. wykres wyników testu MMSE2 po zastosowaniu aparatów słuchowych (linia czerwona)

Ryc. 9 Wykres ramka-wąsy wartości progowej w audiometrii tonalnej pacjentów dla częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz dla grupy wiekowej A i B

Ryc. 10 Wykres ramka-wąsy progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD w audiometrii słownej dla grupy A pacjentów

Ryc. 11. Wykres ramka wąsy progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD w audiometrii słownej dla grupy B pacjentów

Ryc. 12 Wykres rozrzutu progu dyskryminacji (PR) względem średniej wartości progu słuchowego w audiometrii tonalnej (PS)

Ryc. 13 Wykres rozrzutu stopnia dyskryminacji (SD) względem średniej wartości progu słuchowego w audiometrii tonalnej (PS)

Ryc. 14 Wykres rozrzutu testu słownego w wolnym polu akustycznym (FF1) względem średniej wartości progu słuchowego wyznaczonej w audiometrii tonalnej (PS)

Ryc. 15 Wykres ramka-wąsy liczby rejestracji odruchów strzemiączkowych po podaniu bodźca 500 Hz (OS0,5), 1 kHz (OS1), 2 kHz (OS2), 4 kHz (OS4) dla grupy A.

- Ryc. 15 Wykres ramka-wąsy liczby rejestracji odruchów strzemiączkowych po podaniu bodźca 500 Hz (OS0,5), 1 kHz (OS1), 2 kHz (OS2), 4 kHz (OS4) dla grupy A
- Ryc. 16 Wykres ramka-wąsy liczby rejestracji odruchów strzemiączkowych po podaniu bodźca 500 Hz (OS0,5), 1 kHz (OS1), 2 kHz (OS2), 4 kHz (OS4) dla grupy B
- Ryc. 17 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu poniżej 25 dB
- Ryc. 18 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu pomiędzy 26 – 40 dB
- Ryc. 19 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu pomiędzy 41 – 60 dB
- Ryc. 20 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu pomiędzy 61 – 80 dB
- Ryc. 21 Liczba rejestracji odruchu mięśnia strzemiączkowego dla grupy pacjentów ze stopniem uszkodzenia słuchu powyżej 81 dB
- Ryc. 22 Wykres ramka-wąsy parametru delta dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4)
- Ryc. 23 Wykres ramka-wąsy różnicy  $\Delta$ dB pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4) dla grupy A
- Ryc. 24 Wykres ramka-wąsy różnicy pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4) dla grupy B
- Ryc. 25 Wykres rozrzutu wyników testu słownego w polu swobodnym FF1 przed protezowaniem słuchu względem wyników testu w polu swobodnym FF2 po protezowaniu słuchu pacjenta
- Ryc. 26 Liczba uzyskanych punktów w teście MMSE1 przed protezowaniem słuchu w porównaniu do liczby uzyskanych punktów w teście MMSE2 po protezowaniu słuchu
- Ryc. 27 Wykres ramka-wąsy wyniku różnicy testu MMSE2 i MMSE1 w zależności od stopnia głębokości słuchu [dB HL] wg WHO – 1997 (a – brak, b – lekki, c – umiarkowany, d – duży, e – głęboki)
- Ryc. 28 Wykres rozrzutu wyników testu MMSE1 przed protezowaniem słuchu względem wyników testu MMSE2 po protezowaniu słuchu pacjenta

## **SPIS TABEL**

Tabela 1. Ustawienia techniczne aparatu słuchowego

- Tabela 2. Ankieta oceny personelu medycznego po zaprotezowaniu niedosłuchu u pacjenta
- Tabela 3. Czas trwania niedosłuchu (u N-61)
- Tabela 4. Okoliczności wykrycia niedosłuchu (u N-61)
- Tabela 5. Porównanie wartości: PWM, PR, PD, SD wyznaczonych z audiometrii mowy dla dwóch grup pacjentów A i B
- Tabela 6. Rejestracja odruchu strzemiączkowego (n) OS (dla N=122 uszu) w grupie A i B
- Tabela 7. Zestawienie średniej arytmetycznej wyliczonej różnicy  $\Delta$ dB pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia [rM], dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS0,5), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS1), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS2), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS4) (u N-122)
- Tabela 8. Średnia arytmetyczna wartości różnicy  $\Delta$ dB pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia [rM] dla częstotliwości 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz dla grupy A i B
- Tabela 9. Występowanie i rodzaj szumu usznego (u N-122)
- Tabela 10. Porównanie występowania szumów usznych w grupie A i B (u N-122)
- Tabela 11. Wyniki rozpoznania otępienia w teście MMSE1 przed zastosowaniem aparatów słuchowych
- Tabela 12. Wyniki wykazujące korzyść po zaprotezowaniu słuchu
- Tabela 13. Wyniki ankiety personelu medycznego (n – suma odpowiedzi w skali 5-punktowej u wszystkich przebadanych pacjentów, % – procent pacjentów u których zaobserwowano poprawę w badanych kategoriach)
- Tabela 14. Średnia arytmetyczna wartości progowej (dB HL) podawanego tonu o częstotliwości 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz
- Tabela 15. Średnia arytmetyczna progu wykrywania mowy PWM, progu rozumienia PR, progu dyskryminacji PD oraz stopnia dyskryminacji SD dla dwóch grup wiekowych pacjentów
- Tabela 16. Wynik analizy korelacyjnej dla średniej wartości progu słuchowego i progu rozumienia mowy (PR). Wyrażenia w równaniu  $y=a*x+b$  oznaczają kolejno: a – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y=a*x+b$  do progu słyszenia), b – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y=a*x+b$  z osią progu rozumienia, zależny od głębokości ubytku słuchu, \* – symbol mnożenia
- Tabela 17. Wynik analizy korelacyjnej dla średniej wartości progu słuchowego i stopnia dyskryminacji (SD). Wyrażenia w równaniu  $y=a*x+b$  oznaczają kolejno: a – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y=a*x+b$  do progu słyszenia), b – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y=a*x+b$  z osią stopnia dyskryminacji, zależny od głębokości ubytku słuchu, \* – symbol mnożenia



Tabela 18. Wynik analizy korelacyjnej dla wartości progowej słuchu (PS) i testem słownym w wolnym polu akustycznym (FF1). Wyrażenia w równaniu  $y=a*x+b$  oznaczają kolejno: a – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y=a*x+b$  do progu słyszenia), b – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y=a*x+b$  z osią wyniku testu audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym przed zastosowaniem aparatów słuchowych, zależny od głębokości ubytku słuchu, \* – symbol mnożenia

Tabela 19. Średnia arytmetyczna poziomu bodźców wywołujących odruch strzemiączkowy (dB) dla poszczególnych częstotliwości oraz liczba rejestracji zbadanych uszu (n) dla dwóch grup wiekowych pacjentów: A i B przy N – liczba zbadanych uszu

Tabela 20. Rejestracje odruchów z mięśnia strzemiączkowego w kategoriach stopnia ubytku słuchu wg WHO –1997 (0,5, 1, 2, 4 kHz); N liczba zbadanych uszu

Tabela 21. Wynik badania parametru *recruitmentu Metza* pod postacią różnicy pomiędzy progiem odruchu strzemiączkowego i progiem słyszenia dla częstotliwości 500 Hz ( $\Delta$ dBOS<sub>0,5</sub>), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS<sub>1</sub>), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS<sub>2</sub>), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS<sub>4</sub>)

Tabela 22. *Recruitment Metza* pod postacią średniej arytmetycznej parametru  $\Delta$ dB dla 500 Hz ( $\Delta$ dBOS<sub>0,5</sub>), 1 kHz ( $\Delta$ dBOS<sub>1</sub>), 2 kHz ( $\Delta$ dBOS<sub>2</sub>), 4 kHz ( $\Delta$ dBOS<sub>4</sub>) dla dwóch grup wiekowych pacjentów: A i B dla n rejestracji

Tabela 23. Wynik analizy korelacyjnej dla FF1 i FF2 dla rozumienia mowy w polu swobodnym bez aparatu i po zaprotezowaniu słuchu. Wyrażenia w równaniu  $y=a*x+b$  oznaczają kolejno: a – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y=a*x+b$  do osi wyniku testu audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym przed zastosowaniem aparatów słuchowych), b – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y=a*x+b$  z osią wyniku testu audiometrii słownej w wolnym polu akustycznym po zastosowaniu aparatów słuchowych, \* – symbol mnożenia

Tabela 24. Wyniki testu Wilcoxon dla testów MMSE przed (MMSE1) i po protezowaniu (MMSE2) przy wyliczonym poziomie istotności statystycznej  $p<0,0001$ . Symbol: T – statystyka testowa testu Wilcoxon, Z – statystyka testowa testu Wilcoxon o rozkładzie normalnym

Tabela 25. Wynik analizy korelacyjnej dla MMSE2 i MMSE1. Wyrażenia w równaniu  $y=a*x+b$  oznaczają kolejno: a – współczynnik kierunkowy prostej (kąt nachylenia wykresu funkcji  $y=a*x+b$  do osi wyniku punktacji testu MMSE1 przed protezowaniem słuchu), b – punkt przecięcia funkcji liniowej  $y=a*x+b$  z osią wyniku punktacji testu MMSE2 po protezowaniu słuchu, \* – symbol mnożenia. Współczynnik a i b jest zależny od głębokości niedosłuchu i wartości MMSE1 i MMSE2

# 14. ANEKS

## Zestawienie zbiorcze wszystkich wykonanych badań audiologicznych

Lp.	Ucho	Wiek	A250Hz	A500Hz	A1000Hz	A2000Hz	A4000Hz	A8000Hz	PS	R	OS0,5	OS1	OS2	OS4	Δ OS0,5	Δ OS1	Δ OS2	Δ OS4	PWM	PR	PD	SD	Tymp	SNR1,5	SRN2	SRN3	SNR4	Ref/Pas	MMSE1	MMSE2	MMSE2-1	FF1	FF2	Tinitus
1	UP	84	10	15	20	25	50	90	35	5	88	82	88		73	60	63		45	50	85	95	A	3	0	4	1	Ref	9	11	2	30	70	Brak
2	UL	84	15	15	25	35	50	55	32,2	5	84	98	94		69	73	59		50	75	90	60	A	3	0	4	2	Ref	9	11	2	30	70	Brak
3	UP	85	10	15	25	45	40	50	30,8	5	86	96	106		71	71	61		40	50	70	100	A	8	9	2	10	Pas.	21	22	1	60	90	Brak
4	UL	85	10	20	30	40	35	65	33,3	5	98	100	106		78	70	66		55	65	80	90	A	0	2	-3	0	Ref	21	22	1	60	90	Brak
5	UP	83	30	20	20	40	55	75	40	0									55	65	80	100	A	5	-1	0	8	Ref	21	24	3	40	80	Tinitus
6	UL	83	40	35	35	25	75	85	49,2	5									55	75	95	90	A	8	-2	-2	1	Ref	21	24	3	40	80	Tinitus
7	UP	89	30	30	40	40	55	40	39,2	0	88	82	84	96	58	42	44	41	70	90	95	80	A					Ref	27	30	3	20	65	Tinitus
8	UL	89	20	20	25	40	40	45	31,7	5	92	88	96	100	72	63	56	60	70	90	95	80	A					Ref	27	30	3	20	65	Tinitus
9	UP	80	35	20	20	35	60	60	38,3	0	98	108	119		78	88	84		70	75	75	50	A	5			5	Ref	11	13	2	55	70	Brak
10	UL	80	15	15	15	30	50	60	30,8	0	98	98	110		83	83	90		60	70	80	80	A		-1	2		Ref	11	13	2	55	70	Brak
11	UP	85	40	55	60	60	75	70	60	5	104	98	94	100	49	38	34	25	80	90	100	60	Ad	4	0	14		Ref	25	28	3	0	45	Tinitus
12	UL	85	35	55	60	60	75	70	59,2	5	98	98	100	100	43	38	40	25	85	95	100	60	A	-2	-1		-2	Ref	25	28	3	0	45	Tinitus
13	UP	85	20	30	35	40	45	40	35	0	96	94	94		66	59	54		55	65	80	100	A	8	-1			Ref	26	29	3	50	85	Tinitus
14	UL	85	30	25	35	35	45	60	38,3	5	100	96	96		75	71	61		65	70	80	100	A	4			8	Ref	26	29	3	50	85	Tinitus
15	UP	82	85	80	70	80	85	85	80,8	15									70	90	105	80	A		3	0		Ref	17	19	2	0	60	Tinitus
16	UL	82	75	70	65	70	70	80	71,7	15									75	100	100	50	A		4			Ref	17	19	2	0	60	Tinitus
17	UP	85	25	20	30	50	60	80	44,2	5	100	98	96	100	80	68	46	40	40	50	65	100	A	4	8	8	4	Ref	27	30	3	70	90	Brak
18	UL	85	30	30	30	40	65	80	45,8	5									60	70	85	90	A	3		9	0	Ref	27	30	3	70	90	Brak
19	UP	84	60	65	80	100	100		81										100		110	40	A					Ref	15	20	5	0	60	Tinitus
20	UL	84	70	75	75	80	95	95	82,5										100		115	30	A					Ref	15	20	5	0	60	Tinitus







111	UP	76	30	35	50	60	70	75	53,3	5									60	70	80	80	A						Ref	23	27	4	20	80	Brak
112	UL	76	30	35	40	50	55	60	45	5									75	85	90	70	A						Ref	23	27	4	20	80	Brak
113	UP	79	85	85	85				85	20		106			21				90			85	B			1		Ref	10	22	12	0	50	Tinitus	
114	UL	79	75	75	65	70	80	95	77,5	10	100	96	104		25	31	34		70	85		85	A		6		Ref	10	22	12	0	50	Tinitus		
115	UP	78	60	65	75	75	80	80	72,5	10	102	104	106		27	29	31		70	85		85	A	6		3	Ref	14	18	4	0	60	Tinitus		
116	UL	78	60	80	95				78,3	10	110				30				100			10	A				Ref	14	18	4	0	60	Tinitus		
117	UP	83	50	55	65	65	70	85	65	5									55	80	85	80	A				Ref	23	29	6	30	90	Tinitus		
118	UL	83	65	60	55	65	80	80	67,5	5									45	75	100	90	A				Ref	23	29	6	30	90	Tinitus		
119	UP	87	45	50	50	55	65	75	56,7	5	98	108	119		48	58	64		60	85		65	A				Ref	14	19	5	50	85	Tinitus		
120	UL	87	30	50	55	70	80	85	61,7	5	98	98	110		48	43	40		60	80		55	A				Ref	14	19	5	50	85	Tinitus		
121	UP	88	85	90	55	65	80	90	77,5	25	106	102	106	100	16	47	41	20	80			40	B				Ref	7	17	10	0	50	Tinitus		
122	UL	88	80	90	95	70	80	95	85,8	25	108	102	110	80	18	7	40	0	80			20	B				Ref	7	17	10	0	50	Tinitus		

## 15. Załączniki

Załącznik 1. Zestawienie podstawowych statystyk pomierzonych parametrów dla wszystkich przebadanych pacjentów

	N ważnych	Średnia arytmetyczna	Średnia geometr.	Średnia harmon.	Mediana	Moda	Liczność mody	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Percentyl 10%	Percentyl 90%	Wariancja	Odch.std	P. ufnosci odch. std. - 95%	P. ufnosci odch. std. +95%	Wsp.zmn.	Skośność	Kurtoza
Wiek	122	82,66	82,47	82,29	83	85	14	66	93	79	87	77	89	29,48	5,43	4,82	6,21	6,57	-0,40	0,52
A250Hz	120	40,58	34,43	27,95	35	Wielokr.	12	5	110	25	60	15	70	461,42	21,48	19,06	24,60	52,93	0,50	-0,34
A500Hz	122	42,66	35,72	28,23	40	Wielokr.	12	5	100	20	60	15	75	533,55	23,10	20,52	26,43	54,14	0,41	-0,75
A1000Hz	122	45,37	38,59	31,04	45	50	13	5	95	25	60	15	80	542,22	23,29	20,68	26,64	51,33	0,35	-0,73
A2000Hz	120	53,29	47,96	40,81	50	40	13	10	105	40	65	30	80	467,02	21,61	19,18	24,75	40,55	0,17	-0,26
A4000Hz	117	65,47	61,76	57,54	65	80	15	20	110	50	80	40	95	440,94	21,00	18,61	24,10	32,07	0,07	-0,56
A8000Hz	111	76,22	73,55	70,62	80	80	21	35	110	60	90	50	100	372,83	19,31	17,06	22,25	25,33	-0,20	-0,79
PS	122	54,38	50,89	47,34	53	Wielokr.	5	22	98	38	68	30	81	365,37	19,11	16,98	21,87	35,15	0,22	-0,94
Rez	115	7,78			5	5	39	0	30	5	10	0	15	39,12	6,25	5,54	7,19	80,37	0,92	0,99
OS0,5	87	97,84	97,56	97,27	98	98	12	84	110	94	102	86	108	55,18	7,43	6,47	8,73	7,59	-0,22	-0,78
OS1	85	96,80	96,48	96,16	96	Wielokr.	11	82	110	92	102	84	108	61,54	7,84	6,82	9,24	8,10	-0,12	-0,75
OS2	71	100,68	100,36	100,04	100	110	14	84	119	96	106	90	110	64,31	8,02	6,88	9,61	7,97	-0,08	-0,45
OS4	36	98,50	98,40	98,29	100	100	31	80	100	100	100	92	100	18,37	4,29	3,48	5,59	4,35	-3,18	10,44
ΔOS0,5	87	59,16	53,57	43,46	64	Wielokr.	5	6	94	44	75	30	83	435,18	20,86	18,16	24,52	35,26	-0,63	-0,20
ΔOS1	85	56,69	48,47	22,33	59	Wielokr.	6	1	100	42	71	27	83	491,91	22,18	19,27	26,13	39,12	-0,42	-0,04
ΔOS2	71	54,13	50,29	44,16	55	64	5	8	90	43	65	31	76	306,28	17,50	15,02	20,97	32,33	-0,40	0,11
ΔOS4	36	46,56			50	50	5	0	80	33	63	20	75	446,48	21,13	17,14	27,56	45,39	-0,42	-0,49
PWM	121	64,79	62,17	59,29	65	70	19	30	105	55	80	40	90	314,75	17,74	15,75	20,31	27,38	-0,02	-0,52
PR	96	73,23	71,14	69,07	75	75	15	45	115	58	85	50	95	308,94	17,58	15,39	20,49	24,00	0,34	-0,39
PD	97	85,88	84,71	83,57	80	80	24	60	115	75	95	70	110	206,78	14,38	12,60	16,75	16,74	0,43	-0,52
SD	120	71,92	67,06	60,25	80	100	23	10	100	50	90	40	100	540,83	23,26	20,64	26,64	32,34	-0,51	-0,76
SNR1,5	55	3,93			3	8	7	-5	15	0	8	-1	10	22,03	4,69	3,95	5,78	119,52	0,33	-0,68

SRN2	45	3,42			2	0	8	-5	15	0	8	-1	9	19,61	4,43	3,67	5,59	129,41	0,55	-0,34
SRN3	37	3,57			2	1	9	-3	14	1	6	0	8	16,20	4,02	3,27	5,23	112,81	0,72	0,28
SNR4	35	3,83			3	1	7	-2	11	1	7	-1	9	13,97	3,74	3,02	4,90	97,62	0,21	-1,02
MMSE1	122	19,48	18,46	17,25	20	Wielokr.	14	6	30	15	24	12	27	33,71	5,81	5,16	6,64	29,81	-0,30	-0,73
MMSE2	122	22,95	22,31	21,60	24	Wielokr.	12	11	30	19	27	16	29	26,33	5,13	4,56	5,87	22,36	-0,44	-0,74
MMSE2-1	122	3,48			3	3	24	-2	12	2	5	0	6	7,33	2,71	2,40	3,10	77,88	0,95	1,32
FF1	122	30,08			30	0	34	0	80	0	50	0	70	688,01	26,23	23,30	30,01	87,19	0,28	-1,35
FF2	122	75,08	73,70	72,21	75	Wielokr.	22	45	95	65	90	55	90	191,32	13,83	12,29	15,82	18,42	-0,44	-0,67

## Załącznik 2. Zestawienie podstawowych statystyk pomierzonych parametrów dla przebadanych pacjentów poniżej 80 roku życia

	N ważnych	Średnia arytmetyczna	Średnia geometr.	Średnia harmon.	Mediana	Moda	Liczność mody	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Percentyl 10%	Percentyl 90%	Wariancja	Odch.std	P. ufności odch. std. - 95%	P. ufności odch. std. +95%	Wsp.zmn.	Skośność	Kurtoza
Wiek	36	76,39	76,30	76,21	78	79	12	66	79	76	79	71	79	12,82	3,58	2,90	4,67	4,69	-1,75	2,37
A250Hz	36	41,39	35,43	28,10	38	25	7	5	85	25	60	15	70	425,16	20,62	16,72	26,90	49,82	0,22	-0,97
A500Hz	36	41,25	33,10	23,57	45	Wielokr.	5	5	85	20	63	10	75	530,54	23,03	18,68	30,05	55,84	0,10	-1,09
A1000Hz	36	42,50	34,07	25,01	45	50	6	5	95	18	58	10	75	596,43	24,42	19,81	31,86	57,46	0,24	-0,77
A2000Hz	34	48,53	43,71	37,31	50	60	5	10	90	35	60	15	75	370,50	19,25	15,53	25,34	39,66	-0,12	-0,19
A4000Hz	34	60,29	55,95	50,53	63	80	7	20	95	50	80	25	80	421,12	20,52	16,55	27,01	34,04	-0,49	-0,54
A8000Hz	32	72,66	70,10	67,15	78	80	7	35	100	60	85	40	95	330,62	18,18	14,58	24,17	25,03	-0,51	-0,44
PS	36	51,55	47,82	43,78	53	47	4	22	85	36	66	23	78	347,62	18,64	15,12	24,32	36,17	-0,08	-0,94
Rez	36	7,36			10	10	14	0	20	5	10	0	15	27,84	5,28	4,28	6,88	71,68	0,15	-0,49
OS0,5	26	97,69	97,38	97,07	99	106	5	84	110	92	106	86	106	61,66	7,85	6,16	10,84	8,04	-0,34	-1,03
OS1	28	97,79	97,46	97,14	98	Wielokr.	4	82	110	92	105	86	110	64,69	8,04	6,36	10,95	8,23	-0,11	-0,76
OS2	22	101,73	101,56	101,39	103	104	5	90	110	98	106	94	110	35,16	5,93	4,56	8,47	5,83	-0,26	-0,73
OS4	17	100,00	100,00	100,00	100	100	17	100	100	100	100	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
ΔOS0,5	26	58,65	54,09	49,26	61	61	3	25	92	36	77	27	87	487,12	22,07	17,31	30,47	37,63	-0,17	-1,34
ΔOS1	28	59,75	53,75	45,92	60	Wielokr.	2	11	98	40	81	29	95	585,45	24,20	19,13	32,93	40,50	-0,17	-0,92



ΔOS2	22	54,91	50,35	42,01	58	Wielokr.	2	8	81	42	69	34	79	342,09	18,50	14,23	26,43	33,68	-0,65	0,31
ΔOS4	17	47,35	38,38	26,21	50	Wielokr.	2	5	80	30	70	10	80	609,74	24,69	18,39	37,58	52,15	-0,22	-1,16
PWM	36	63,06	60,24	57,16	65	Wielokr.	6	30	105	45	75	40	80	336,11	18,33	14,87	23,91	29,07	0,06	-0,15
PR	27	68,89	66,93	65,06	70	55	5	45	115	55	85	50	90	291,03	17,06	13,43	23,38	24,76	0,62	0,30
PD	26	81,35	80,28	79,25	80	80	10	60	115	75	85	65	95	189,12	13,75	10,79	18,98	16,91	0,81	1,29
SD	36	73,47	67,21	56,87	85	Wielokr.	7	10	100	55	90	30	100	625,46	25,01	20,28	32,62	34,04	-0,88	-0,27
SNR1,5	17	5,41			6	12	3	-4	12	0	10	-1	12	28,26	5,32	3,96	8,09	98,23	-0,27	-1,37
SRN2	15	3,40		23,93	4	Wielokr.	3	-5	13	-1	6	-1	8	21,26	4,61	3,38	7,27	135,60	0,21	0,05
SRN3	12	4,08			4	Wielokr.	2	-3	13	1	7	0	8	18,99	4,36	3,09	7,40	106,73	0,46	0,25
SNR4	13	4,54		2,62	5	1	4	-2	11	1	8	1	10	17,44	4,18	2,99	6,89	92,01	0,14	-1,34
MMSE1	36	20,17	19,24	18,20	22	Wielokr.	4	10	28	15	25	10	27	33,06	5,75	4,66	7,50	28,51	-0,44	-1,04
MMSE2	36	23,83	23,34	22,81	24	29	8	15	30	19	29	17	29	22,66	4,76	3,86	6,21	19,97	-0,36	-1,18
MMSE2-1	36	3,67			4	5	10	0	12	2	5	0	5	7,20	2,68	2,18	3,50	73,18	1,36	3,79
FF1	36	34,44			25	0	8	0	80	5	70	0	75	933,97	30,56	24,79	39,86	88,73	0,22	-1,71
FF2	36	77,78	76,12	74,25	80	90	8	45	95	70	90	50	95	232,06	15,23	12,36	19,87	19,59	-0,73	-0,45

### Załącznik 3. Zestawienie podstawowych statystyk pomierzonych parametrów dla przebadanych pacjentów powyżej i równym 80 roku życia

	N ważnych	Średnia arytmetyczna	Średnia geometr.	Średnia harmon.	Mediana	Moda	Liczność mody	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	Percentyl 10%	Percentyl 90%	Wariancja	Odch.std	P. ufności odch. std. -95%	P. ufności odch. std. +95%	Wsp.zmn.	Skośność	Kurtoza
Wiek	86	85,28	85,20	85,13	85	85	14	80	93	82	88	81	90	13,10	3,62	3,15	4,26	4,24	0,50	-0,57
A250Hz	84	40,24	34,01	27,89	35	30	10	10	110	20	60	15	70	481,87	21,95	19,06	25,88	54,55	0,61	-0,09
A500Hz	86	43,26	36,87	30,78	40	20	10	10	100	25	60	15	75	539,86	23,23	20,21	27,34	53,72	0,53	-0,65
A1000Hz	86	46,57	40,65	34,52	40	30	10	10	95	30	60	20	80	521,33	22,83	19,86	26,87	49,03	0,43	-0,74
A2000Hz	86	55,17	49,75	42,38	55	40	10	10	105	40	70	30	90	497,32	22,30	19,39	26,24	40,42	0,18	-0,38
A4000Hz	83	67,59	64,31	61,01	65	Wielokr.	9	30	110	50	80	40	100	438,64	20,94	18,17	24,72	30,99	0,26	-0,87
A8000Hz	79	77,66	74,99	72,14	80	100	15	40	110	60	100	50	100	387,07	19,67	17,01	23,33	25,33	-0,15	-0,96
PS	86	55,57	52,23	49,01	52	38	4	24	98	38	71	32	83	372,16	19,29	16,78	22,70	34,72	0,32	-1,05

Rez	79	7,97			5	5	30	0	30	5	10	0	20	44,56	6,68	5,77	7,92	83,71	1,05	1,00
OS0,5	61	97,90	97,63	97,35	98	98	10	84	110	94	102	88	108	53,39	7,31	6,20	8,90	7,46	-0,17	-0,64
OS1	57	96,32	96,00	95,69	96	Wielokr.	7	82	110	90	102	84	108	60,40	7,77	6,56	9,53	8,07	-0,14	-0,74
OS2	49	100,20	99,82	99,44	100	110	10	84	119	94	106	88	110	77,67	8,81	7,35	11,01	8,79	0,03	-0,63
OS4	19	97,16	96,99	96,81	100	100	14	80	100	96	100	88	100	31,70	5,63	4,25	8,33	5,79	-2,09	3,99
ΔOS0,5	61	59,38	53,34	41,38	64	78	5	6	94	48	73	35	80	420,64	20,51	17,41	24,97	34,54	-0,87	0,47
ΔOS1	57	55,19	46,07	17,83	58	70	5	1	100	43	70	23	74	448,62	21,18	17,88	25,98	38,38	-0,67	0,52
ΔOS2	49	53,78	50,27	45,20	55	Wielokr.	3	10	90	44	64	28	76	296,59	17,22	14,36	21,52	32,03	-0,30	0,20
ΔOS4	19	45,84			50	Wielokr.	3	0	70	40	60	20	65	325,03	18,03	13,62	26,66	39,33	-1,00	0,82
PWM	85	65,53	63,00	60,24	65	70	13	30	100	55	80	40	90	307,75	17,54	15,24	20,66	26,77	-0,05	-0,63
PR	69	74,93	72,86	70,77	75	75	12	45	115	65	85	50	100	309,92	17,60	15,08	21,15	23,50	0,25	-0,45
PD	71	87,54	86,39	85,28	85	80	14	60	115	75	100	70	110	205,62	14,34	12,31	17,18	16,38	0,33	-0,84
SD	84	71,25	66,99	61,82	75	100	16	20	100	50	90	40	100	510,17	22,59	19,61	26,63	31,70	-0,34	-0,94
SNR1,5	38	3,26			3	8	6	-5	15	0	6	-2	8	18,47	4,30	3,50	5,56	131,70	0,59	0,31
SRN2	30	3,43			2	0	8	-2	15	0	8	-1	9	19,50	4,42	3,52	5,94	128,60	0,75	-0,35
SRN3	25	3,32			2	1	7	-3	14	1	6	0	8	15,39	3,92	3,06	5,46	118,18	0,90	0,76
SNR4	22	3,41			3	Wielokr.	3	-2	10	1	6	-1	8	12,16	3,49	2,68	4,98	102,28	0,16	-0,94
MMSE1	86	19,19	18,14	16,87	20	15	12	6	30	15	24	12	26	34,08	5,84	5,08	6,87	30,43	-0,24	-0,58
MMSE2	86	22,58	21,90	21,12	23	Wielokr.	10	11	30	19	27	14	29	27,68	5,26	4,58	6,19	23,30	-0,44	-0,71
MMSE2-1	86	3,40			3	Wielokr.	18	-2	11	2	5	1	7	7,44	2,73	2,37	3,21	80,34	0,82	0,56
FF1	86	28,26			30	0	26	0	70	0	50	0	65	583,39	24,15	21,00	28,42	85,48	0,19	-1,35
FF2	86	73,95	72,71	71,38	75	80	16	45	95	65	85	55	90	172,42	13,13	11,42	15,45	17,76	-0,37	-0,65

Załącznik 4. Macierz korelacji dla wyznaczonych parametrów u wszystkich pacjentów. Oznaczone na czerwono współczynniki korelacji są istotne z  $p < 0,05$

	Wiek	A250Hz	A500Hz	A1000Hz	A2000Hz	A4000Hz	A8000Hz	PS	Rez	OS0,5	OS1	OS2	OS4	ΔOS0,5	ΔOS1	ΔOS2	ΔOS4	PWM	PR	PD	SD	SNR1,5	SRN2	SRN3	SNR4	MMSE1	MMSE2	MMSE2-1	FF1	FF2
--	------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	----	-----	-------	-----	-----	-----	--------	------	------	------	-----	----	----	----	--------	------	------	------	-------	-------	---------	-----	-----



## ORIENTACJA W CZASIE I W MIEJSCU

### 1) Orientacja w czasie

Jaki jest teraz rok	[wybór z listy]
Jaka jest teraz pora roku?	[wybór z listy]
Jaki jest teraz miesiąc?	[wybór z listy]
Jaka jest dzisiejsza data (którego dzisiaj mamy)?	[kalendarz]
Jaki jest dzisiaj dzień tygodnia?	[wybór z listy]

### 2) Orientacja w miejscu

W jakim kraju się znajdujemy? .	[wybór z listy]
W jakim województwie się znajdujemy?	[wybór z listy]
W jakim mieście się teraz znajdujemy?	[wybór z listy]
Jak nazywa się miejsce, w którym się teraz znajdujemy?	[wpisz tekst]
Na którym piętrze się obecnie znajdujemy?	[wybór z listy]

## 2. ZAPAMIĘTYWANIE

Wymienię teraz trzy słowa. Kiedy skończę, proszę, aby je Pan/Pani powtórzył(a).

Poniższe słowa wypowiadamy wolno i wyraźnie (jedno słowo na sekundę).

BYK [ ]      MUR [ ]      LAS [ ]      [ ]

Proszę je zapamiętać, bo zapytam o nie powtórnie za kilka minut.

### 3. UWAGA I LICZENIE

Proszę odejmować kolejno od 100 po 7, aż powiem stop    [wpisz tekst] [wpisz tekst] [wpisz tekst] [wpisz tekst] [ ]

### 4. PRZYPOMINANIE

Proszę wymienić trzy słowa, które Pan(i) miał(a) wcześniej zapamiętać.

BYK [ ]      MUR [ ]      LAS [ ]      [ ]

## 5. FUNKCJE JĘZYKOWE

### NAZYWANIE

Prosimy o nazwanie dwóch przedmiotów, które kolejno pokazujemy badanemu (ołówek, zegarek)

Jak nazywa się ten przedmiot?                      [wpisz tekst]

Jak nazywa się ten przedmiot?                      [wpisz tekst]

### POWTARZANIE

Proszę dosłownie powtórzyć następujące zdanie: **Ani tak, ani nie, ani ale.** [wpisz tekst] ( )

### WYKONYWANIE POLECEŃ

a) Proszę uważnie posłuchać treści całego polecenia, a następnie wykonać to polecenie.

- proszę wziąć kartkę do lewej/prawej ręki                      [wpisz liczbę]

- złożyć ją oburącz na połowę [wpisz liczbę]
- i położyć ją na kolana [wpisz liczbę]

b) Pokazujemy badanemu tekst polecenia zamieszczony na okładce: „proszę zamknąć oczy”.

Proszę przeczytać to polecenie i je wykonać

[wpisz tekst]

## **PISANIE**

Dajemy osobie badanej **czystą** kartkę papieru i prosimy o napisanie dowolnego zdania.

Proszę napisać na tej kartce jakieś dowolne zdanie [wpisz tekst]

## **6. PRAKSJA KONSTRUKCYJNA**

Proszę przerysować poniższy rysunek tak dokładnie, jak tylko jest to możliwe [ ]

**OGÓLNA LICZBA PUNKTÓW :** [podsumowanie]