

mgr Marta Urbaniak-Olejniki

**Wykorzystanie biblioteki dźwięków  
w nauce orientacji przestrzennej osób  
niewidomych i słabowidzących**

**Rozprawa na stopień naukowy doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu  
w dyscyplinie nauki medyczne**

Promotor: dr hab. n. med. Dorota Hojan-Jeziarska, prof. UMP

Zakład Protetyki Słuchu, Katedra Biofizyki



Wydział Medyczny

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

POZNAŃ, 2020

*Pragnę złożyć serdeczne podziękowania*

*Pani dr hab. n. med. Dorocie Hojan-Jezierskiej,  
prof. UMP za okazane wsparcie podczas pisania  
pracy, poświęcony czas oraz uwagi merytoryczne.*

*Pani dyrektor Marii Tomaszewskiej  
za umożliwienie wykonania badań.*

*Panu Markowi Jakubowskiemu  
za życzliwość i cenne wskazówki.*

*Mojemu mężowi Wojciechowi Olejnikowi  
za cierpliwość, motywację oraz pomoc techniczną.*

## Spis treści

Wykaz skrótów .....	5
I. Wstęp .....	6
1. Charakterystyka osób z niepełnosprawnością wzrokową.....	10
1.1. Epidemiologia osób niewidomych i słabowidzących w Polsce i na świecie.....	10
1.2. Rozwój widzenia u dzieci i niepokojące objawy .....	11
1.3. Przyczyny niepełnosprawności wzrokowej .....	16
1.4. Klasyfikacja osób niewidomych i słabowidzących .....	18
1.5. Konsekwencje wynikające z braku widzenia .....	22
2. Kompensacja zmysłów .....	26
2.1. Rodzaje kompensacji .....	26
2.2. Kompensacja słuchowa.....	28
3. Percepcja przestrzeni .....	31
3.1. Orientacja przestrzenna.....	31
II. Cel pracy .....	34
III. Materiał i metody .....	35
1. Opis grupy badanej .....	35
2. Metodyka badań.....	37
2.1. Ankieta.....	37
2.2. Badanie otoskopowe .....	38
2.3. Próby stroikowe .....	38
2.4. Otoemisja akustyczna zniekształceń nieliniowych ślimaka .....	39
2.5. Audiometria tonalna.....	39
2.6. Audiometria tonalna wysokoczęstotliwościowa.....	40
2.7. Badanie progu dyskomfortowego słyszenia (UCL) i progu przyjemnego słyszenia (MCL) .....	40

2.8. Badanie posturograficzne.....	41
2.9. Nagrania akustyczne .....	44
2.10. Analiza statystyczna.....	44
2.11. Zagadnienia etyczne.....	45
IV. Wyniki .....	46
1. Wyniki uzyskane na podstawie przeprowadzonej ankiety .....	46
2. Wyniki prób stroikowych .....	54
3. Wyniki uzyskane z badania otoemisji akustycznej.....	55
4. Wyniki uzyskane z badania audiometrii tonalnej.....	60
4.1. Średnie progi słyszenia dla przewodnictwa powietrznego .....	60
5. Wyniki uzyskane w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej.....	64
6. Wyniki uzyskane w badaniu progu UCL.....	86
7. Wyniki uzyskane w badaniu posturograficznym.....	87
8. Nagrania akustyczne .....	92
V. Dyskusja.....	94
VI. Wnioski.....	104
VII. Streszczenie.....	105
VIII. Abstract .....	107
IX. Bibliografia.....	109
X. Spis rycin.....	122
XI. Spis tabel.....	124
XII. Aneksy.....	128

## Wykaz skrótów

WHO - World Health Organization (ang.)

Światowa Organizacja Zdrowia

GUS - Główny Urząd Statystyczny (pl.)

PZN - Polski Związek Niewidomych (pl.)

ICD - International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ang.)

ICF - International Classification of Functioning, Disability and Health (ang.)

DPOAE - Distortion Product Otoacoustic Emissions (ang.)

Otoemisja produktów zniekształceń nieliniowych ślimaka

UCL - Uncomfortable Level (ang.)

Próg dyskomfortowego słyszenia

MCL - Most Comfortable Level (ang.)

Próg przyjemnego słyszenia

SNR - Signal-to-Noise Ratio (ang.)

Stosunek sygnału do szumu

dB - decybel

SPL - Sound Pressure Level (ang.)

HL - Hearing Level (ang.)

## I. Wstęp

Według danych statystycznych WHO (World Health Organization) na świecie żyje około 45 milionów osób niewidomych i 269 milionów osób z zaburzeniami widzenia. Wzrok bezpośrednio przyczynia się do prawidłowego funkcjonowania człowieka. Pełni zasadniczą rolę w poznawaniu rzeczywistości, w życiu społecznym, komunikacji, samoobsłudze, samodzielnym poruszaniu się, orientacji przestrzennej, edukacji oraz pracy zawodowej. Ma zdolność odbierania bodźców świetlnych z odległości, niezależnie od naszej woli, dlatego trudno przecenić rolę, jaką pełni w lokomocji i orientacji przestrzennej. Dzięki niemu obiekty są lokalizowane a przeszkody wykrywane z odległości [1-3].

Prawidłowo funkcjonujący wzrok jest jednym z najlepiej wykorzystywanych zmysłów przez człowieka. Aż 80-90% informacji płynących z przestrzeni odbieranych jest za pośrednictwem wzroku, pozostałe zmysły dostarczają kolejnych 10-20 % [3]. Co zatem się dzieje w przypadku dysfunkcji, braku bądź znacznego upośledzenia zmysłu wzroku? Ewolucja układu słuchowego dowiodła, że zmysł słuchu przystosował się na przestrzeni wieków do zmieniających się warunków środowiskowych. Uważa się, że w przypadku dysfunkcji wzroku, układ słuchowy jest w stanie skompensować brakujący zmysł wzroku.

Kompensacja według słownika języka polskiego PWN jest to „przejęcie funkcji jakiegoś narządu, w razie jego schorzenia lub utraty, przez nieuszkodzoną część tego narządu lub przez inny sprawny narząd”. Brak więc jednego zmysłu staje się siłą napędową stojącą za zmianami w sensoryce organizmu.

Uważa się, że u osób niewidomych zostaje wydobyty pełen potencjał poznawczy zmysłów innych niż wzrok, ponieważ brak możliwości polegania na wzroku wymusza wykorzystanie dostępnych innych zmysłów, tak aby pełniły rolę wyrównawczą [4-7]. Przez wiele lat powielano pogląd na temat nadzwyczajnych zdolności słuchowych, jakie mają osoby niewidome czy słabowidzące. Każdej przypisywano posiadanie słuchu muzycznego bądź absolutnego. Panowało również przekonanie, że osoby, które są całkowicie niewidome od urodzenia, mają lepszy słuch niż osoby ociemniałe. Spowodowane to miało być tzw. występowaniem okresu krytycznego, podczas którego dochodziło do pełnej kompensacji utraconego zmysłu. Po analizach badań z zakresu kognitywistyki, tyflopsychologii, tyflopädagogiki czy audiologii poglądy te zaczęto podważać [8].

Naukowcy odkryli, że zmysł słuchu u osób z dysfunkcją widzenia nie jest nadprzeciętnie rozwinięty, jest on jednak efektywniej wykorzystywany, głównie dzięki wyostrzeniu uwagi słuchowej [5, 6].

Rosnąca liczba niewidomych i słabowidzących, korzystających z nowoczesnych urządzeń wspomagających, wymaga poszerzenia wiedzy na temat możliwości kompensacyjnych każdego zachowanego zmysłu. Prowadzenie skutecznej rehabilitacji i edukacji w zakresie orientacji przestrzennej wymaga dokładnego zrozumienia procesów składających się na percepcję otaczającego świata.

Aby osoba z dysfunkcją wzroku mogła sprawnie i efektywnie funkcjonować w społeczeństwie musi w pełni opanować cztery bazowe umiejętności: samoobsługę, dobrą znajomość pisma punkтового, sprawne korzystanie z nowoczesnych technologii oraz samodzielne poruszanie się. Umiejętność orientowania się w przestrzeni i samodzielnego poruszania się jest głównym obszarem narażonym na zakłócenia wśród niewidomych i słabowidzących [9, 10].

W przypadku widzących obie z tych umiejętności doskonalone są samoistnie i związane są z naturalnym rozwojem. U osób z dysfunkcjami widzenia mechanizmy te są nabywane w wyniku długotrwałego i ukierunkowanego cyklu kształcenia edukacyjnego [10]. Dla osób widzących znaczenie bodźców akustycznych w orientacji przestrzennej i poruszaniu się jest niewielkie. Z reguły ogranicza się do sygnalizacji istnienia przedmiotu – przeszkody w polu percepcji słuchowej, o ile jest on źródłem dźwięku. Więc bodźce akustyczne zwracają tylko uwagę ludzi widzących na obecność danego przedmiotu w najbliższym otoczeniu, jeśli nie zauważyli go uprzednio za pomocą wzroku. Dla dokładnego zlokalizowania go używają natomiast wzroku. Dla niewidomych i słabowidzących dźwięki mają zasadnicze znaczenie w orientacji przestrzennej, zwłaszcza gdy chodzi o duży obszar. Dzięki nim mogą ocenić wielkość przestrzeni, w jakiej się znajdują, wykryć przeszkody na drodze oraz ocenić dokładnie ich lokalizację – nawet jeśli w danym miejscu znajdują się po raz pierwszy. Dźwięki nie tylko pozwalają na stwierdzenie obecności przedmiotu w danej strefie ale również na ustalenie, czy jest on stabilny, czy ma stałą lokalizację, czy też znajduje się w ruchu. Już samo zasygnalizowanie istnienia w polu percepcji słuchowej przedmiotu bądź zjawiska ma dla niewidomego, czy słabowidzącego określone znaczenie [11, 12].

Wynika ono stąd, że większość desygnatów, zjawisk (będących źródłem dźwięku) ma swoje charakterystyczne cechy akustyczne różniące się pod względem wysokości, siły i barwy. Oczywiście, dźwięk nie posiada cech przestrzennych, nie jest w stanie przekazać kształtu przedmiotu będącego źródłem odgłosu. Jednak niewidomy, słysząc określone brzmienie

zawsze wyobraża sobie jego źródło. Obrazy te są względnie dokładne, jeśli przedmiot bądź zjawisko jest znane, a mówiąc dokładnej – jeśli bodźce akustyczne były już skojarzone z innymi [13]. Można powiedzieć, że osoba widząca spostrzega otaczający go świat wzrokiem, a osoba niewidoma go słyszy.

Orientacja przestrzenna jest niezbędna niemalże w każdej sferze życia codziennego, jak i podczas aktywności związanych z funkcjonowaniem społecznym. Problemy w tej sferze mogą doprowadzić do utraty niezależności i ograniczyć swobodne i bezpieczne poruszanie się w przestrzeni publicznej [14].

Według Sękowskiej z 1998 roku w tworzeniu wyobrażenia danej rzeczy, przedmiotu, zjawiska odgrywa receptor, który w najwłaściwszy sposób odbiera bodźce z otaczającego świata [15].

Dane z piśmiennictwa wskazują na dominującą rolę zmysłu dotyku w procesie kompensacyjnym osób z dysfunkcjami wzroku, to jednak w nauce orientacji przestrzennej zmysł słuchu ma kluczowe znaczenie. Dotyk umożliwia jedynie jakościowe poznanie przedmiotu. Nie można poznać tego, co jest poza jego zasięgiem ograniczonym przez długość rąk czy łaski [16]. Zmysł słuchu sięga znacznie dalej w przestrzeń. Umożliwia określenie kierunku i odległości od źródła dźwięku. Pozwala budować w wyobraźni niewidomych i słabowidzących relacje przestrzenne i zależności zachodzące pomiędzy nimi [17].

W rozwoju orientacji przestrzennej istotne znaczenie ma także zmysł równowagi i propriocepcja. Zwłaszcza w przypadku osób niewidomych układ proprioceptywny, zmysł dotyku oraz układ przedsionkowy umożliwiają rozwój świadomości ciała, kontrolowanie go, planowanie ruchów [18-20]. Brak wzroku może powodować zmiany w psychice człowieka, głównie z powodu ograniczeń w zakresie percepcji. Czynnikiem, który zwiększa możliwość poznania otaczającego świata u osób z dysfunkcją wzroku jest sublimacja zmysłów. Wymaga to jednak motywacji, systematycznej pracy, pomocy ze strony rodziców, opiekunów i specjalnie przeszkolonych nauczycieli. Z powodu braku bodźców wizualnych, a więc dzięki większej koncentracji wewnętrznej niewidomi są bardziej wrażliwi na dźwięki otaczającego ich środowiska.

W tym celu w ramach pracy powstaną nowe przykładowe nagrania tras dźwiękowych, widokówek dźwiękowych, które umożliwią osobom niewidomym i słabowidzącym zaznajomienie się z dźwiękami otaczającego świata. Ponadto posłużą one do weryfikacji efektów ćwiczeń przeprowadzonych w pracowni tyfloakustyki przez przeszkolonych pedagogów. Przeprowadzone badania audiometryczne pozwolą nauczycielom nauki orientacji



przestrzennej ustalić najbardziej komfortowy, indywidualny poziom odtwarzania nagranych dźwięków wykorzystywanych w pracy dydaktycznej.

## **1. Charakterystyka osób z niepełnosprawnością wzrokową**

### **1.1. Epidemiologia osób niewidomych i słabowidzących w Polsce i na świecie**

Choroby oczu stanowią wielowymiarowy problem dla zdrowia publicznego. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) szacuje, że upośledzenie wzroku ma 285,4 mln ludzi w skali globalnej, z czego 39,4 mln to osoby niewidome. Ze statystyk wynika, iż na zaburzenia wzroku choruje ponad 4% ludzi na świecie, z czego 90% osób mieszka w krajach o niskich dochodach, w których główną przyczyną wad wzroku jest zaćma [21, 22]. W regionie europejskim według danych WHO upośledzenia wzroku dotyczą ponad 28,0 mln ludzi, z czego 2,7 mln to osoby niewidome [23]. Z szacunków WHO wynika również, że liczba osób z zaburzeniami widzenia wzrasta wraz z wiekiem. Aż 186,2 mln ludzi na świecie w wieku powyżej 50 lat ma upośledzenie widzenia, z czego 32,2 mln to osoby niewidome. Osób z dysfunkcjami widzenia w przedziale wiekowym 15-49 lat jest 80,3 mln, z czego 5,8 mln to osoby niewidome. Dzieci z upośledzeniem wzroku w przedziale wiekowym 0-14 lat jest 18,9 mln, w tym 1,4 mln to osoby niewidome [22, 24, 25].

Według danych statystycznych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) w Polsce jest około 1,82 mln osób z uszkodzeniem i chorobami narządu wzroku. Dane Polskiego Związku Niewidomych (PZN) odnotowują natomiast liczbę 63,5 tys. osób. Różnice te wynikają z dwóch przyczyn: do PZN nie należą wszystkie osoby niewidome, a dane GUS wliczają osoby z chorobą narządu wzroku o każdym stopniu, również lekkim; takie osoby nie są jednak przyjmowane do PZN [26-28].

Według badań PZN niewidomych w wieku przedszkolnym, czyli 0-6 lat jest 478. Liczba osób w okresie szkolnym od 7-24 lat wynosi 6,5 tys. Niewidomych w okresie aktywności zawodowej, w wieku 25-64 lat jest 29,9 tys. a po okresie aktywności zawodowej 26,6 tys. Dane piśmiennictwa i podstawowe informacje statystyczne GUS i PZN odnotowują większy odsetek niewidomych kobiet niż mężczyzn. Procentowo kobiet niewidomych jest 57% natomiast mężczyzn 43%. PZN podaje konkretne liczby. Według nich kobiet niewidomych w Polsce jest 36,1 tys. a mężczyzn 27,5 tys. [29]. W Polsce według PZN niewidomych w stopniu znacznym jest 32,0 tys. w tym całkowicie niewidomych 3,4 tys. osób, natomiast niewidomych w stopniu umiarkowanym 25,9 tys. Osoby z dodatkową niepełnosprawnością taką jak cukrzyca, niepełnosprawność ruchowa, upośledzenie umysłowe, głuchoniewidomi stanowią 21% ogółu zarejestrowanych w PZN, 13,2 tys., z czego 56% to kobiety a 44% mężczyźni. Ponadto największą liczbę członków PZN odnotowano w województwach śląskim 7,7 tys.

i mazowieckim 7,1 tys. Natomiast najmniejszą w województwach opolskim 1,7 tys. i podlaskim 1,6 tys. [29].

Zestawienia PZN pozwalają określić liczbę osób niewidomych, które pracują zawodowo. Wynosi ona 5,9 tys., co stanowi zaledwie 18% populacji niewidomych w okresie aktywności zawodowej [29].

Liczba osób niewidomych i z dysfunkcją widzenia wciąż się zwiększa. Spowodowane jest to starzeniem się społeczeństwa. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) uważa, że 85% zaburzeń widzenia można zapobiec poprzez wdrożenie kompleksowych działań diagnostycznych i leczniczych [30, 31].

Statystyki PZN stanowią bardzo ważne źródło szczegółowych informacji o osobach niewidomych, których nie można uzyskać z żadnych innych danych literaturowych.

## **1.2. Rozwój widzenia u dzieci i niepokojące objawy**

Sprawne funkcjonowanie układu wzrokowego ma wpływ na wszystkie strefy rozwoju dziecka takie jak: motoryka (chwytność dłoni, manipulowanie przedmiotami oraz umiejętności poruszania się w przestrzeni), prawidłowy przebieg nauczania, funkcjonowanie społeczne oraz rozwój poznawczy.

Widzenie jest procesem dynamicznym i człowiek uczy się go właściwie przez całe życie. Jednak najważniejszym okresem w rozwoju funkcji wzrokowych są pierwsze dwadzieścia cztery miesiące, kiedy zachodzi mielinizacja nerwów wzrokowych, a dokładnie proces tworzenia się osłonek wokół włókien nerwowych w mózgu, co warunkuje efektywny przebieg impulsów nerwowych [32-34].

Dawniej sądzono, iż noworodki, jak i część ssaków rodzi się ślepe. Rzeczywiście zwierzęta takie jak koty, psy, króliki a nawet słonie rodzą się z chwilowo niesfunkcjonującym analizatorem wzroku. Ma to na celu utrzymanie ich w zależności od swoich rodziców, aby nie oddalały się i nie narażały na niebezpieczeństwo. W późniejszym czasie rozwijają się wzrok, słuch, dotyk i smak. Warto wspomnieć, że zmysł wzroku jest najslabiej rozwinięty w momencie narodzin. Spowodowane jest to ciemnością, która panuje w brzuchu matki. Z tego powodu zmysł wzroku nie ma możliwości się rozwijać w okresie prenatalnym. Nie oznacza to jednak, że jest zupełnie nierozwinięty. Z bardzo słabo rozwiniętego zmysłu w zaledwie dwanaście miesięcy staje się doskonałym narzędziem, by poznać świat [35, 36].

W pierwszych dniach po urodzeniu noworodek widzi, jednak początkowo bardzo nieostro, spowodowane jest to słabą akomodacją oka. Soczewka nie zmienia ogniskowej

w zależności od bliży i dali. Jest skupiona w jednej odległości na około 20-30 cm, co idealnie odpowiada dystansowi dzielącemu twarz matki od oczu dziecka podczas karmienia. Natura celowo obdarzyła noworodki zdolnością widzenia na tak małą odległość, by odbierane bodźce nie były zbyt intensywne [37]. Po narodzinach oczy dziecka są spuchnięte i zaczerwienione, spowodowane jest to zmianami ciśnienia podczas porodu. Tak spuchnięte powieki chronią dziecko przed działaniem silnego światła, na które niemowlę przyzwyczajone do ciemności w brzuchu matki jest bardzo wrażliwe [32].

Na początku noworodek widzi około 30 razy słabiej niż dorosły człowiek, co nie przekracza 10% ostrości widzenia dorosłego. W oczach tak małego dziecka obraz jest dwuwymiarowy, bez głębi oraz faktur. Można się także spotkać z poglądem, że noworodek widzi świat na odwrót, czyli do góry nogami. Teoria ta związana jest z działaniem i budową analizatora wzrokowego. Wpadający do oka obraz jest przez soczewkę odwracany i w takiej postaci pada na siatkówkę, następnie nerwem wzrokowym przekazywany jest do mózgu, by tam zostać zaimplementowany. U dorosłego człowieka mózg właściwie odczytuje i przetwarza odwrócony obraz. U noworodków prawdopodobnie nie potrafi prawidłowo zinterpretować obrazu i musi się dopiero tego nauczyć [38].

Według Leat noworodki nie są w stanie skupiać uwagi na obiektach, gdyż układ wzrokowy analizuje obraz peryferyjnymi częściami siatkówki. Na wczesnym etapie mogą reagować na bodźce świetlne [39]. Dodatkowo pod koniec drugiego tygodnia życia niemowlę może śledzić wzrokiem rzeczy, które bardzo powoli poruszają się w płaszczyźnie poziomej. Po upływie trzeciego tygodnia po płaszczyźnie pionowej. Ponadto źrenice dziecka rozszerzają się, gdy jest ciemno [40]. Już w 1978 roku Banks i Salapatek wykazali, że noworodki najlepiej widzą kontrasty, ich uwagę zwracają przedmioty, które wyróżniają się z otoczenia [41]. Ponadto najlepiej widzą kolory czarny i biały. Różnokolorowe obrazy i duża ilość szczegółów w odbiorze zlewa się w jedną wielką niewyraźną plamę. Dane z piśmiennictwa naukowego wykazują, że noworodki pomimo swoich preferencji w patrzeniu na rzeczy kontrastowe, widzą kolory. Nie potrafią jednak ich odróżnić, co spowodowane jest niedojrzałością ich mózgu [32, 35, 38].

Niemowlę w pierwszym miesiącu życia stopniowo zaczyna odwracać głowę do źródła światła. Potrafi też skupić wzrok na osobach, najczęściej na mamie oddalanej maksymalnie na 1 metr. Ponadto umie płynnie podążać wzrokiem w lewą i prawą stronę za poruszającym się bardzo powoli przedmiotem [35, 37, 39].

Według Molskiej w tak wczesnym etapie rozwoju dziecka rodzice mogą mieć trudności w zauważeniu niepokojących objawów. Jednak w przypadku wystąpienia wyraźnej różnicy

w wielkości gałek ocznych, przymglonej rogówki, białej, nierównej źrenicy, często zamkniętych oczu, uciskania oczu piąstką, czy też nierównej wielkości szpary powiekowej należy skonsultować się ze specjalistą [36].

W kolejnej fazie, czyli w drugim miesiącu życia kształtuje się widzenie obuoczne. Za pomocą prób i błędów układ wzrokowy próbuje łączyć bodźce docierające z obu oczu. Pojawiają się również sporadyczne zezowania jednym okiem, co zdarza się podczas patrzenia na konkretny przedmiot. W tym okresie niemowlę woli już patrzeć na bryły niż na figury płaskie, gdyż powoli kształtuje się widzenie trójwymiarowe [32, 35, 39].

Pod koniec drugiego miesiąca dziecko nabiera umiejętności odróżniania kolorów. Jako pierwszy kolor, na którym świadomie fiksuje wzrok jest kolor czerwony. Zostało to udowodnione w eksperymencie Adamsa w 1987 roku, podczas którego mierzono czas fiksacji wzroku noworodków na różnych kolorach. Badania wykazały, że dzieci do pierwszego miesiąca życia nie wykazywały znaczących preferencji co do koloru. W przypadku dzieci trzymiesięcznych wzrok dłużej był skupiany na kolorze czerwonym i żółtym niż na przykład na zielonym i niebieskim [38]. W 1976 Bornstein a później w 2007 roku Zemach i wsp. znaleźli silną preferencję dla koloru niebieskiego i słabą preferencję dla żółtego, co nie jest widoczne w badaniu Adamsa [42, 43].

Według Kierstan (2017) w trzecim miesiącu niemowlę rozpoznaje twarz matki. Ponadto zmienia się sposób widzenia przestrzennego. Dziecko zaczyna wyciągać ręce w kierunku zabawek, przedmiotów, które wiszą. Rozwija się koordynacja oko-ręka. W tym czasie dziecko także zaczyna oglądać swoje ręce i nogi. Interesuje go szczególnie ich ruch. Zbliżanie i oddalanie kończyn od oczu jest bardzo ważnym etapem w rozwoju i uświadamianiu sobie przestrzeni [32].

Pod koniec trzeciego miesiąca życia niemowlę rozróżnia przedmioty o intensywnym żółtym zabarwieniu [38]. W 2010 roku Frankin i wsp. powtórzyli i zmodyfikowali badania na temat rozróżniania kolorów u dzieci w tym wieku. Wyniki eksperymentu wykazały, że niemowlęta także bardzo wyraźnie dostrzegają czerwone plamy na jasnym tle [44].

Na tym etapie zaniepokojenie rodziców mogą budzić przypadki, gdy dziecko nie fiksuje wzroku bądź nie skupia uwagi na twarzach najbliższych, nie uśmiecha się w odpowiedzi na uśmiech, wpatruje się w silne źródło światła. Dodatkowo, gdy dziecko przygląda się ręce po jednej stronie ciała, reaguje z opóźnieniem na pokazywane zabawki [45].

Według Leat (2009) w czwartym miesiącu życia dziecko potrafi rozróżniać twarze osób znanych, reagując na nie inaczej niż na obcych. Ponadto powinien być już obserwowany odruch konwergencyjny, tzn. zdolność symetrycznego, zbieżnego ustawiania gałek ocznych

w odpowiedzi na prezentowany bodziec dźwiękowy z odległości około 10-20 cm od oczu [39]. Mniej więcej w tym okresie malec zaczyna rozróżniać kolor niebieski. Ponadto wzrok czteromiesięcznego dziecka fiksuje się dłużej na papierkach w kolorze czerwonym i niebieskim [46].

W wieku około czterech i pół miesiąca dziecko zaczyna odkrywać percepcję głębi. Zaczyna spostrzegać koncept odległości przedmiotów oraz rozumieć perspektywę trójwymiarowości. Udowodnili to badacze Campos i Gibson, którzy w latach 60 i 70 stworzyli tak zwane urwiska wzrokowe, czyli iluzoryczne obrazy głębokości, umieszczając w nich dzieci i monitorując im tętno. Badania wykazały, że dzieci, które umieszczone były po stronie „głębokiej” wykazywały podwyższone tętno, w stosunku do dzieci znajdujących się po stronie „bezpiecznej” [47, 48].

Zaniepokojenie rodziców w tym okresie może powodować, gdy dziecko nie interesuje się zabawkami, występuje u niego nadwrażliwość na światło bądź kiedy zaciska mocno powieki piąstkami, czyli występuje u niego tak zwany objaw palcowo-oczny, inaczej objaw Franceschetti [45].

Między piątym a siódmym miesiącem życia dziecko patrzy na zabawki pokazywane w całym polu widzenia. W tym okresie dalej wzmacniane są zdolności do kontroli ruchów gałek ocznych oraz koordynacja oko-ręka. Rozwija się także dalsze widzenie stereoptyczne, czyli ocena percepcji głębi. Ponadto rozwinięte jest już pełne widzenie barw. W 2011 roku Yang i wsp. odkryli również, że niemowlęta w wieku pięciu miesięcy mogą wykryć zmiany obrazu, które nie są istotne dla dorosłych, takie jak połysk i tekstura [49, 50]. Zaniepokojenie mogą budzić takie objawy jak nie skupianie wzroku na zabawkach, nie sięganie po nie, nie interesowanie się otoczeniem, brak reakcji na własne odbicie w lustrze, słaba koordynacja oko-ręka, przekrzywianie głowy tak, by widzieć jednym okiem [35].

Okolo pierwszego roku życia powinno być już rozwinięte widzenie stereoskopowe, czyli widzenie przestrzenne obuoczne. Dziecko powinno interesować się drobnymi przedmiotami i detalami oraz wodzić płynnie wzrokiem za poruszającym się obiektem. Powinno również wzrosnąć zainteresowanie różnymi kształtami oraz figurami geometrycznymi [39, 51].

W tym czasie niepokój rodziców powinny wzbudzić następujące zachowania: brak reakcji na domowników i zmieniające się otoczenie, brak zainteresowania zabawkami i małymi obiektami, opóźniony rozwój ruchowy [36].

W okresie żłobkowym, czyli od około trzynastego miesiąca życia do trzeciego roku, dziecko powinno wykazywać zwiększone zainteresowanie obrazkami i książeczkami.

Zaczyna także identyfikować podobieństwa i różnice. Wtedy najczęściej powstają pierwsze rysunki oraz wieże z klocków [35]. Brak zainteresowania dziecka powyższymi czynnościami oraz potykanie się o przedmioty podczas chodzenia powinny skłonić rodziców do konsultacji z lekarzem okulistą [45].

Według Lewisa i wsp. (2005) w wieku przedszkolnym, czyli do około piątego roku życia dziecko powinno znać i nazywać figury geometryczne, kolory oraz segregować te same cyfry jak i litery [52].

W sytuacji, kiedy u dziecka zaczynają pojawiać się dolegliwości, takie jak: zamazywanie się obrazu, bóle głowy, podwójne widzenie, zmykanie jednego oka, pieczenie i swędzenie oczu oraz słabe posługiwanie się łyżką czy ołówkiem, należy zasięgnąć rady specjalisty [35].

W wieku wczesnoszkolnym od pięciu do ośmiu lat u dziecka powinny być już rozwinięte wszystkie funkcje widzenia na takim samym poziomie jak u osoby dorosłej. Ponadto dziecko powinno rozpoznawać i nazywać cyfry oraz litery [1]. Według Leat (2009), Almoqbel i wsp. (2017) ostrość wzroku jest w pełni dojrzała między piątym rokiem życia a średnim nastolatkiem, natomiast czułość kontrastu w pełni dojrzewa w wieku od ośmiu do dziewiętnastu lat [39, 53]. Westall (2009) uważa, że ostrość wzroku, jak i czułość na kontrast rozwijają się w pełni pomiędzy trzecim miesiącem a dziewiętnastym rokiem życia [54]. De Vries-Khoe i wsp. w latach osiemdziesiątych wykorzystując wizualnie wywołane potencjały, stwierdzili, że ostrość widzenia dojrzewa dopiero w wieku dziesięciu lat [55].

W przypadku trudności z odczytywaniem liter, opuszczeniem liter w wyrazach, czytaniu i pisaniu z głową pochyloną bardzo nisko nad tekstem, opuszczaniem linijek tekstu, częstym mrużeniu i pocieraniu oczu pomocna będzie konsultacja optometrysty lub lekarza okulisty.

Prawidłowy rozwój wzroku jest najszybszy w ciągu pierwszych sześciu miesięcy życia i trwa według różnych danych literaturowych przez dekadę lub dłużej. Dzieci są wyjątkowo wrażliwe na warunki, które zakłócają wzrok i jego rozwój. Niedowidzenie lub wadliwie funkcjonalny rozwój centralnego układu wzrokowego może być spowodowany powszechnymi problemami ze wzrokiem, takimi jak zez, nieskorygowane błędy refrakcji i deprywacja wtórna do okluzji. Wcześnieactwo jest szczególnie związane z patologią oka, w tym retinopatią wcześniaków, niedowidzeniem, zezem i błędami refrakcyjnymi [56-58].

Niedowidzenie i wiele innych nieprawidłowości wzrokowych w dzieciństwie można leczyć, jednakże potencjał korekcji i dalszego prawidłowego rozwoju wzroku jest odwrotnie proporcjonalny do wieku. Ponieważ wiele dotkniętych dzieci jest bezobjawowych, wczesne

wykrycie dysfunkcji wzrokowej wymaga skutecznego badania przesiewowego we wczesnym etapie rozwoju przez całe dzieciństwo. Szczególne uwagi dotyczą badań przesiewowych dzieci urodzonych przedwcześnie.

### **1.3. Przyczyny niepełnosprawności wzrokowej**

Narząd wzroku podobnie jak i inne narządy organizmu może ulec uszkodzeniu bądź osłabieniu na skutek czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Jednak jest ich tak wiele, że trudno jednoznacznie określić, który z całkowitą pewnością doprowadził do uszkodzenia wzroku.

Do najważniejszych należy zaliczyć:

- czynniki genetyczne,
- wady wrodzone i uszkodzenia okołoporodowe,
- choroby oczu,
- choroby układowe,
- urazy mechaniczne, termiczne, chemiczne,
- awitaminoza,
- zmiany związane z wiekiem [59-65].

Trudno jest ustalić prawidłowość dziedziczenia ślepoty. Spowodowane jest to faktem, iż często nie wiadomo, czy ktoś z dysfunkcją wzroku obarczony jest niepełnosprawnością z powodu wad wrodzonych czy czynników genetycznych. Najczęściej w rodzinach obciążonych dziedzicznie problemy ze wzrokiem są o różnym natężeniu, od całkowitej ślepoty, po widzenie szczytkowe aż do niedowidzenia. Wśród osób niewidomych od urodzenia spotyka się 20% dzieci z brzemieniem dziedziczności [61]. Najczęściej przekazywanymi przez rodziców dziedzicznymi schorzeniami są: zaćma (katarakta), dziedziczny zanik nerwu wzrokowego i dziedziczna wysoka krótkowzroczność [62, 63].

Wady wrodzone analizatora wzrokowego powstają w okresie płodowym i są spowodowane głównie chorobami matki takimi jak: kiła, odra, toksoplazmoza czy różyczka. Bardzo niebezpieczne są także różnego rodzaju zatrucia oraz spożywanie alkoholu przez matkę w okresie ciąży [60, 63].

Ludwik Rostkowski do przyczyn wrodzonej ślepoty lub uszkodzenia wzroku zaliczył: zapalenie głębokie rogówki, zaćmę wrodzoną, zwyrodnienie barwnikowe siatkówki, stany degeneracyjne siatkówki, soczewki i rogówki oraz wady refrakcji [63, 64].



Jedną z dwóch wiodących przyczyn wrodzonych wad analizatora wzrokowego jest wcześniactwo. W wyniku przebywania dziecka w inkubatorze obniża się odporność organizmu, zwiększa się ryzyko nieprawidłowego wykształcenia układów organizmu oraz narządów poszczególnych zmysłów. Najczęściej występującym schorzeniem przedwczesnego porodu jest retinopatia wcześniacza [63].

Do głównych przyczyn chorób oczu na świecie należą: wady refrakcji, przekładające się na ostrość widzenia, zaćma oraz jaskra. Przyczyną ślepoty najczęściej jest zaćma, jaskra i zwyrodnienie płamki żółtej. Zwyrodnienie płamki żółtej w krajach rozwiniętych stanowi ponad 50% powodów upośledzenia widzenia [65]. W 2001 roku Seroczyńska i wsp. dokonali przeglądu zapisów 3000 dzieci niedowidzących z archiwów Polskiego Stowarzyszenia Niewidomych oraz z ośrodków i szkół dla dzieci upośledzonych wzrokowo z lat 1979-1999. Z ich badań wynikało, że istotnymi czynnikami ślepoty i poważnej utraty wzroku były atrofia nerwu wzrokowego, retinopatia wcześniaków, zaćma, wysoka krótkowzroczność, wady wrodzone, dystrofie siatkówki oraz jaskra [66]. Ci sami autorzy w roku 2007 przeprowadzili analizę dokumentacji przyczyn dysfunkcji wzroku u dzieci w latach 1998–2004 i doszli do wniosków, że nowym, istotnym czynnikiem jest ślepotą korową, wcześniej rzadko diagnozowana [67].

Do chorób ogólnych powodujących uszkodzenie wzroku należą: cukrzyca, gruźlica, zapalenie opon mózgowych, guz mózgu, stwardnienie rozsiane, albinizm oraz choroby weneryczne. Ponadto powtarzające się wylewy krwi do ciała szklistego mogą spowodować pogorszenie się wzroku [63].

Znaczna liczba dzieci traci wzrok na skutek urazów będących wynikiem zabaw niebezpiecznymi przedmiotami takimi jak: noże, nożyczki, kije [59].

Przyczyną pogorszenia wzroku może być również niewłaściwa dieta, uboga w witaminę A. Może ona powodować pogorszenie widzenia, w szczególności zaburzenia widzenia o zmierzchu, tak zwaną kurzą ślepotę [59]. Według Maily i wsp. (2008) kraje rozwijające, które zaczęły stosować suplementację witaminy A, zaobserwowały spadek wad wzroku [68].

Niestety wciąż wiedza polskiego społeczeństwa w zakresie chorób oka jest niska. Według danych GUS z 2015 roku tylko 1/3 diagnozowanych „coś słyszała” na temat chorób siatkówki. Nawet jeśli respondent posiadał jakieś informacje, to były one wyrywkowe. Badania pokazują, że co trzeci Polak nigdy nie był u okulisty, a aż 40% osób nie zna następstw zdrowotnych chorób narządu wzroku.

#### 1.4. Klasyfikacja osób niewidomych i słabowidzących

W Polsce, jak i na świecie istnieje wiele definicji osób niewidomych i słabowidzących. Opierają się one na klasyfikacji: medycznej, funkcjonalnej, psychologicznej, terminologicznej, pedagogicznej oraz prawnej.

Skala ICD-10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) opiera się na wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia, gdzie czynnikami kwalifikacyjnymi do danej grupy są podstawowe czynności wzrokowe, takie jak: osłabienie ostrości widzenia i zawężenie pola widzenia. W Skali ICD-10, w punktach H00-H59 wyróżnia się jednostki chorobowe odpowiedzialne za wady wzroku. W punktach tych nie są objęte wady rozpoczynające się w okresie okołoporodowym, choroby pasożytnicze, zakaźne, urazy oraz zniekształcenia aberracji chromosomowych prowadzących do utraty wzroku. Obecnie opracowywana jest poprawka do skali ICD-10, klasyfikacja ICD-11, która ma na celu naniesienie zmian dotyczących niejasności w kryteriach podziału osób niewidomych i słabowidzących.

Za miarę ostrości widzenia, przyjęto odległość, z której badana osoba prawidłowo rozpoznaje znak o określonej wielkości, do odległości, z której dany znak powinien być rozpoznawalny. W tym celu używa się tak zwanych tablic Snellena, a ich miarą jest visus, opisywany przy pomocy ułamka dziesiętnego bądź zwykłego. W liczniku znajduje się odległość, z której osoba badana rozpoznaje znak. W Polsce jest to odległość 5 metrów. Natomiast w mianowniku znajduje się wartość widniejąca przy ostatnim prawidłowo rozpoznanym przez pacjenta szeregu znaków. Jeśli badany ma prawidłową ostrość wzroku, rozpoznaje znaki z najniższego rzędu. To oznacza, że jego ostrość wzroku wynosi  $5/5$  bądź w zapisie dziesiętnym 1,0.

Pole widzenia to obszar rejestrowany przez nieporuszające się oko. W celu jego określenia wykorzystuje się badanie zwane perymetrią, mające na celu określenie zakresu przestrzeni, którą osoba badana w danym momencie obejmuje wzrokiem. Istnieją dwie metody oceny pola widzenia: kinetyczna i statyczna. W przypadku obu badań pacjent siedzi przy aparacie zwanym polomierzem i sygnalizuje przy pomocy ręcznego przycisku moment pojawienia się w polu widzenia świetlnego punktu. W metodzie kinetycznej punkt świetlny przemieszcza się w czasie badania, w statycznej pojawia i znika. Wynik badania jest przedstawiony w formie graficznej w postaci map, w których ubytki w polu widzenia w zależności od ich nasilenia, zaznacza się w odcieniach szarości. Skala szarości odzwierciedla mapę decybelową. Im słabszą czułość uzyskano, tym odcień jest ciemniejszy. Zmiany czarne odpowiadają bezwzględnemu ubytkowi [61, 69, 70].

Biorąc pod uwagę wyżej opisane kryteria medyczne, Światowa Organizacja Zdrowia za osobę całkowicie niewidomą uznaje osobę, która:

- całkowicie nie widzi: ostrość wzroku 0,00,
- ma ślepotę umiarkowaną lub słabowzroczność głęboką: ostrość wzroku nie większa niż 0,05 przy maksymalnej korekcji okularowej,
- ma zawężone maksymalnie pole widzenia do 20 stopni, niezależnie od ostrości wzroku.

Osoby słabowidzące to najliczniejsza grupa z problemami wzrokowymi, gdyż zalicza się do nich zarówno osoby mające jedynie poczucie światła, te które w funkcjonowaniu posługują się resztkami widzenia oraz mają problem z widzeniem barw, czy oczopląsem. Słabowidzący według Światowej Organizacji Zdrowia to taki który:

- ma ostrość wzroku od 0,05 do 0,3,
- ma słabowzroczność głęboką lub umiarkowaną: ostrość wzroku nie większą niż 0,05 przy maksymalnej korekcji okularowej,
- ma ograniczenie pola widzenia do 30 stopni, niezależnie od ostrości wzroku [1, 71].

Światowa Organizacja Zdrowia dokonała także klasyfikacji pod względem funkcjonalnym, opracowała Międzynarodową Klasyfikację Funkcjonowania, Niepełnosprawności i Zdrowia, w skrócie ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health). W wyżej opisanej klasyfikacji ICD-10 stosuje się podejście etiologiczne, dzięki któremu można rozpoznać dokładną chorobę, w ICF niepełnosprawność i funkcjonowanie klasyfikuje się w powiązaniu ze stanem zdrowia. Oba systemy uzupełniają się nawzajem, dostarczają wzorców, dzięki którym można uregulować zakres informacji o stanie zdrowia na całym świecie. ICF kategoryzuje dziedziny dotyczące człowieka w powiązaniu z jego stanem zdrowia. Zwolennicy korzystania z ICF zwracają uwagę na fakt, że dwie osoby, które cierpią na to samo schorzenie, mogą zupełnie inaczej funkcjonować.

W przypadku niewidomych jest to zauważalne w różnicach samodzielnego poruszania się, wykonywania czynności dnia codziennego, samoobsługi, mimo tego samego rozpoznania w IDC-10. W klasyfikacji ICF kwestie widzenia i funkcji pokrewnych określone są za pomocą kodów b210-b229. Dziedziny, które obejmuje ww. klasyfikacja to: funkcje odbierania światła i kolorów, ostrość widzenia, pole widzenia, upośledzenia takie jak krótkowzroczność, nadwzroczność, astygmatyzm, ślepotą zmierzchowa, widzenie lunetowe, czy daltonizm. Kolejnymi elementami klasyfikacji są funkcje narządów dodatkowych oka obejmujących:

akomodację, oczopląs, funkcje mięśni oka. ICF klasyfikuje także pod względem funkcjonowania społecznego, relacji międzyludzkich, zdolności uczenia się, komunikowania, aktywności ruchowej, zręczności oraz dbania o siebie [72].

W terminologii odnoszącej się do osób z uszkodzeniem wzroku bazuje się na czasie, w którym doszło do uszkodzenia, ostrości widzenia oraz rodzaju wspomagania. Wyróżnia się:

- osobę całkowicie niewidomą, która nie odbiera żadnych bodźców wzrokowych, w czynnościach dnia codziennego posługuje się pozawzrokowymi informacjami, posługuje się pismem Braille'a. Jest jej potrzebna pomoc przewodnika lub opiekuna. Porusza się przy pomocy białej laski,
- osobę niewidomą od urodzenia, która urodziła się niewidoma, bądź straciła wzrok w wyniku schorzenia lub urazu w pierwszych pięciu latach życia,
- osobę niewidomą z poczuciem światła funkcjonującą podobnie jak osoba niewidoma, jednak jest w stanie odróżnić pory dnia, wskazać kierunek miejsca, z którego dochodzi światło. Osoba ta jest w stanie zauważyć przechodzącą osobę po cieniu,
- osobę słabowidzącą, która porusza się przy pomocy białej laski sygnalizacyjnej bądź opiekuna, przewodnika. W jej funkcjonowaniu pomocne są lupy, powiększalniki, odtwarzacze. W życiu codziennym głównie posługuje się technikami pozawzrokowymi. Wśród tej grupy wyróżnia się osoby z resztkami wzroku: ostrość widzenia od 0,02 do 0,05 według Snellena,
- osobę ociemniałą, która utraciła wzrok po piątym roku życia, mając zachowaną pamięć wzrokową. Jej funkcjonowanie jest uzależnione czasem, w którym nastąpiła utrata wzroku [60, 73].

Inny podział podaje Polski Związek Niewidomych. Wyróżnia on 3 grupy niepełnosprawności wzrokowej:

- niewidomych - osoby z pełnym brakiem wzroku od urodzenia lub wczesnego dzieciństwa, osoby nie pamiętające, że kiedykolwiek widziały,
- ociemniałych – osoby, które utraciły wzroku po piątym roku życia, pamiętające, że kiedykolwiek widziały,
- szcążkowo widzących- osoby które straciły wzrok nagle lub stopniowo, mające poważne ograniczenia, prowadzące się do dostrzegania jedynie zarysów

postaci czy przedmiotów z odległości 1 metra. Osoby, u których występuje wyraźne ograniczenie pola widzenia [71].

Wśród dzieci z uszkodzeniem widzenia w Polsce wyróżnia się tylko dwie podstawowe grupy: niewidomych i słabowidzących. Granicę między nimi stanowi ostrość widzenia i pole widzenia. Ostrość wzroku w oku lepszym przy zastosowaniu szkieł korekcyjnych nie przekracza 0,05 bądź pole widzenia ograniczone jest do 20 stopni. Takie kryteria są respektowane w polskim szkolnictwie przy kwalifikacji do szkoły dla niewidomych i słabowidzących. Grupy tak wydzielonych dzieci nie są jednak jednolite. Dlatego ze względu na jakościowe różnice w poznawaniu świata przez dzieci z dysfunkcją wzroku został wprowadzony aspekt pedagogiczny, który wyróżnia trzy grupy:

- niewidomych - do tej grupy zaliczane są dzieci, które nie widzą nic. Grupa ta brak bodźców wzrokowych kompensuje poprzez dynamiczne układy strukturalne, głównie przez słuch i dotyk oraz procesy korowe. Do grupy tej zaliczają się także dzieci z poczuciem światła potrafiące odróżnić światło od ciemności, ale niepotrafiące rozpoznać barw, kształtu czy ruchu lub przestrzeni,
- szczerunkowo widzących – dzieci te spostrzegają zarys, kształt oraz ruch przedmiotów. Mogą mieć możliwości różnicowania barw oraz wzrokowej orientacji przestrzennej. Ich ostrość widzenia nie przekracza 0,05 przy maksymalnej korekcji okularowej a pole widzenia zawężone jest do 20 stopni. Możliwości widzenia w grupie tych dzieci są bardzo zróżnicowane,
- słabowidzących – zalicza się do nich dzieci, które są na tyle sprawne, że przy poznawaniu świata dominuje wzrok. Posługują się one innymi zmysłami takimi jak dotyk, słuch czy smak w celu uzupełnienia i rozszerzenia spostrzeżeń. Dzieci słabowidzące przy zastosowaniu odpowiednich pomocy optycznych są w stanie posługiwać się zwykłym drukiem [74]. Bardzo ważne jest, by podczas diagnozowania i kierowania dzieci do szkół dla niewidomych i słabowidzących zastosować subtelne różnicowanie, z uwzględnieniem wielu czynników uwzględniających stan emocjonalny, dynamikę rozwoju, rokowanie ostatecznego stanu czynności widzenia, etiologię oraz dysfunkcje dodatkowe.

Aż 80 % informacji ze świata zewnętrznego człowiek otrzymuje dzięki wrażeniom optycznym. Szybkość przetwarzania informacji wzrokowych jest około 16 tysięcy razy większa niż innych zmysłów. Wystarczy tylko 2-3 sekundy, by przyswoić sens obrazu [75, 76].

## 1.5. Konsekwencje wynikające z braku widzenia

Aż 80 % informacji ze świata zewnętrznego człowiek otrzymuje dzięki wrażeniom optycznym. Szybkość przetwarzania informacji wzrokowych jest około 16 tysięcy razy większa niż innych zmysłów. Wystarczą tylko 2-3 sekundy, by przyswoić sens obrazu [75, 76].

Wzrok pełni zasadniczą rolę w poznawaniu rzeczywistości, zjawisk oraz przedmiotów. Jest wykorzystywany w życiu codziennym, poczynając od czynności samoobsługowych, po czynności związane z nauką i pracą. Brak lub poważne uszkodzenie wzroku może doprowadzić do zachwiania homeostatycznej równowagi organizmu, zaburzając normę integralną wszystkich funkcji człowieka, ograniczając rozwój poznawczy, emocjonalny, fizyczny i psychiczny [75].

Konsekwencje wynikające z braku widzenia zależą od wielu czynników:

- wieku, w którym nastąpiła utrata wzroku,
- zakresu utraty wzroku,
- sposobu utraty wzroku,
- osobowości,
- trybu życia.

Jednym z głównych problemów wynikających z niepełnosprawności wzrokowych jest samodzielne poruszanie się oraz orientacja przestrzenna. Trudność ta występuje u osób niewidomych i słabowidzących niezależnie od wieku. W przypadku niewidomego lub słabowidzącego dziecka, u którego istnieje nie tylko lęk przed przestrzenią, ale i brak świadomości istnienia obiektów w niej zawartych umiejętność chodzenia pojawia się później niż u dzieci widzących. U osób dorosłych z uszkodzeniem wzroku problem lokomocji wynika z trudności w poruszaniu się w nieznanym otoczeniu. Kłopot sprawia także samodzielne podróżowanie nowymi trasami, z koniecznością przesiadania się do różnych środków lokomocji. Często odnalezienie poszukiwanego miejsca, nawet niezbyt odległego może łączyć się z problemami, które wynikają z trudności w orientacji przestrzennej, a także z konieczności zapamiętywania wielu szczegółów w odpowiedniej kolejności. Aby przestrzeń mogła być maksymalnie użyteczna, musi być zrozumiała i całkowicie opanowana przez osoby niewidome i słabowidzące [76-78]. Według Mirzaei (2017) strach przed niezależnym ruchem powoduje słabą samoocenę w odniesieniu do poruszania się i negatywnie wpływa na umiejętności motoryczne oraz obniża ogólną samoocenę [79].

Stwierdzono również, że wzrok odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu stabilności postawy [80-82]. Badania Friedrich z 2008 roku porównujące osoby z wadami wzroku i bez,

poddawane testom na podłożu stabilnym i niestabilnym potwierdziły, że około 80% percepcji sensorycznej jest gromadzone w takich sytuacjach przez system wzrokowy. Ruchy są kontrolowane i koordynowane głównie przez oczy [83].

Większość danych literaturowych wykazuje, że upośledzenie wzroku zmniejsza zdolność do utrzymania równowagi i może powodować częste obrażenia w tym upadki i urazy, ciała związane z ruchem drogowym [84-89].

Niektóre badania wykazały jednak, że osoby niewidome mogą lepiej utrzymywać równowagę niż osoby bez upośledzenia wzroku [90-92].

Jednym z powodów może być, że osoby niewidome są w stanie zrekompensować ograniczenia swojej niepełnosprawności poprzez inne elementy związane z zapewnieniem stabilności postawy: czuciem głębokim i efektywniej działającym układem przedsionkowym, a tym samym wyrównywać brak bodźców wzrokowych [88, 93].

Utrata orientacji przestrzennej może także powodować nabyte wady postawy [94, 95]. W badaniach Bolacha i wsp. 2009 najczęstszą wadą postawy u osób w wieku 7-16 lat był typ kifotyczny [94]. W przypadku osób starszych po osiemnastym roku życia dominująca była postawa lordotyczna. Pojawiła się ona prawdopodobnie jako swoista forma dostosowania do wady wzroku, gdyż osoby poruszające się przy pomocy białej laski mają tendencję do cofania górnej części tułowia i wysuwania bioder ku przodowi [96].

Kolejnym problemem wynikającym z dysfunkcji narządu wzroku jest poznawanie rzeczywistości i zjawisk. Osoby niewidome, zarówno dzieci, jak i dorośli poznają najbliższe otoczenie przy pomocy słuchu i dotyku. O ile słuch, tak jak wzrok jest teleanalizatorem i umożliwia odbiór informacji nieznajdujących się w bezpośrednim kontakcie z receptorami, to dotykowe poznawanie przedmiotów jest procesem trudnym i dającym wiele niejasnych informacji. Rozpoznawanie świata poprzez dotyk to skomplikowana praca intelektualno- fizyczna, mająca na celu tworzenie pojęć i kształtowanie wyobraźni. W przypadku przedmiotów czy obiektów, które przekraczają rozmiarowo zasięg ramion, trudnością jest ich identyfikacja. Problemem jest nie tylko odnalezienie wszystkich istotnych szczegółów, ale także ich integracja w jedność. W przypadku rzeczy bardzo małych, których wielkość jest poniżej progu wrażliwości dotykowej, rozpoznanie ich jest wręcz niemożliwe. Ponadto takie zjawiska fizyczne jak tęcza, chmura nigdy nie będą dostępne percepcyjnie przez osobę z dysfunkcją widzenia [76].

Wraz z trudnościami w poznawaniu zjawisk i przedmiotów przez osoby niewidome czy słabowidzące związane są problemy w rozumieniu pojęć, zwłaszcza przestrzennych. Niewidome dzieci postrzegają przestrzeń jako kolejno po sobie następujące zdarzenia.

W ich umyśle napotkane przedmioty są w relacji czasowej a nie przestrzennej względem innych obiektów. Jest to wynik nierozumienia pojęć czasowo-przestrzennych oraz takich przyimków jak: nad, pod, za, przed, między, przez [96].

Wśród osób z dysfunkcjami widzenia występują także trudności w rozumieniu pojęć opisujących przedmioty, które uchwytnie są tylko wzrokowo. W badaniach przeprowadzonych przez Lasocką porównywano postrzeganie owocu śliwki przez osoby widzące i niewidome. Osoby niewidome określiły, wielkość powierzchni, kształt, gładkość, miękkość, chłód, suchość, wagę, zapach, smak, szmer dotykowy przy dotykaniu owocu i głuchy szmer przy spadaniu owocu z wysokości. Natomiast osoby z prawidłowym wzrokiem określiły: kolor, połysk, grę światła na wgłębieniach, kształt oraz wielkość [97].

Strefa emocjonalna to kolejna trudność z jaką zmagają się osoby z niepełnosprawnością wzrokową. Według Aronsona człowiek jest istotą społeczną, ale też jednostką emocjonalną. Uczucia towarzyszą każdemu niezależnie od wieku, płci czy sytuacji, w której się dana osoba znajduje [98, 99]. Zarówno dzieci niewidome, jak i słabowidzące przeżywają i reagują emocjonalnie, tak jak dzieci widzące. Różnica wynika z braku możliwości obserwacji zachowań rodziców czy opiekunów, naśladowania ich oraz modelowania ich w sposób kontrolowany [100].

Dzieci niewidome nie zawsze wiedzą, jaki charakter miał oddziałujący na nie bodziec. Pozytywny bodziec może być odczytywany przez nie jako negatywny. W badaniach Lasockiej, przeprowadzonych na osobach niewidomych od urodzenia wykazano, że dziewczynki mają tendencję do niestałości emocjonalnej, częściej zmieniają nastroje, zainteresowania oraz są nietolerancyjne i sfrustrowane. Chłopcy natomiast wykazywali skłonności do hipochondrii oraz zniecierpliwienia. W porównaniu z grupą badaną chłopców widzących, niewidomi wykazali się dużo większą wrażliwością [101, 102].

Brak bądź ograniczenie widzenia może stanowić problem w inicjowaniu kontaktów interpersonalnych. W przypadku dzieci, dzieci z dysfunkcją wzroku nie wiedzą co zrobić, chcąc nawiązać kontakt z dzieckiem widzącym. Spowodowane jest to brakiem możliwości odczytania komunikatów niewerbalnych. Według Mirzaei (2017) oczywistym skutkiem upośledzenia wzroku jest stworzenie ograniczeń uczestnictwa w środowiskach społecznych [79]. Jakość tych relacji nie wynika tylko z tego powodu, że to osoby z niepełnosprawnością wzrokową nie potrafią odczytać emocji. Także brak mimiki twarzy i emocji towarzyszących osobie z dysfunkcją wzroku wpływa negatywnie na kontakty interpersonalne. Nieumiejętność rozumienia emocji po obu stronach może przyczyniać się do pojawienia się różnych form autoagresji oraz depresji [103].



Bariery interpersonalne mogą powodować również obniżenie poziomu aktywności fizycznej. Prowadzi to do pogorszenia się jakości życia i zmniejszenia sprawności funkcjonalnej [104-106]. Ograniczenie aktywności fizycznej może być przyczyną chorób cywilizacyjnych. W badaniach Capella-McDonnall (2007), Jones i wsp. (2010) , Vashit i wsp. (2016) wykazano, że w porównaniu z pełnosprawnymi rówieśnikami osoby z dysfunkcją wzroku znacznie częściej cierpią na pogorszenie zdrowia i wzrost ryzyka wystąpienia chorób cywilizacyjnych. Znaczna część poddanych badaniu osób niewidomych i niedowidzących miała dolegliwości związane z oddychaniem, nadciśnieniem tętniczym, cukrzycą, chorobami serca, depresją i zaburzeniami słyszenia [107-109].

Trudności, z jakimi spotykają się osoby niewidome i słabowidzące, nie przekreślają jednak ich możliwości życiowych. Prawidłowo prowadzona rehabilitacja, samodyscyplina oraz wsparcie ze strony rodziców, opiekunów, nauczycieli czy pedagogów mogą zapewnić stworzenie warunków wykorzystania sprawności, jakie pozostały osobie z dysfunkcją wzroku dla jej pełnej samorealizacji.

## 2. Kompensacja zmysłów

Ponad 80% wrażeń z otaczającego świata dostarczana jest przy pomocy zmysłu wzroku, 11% przy pomocy zmysłu słuchu, 3,5% węchu, 1,5% dotyku, a 2% stanowią bodźce odbierane zmysłem smaku, bólu oraz kinestetycznym [3]. Uważa się, że u osób z dysfunkcją widzenia zostaje wydobyty pełen potencjał poznawczy innych zmysłów niż wzrok, tak by pełniły one rolę wyrównawczą.

Kompensacja jest zagadnieniem bardzo szerokim. Termin ten pochodzi od łacińskiego słowa *compensatio*, co oznacza zastąpienie czegoś czymś innym. Według słownika języka polskiego PWN jest to „przejęcie funkcji jakiegoś narządu, w razie jego schorzenia lub utraty, przez nieuszkodzoną część tego narządu lub przez inny narząd”. Osoba z niepełnosprawnością wzrokową zatem musi wykształcić inny sposób poznawania rzeczywistości, wykorzystując w tym celu dostępne zmysły. Wielopostaciowy stopień uszkodzenia narządu wzroku, etiologia a także jego charakter decyduje o dostępności określonych form kompensacji [110].

### 2.1. Rodzaje kompensacji

Nadmierne rozwinięcie pewnych zmysłów oraz wyższych funkcji poznawczych spowodowane jest kompensacją sensoryczną. Kompensacja pamięci węchowej jest jednym z rodzajów. Warunkiem rozwinięcia jest intensywny trening percepcyjny oraz reorganizacja struktur mózgowych. Trening percepcyjny rozwijany jest przez osoby z niepełnosprawnością wzrokową podświadomie ponieważ obniża się tzw. próg podniety i różnicy.

Próg podniety to najmniejsza siła bodźca wywołująca impulsy nerwowe, w efekcie wrażenie na bodziec. Próg różnicy natomiast określa czułość receptorów, czyli minimalną różnicę pomiędzy dwoma bodźcami o różnej sile, która wywoła ilościowo różne wrażenia [60]. Badania Sorokowskiej z 2017 roku wykazują, że osoby z dysfunkcją wzroku mają przewagę węchową nad prawidłowo widzącymi [111].

Kolejnym rodzajem kompensacji jest kompensacja werbalna, inaczej nazywana słowną. Opiera się ona na założeniu, że wyrazy mają taką samą wartość informacyjną dla osób z dysfunkcjami wzroku, jak i widzących. Powołując się na Ziemcową (1956) „To nie wzrok warunkuje istotną spoinę między ludźmi, lecz mowa i słuch, wszelkie wykształcenie zdobywa się za pośrednictwem mowy i brak wzroku jest pod tym względem o wiele mniej dotkliwy oraz wywiera mniejszy wpływ na inteligencję niż brak słuchu i mowy”.

Dzieci z dysfunkcjami widzenia są w stanie opanować język i gramatykę w stopniu komunikatywnym na takim samym poziomie, jak widzący rówieśnicy. Dzięki czemu potrafią

uzupełnić informację dochodzącą z pozostałych zmysłów lub przedstawić werbalnie informacje niedostępne drogą wzrokową. Wielu badaczy zwraca jednak uwagę na trudności w rozumieniu pojęć dostępnych tylko tym sposobem. W literaturze tematu także funkcjonuje pojęcie „wyobrażeń surogatowych” inaczej zwanych wrażeniami zastępczymi, tworzonych w umyśle osoby z dysfunkcją wzroku, jako substytuty stosunków przestrzennych, barw i światła, których osoba z niepełnosprawnością wzrokową nie może poznać w sposób odpowiadający rzeczywistości [112]. Dla niewidomych i słabowidzących mowa nie służy tylko do porozumiewania się, ale także do poznania cech osoby, z którą rozmawia np. płci, wieku, nastroju.

Prawidłowo rozwijające się dziecko nawiązuje kontakt z otoczeniem najpierw przez dotyk, następnie przez smak, słuch i na końcu wzrok. Jednak to właśnie wzrok dominuje w kwestii wykorzystania dostępnych człowiekowi zmysłów. Mimo to dotyk zachował duże możliwości kompensacyjne, które są zauważalne w przypadku osób dotkniętych dysfunkcją wzroku. Najważniejszym narządem poznawania przedmiotów u niewidomych jest ręka. W procesie percepcji osoby te najpierw ujmują przedmiot wszechstronnie a następnie przesuwając palce i dłoń po przedmiocie, poznając konkretne cechy. Umiejętność dotykowego rozpoznawania rzeczywistości nie jest nabywana automatycznie i spontanicznie, jak spostrzeganie u osób widzących [97]. Percepcja dotykowa wymaga skupienia uwagi. Przebiega dużo wolniej i jest znacznie bardziej męcząca niż percepcja wzrokowa. Już w 1993 roku badania Pascual-Leone dotyczące przeczaszkowej stymulacji magnetycznej do mapowania obszarów motorycznych, wykazały, że na poziomie czuciowej reprezentacji korowej dochodzi do reorganizacji i zwiększenia czucia w palcach, wykorzystywanych do odczytywania przedmiotów, kosztem zredukowania somatotopowej reprezentacji innych palców. Dzięki dotykowi i połączeniu innych zmysłów możliwy jest rozwój koordynacji ruchów kończyn oraz integracji motorycznej. Zmysł dotyku jest więc szczególnie ważny dla osób niewidomych. Dzięki niemu osoby niewidome poddane treningowi i stymulacji mogą posługiwać się pismem Braille’a [113].

Zmysł dotyku ma jednak ograniczony zasięg do długości ludzkich ramion. Przedmioty większe nie mogą zostać przez osoby z dysfunkcją wzroku zidentyfikowane i poznane. Dotyk działa w bardzo wąskim obszarze. Nie ostrzega przed zbliżającym się niebezpieczeństwem, dlatego podczas poruszania się musi być wspierany przez inne zmysły [114].

## 2.2. Kompensacja słuchowa

Słuch odgrywa szczególną rolę w procesie kompensacyjnym u osób z dysfunkcją widzenia. Zarówno wzrok, jak i słuch są teleanalizatorami, czyli odbierają bodźce, których źródłem są zjawiska i przedmioty niebędące w bezpośrednim kontakcie z receptorami. Z powodu braku bodźców wizualnych uaktywniają się określone umiejętności słuchowe. Spowodowane jest to prawdopodobnie reorganizacją korową. Wskazują na to liczne badania Collignona i wsp. [115-117]. Potwierdzają to badania fizjologiczne prowadzone na zwierzętach. Wyniki badań Cappagliego i wsp. z 2016 roku wykazują, że przy braku doświadczenia wzrokowego regiony potyliczne, które są normalnie aktywowane przez wzrok, biorą udział w procesach słuchowych [118]. Im więcej obszarów wizualnych jest wykorzystywanych, tym większa jest dokładność słuchowa [119, 120].

Dotychczasowe badania wykazują również, istnienie grupy neuronów, które reagują bardziej intensywnie, gdy w otoczeniu pojawia się nieznaną dotąd bodziec. Ich aktywność może spadać lub zanikać, gdy impuls trwa długo. Udowodniono również obecność neuronów, reagujących silniejszą impulsacją na zanik bodźca. Istnienie tych neuronów umożliwia szybką reakcję i dostosowanie się do zaistniałej sytuacji przez osobę z dysfunkcją widzenia [118, 121]. Badania Kupersa i wsp. z 2014 roku dotyczące kompensacji słuchowej wykazały, że reorganizacja neuronów jest podobna zarówno we wczesnej, jak i późnej ślepcie. W badaniu potencjałów wywołanych zarówno u osób niewidomych od urodzenia, jak i później, aktywowane są te same przestrzenie tylne mózgu [122]. Badania Proulux'a i wsp z 2014 roku wykazały również, że obszary tonotopowości kory słuchowej niewidomych są powiększone o współczynnik 1,8 w porównaniu z widzącymi [123]. Według Thallera i wsp. (2011) słuch osób niewidomych jest lepszy niż u osób widzących, jego wyższy poziom efektywności wynika z dobrej adaptacji do sytuacji. Tak więc podwyższona wrażliwość w odbiorze wrażeń słuchowych osób niewidomych jest skutkiem ćwiczeń słuchu i orientacji w lokalizacji dźwięków [124].

Badania Kolarika i wsp. z 2014 roku wykazały, że osoby z krótkowzrocznością lokalizują dźwięki dokładniej niż osoby bez wad wzroku. Może być to spowodowane tym, że osoby z krótkowzrocznością przez zmienione zdolności obwodowe widzenia w większym stopniu polegają na informacjach dźwiękowych [125]. W 2014 roku Gori i wsp. po raz pierwszy zaprzeczyli wszystkim przeprowadzonym badaniom dotyczącym lepszemu lokalizowania dźwięków przez osoby niewidome od urodzenia [126]. Leclerc i wsp. (2000) natomiast dowiódł, że tylko wczesna, całkowita utrata wzroku kompensowana jest przez ogólne wyostrenie słuchu. Poprawa ostrości słyszenia może być spowodowana dokładniejszym

wykorzystaniem sygnałów binauralnych, a zwłaszcza większej wrażliwości na różnice w fazie. Osoby z krótkowzrocznością nie wykazywały lepszego wykorzystywania sygnałów binauralnych. Badania Leclerc'a i wsp. udowadniają, że za kompensację słuchową odpowiadają inne mechanizmy u osoby z krótkowzrocznością i u osoby wcześniej ociemniałej [127].

Lokalizacja słuchowa łączy się bezpośrednio z przetwarzaniem sygnałów echa. W środowisku pogłosowym fale dźwiękowe rozchodzą się w kilku kierunkach, powodując odbicia od powierzchni z różnych kierunków i z różnym opóźnieniem czasowym w stosunku do pierwotnego źródła. Kolarik i wsp. w 2017 roku udowodnili tezę, że osoby z dysfunkcją widzenia rozwijają umiejętność echolokacji, czyli szczególną formę słyszenia przestrzennego [128]. Już w 1944 roku Griffin zauważył, że niewidomi na początku rozpoznają otoczenie przy pomocy dźwięków wytwarzanych przez łaskę, palce, stopy i głos a następnie wsłuchują się w powracające fale dźwiękowe [129]. Umiejętności echolokacyjne są wykorzystywane przez nietoperze i delfiny między innymi, by zlokalizować ofiarę, czy do nawigacji. Osoby niewidome dzięki temu zjawisku są w stanie określić rozmiar obiektu, jego odległość a nawet teksturę. Wyniki badań nad wykorzystaniem echolokacji wśród osób z dysfunkcjami wzroku są niejednoznaczne. Bourne i wsp., Schenkman i wsp. wykazali, że osoby niewidome i krótkowidzące mają lepsze możliwości echolokacyjne niż osoby prawidłowo widzące [1, 130]. Despre w 2005 roku dowiódł, że kompensacja słuchowa w przypadku osób z częściowym deficytem wzroku wynika z większej wrażliwości na sygnały echa [8].

Wiele zjawisk oraz przedmiotów charakteryzuje się zindywidualizowanymi i typowymi dla siebie dźwiękami. Osobę z dysfunkcją wzroku w analizie słuchowej środowiska akustycznego mogą wspomagać takie cechy dźwięku jak: natężenie, czas trwania, barwa czy tempo. Już w latach dziewięćdziesiątych Niemeyer i wsp. zbadali centralne przetwarzanie słuchowe wśród osób prawidłowo widzących i niewidomych nie wykazując różnic w badaniu potencjałów wywołanych z pnia mózgu. Zauważono jednak znaczące różnice w rozróżnianiu mowy i tonu [131]. Zbadano również różnice w dyskryminacji słuchowej osób niewidomych od urodzenia i prawidłowo widzących. W badaniu wykazano, że zarówno u osób widzących i nie w procesie przetwarzania słuchowego odpowiadają te same obszary mózgu. Jednak u osób niewidomych działają one efektywniej, gdyż miały one szybszy czas reakcji na prezentowany dźwięk [132]. W ostatnich latach (2005, 2010, 2014, 2016) większość badań dotyczących różnic dyskryminacji słuchowej wykazuje takie same wyniki [11, 122, 133, 134].

Kompensacja słuchowa rozwijana na poziomie podświadomości, czy w trakcie ćwiczeń jest niezwykle ważna w celu poprawy funkcjonowania osób z dysfunkcjami widzenia.

Może ona wpływać na wiele aspektów życia takich jak: zdolność w samodzielnym poruszaniu się, orientacji przestrzennej oraz komunikacji.

### 3. Percepcja przestrzeni

#### 3.1. Orientacja przestrzenna

Osoba z dysfunkcją wzroku, aby mogła sprawnie i efektywnie funkcjonować w społeczeństwie musi w pełni opanować cztery bazowe umiejętności takie jak: samoobsługę, dobrą znajomość pisma punkowego, sprawne korzystanie z nowoczesnych technologii komputerowych oraz samodzielne poruszanie się i orientowanie w przestrzeni, przy czym samodzielne poruszanie się i orientowanie w przestrzeni jest czynnością najtrudniejszą do opanowania [9].

Orientacja przestrzenna dotyczy procesów, które zachodzą w umyśle człowieka i polega na sprawności jednostki w zakresie poznawania swego otoczenia oraz zachodzących w nim stosunków czasowo-przestrzennych. Zasadniczą rolę odgrywają czynniki poznawcze, wyobrażenia przestrzenne, wiedza o otoczeniu, znajomość schematu ciała oraz operowanie relacjami odległości i czasu. Nie bez znaczenia jest także aspekt motoryczności jako warunku zdolności do przemieszczania się z jednego miejsca na drugie [135].

Wiedza o otoczeniu, orientowanie się w nim dla dziecka widzącego nie wiąże się z żadnym świadomym działaniem. Znaczenie bodźców akustycznych dla osób widzących jest niewielkie. Ich rola głównie ogranicza się do zasygnalizowania istnienia obiektu, przeszkody w percepcji słuchowej. Umiejętności te są doskonalone w toku rozwoju niemal przez całe życie. W przypadku dysfunkcji wzroku lokomocja i orientowanie się w przestrzeni nie przebiega tak spontanicznie jak u dzieci widzących [136]. Dźwięki mają zasadnicze znaczenie, zwłaszcza gdy chodzi o dużą przestrzeń. Poza wartością informującą umożliwiają one spostrzeganie dokonujących się zmian, czy ustalenie dokładnej lokalizacji. Nawet samo zasygnalizowanie istnienia w polu percepcji słuchowej zjawiska bądź przedmiotu, ma dla osoby z dysfunkcją wzroku znaczenie.

Bodźce słuchowe są pomocne niewidomym szczególnie w ocenie otaczającej go rzeczywistości i umożliwiają bezpieczne przemieszczanie się.

Badania laboratoryjne Roder i wsp. (2002), Gougoux'a i wsp.(2004), Chen'a i wsp. (2006), Collignon'a i wsp. (2009) oraz Bogusz-Witczak i wsp. (2015) wykazują, że w porównaniu z osobami, które widzą prawidłowo, niewidomi wypracowali lepsze zdolności w zakresie przestrzennego lokalizowania dźwięków w osi poziomej i rozpoznawania różnych cech fizycznych źródła dźwięku [117, 137-140].

W badaniach Chen i wsp. (2006) porównywali, jak niewidome osoby od urodzenia i osoby widzące reagują na niewielkie zmiany w zakresie pozycji przestrzennych źródła.

Okazało się, że niewidomi szybciej i dokładniej wykrywają pojawiające się zmiany niż osoby o prawidłowym wzroku [139]. Do podobnych wniosków doszedł Pec i wsp. (2008), który posłużył się w badaniach lokalizacji przestrzennej szumem białym jako źródłem dźwięku [141].

Wykorzystanie percepcji przestrzennej u dorosłych jest szeroko zbadanym tematem i wyniki badań są jednoznaczne.

W przypadku dzieci z zaburzeniami widzenia wygląda to inaczej. Wyniki badań są niejednoznaczne i sprzeczne. Już w roku 1966 Fraiberg i wsp. badali zdolności lokalizacyjne niemowląt. Ich wyniki sugerują, że niemowlęta z wrodzoną ślepotą mają opóźnione zdolności w lokalizowaniu dźwięku i w reakcji motorycznej na dźwięk [142]. Badania Fazziego i wsp. (2011), Vercillo i wsp. (2016) i Cappagi i wsp. (2016) z kolei wykazują, że dzieci z wrodzonymi wadami wzroku początkowo wykazują opóźnienie rozwoju neuromotorycznego natomiast kompensują to rozwojem umiejętności manipulacyjnych i chodzenia podczas badań dźwiękowych w otoczeniu [118, 143, 144]. Dane Cappagliego i wsp. z 2017 roku wykazują także na gorsze wyniki wśród dzieci niewidomych niż prawidłowo widzących w bisekcji słuchowej i w zadaniach z minimalnym kątem słyszenia [145]. Bramner i wsp. (2008) i Gori i wsp. (2014) wysunęli hipotezę, że lokalizacja przestrzenna zwykle rozwija się poprzez związek z widzeniem a wykonywaniem ruchów. Dlatego też osoby niewidome nie mogą polegać na tej multisensorycznej integracji w celu poznawania przestrzeni [126, 146]. Collignon i wsp. (2009) twierdzą, że wręcz przeciwnie brak widzenia jest skompensowany większą wrażliwością prawidłowo funkcjonujących zmysłów w celu dokładności oceny przestrzeni [116].

Mówiąc o orientacji przestrzennej nie bez znaczenia jest także aspekt motoryczności jako warunku zdolności do przemieszczania się z jednego miejsca na drugie. Poruszanie się i wykonywanie czynności dnia codziennego jest możliwe tylko i wyłącznie dzięki utrzymaniu prawidłowej równowagi. Brak kontroli wzrokowej może wpłynąć na zaburzenia w koordynacji [147]. Utrzymanie prawidłowej postawy ciała jest złożonym procesem, na który wpływa wiele czynników ze sobą współpracujących. Należą do nich: narząd przedsionkowy, w skład, którego wchodzi kanały półkoliste i narządy otolitowe, układ proprioceptywny związany z czuciem głębokim oraz narząd wzroku [148]. Zaburzenie, któregoś z nich może spowodować pojawienie się trudności w funkcjonowaniu i poruszaniu się. Dysfunkcje wzroku mogą utrudniać określenie położenia ciała w przestrzeni, tym samym negatywnie wpływać na stabilność posturalną człowieka. Piśmiennictwo naukowe pokazuje niejednoznaczne wyniki badań kompensacyjnych zdolności motorycznych u osób z-dysfunkcjami widzenia. Według Gawik i wsp.(2008) oraz Kaźmierczak (2016) osoby z wadą



wzroku zastępują strategię stawu kolanowego strategią stawu biodrowego, zwiększając tym samym swoje bezpieczeństwo i ryzyko uniknięcia upadku. Dzięki tej metodzie zaangażowana jest również większa liczba mięśni, a tym samym lepsza stabilność ciała [147, 149]. Rutkowska i wsp. (2012) uważają natomiast, że brak wzroku ogranicza informacje o podłożu, o położeniu ciała, przez co osoby z dysfunkcją wzroku mogą być podatne na większe zachwiania równowagi [150]. Ten aspekt u osób z zaburzeniami widzenia jest trudnym i wciąż badanym tematem. Według Gawik i wsp (2008) osoby słabowidzące szybciej i lepiej kompensują zaburzenia widzenia. Prawdopodobnie zachowanie chociaż niewielkiego pola widzenia znacznie ułatwia orientację przestrzenną [149]. Badania nad koordynacją wykonał także zespół Rutkowskiej w 2012 roku. Zbadali oni poziomy koordynacji zdolności motorycznych u chłopców niewidomych, niesłyszących i prawidłowo widzących. Wyniki analiz wykazały, że osoby niewidome charakteryzowały się najniższym poziomem koordynacji w porównaniu do chłopców głuchych i prawidłowo widzących. Świadczy to o przewadze zmysłu wzroku w świadomym planowaniu ruchów [150]. Z przeprowadzonych analiz Giagazoglou i wsp (2009) wynika, że osoby niewidome na platformie posturograficznej uzyskały znacznie wyższe ugięcia przednio-tylne i boczne niż osoby słabowidzące i z prawidłowym wzrokiem [1]. Do takich samych wniosków doszedł również w 2018 roku Pankanin [151].

Kowalik i wsp. 2015 roku zbadali natomiast grupę osób widzących. Podjęli oni dwie próby zbadania równowagi, jedną z kontrolą wzrokową, a drugą po jej wyłączeniu poprzez okulary całkowicie zaciemniające. Wyniki badań wyraźnie wskazały na pogorszenie równowagi po wyłączeniu kontroli wzrokowej [78].

Analiza wyników piśmiennictwa wskazuje wyraźnie na silną zależność między kontrolą równowagi a wzrokiem.

## II. Cel pracy

Celem pracy jest opracowanie zindywidualizowanego programu nauczania orientacji przestrzennej dla osób niewidomych i słabowidzących.

Cele szczegółowe pracy:

1. Zbadanie wpływu zindywidualizowanych nagrań akustycznych na naukę orientacji przestrzennej.
2. Ocena porównawcza progów słuchowych osób z dysfunkcją widzenia i osób prawidłowo widzących.
3. Weryfikacja zakresu najlepszej słyszalności u osób niewidomych, słabowidzących i prawidłowo widzących.
4. Ocena wpływu dodatkowych bodźców słuchowych na stabilność posturalną w grupie osób z dysfunkcjami widzenia.

### III. Materiał i metody

#### 1. Opis grupy badanej

W badaniu wzięło udział 60 osób ze Specjalnego Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niewidomych w Owińskach, 18 osób niewidomych od urodzenia i 42 osoby słabowidzące. Do badań zostali włączeni ochotnicy w normie intelektualnej, stwierdzonej na podstawie orzeczenia wydanego przez poradnię psychologiczno-pedagogiczną oraz zdrowi otologicznie. Osoby badane zostały podzielone na 3 grupy wiekowe, każda licząca 20 osób. Podział wiekowy grup badanych był wymuszony i skorelowany z wiekiem osób uczących się w Specjalnym Ośrodku Szkolno-Wychowawczym dla Dzieci Niewidomych w Owińskach:

- szkoła podstawowa: 9-11 lat,
- szkoła gimnazjalna: 12-15 lat,
- szkoła ponadgimnazjalna: 16-24 lata.

W poniższej tabeli (Tabela 1.) przedstawiono szczegółowy opis poszczególnych grup.

Tabela 1. Charakterystyka badanych grup pod względem liczebności, wieku, płci

<b>Przedział wiekowy</b>				
<b>16-24 lata</b>	<b>Kobiety (9)</b>		<b>Mężczyźni (11)</b>	
	Niewidome	Słabowidzące	Niewidomi	Słabowidzący
	2	7	5	6
<b>12-15 lat</b>	<b>Kobiety (10)</b>		<b>Mężczyźni (10)</b>	
	Niewidome	Słabowidzące	Niewidomi	Słabowidzący
	4	6	1	9
<b>9-11 lat</b>	<b>Kobiety (9)</b>		<b>Mężczyźni (11)</b>	
	Niewidome	Słabowidzące	Niewidomi	Słabowidzący
	4	5	2	9

Grupę porównawczą stanowiło 62 ochotników prawidłowo widzących. Zostali oni podzieleni również na 3 grupy wiekowe o podobnej liczebności co grupa badana. Szczegółowe dane zaprezentowano w (Tabeli 2.).

Tabela 2 .Charakterystyka grupy porównawczej pod względem liczebności, wieku, płci

<b>Przedział wiekowy</b>	<b>Kobiety</b>	<b>Mężczyźni</b>
<b>16-24 lata</b>	19	3
<b>12-15 lat</b>	11	9
<b>9-11 lat</b>	9	11

Udział w badaniach był dobrowolny a ochotnicy w każdej chwili mogli zrezygnować. Przed rozpoczęciem każdy uczestnik został poinformowany o celu badań, rodzaju wykonywanych badań i podpisał formularz zgody (Załącznik 1.). W przypadku osób niepełnoletnich zgodę musiał wyrazić rodzic lub opiekun prawny dziecka.

## 2. Metodyka badań

Narzędzia badawcze wykorzystane w niniejszej pracy to:

- Ankieta autorska
- Badanie otoskopowe (Piccolight firmy KaWe )
- Badania stroikowe: próba Webera, próba Rinneho (Rister)
- Badanie otoemisji akustycznych zniekształceń nieliniowych ślimaka DPOAE (Distortion Product Otoacoustic Emissions) (Madsen Capella 2 firmy Otometrics)
- Badanie audiometrii tonalnej (Madsen Itera II firmy Otometrics)
- Badanie audiometrii tonalnej o poszerzonym zakresie częstotliwości (Madsen Itera II firmy Otometrics )
- Badanie progu dyskomfortowego słyszenia UCL (Uncomfortable Level) (Madsen Itera II firmy Otometrics)
- Badanie progu komfortowego słyszenia MCL (Most Comfortable Level) (Madsen Itera II firmy Otometrics)
- Badanie na platformie posturograficznej na stabilnym i niestabilnym podłożu, przy braku i w obecności dźwięku zakłócającego o dwóch rodzajach (500Hz, 4000Hz, 65dB<sub>HL</sub>), (MediBalance Pro firmy Medi TECH )
- Wykonanie nagrań akustycznych: zaplanowane przez tyflop pedagoga indywidualne trasy do nauki orientacji przestrzennej (recorder: ZOOM H4nPro, mikrofony wszechkierunkowe WL183 firmy SHURE)
- Subiektywna ocena doświadczonego tyflop pedagoga postępów zindywidualizowanej nauki orientacji przestrzennej
- Analiza statystyczna (Statistica version 13.3)

### 2.1. Ankieta

Przed przystąpieniem do badań wszyscy uczestnicy odpowiadali na pytania ukierunkowanego autorskiego kwestionariusza. Miał on na celu zebranie niezbędnych informacji do późniejszych analiz. Ankieta składała się z następujących pytań:

- Imię i nazwisko
- Wiek
- Wada wzroku (niewidomy, słabowidzący)
- Kiedy nastąpiła utrata wzroku?

- Czy ankietowany jest wcześniakiem?
- Od kiedy trwa jego/jej nauka w szkole w Owińskach?
- Czy mieszka w internacie, czy dojeżdża do szkoły?
- Czy uczęszcza na lekcje z nauki orientacji przestrzennej? Jeśli tak to jak często?
- Jak ocenia swoje postępy w nauce orientacji przestrzennej?  
W skali od 0-3, gdzie 0-źle, 1-średnio, 2- dobrze, 3- bardzo dobrze
- Czy już samodzielnie porusza się po ośrodku w Owińskach?
- Czy samodzielnie pokonuje trasy mu nieznane?
- Czy może samodzielnie podróżować poza ośrodkiem w Owińskach?
- Czy zauważył/a u siebie problemy z równowagą?
- Czy ma szумы uszne?
- Czy pojawiają się u niego/niej zawroty głowy?
- Która ręka jest dominująca?
- Wzrost
- Masa ciała

## **2.2. Badanie otoskopowe**

Po wypełnieniu ankiety wszyscy uczestnicy badań zostali zotoskopowani w celu sprawdzenia drożności przewodu słuchowego zewnętrznego, oceny stanu błony bębenkowej oraz wykrycia schorzeń ucha zewnętrznego i środkowego. Badanie to wykonano przy pomocy otoskopu Piccolight firmy KaWe.

## **2.3. Próby stroikowe**

U wszystkich pacjentów wykonano dwie podstawowe próby stroikowe: próbę Webera, mającą na celu określić symetryczność słuchu oraz próbę Rinneho, mającą określić słyszalność każdego ucha z osobna.

Próbie Webera wykonano poprzez wprowadzenie stroika w drgania a następnie przyłożenie go do szczytu czaszki. Zadaniem pacjenta było poinformowanie, gdzie słyszy dźwięk, czy jest on słyszalny tak samo w obu uszach, czy też wyraźnie lateralizację do któregoś z uszu. W przypadku słyszenia stroika w obu uszach stwierdzono symetryczność słyszenia. Gdy dźwięk stroika był słyszalny w jednym uchu stwierdzano asymetrię słyszenia.

Próbie Rinneho wykonano również poprzez wprowadzenie stroika w drgania, przyłożenie go do kości wyrostka sutkowatego i przed małżowinę uszną. Następnie pacjent był proszony,

aby określić, gdzie głośniej był słyszalny dźwięk. Jeśli słyszalność była lepsza przed małżowiną uszną, na drodze powietrznej, stwierdzano prawidłowe funkcjonowanie układu słuchowego. Jeśli jednak dźwięk był wyraźniej słyszalny na drodze przewodnictwa kostnego, tzn. po przyłożeniu na kość wyrostka sutkowatego, to można wnioskować o niedosłuchu przewodzeniowym ucha badanego.

Do celów badawczych zostały użyte stroiki firmy Rister o częstotliwości podstawowej 256 Hz i 512 Hz.

#### **2.4. Otoemisja akustyczna zniekształceń nieliniowych ślimaka**

Kolejno wykonano niezwykle czułe i szybkie obiektywne badanie narządu słuchu, rejestrujące stan komórek słuchowych zewnętrznych, w ślimaku, czyli otoemisję akustyczną (DPOAE- Distortion Product OtoacousticEmission). Badanie to wykonano poprzez umieszczenie w przewodzie słuchowym zewnętrznym sondy generującej ton stymulujący o częstotliwościach  $f_1$  i  $f_2$  oraz poziomach natężenia  $L_1$  i  $L_2$ . Skurcz komórek słuchowych zewnętrznych w odpowiedzi na dwuton wpływa na mikromechnikę błony podstawnej ślimaka i w efekcie powoduje sprzężenie zwrotne. Składowa  $f_{DP}=2f_1-f_2$  jest wyznacznikiem rejestrowania DPOAE.

Do badania użyto urządzenia Madsen Capella 2 firmy Otometrics, generującego tony podstawowe  $f_1$  i  $f_2$  przy stosunku  $f_2/f_1$  wynoszącym 1,22. Częstotliwość  $f_2$  obejmowała zakres od 996 Hz do 7998 Hz. Protokół badania został wyznaczony automatycznie w postaci PD- Gramu, czyli wykresu zależności poziomu akustycznego  $L_{DP}$ , składowej  $f_{DP}$  od częstotliwości składowej dwutonu  $f_2$ . Wyniki badań zostały zebrane w postaci tabeli z poszczególnymi częstotliwościami i obecnością lub brakiem zarejestrowania otoemisji. Składowa  $f_{DP}$  była rejestrowana tylko gdy SNR (Signal-to-Noise Ratio) dla danej częstotliwości był większy niż 6 dB.

#### **2.5. Audiometria tonalna**

Następnym badaniem, które zostało przeprowadzone na grupie ochotników była audiometria tonalna. Badanie audiometrii tonalnej zostało wykonane w pomieszczeniu odizolowanym akustycznie, gdzie poziom hałasu wynosił 20,8 dB<sub>SPL</sub>. Pomiar poziomu tła akustycznego został zmierzony przy pomocy przenośnego jednokanałowego analizatora poziomu dźwięku klasy 1 firmy Brüel&Kjær Type 2250. Przed użyciem był on kalibrowany zgodnie z normą IEC 61672. Audiometr wraz z przetwornikami elektroakustycznymi został

uprzednio skalibrowany zgodnie z normą ANSI S33. Wartości progowe wyznaczono za pomocą audiometru diagnostycznego Madsen Itera II firmy Otometrics wyposażonego w słuchawki powietrzne TDH39 oraz słuchawkę na przewodnictwo kostne B71.

Próba została przeprowadzona przy pomocy słuchawek na przewodnictwo powietrzne dla zakresu częstotliwości od 125 Hz do 8000 Hz metodą wstępującą 2/3 dla obojga uszu. Polega ona na wyznaczeniu progu słyszenia zaczynając od wartości podprogowych i skokami co 5 dB<sub>HL</sub> zwiększa się poziom słyszenia do chwili, gdy pacjent zasygnalizuje, że słyszy. Wartością progową jest ta, którą pacjent wskazał dwa razy.

Badanie było rozpoczęte od ucha, które osoba badana wskazała jako lepiej słyszące. Bodziec podawany podczas pomiaru prezentowany był w sposób ciągły skokami co 5 dB<sub>HL</sub> i trwał około 3 sekund. Osoba badana siedziała tyłem do audiometru, aby nie mogła widzieć operacji przeprowadzanych na urządzeniu.

## **2.6. Audiometria tonalna wysokoczęstotliwościowa**

Po wykonaniu audiometrii tonalnej wyznaczono dokładne progi słyszenia przewodnictwa powietrznego dla poszerzonego zakresu częstotliwości od 9000 Hz do 16000 Hz. Badanie to wykonano przy pomocy audiometru diagnostycznego, skalibrowanego zgodnie z normą ANSIS33, Madsen Itera II firmy Otometrics wyposażonego w słuchawki na przewodnictwo powietrzne HDA 300. Sygnałem generowanym był czysty ton. Bodziec prezentowany był w sposób ciągły a czas jego trwania nie przekraczał 3 sekund. Badanie przeprowadzono metodą wstępującą 2/3. Osoba badana siedziała tyłem do audiometru, aby nie mogła widzieć operacji przeprowadzanych na urządzeniu.

## **2.7. Badanie progu dyskomfortowego słyszenia (UCL) i progu przyjemnego słyszenia (MCL)**

Na koniec badań sprawdzających stan układu słuchowego wyznaczono próg przyjemnego i dyskomfortowego słyszenia dla obu uszu. Przed badaniem dokładnie wyjaśniono przebieg badania. Pomiar progu przyjemnego i dyskomfortowego słyszenia wyznaczono dla czterech częstotliwości 500, 1000, 2000, 4000 Hz. W badaniu UCL zadaniem badanego było określenie poprzez naciśnięcie przycisku, kiedy głośność danego dźwięku jest dla niego zdecydowanie nieprzyjemna. W badaniu MCL natomiast kiedy prezentowany poziom natężenia dźwięku jest dla pacjenta komfortowy, może go słuchać i go nie drażni. W przypadku młodszych badanych wprowadzona była także dodatkowa obserwacja przez osobę badającą, w celu wyeliminowania



zafałszowania wyników. Test został wykonany przy pomocy audiometru Madsen Itera II firmy Otometrics wyposażonego w słuchawki na przewodnictwo powietrzne TDH 39. Zmiana poziomu bodźca odbywała się w sposób ciągły skokami co 5 dB<sub>HL</sub>.

Badanie UCL wraz z badaniem audiometrii tonalnej umożliwiło wyznaczenie obszaru słyszalności osób badanych.

## **2.8. Badanie posturograficzne**

Badaniem, które na celu miało ocenę układu równowagi było badanie posturograficzne, na dwóch rodzajach podłoża, statycznym i niestabilnym. Zostało ono wykonane w innym dniu niż badania sprawdzające stan układu słuchowego ze względu na zmęczenie pacjentów.

Posturografia to specjalistyczne obiektywne badanie, które opiera się na rejestracji u pacjentów ruchów wyrównawczych w celu oceny kontroli postawy ciała, jak i wykrywania zaburzeń balansu oraz ryzyka upadków. Polega na pomiarze siły nacisku na podłoże podczas utrzymywania równowagi w pozycji stojącej. Komputerowo obliczone położenie środka nacisku stóp, odzwierciedla w warunkach statycznych rzut środka ciężkości na płaszczyznę podparcia.

Ocena poziomu zdolności równowagi została przeprowadzona przy pomocy systemu MediBalance Pro firmy Medi TECH złożonego z platformy stabilometrycznej oraz programu komputerowego do oceny stanu czynnościowego narządu równowagi.

Badani przed wykonaniem pomiarów zostali dokładnie poinformowani, iż celem jest pomiar równowagi w czasie utrzymania stabilnej, nieruchomej postawy. Dodatkowo zostali proszeni, by nie rozmawiali i nie wykonywali świadomych ruchów w czasie testu. Pomiary zostały wykonane dla oczu otwartych i zamkniętych, na platformie stabilnej i niestabilnej. W tym celu została wykorzystana piankowa poduszka.

W przypadku osób niewidomych badanie przeprowadzono tylko dla oczu zamkniętych. Dodatkowo wykonano sekwencję badań z udziałem bodźców dźwiękowych prezentowanych monauralnie. Demonstrowanymi bodźcami były tony czyste o dwóch częstotliwościach 500 Hz i 4000 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB<sub>HL</sub> [152-155]. Dźwięki generowane były przez audiometr Madsen Itera II firmy Otometrics i podawane jednouslynie przez słuchawki TDH-39. Podczas badania pacjent stał na platformie nieruchomo w pozycji wyprostowanej, z rękoma umieszczonymi wzdłuż ciała.

Procedura badań dla osób niewidomych składała się z 5 serii pomiarowych, w każdej po dwa pojedyncze pomiary trwające po 30 sekund, z 15 sekundowymi przerwami pomiędzy nimi. W przypadku osób słabowidzących i grupy porównawczej badanie posturograficzne składało

się z 5 serii, w każdej po 4 pojedyncze pomiary o czasie trwania 30 sekund, z 15 sekundowymi przerwami. Całkowity czas badania dla osób niewidomych wynosił około 40 minut, dla osób słabowidzących i widzących około 70 minut. Dokładna procedura badania dla osób niewidomych, słabowidzących i grupy porównawczej została zawarta w (Tabelach 3. i 4.) Testy na platformie o podłożu stabilnym (statyczna) i niestabilnym przeprowadzane były jednorazowo ze względu na zmęczenie pacjentów. Kryterium wykluczającym z badania posturograficznego były jakiegokolwiek problemy ortopedyczne oraz podwyższone progi słyszenia.

**Tabela 3. Procedura badania posturograficznego osób niewidomych**

<b>Algorytm badania posturograficznego u osób niewidomych</b>	
Brak bodźca zakłócającego	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej
Z udziałem bodźca zakłócającego o częstotliwości 500 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB <sub>HL</sub> dla ucha prawego	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej
Z udziałem bodźca zakłócającego o częstotliwości 500 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB <sub>HL</sub> dla ucha lewego	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej
Z udziałem bodźca zakłócającego o częstotliwości 4000 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB <sub>HL</sub> dla ucha prawego	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej
Z udziałem bodźca zakłócającego o częstotliwości 4000 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB <sub>HL</sub> dla ucha lewego	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej

Tabela 4. Procedura badania posturograficznego osób słabowidzących i grupy porównawczej

<b>Algorytm badania posturograficznego u osób słabowidzących i w grupie porównawczej</b>	
Brak bodźca zakłócającego	Oczy otwarte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy otwarte na platformie niestabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej
Z udziałem bodźca zakłócającego o częstotliwości 500 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB <sub>HL</sub> dla ucha prawego	Oczy otwarte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy otwarte na platformie niestabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej
Z udziałem bodźca zakłócającego o częstotliwości 500 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB <sub>HL</sub> dla ucha lewego	Oczy otwarte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy otwarte na platformie niestabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej
Z udziałem bodźca zakłócającego o częstotliwości 4000 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB <sub>HL</sub> dla ucha prawego	Oczy otwarte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy otwarte na platformie niestabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej
Z udziałem bodźca zakłócającego o częstotliwości 4000 Hz o natężeniu dźwięku 65 dB <sub>HL</sub> dla ucha lewego	Oczy otwarte na platformie stabilnej
	Oczy zamknięte na platformie stabilnej
	Oczy otwarte na platformie niestabilnej
	Oczy zamknięte na platformie niestabilnej

Analizie zostały poddane następujące parametry:

- średni promień wychylenia [mm],
- średnia prędkość [cm/s],
- powierzchnia [cm<sup>2</sup>].

## 2.9. Nagrania akustyczne

Przy pomocy przenośnego rejestratora dźwięków ZOOM H4nPro, do którego podłączono mikrofony wszechkierunkowe WL183 firmy SHURE nagrano widokówki dźwiękowe, które wykonano zgodnie z zaleceniami doświadczonych tyflopédagogów i indywidualnie dopasowane do potrzeb, wieku oraz umiejętności zrekrutowanych osób. Nagrania zostały wykonane pod kontrolą doświadczonego tyflopédagoga [155<sub>A</sub>\*]. Widokówki dźwiękowe nagrano po odbyciu instruktarszu zaplanowanych tras. Do testów, zindywidualizowania nauki orientacji przestrzennej, zostały wytypowane po dwie osoby niewidome i słabowidzące z każdej grupy wiekowej. Liczba ta jest spowodowana tym, że nie wszyscy uczniowie mieli wprowadzaną w swoim indywidualnym programie nauczania orientację przestrzenną lub zakończyli już proces edukacji orientacji przestrzennej.

Ocena przebiegu zindywidualizowanych nagrań akustycznym była subiektywną oceną doświadczonego tyflopédagoga.

## 2.10. Analiza statystyczna

Obliczenia zostały wykonane przy pomocy programu Statistica version 13.3 oraz programu Ms Excel z pakietu Microsoft Office 2007.

Zgodność parametrów z rozkładem normalnym została sprawdzona w oparciu o test Shapiro-Wilka, z uwzględnioną poprawką Lilieforsa i Kołmogorowa-Smirnowa, ( $p > 0,05$ ). Z uzyskanych wyników wyliczono średnią arytmetyczną, medianę oraz odchylenie standardowe. W przypadku braku rozkładu normalnego zmiennych do obliczeń wykorzystywano nieparametryczne testy: Q Corcharana, porównanie dwóch prób niezależnych U Manna-Whitneya, porównanie wielu prób niezależnych ANOVA Kruskala-Wallisa i test mediany z wielokrotnym porównaniem średnich rang dla wszystkich prób.

Sprawdzono, również siłę korelacji współczynnikami korelacji Spearmana lub Pearsona. W analizie statystycznej przyjęto skalę według J. Guilford'a, gdzie:

- $|r|=0$  - brak korelacji,
- $0,0 < |r| \leq 0,1$  - korelacja nikła,
- $0,1 < |r| \leq 0,3$  - korelacja słaba ,
- $0,3 < |r| \leq 0,5$  - korelacja przeciętna,
- $0,5 < |r| \leq 0,7$  - korelacja wysoka,

- $0,7 < |r| \leq 0,9$  - korelacja bardzo wysoka,
- $0,9 < |r| < 1,0$  - korelacja prawie pełna,
- $|r|=1$  - korelacja pełna [156].

Wszystkie hipotezy statystyczne zostały zweryfikowane na poziomie istotności  $p < 0,05$ .

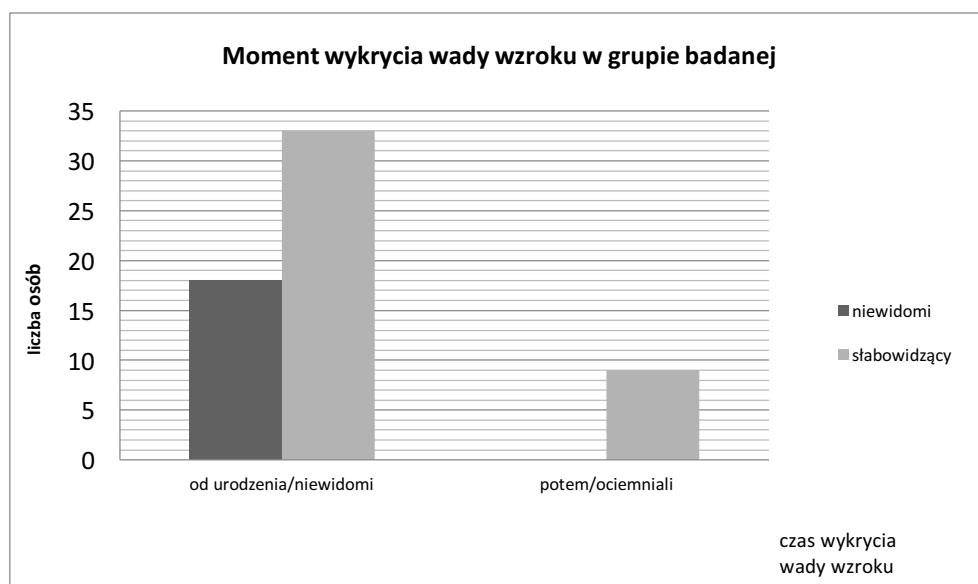
### **2.11. Zagadnienia etyczne**

Podstawę do realizacji opisywanych badań stanowiła decyzja *Komisji Biotycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu z dnia 01.02.2018 roku - Uchwała nr 121/18, (Załącznik 2.)*. Każda osoba była informowana o celu i metodyce badań. Wszyscy wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniach.

## IV. Wyniki

### 1. Wyniki uzyskane na podstawie przeprowadzonej ankiety

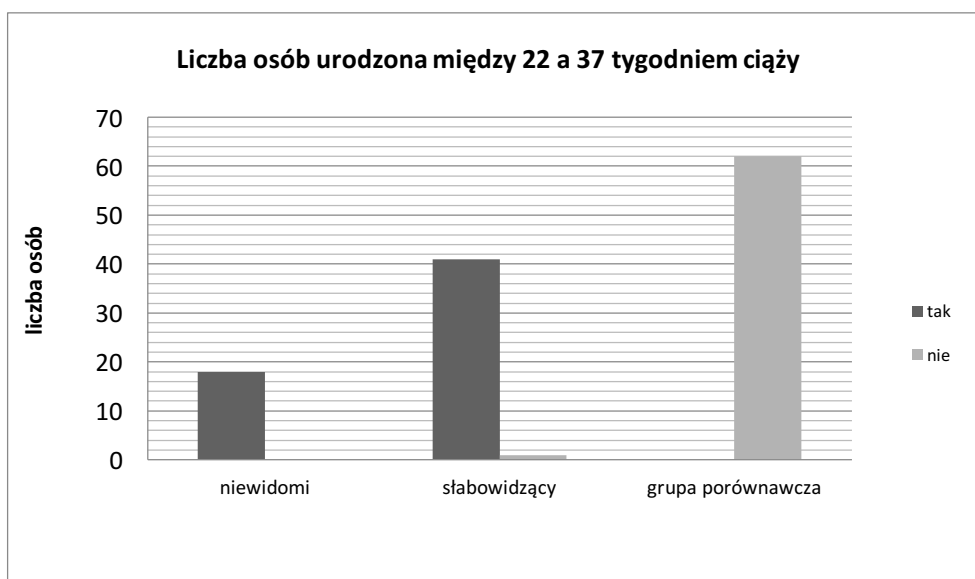
Analizując wyniki przeprowadzonego wywiadu można stwierdzić, że u wszystkich osób niewidomych (8 osób) wykryto wadę wzroku zaraz po urodzeniu. W przypadku osób słabowidzących u 33 osób wadę tę udało się wykryć od razu po urodzeniu, jednak w 9 przypadkach została ona wykryta później. Z informacji uzyskanych od pacjentów wynika, że u 4 z nich wykryto wadę w wieku dwóch lat, u 4 w wieku przedszkolnym (3-4 lata). Natomiast jedna osoba uszkodziła wzrok w wieku 13-14 lat w wyniku wypadku komunikacyjnego. Wyniki zostały zaprezentowane poniżej (Rysunek 1.).



Rysunek 1. Moment wykrycia wady wzroku w grupie badanej według klasyfikacji PZN [71]

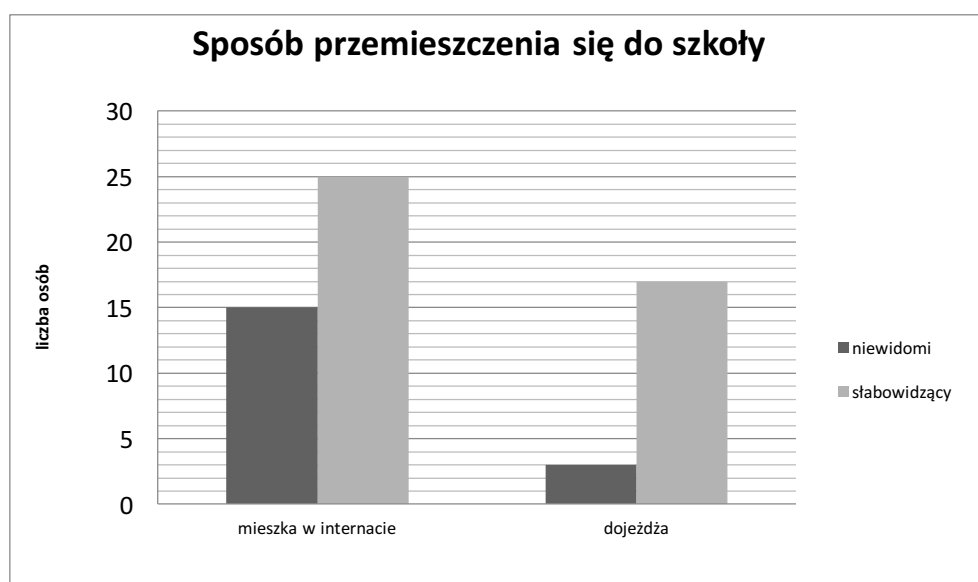
100% przebadanych osób niewidomych zadeklarowało, że są wcześniakami, wśród słabowidzących tylko jedna nie była wcześniakiem. Była to osoba, która doznała niepełnosprawności wzrokowej na skutek wypadku samochodowego. Pośród osób z grupy kontrolnej u nikogo nie stwierdzono wcześniactwa (Rysunek 2.).

Dodatkowo sprawdzono, czy istnieje korelacja pomiędzy wadą wzroku a występowaniem wcześniactwa przy pomocy testu Spearmana. Wykazał on, że korelacja jest prawie pełna  $R=0,933357$ , według klasyfikacji J.Guilford' [156].



Rysunek 2. Liczba osób urodzona między 22 a 37 tygodniem ciąży

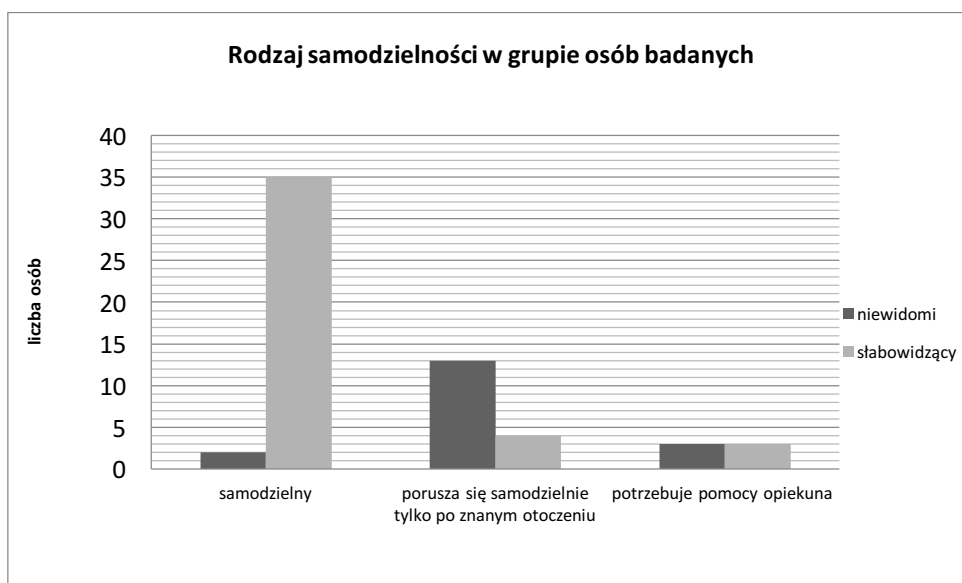
Z przeprowadzonego wywiadu wynika również, że większość osób z grupy badanej mieszka w internacie Specjalnego Ośrodka Szkolno - Wychowawczego w Owińskach. Tylko 3 osoby niewidome dojeżdżają codziennie do szkoły. Osoby te mieszkają w pobliskich miejscowościach; 1 z grupy wiekowej 9-11 lat, którą dowożą rodzice i 2 w grupie wiekowej 16-24 lata dojeżdżające zorganizowanym transportem (Rysunek 3.).



Rysunek 3. Sposób przemieszczania się do szkoły

Jeżeli chodzi o samodzielność w poruszaniu się, to tylko 2 osoby niewidome w najstarszej grupie wiekowej deklarują, że poruszają się całkowicie samodzielnie poza Ośrodkiem. 3 do tego celu potrzebują pomocy opiekuna, bądź przewodnika. Te osoby są także z najstarszej

grupy wiekowej, 16-24 lata. 8 osób deklaruje, że przemieszcza się samodzielnie tylko po szkole, internacie oraz znajomych miejscach takich jak dom. Natomiast 5, z najmłodszej grupy wiekowej potrzebuje wsparcia opiekuna aby przemieszczać się po Ośrodku Szkolno-Wychowawczym. 35 osób słabowidzących porusza się całkowicie samodzielnie, 3 potrzebują do tego celu pomocy opiekuna, 4 przemieszczają się samodzielnie tylko po Ośrodku i znanych miejscach. Są to osoby należące do najmłodszej grupy wiekowej (Rysunek 4.).



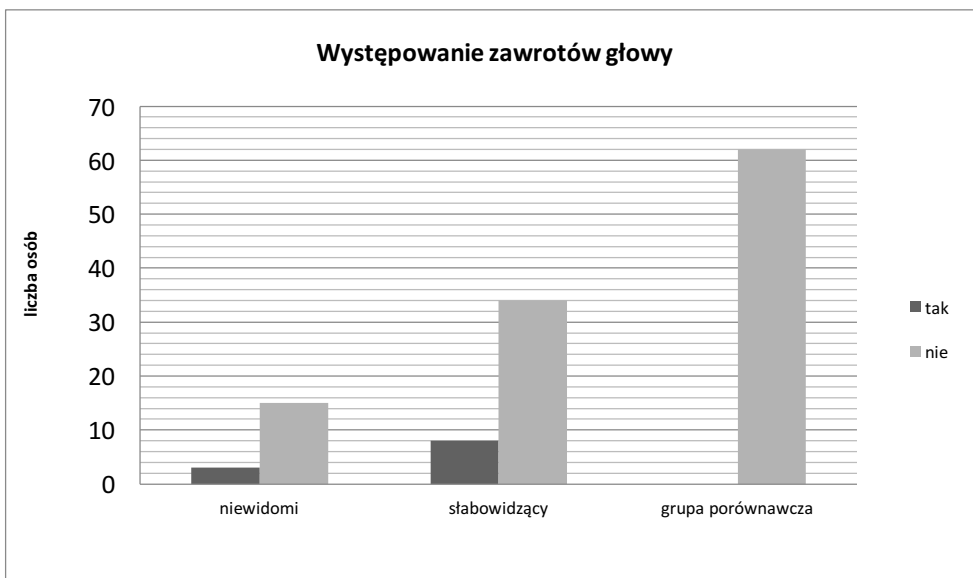
Rysunek 4. Rodzaj samodzielności u osób w grupie badanej

Analizując wyniki badań ankietowych na temat zdrowia pacjentów można stwierdzić, że:

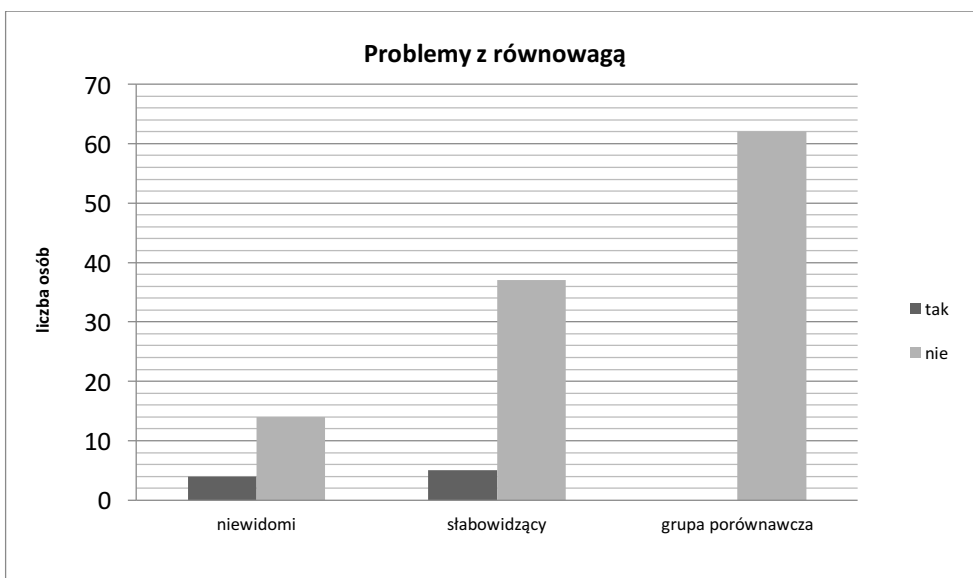
- 3 osoby niewidome, 8 słabowidzących uskarża się na zawroty głowy,
- 4 osoby niewidome, 5 słabowidzących deklaruje problemy z zachowaniem równowagi,
- 2 osoby niewidome, 2 słabowidzące zauważyły u siebie zjawisko dokuczliwych szumów usznych,
- 9 osób niewidomych, 3 słabowidzące oznajmiły, że mają nadwrażliwość słuchową,
- 7 osób niewidomych, 1 słabowidzący (sami mężczyźni) mają nadwrażliwość na dotyk.

Wyniki zostały zaprezentowane poniżej (Rysunek 5-13.).

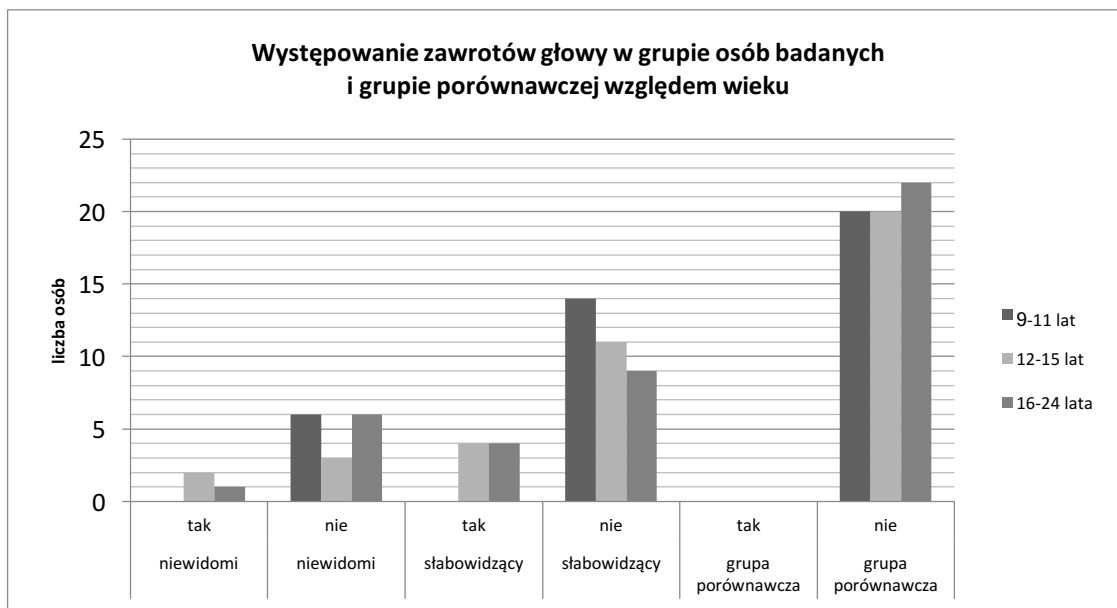




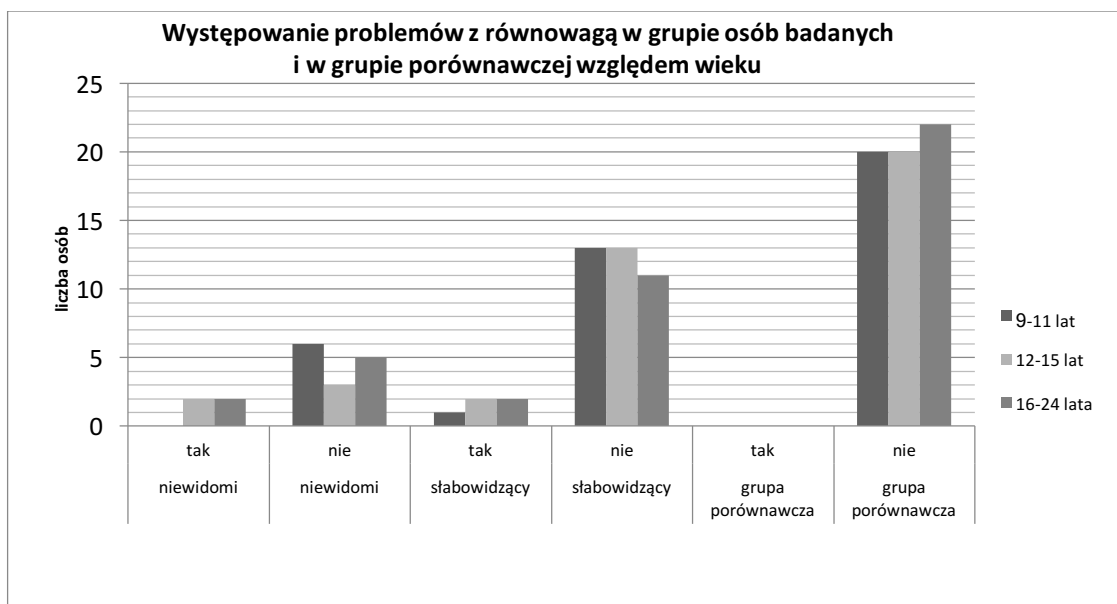
Rysunek 5. Występowanie zawrotów głowy w grupie osób badanych i porównawczej



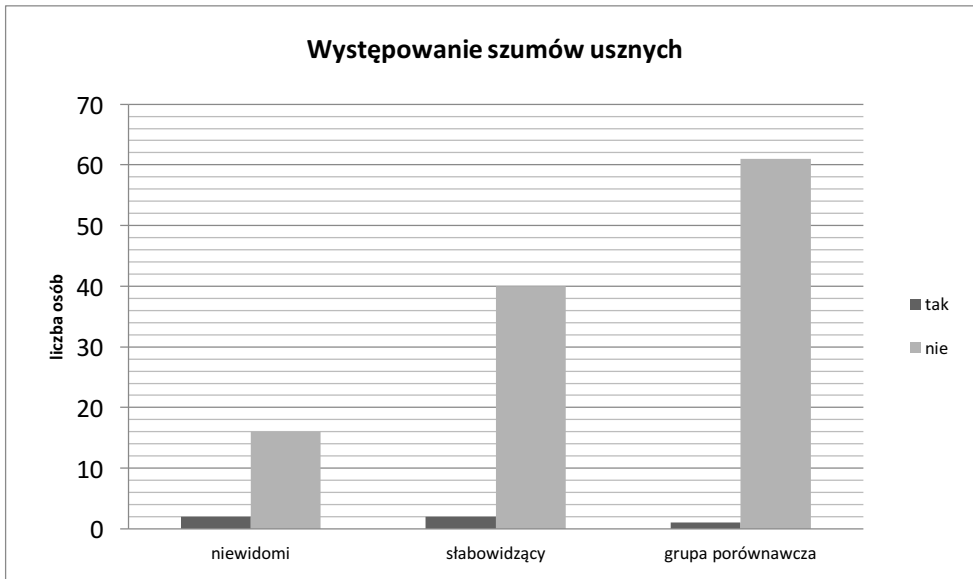
Rysunek 6. Występowanie problemów z równowagą u grupie osób badanych i porównawczej



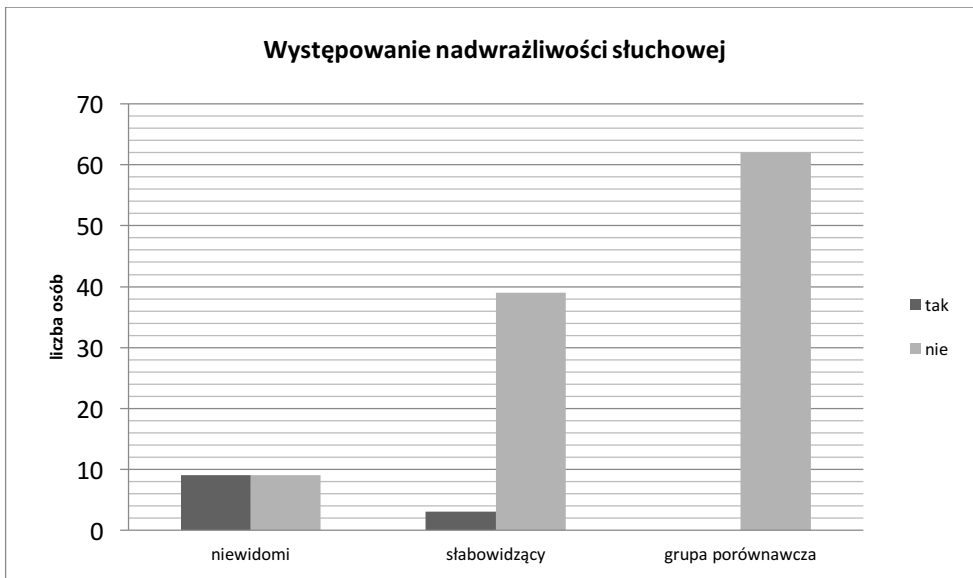
Rysunek 7. Występowanie zawrotów głowy w grupie osób badanych i porównawczej względem wieku



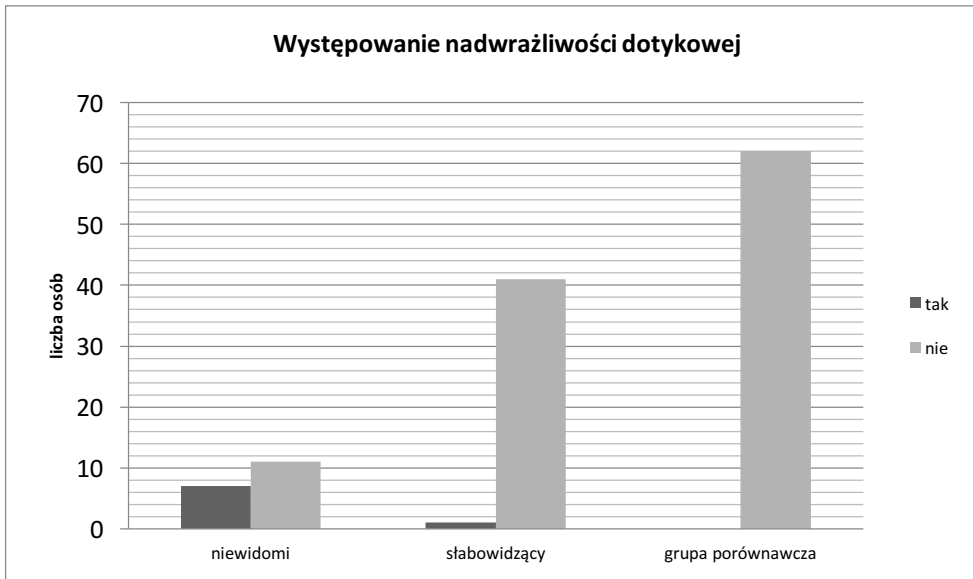
Rysunek 8. Występowanie problemów z równowagą w grupie osób badanych i porównawczej względem wieku



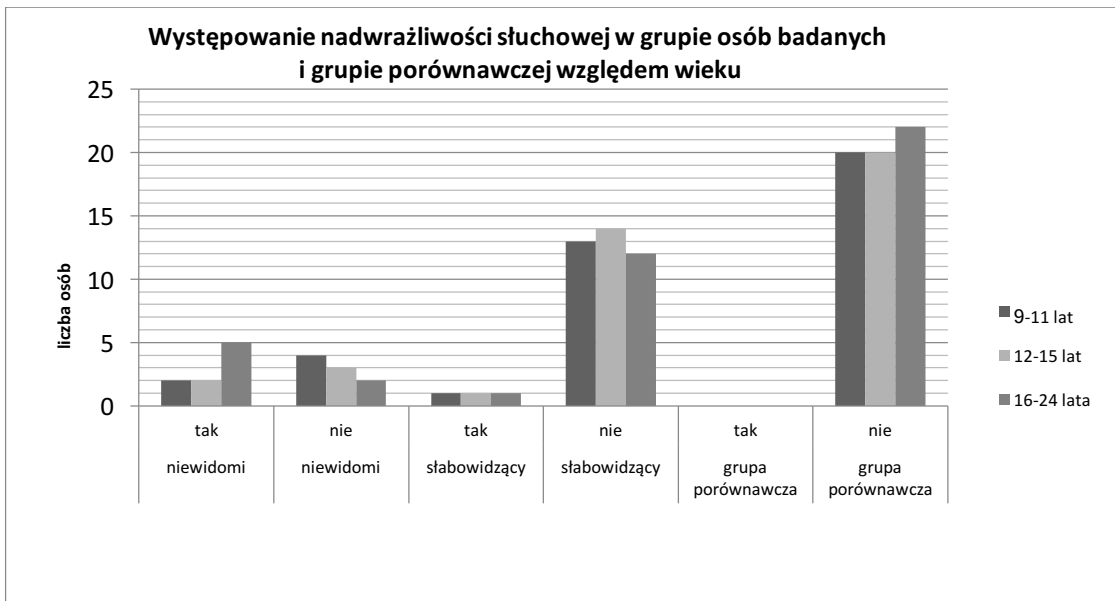
Rysunek 9. Występowanie szumów usznych w grupie osób badanych i porównawczej



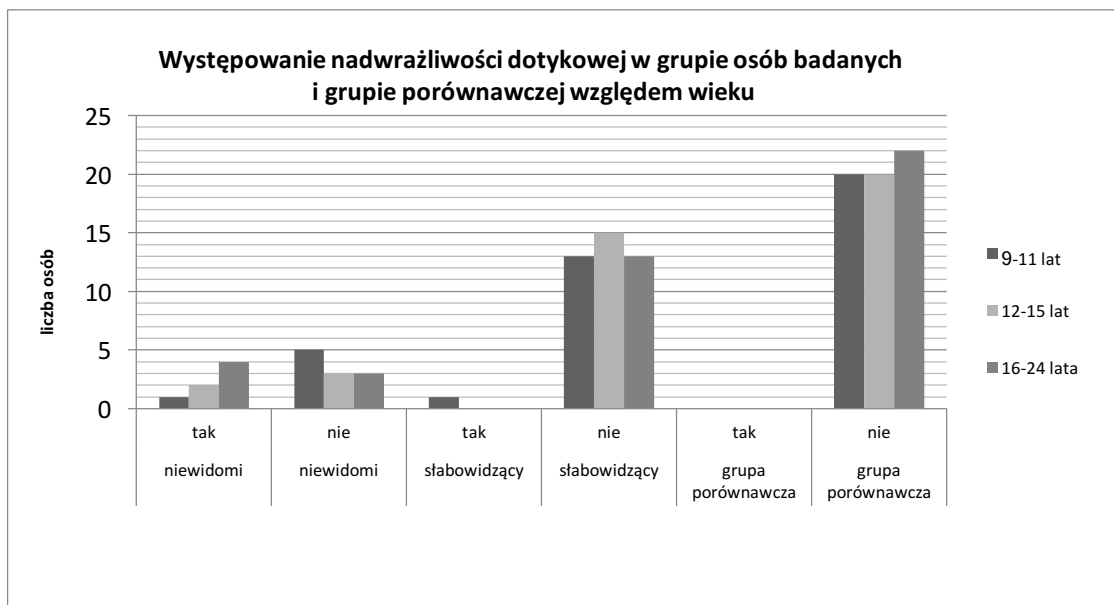
Rysunek 10. Występowanie nadwrażliwości słuchowej w grupie osób badanych i porównawczej



Rysunek 11. Występowanie nadwrażliwości dotykowej w grupie osób badanych i porównawczej

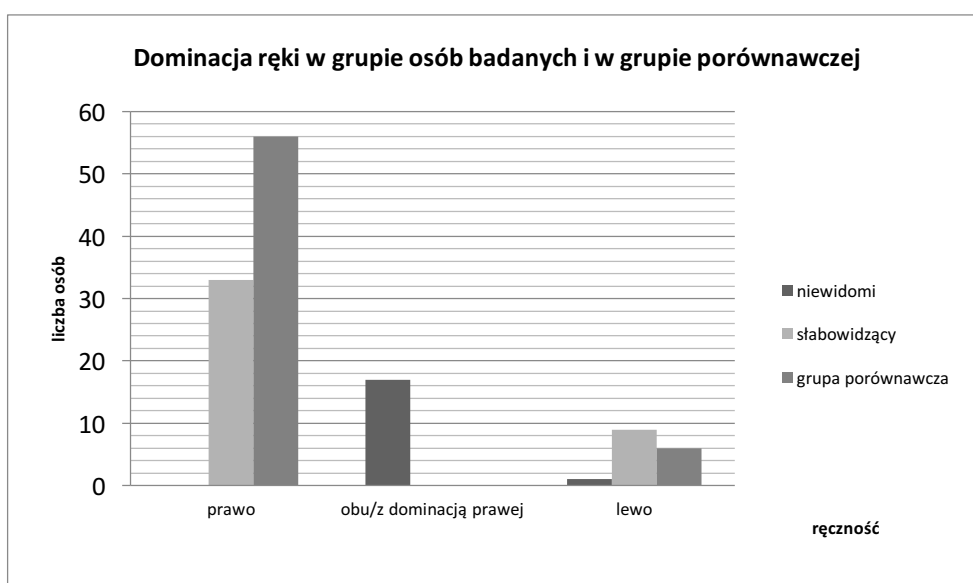


Rysunek 12. Występowanie nadwrażliwości słuchowej w grupie osób badanych i porównawczej względem wieku



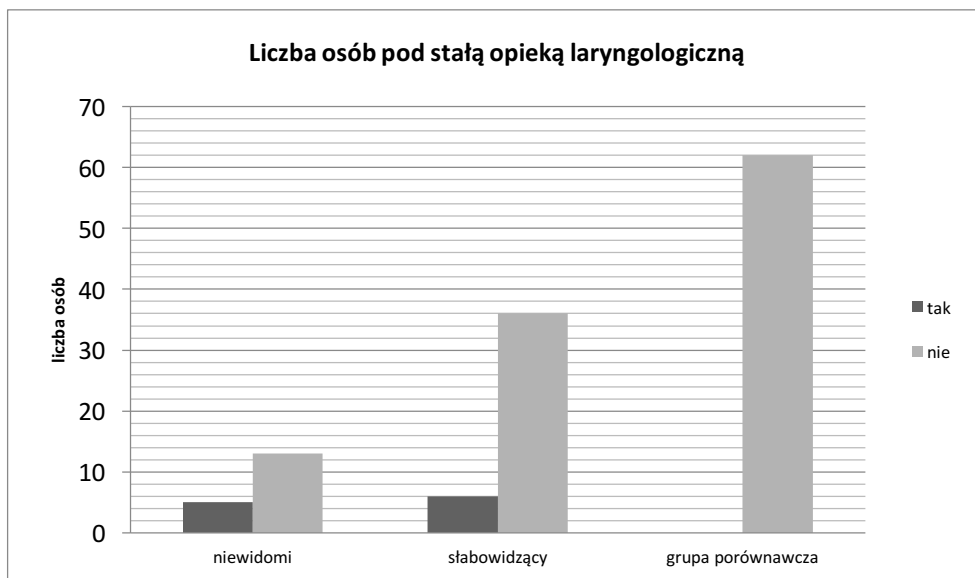
**Rysunek 13. Występowanie nadwrażliwości dotykowej w grupie osób badanych i porównawczej względem wieku**

Ponadto 17 osób niewidomych jest oburęcznych, tylko jedna zadeklarowała, że jest leworęczna. 33 osoby słabowidzące są praworęczne, 9 lewo. Natomiast w grupie porównawczej 56 osób jest praworęcznych, 6 leworęcznych (Rysunek 14.).



**Rysunek 14. Dominacja ręki w grupie osób badanych i porównawczej**

Analizując odpowiedzi z ankiety dotyczące wcześniejszej diagnostyki układu słuchowego wynika, że 5 osób niewidomych i 6 słabowidzących jest pod stałą opieką laryngologiczną (Rysunek 15.).



Rysunek 15. Liczba osób poddana stałej opiece laryngologicznej w grupie osób badanych i porównawczej

## 2. Wyniki prób stroikowych

Wyniki prób stroikowych wskazują jednoznacznie, że zarówno osoby z grupy badanej jak i kontrolnej mają symetryczny słuch. Dźwięk w próbie Webera u 100% przebadanych był odczuwany „w obu uszach”, w głowie” bądź „wszędzie”. Analizując wyniki próby Rinnego, u wszystkich przebadanych stroik był słyszalny głośniejszy i dłużej na drodze przewodnictwa powietrznego, czyli przed małżowiną uszną, niż na drodze przewodnictwa kostnego, na wyrostku sutkowatym. Wyniki zostały przedstawione poniżej (Tabela 5.).

Tabela 5. Wyniki prób stroikowych dla grupy badanej i porównawczej

Próba stroikowa	Wynik
Webera	100% Weber symetryczny
Rinnego	100% Rinne +

### 3. Wyniki uzyskane z badania otoemisji akustycznej

Ze względu na brak rozkładów normalnych wyników uzyskanych w badaniu otoemisji akustycznej do sprawdzenia istotności różnicy statystycznej został użyty nieparametryczny test Q Cochra. Wyniki zostały zaprezentowane w poniższych tabelach (Tabela 6-9.).

**Tabela 6. Wartości poziomu istotności statystycznej wyników otoemisji akustycznej wg. testu Q Cochra dla grupy badanej**

Grupa badana	Poziom istotności statystycznej
Osoby z wadami wzroku ucho prawe	<b>0,000001*</b>
Osoby z wadami wzroku ucho lewe	<b>0,000001*</b>
Kobiety z wadami wzroku ucho prawe	<b>0,002654*</b>
Kobiety z wadami wzroku ucho lewe	<b>0,000036*</b>
Mężczyźni z wadami wzroku ucho prawe	<b>0,004762*</b>
Mężczyźni z wadami wzroku ucho lewe	<b>0,005431*</b>
Osoby z wadami wzroku w wieku 9-11 lat ucho prawe	<b>0,000486*</b>
Osoby z wadami wzroku w wieku 9-11 lat ucho lewe	<b>0,000674*</b>
Osoby z wadami wzroku w wieku 12-15 lat ucho prawe	<b>0,001041*</b>
Osoby z wadami wzroku w wieku 12-15 lat ucho lewe	<b>0,000007*</b>
Osoby z wadami wzroku w wieku 16-24 lata ucho prawe	<b>0,003906*</b>
Osoby z wadami wzroku w wieku 16-24 lata ucho lewe	<b>0,007857*</b>

\*-wynik istotny statystycznie

**Tabela 7. Wartości poziomu istotności statystycznej wyników otoemisji akustycznej wg. testu Q Cochra dla grupy porównawczej**

Grupa porównawcza	Poziom istotności statystycznej
Ucho prawe	<b>0,000001*</b>
Ucho lewe	<b>0,000001*</b>
Kobiety ucho prawe	<b>0,000342*</b>
Kobiety ucho lewe	<b>0,000437*</b>
Mężczyźni ucho prawe	<b>0,000256*</b>
Mężczyźni ucho lewe	<b>0,004333*</b>
W wieku 9-11 lat ucho prawe	<b>0,000754*</b>
W wieku 9-11 lat ucho lewe	<b>0,000549*</b>
W wieku 12-15 lat ucho prawe	<b>0,002076*</b>
W wieku 12-15 lat ucho lewe	<b>0,000054*</b>
W wieku 16-24 lata ucho prawe	<b>0,002484*</b>
W wieku 16-24 lata ucho lewe	<b>0,007857*</b>

\*-wynik istotny statystycznie

**Tabela 8. Wartości poziomu istotności statystycznej wyników otoemisji akustycznej wg. testu Q Cochra dla osób niewidomych**

Grupa osób niewidomych	Poziom istotności statystycznej
Ucho prawe	<b>0,000385*</b>
Ucho lewe	<b>0,000043*</b>
Kobiety ucho prawe	<b>0,004989*</b>
Kobiety ucho lewe	<b>0,000001*</b>
Mężczyźni ucho prawe	0,073103
Mężczyźni ucho lewe	0,287331

\*-wynik istotny statystycznie

**Tabela 9. Wartości poziomu istotności statystycznej wyników otoemisji akustycznej wg. testu Q Cochra dla osób słabowidzących**

Grupa osób słabowidzących	Poziom istotności statystycznej
Ucho prawe	<b>0,000001*</b>
Ucho lewe	<b>0,000001*</b>
Kobiety ucho prawe	<b>0,001416*</b>
Kobiety ucho lewe	<b>0,002833*</b>
Mężczyźni ucho prawe	<b>0,000591*</b>
Mężczyźni ucho lewe	<b>0,000588*</b>

\*-wynik istotny statystycznie

Przeprowadzone analizy statystyczne wykazują, że tylko w przypadku niewidomych mężczyzn nie wykazano istotności statystycznej w badaniu rejestracji odpowiedzi otoemisji akustycznej dla obu uszu.

Analizując (Tabele 10. i 11.) można zaobserwować, dużo większy procent zarejestrowanych odpowiedzi otoemisji akustycznej u osób z wadami wzroku niż w grupie porównawczej w zakresie częstotliwości 4755 Hz do 7998 Hz. Wyjątek stanowi ucho lewe u osób z wadami wzroku w wieku 9-11 lat. Ponadto u mężczyzn z wadami wzroku w uchu prawym można zauważyć większy procent zaakceptowanych odpowiedzi w porównaniu z grupą porównawczą w zakresie częstotliwości 595 Hz do 1416 Hz. W przypadku ucha lewego dla tej samej grupy zarejestrowano również wyższy procent zaakceptowanych odpowiedzi w zakresie częstotliwości 2001 Hz do 7998 Hz. W grupie porównawczej zakresy częstotliwości o wyższym procencie zaakceptowania nie są tak jednoznaczne jak w przypadku osób z dysfunkcjami wzroku. Jednak znajdują się one w okolicach zakresu najlepszej słyszalności dla człowieka, czyli około 1000 Hz do 4000 Hz.



Warto zwrócić uwagę, że w przypadku grupy badanej i porównawczej została zarejestrowana stu procentowa odpowiedź komórek słuchowych ze ślimaka dla: ucha prawego kobiet dla częstotliwości 2832 Hz, ucha prawego osób w wieku 9-11 lat dla częstotliwości 4003 Hz, ucha lewego osób w wieku 9-11 lat dla częstotliwości 2001 Hz i 2832 Hz, ucha prawego osób w wieku 12-15 lat dla częstotliwości 2001 Hz oraz dla ucha lewego osób w wieku 16-24 lata dla częstotliwości 1679 Hz. Ponadto stu procentowa odpowiedź została zarejestrowana obustronnie dla częstotliwości 6728 Hz w grupie osób z wadami wzroku w wieku 9-11 lat.

Porównując wyniki (Tabeli 10. i 11.) dla osób z wadami wzroku można zaobserwować, że w grupie osób najmłodszych w uchu prawym był najmniejszy odsetek niezarejestrowanych odpowiedzi dla zakresu częstotliwości 1191 Hz do 7998 Hz w porównaniu z pozostałymi grupami wiekowymi. Ponadto we wszystkich grupach wiekowych zarówno wśród osób widzących i z dysfunkcjami widzenia największy odsetek niezarejestrowanych odpowiedzi w otoemisji akustycznej przypada na zakres częstotliwości 498 Hz do 1191 Hz.

**Tabela 10. Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie badanej**

Częstotliwości [Hz]	Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej											
	Osoby z wadami wzroku ucho prawe	Osoby z wadami wzroku ucho lewe	Kobiety z wadami wzroku ucho prawe	Kobiety z wadami wzroku ucho lewe	Mężczyźni z wadami wzroku ucho prawe	Mężczyźni z wadami wzroku ucho lewe	Osoby z wadami wzroku w wieku 9-11 lat ucho prawe	Osoby z wadami wzroku w wieku 9-11 lat ucho lewe	Osoby z wadami wzroku w wieku 12-15 lat ucho prawe	Osoby z wadami wzroku w wieku 12-15 lat ucho lewe	Osoby z wadami wzroku w wieku 16-24 lata ucho prawe	Osoby z wadami wzroku w wieku 16-24 lata ucho lewe
498	50,3	55,0	55,0	52,8	43,8	58,4	44,7	52,1	61,2	54,3	45,1	58,8
595	59,3	61,7	55,6	48,9	64,6	72,9	50,1	41,4	64,8	61,3	62,2	85,2
703	62,9	65,7	58,4	57,8	66,6	72,9	60,2	55,5	65,9	65,9	64,1	73,2
838	56,4	60,2	73,4	48,4	47,9	68,8	65,4	55,9	54,5	55,7	54,7	70,0
996	71,0	73,1	68,4	68,9	79,1	83,4	80,1	74,6	71,3	54,2	64,9	91,3
1191	80,5	72,0	79,5	71,7	81,2	75,0	91,1	71,2	63,8	66,5	90,0	92,1
1416	80,0	78,1	78,4	68,9	89,6	85,4	73,2	74,6	81,5	74,3	90,0	89,3
1679	72,8	88,1	71,7	79,5	75,0	91,7	84,9	91,2	72,6	77,7	81,9	100,0
2001	81,7	78,6	97,2	68,4	83,3	93,8	95,0	100,0	100,0	55,1	82,1	85,4
2382	70,7	83,3	83,4	83,4	75,0	91,7	85,1	84,4	76,7	74,9	72,1	92,1
2832	81,7	78,0	100,0	97,2	89,6	85,4	92,9	100,0	95,9	94,9	88,9	84,3
3359	82,9	85,0	91,7	94,5	91,6	68,8	91,8	93,5	91,2	87,9	85,0	79,3
4003	86,1	83,1	92,2	86,7	87,5	79,2	100,0	90,1	86,8	91,3	73,3	72,1
4755	75,9	89,8	86,1	91,7	70,8	87,5	96,2	84,9	73,7	96,4	71,2	85,3
5654	93,3	91,3	89,2	86,1	83,5	72,9	95,9	86,4	86,7	83,5	92,1	92,4
6728	93,3	94,3	96,7	96,7	86,2	80,4	100,0	100,0	97,4	87,5	93,0	92,5
7998	91,6	93,3	72,8	67,8	73,7	77,9	85,1	70,0	80,1	70,0	80,4	82,0

Tabela 11. Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie porównawczej

Częstotliwości [Hz]	Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie porównawczej											
	Ucho prawe	Ucho lewe	Kobiety ucho prawe	Kobiety ucho lewe	Mężczyźni ucho prawe	Mężczyźni ucho lewe	Osoby w wieku 9-11 lat ucho prawe	Osoby w wieku 9-11 lat ucho lewe	Osoby w wieku 12-15 lat ucho prawe	Osoby w wieku 12-15 lat ucho lewe	Osoby w wieku 16-24 lata ucho prawe	Osoby w wieku 16-24 lata ucho lewe
498	50,0	57,0	50,0	55,6	50,0	54,2	45,6	50,1	61,2	54,3	45,2	62,2
595	58,3	62,7	61,1	77,8	54,2	58,3	51,3	41,3	65,2	62,4	61,9	85,1
703	60,7	65,0	66,7	55,6	58,3	70,8	62,3	53,7	65,9	66,8	62,2	74,9
838	58,3	60,0	66,7	66,7	45,8	62,5	64,9	54,9	56,8	57,1	61,2	72,1
996	70,7	73,3	66,7	77,8	70,8	66,7	82,2	77,1	72,1	54,4	59,8	92,2
1191	80,0	75,0	88,9	83,3	75,0	75,0	94,1	71,5	62,1	66,8	91,3	88,5
1416	80,0	78,3	66,7	77,8	79,2	83,3	73,4	74,5	78,9	72,1	92,1	92,2
1679	78,3	88,3	83,3	88,9	87,5	95,8	84,6	91,9	73,9	73,9	90,1	100,0
2001	91,7	80,0	94,4	76,7	91,7	90,0	94,3	100,0	100,0	53,1	88,9	85,1
2382	76,7	93,3	66,7	76,7	85,0	83,3	86,5	85,4	75,2	75,0	88,1	92,0
2832	91,7	80,0	100,0	94,4	79,2	95,8	91,1	100,0	100,0	95,0	92,3	83,6
3359	88,3	85,0	83,3	88,9	83,3	87,5	92,0	91,7	91,3	91,2	83,1	91,6
4003	86,7	83,3	94,4	83,3	75,0	83,3	100,0	93,1	87,1	92,8	75,0	70,4
4755	75,0	88,3	72,2	83,3	66,7	85,5	94,3	86,9	61,2	95,0	70,0	79,7
5654	76,7	20,0	83,3	72,2	62,5	84,3	89,0	87,1	83,4	75,0	83,2	75,5
6728	76,7	75,0	83,3	83,3	70,0	70,8	86,5	81,1	54,1	61,7	70,0	70,8
7998	61,7	58,3	55,6	55,6	50,0	70,8	85,2	75,4	53,2	45,7	54,3	60,6

Analizując (Tabele 12. i 13.) można zauważyć, że prawie 100% zarejestrowanych odpowiedzi u kobiet niewidomych przypada dla ucha prawego na zakres częstotliwości 1416 Hz do 6728 Hz, natomiast dla ucha lewego na 2382 Hz do 6728 Hz. U niewidomych mężczyzn taka sytuacja jest obserwowana tylko dla wąskiego zakresu częstotliwości, w uchu prawym dla 2823 Hz do 4003 Hz natomiast dla lewego od 2001 Hz do 2382 Hz. U osób słabowidzących 100% zarejestrowanych odpowiedzi otoemisji akustycznej zostało zaobserwowane tylko w przypadku ucha prawego kobiet dla częstotliwości 2832 Hz.

**Tabela 12. Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie osób niewidomych**

Częstotliwości [Hz]	Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie osób niewidomych					
	Ucho prawe	Ucho lewe	Kobiety ucho prawe	Kobiety ucho lewe	Mężczyźni ucho prawe	Mężczyźni ucho lewe
498	50,0	55,6	60,1	52,0	37,5	62,5
595	61,1	50,0	51,8	22,3	75,0	87,5
703	61,1	66,7	50,3	61,3	75,0	75,0
838	66,7	50,0	81,6	32,8	50,0	75,0
996	77,8	77,8	69,7	62,1	87,5	100,0
1191	77,8	66,7	71,0	60,9	87,5	75,0
1416	94,4	72,2	92,0	60,4	100,0	87,5
1679	61,1	77,8	61,3	70,2	62,5	87,5
2001	88,9	83,3	100,0	71,8	75,0	100,0
2382	88,9	100,0	100,0	100,0	75,0	100,0
2832	100,0	88,9	100,0	100,0	100,0	75,0
3359	100,0	77,8	100,0	100,0	100,0	50,0
4003	94,4	83,3	90,5	92,0	100,0	75,0
4755	88,9	94,4	100,0	100,0	75,0	87,5
5654	88,9	83,3	95,4	100,0	87,5	62,5
6728	95,3	92,2	100,0	100,0	87,5	75,0
7998	83,3	74,4	82,1	71,8	87,5	75,0

**Tabela 13. Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie osób słabowidzących**

Częstotliwości [Hz]	Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie osób słabowidzących					
	Ucho prawe	Ucho lewe	Kobiety ucho prawe	Kobiety ucho lewe	Mężczyźni ucho prawe	Mężczyźni ucho lewe
498	50,0	54,8	50,0	55,6	50,0	54,2
595	57,1	66,7	61,1	77,8	54,2	58,3
703	61,9	64,3	66,7	55,6	58,3	70,8
838	54,8	64,3	66,7	66,7	45,8	62,5
996	69,0	71,4	66,7	77,8	70,8	66,7
1191	81,0	78,6	88,9	83,3	75,0	75,0
1416	73,8	81,0	66,7	77,8	79,2	83,3
1679	85,7	92,9	83,3	88,9	87,5	95,8
2001	92,9	78,6	94,4	66,7	91,7	87,5
2382	71,4	76,2	66,7	66,7	75,0	83,3
2832	88,1	95,2	100,0	94,4	79,2	95,8
3359	83,3	88,1	83,3	88,9	83,3	87,5
4003	83,3	83,3	94,4	83,3	75,0	83,3
4755	69,0	85,7	72,2	83,3	66,7	87,5
5654	81,4	78,6	83,3	72,2	79,5	83,3
6728	88,6	86,2	93,3	93,3	85,0	85,8
7998	62,4	74,3	65,6	65,6	60,0	80,8

## 4. Wyniki uzyskane z badania audiometrii tonalnej

### 4.1. Średnie progi słyszenia dla przewodnictwa powietrznego

Średnie progi słyszenia zostały obliczone dla każdego z uszu osobno. Była to średnia arytmetyczna z czterech częstotliwości: 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz i 4000 Hz, wyznaczonych dla przewodnictwa powietrznego. W związku z brakiem rozkładu normalnego zostały wykonane testy nieparametryczne w celu sprawdzenia różnicy istotności statystycznej pomiędzy progami słyszenia obu uszu w każdej z badanych grup.

#### 4.1.1. Porównanie średnich progów słyszenia ucha prawego z lewym

W celu sprawdzenia różnic istotności statystycznej progów słyszenia ucha prawego i lewego wykonano test porównania dwóch prób niezależnych U Manna-Whitneya, który wykazał, że nie ma różnicy istotnej statystycznie,  $p=0,500647$ .

#### 4.1.2. Porównanie średnich progów słyszenia dla ucha prawego i lewego względem wady wzroku

Wynik analizy porównania średnich progów słyszenia dla ucha prawego i lewego względem wady wzroku przy użyciu testu nieparametrycznego ANOVA wykazał różnicę istotną statystycznie  $p=0,000045^*$ .

W celu ustalenia pomiędzy którymi grupami dokładnie zachodzi zależność wykonano test wielokrotnego porównania średnich, Kruskala-Wallisa. Wykazał on istotną statystycznie różnicę zarówno dla średnich progów słyszenia ucha prawego i lewego w poszczególnych grupach badanych. Wyniki zostały zaprezentowane w (Tabeli 14. i 15.).

**Tabela 14. Wyniki poziomu istotności statystycznej średniego progów słyszenia ucha prawego względem grupy badanej i porównawczej**

Zmienna zależna: <b>Średni próg słyszenia dla ucha prawego</b>	Wartość różnicy poziomu istotności statystycznej dla porównań wielokrotnych Zmienna niezależna: <b>wada wzroku</b>		
	Niewidomi	Słabowidzący	Grupa porównawcza
Niewidomi		1,000000	<b>0,000001*</b>
Słabowidzący	1,000000		<b>0,000001*</b>
Grupa porównawcza	<b>0,000001*</b>	<b>0,000001*</b>	

\*-wynik istotny statystycznie

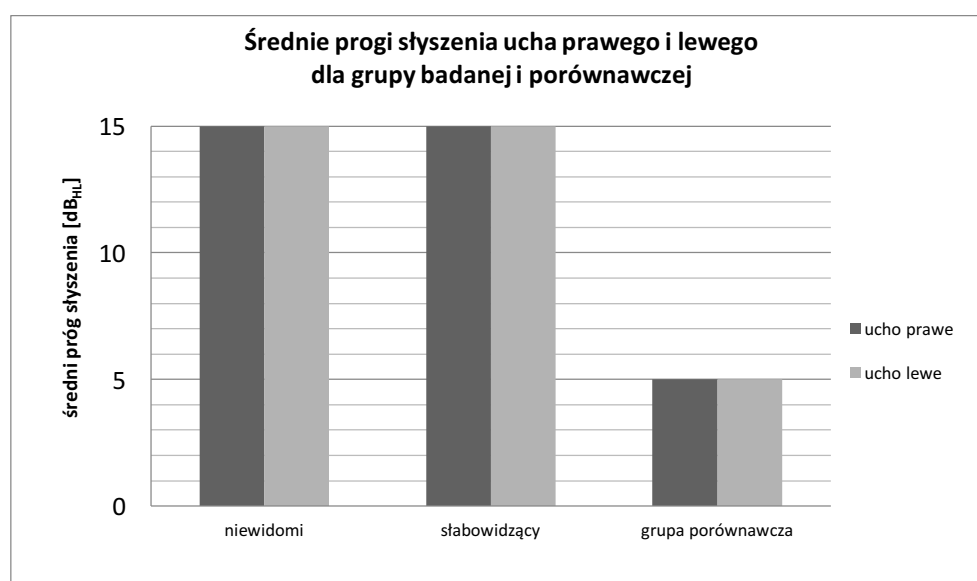
Tabela 15. Wyniki poziomu istotności statystycznej średniego progu słyszenia ucha lewego względem grupy badanej i porównawczej

Zmienna zależna: <b>Średni próg słyszenia dla ucha lewego</b>	Wartość różnicy poziomu istotności statystycznej dla porównań wielokrotnych Zmienna niezależna: <b>wada wzroku</b>		
	Niewidomi	Słabowidzący	Grupa porównawcza
Niewidomi		1,000000	<b>0,000001*</b>
Słabowidzący	1,000000		<b>0,000001*</b>
Grupa porównawcza	<b>0,000001*</b>	<b>0,000001*</b>	

\*-wynik istotny statystycznie

Analizując powyższe (Tabele 14. i 15.) można stwierdzić, że jest różnica istotna statystycznie pomiędzy: osobami niewidomymi a grupą porównawczą oraz osobami słabowidzącymi a grupą porównawczą zarówno dla średniego progu słyszenia ucha prawego jak i lewego.

Analizując wyniki przedstawione na (Rysunku 16.) można wnioskować, że progi słyszenia uczestników badania były w normie według klasyfikacji WHO.

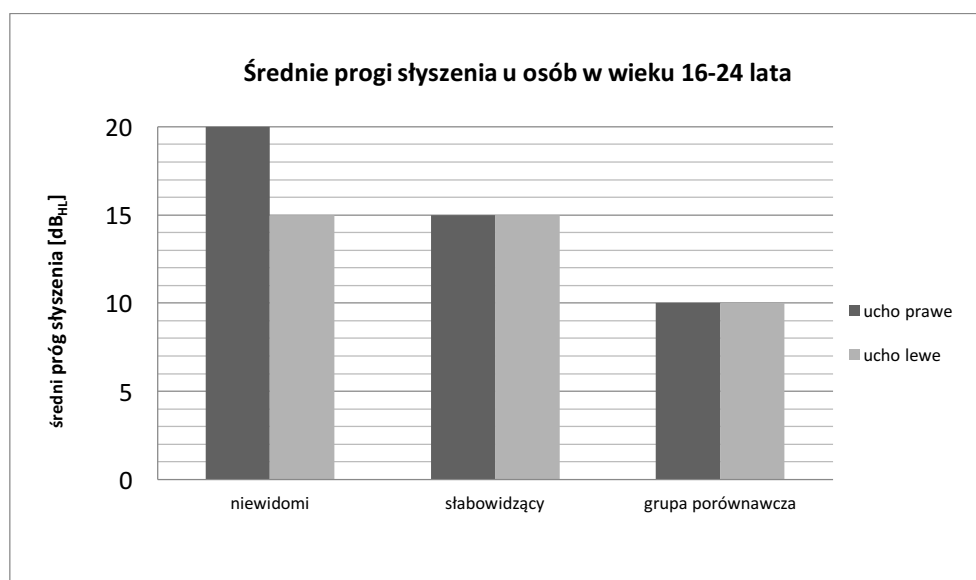


Rysunek 16. Średnie progi słyszenia ucha prawego i lewego dla grupy badanej i porównawczej

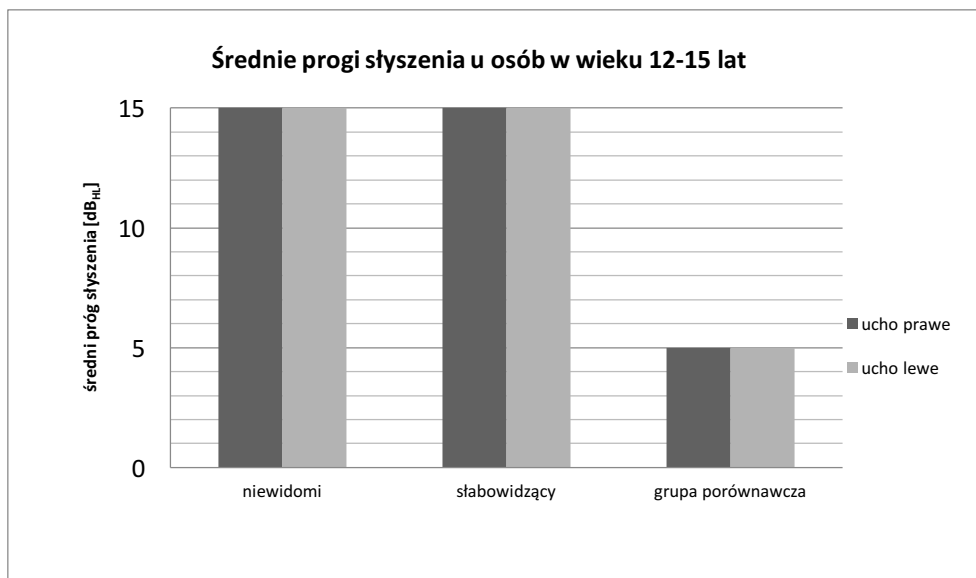
#### 4.1.3. Porównanie średnich progów słyszenia dla obu uszu z uwzględnieniem wady wzroku oraz podziału na grupy wiekowe

Wynik analizy porównania średnich progów słyszenia dla ucha prawego i lewego względem wady wzroku z podziałem na grupy wiekowe przy pomocy testu nieparametrycznego ANOVA nie wykazał różnicy istotnej statystycznie,  $p=0,592774$  dla ucha prawego i  $p=0,318424$  dla ucha lewego.

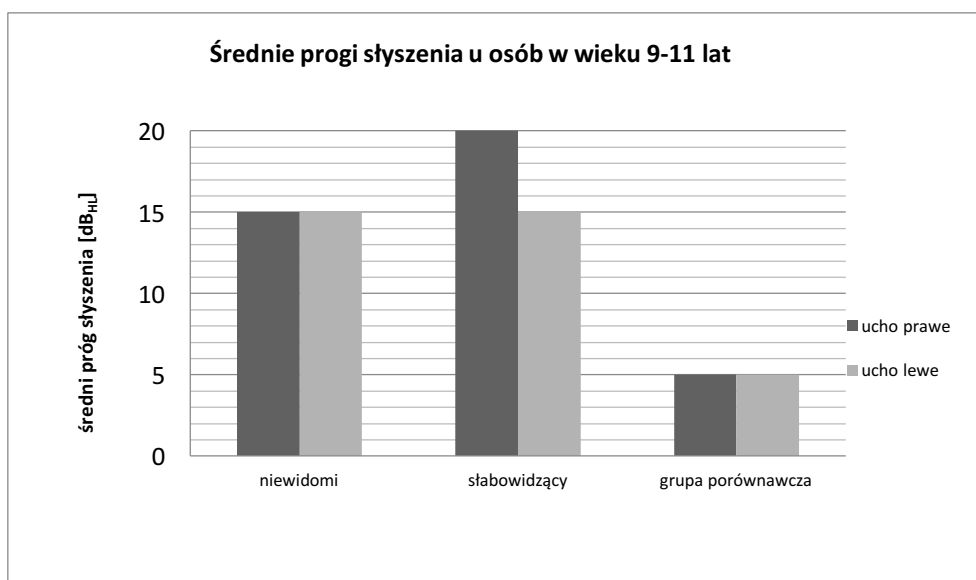
W celu sprawdzenia, czy pomiędzy grupą badaną i kontrolną zachodzi zależność wykonano test wielokrotnego porównania średnich, Kruskala-Wallisa. Wykazał on istotną statystycznie różnicę pomiędzy średnimi progami słyszenia w grupie kontrolnej w uchu prawym pomiędzy osobami w wieku 9-11 lat a 16-24 lata,  $p=0,008716^*$ . Średnie progi słyszenia dla poszczególnych grup badanych z podziałem na wiek zostały zaprezentowane na (Rysunkach 17., 18., i 19.).



Rysunek 17. Średnie progi słyszenia u osób w wieku 16-24 lata w grupie badanej i porównawczej



Rysunek 18. Średnie progi słyszenia u osób w wieku 12-15 lat w grupie badanej i porównawczej



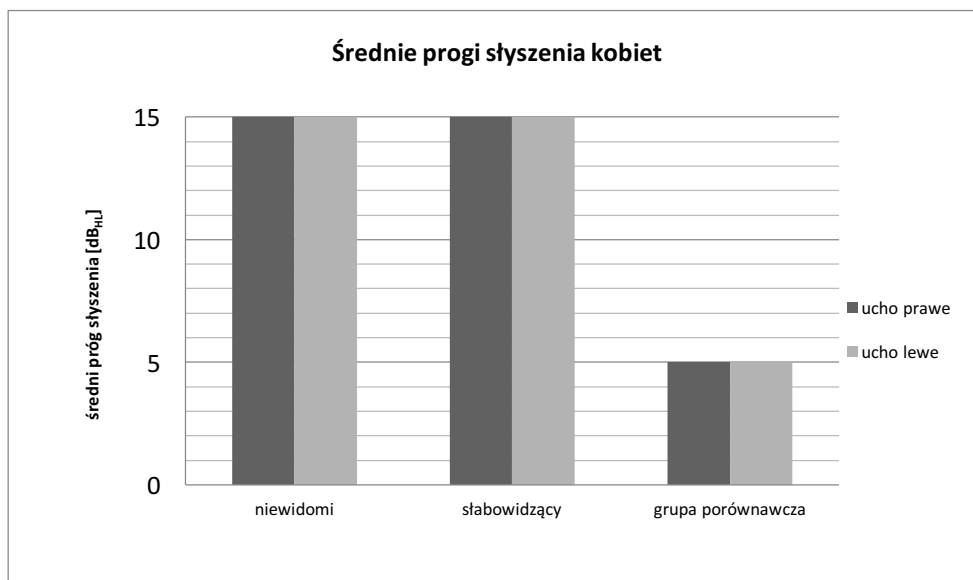
Rysunek 19. Średnie progi słyszenia u osób w wieku 9-11 lat w grupie badanej i porównawczej

#### 4.1.4. Porównanie średnich progów słyszenia dla obu uszu z uwzględnieniem wady wzroku oraz płci

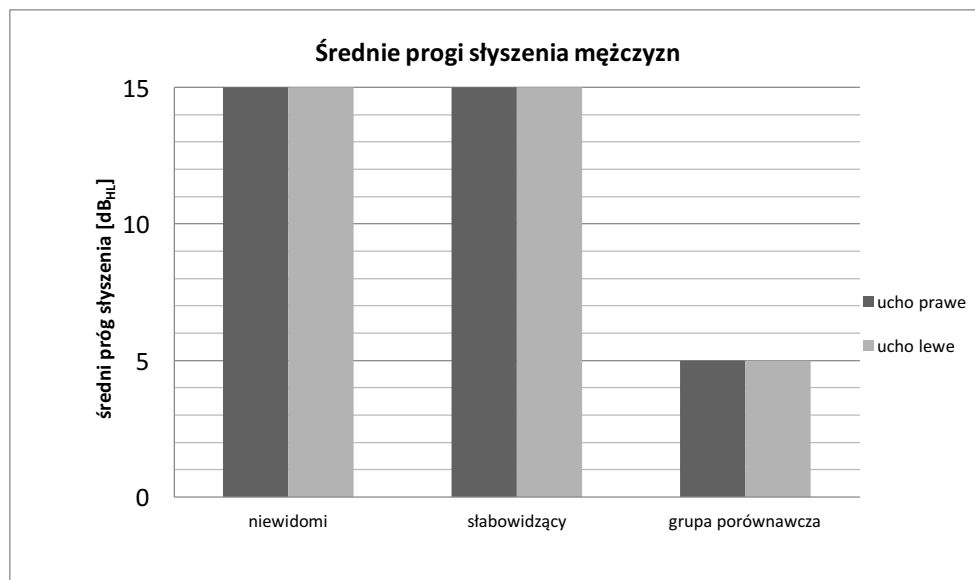
Wynik analizy porównania średnich progów słyszenia dla ucha prawego i lewego względem wady wzroku z podziałem na płeć przy użyciu testu nieparametrycznego ANOVA nie wykazał różnicy istotnej statystycznie  $p=0,148747$  w uchu prawym i  $p=0,102979$  w uchu lewym. W celu dokładnego ustalenia różnic pomiędzy grupami badaną i kontrolną wykonano test wielokrotnego porównania średnich, Kruskala-Wallisa. Nie wykazał on istotnych różnic

statystycznie zarówno dla ucha prawego i lewego w poszczególnych grupach badanych kobiet i mężczyzn.

Średnie progi słyszenia dla grupy badanej i kontrolnej z podziałem na płeć zostały zaprezentowane na (Rysunkach 20. i 21.).



Rysunek 20. Średnie progi słyszenia kobiet w grupie osób badanych i porównawczej



Rysunek 21. Średnie progi słyszenia mężczyzn w grupie osób badanych i porównawczej

## 5. Wyniki uzyskane w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej

Poziomy różnic istotności statystycznej zostały sprawdzone przy pomocy testu nieparametrycznego wielu prób niezależnych ANOVA. Wyniki analiz wskazały na różnicę



istotną statystycznie pomiędzy średnim progiem słyszenia dla poszczególnych częstotliwości ucha prawego i lewego a badanymi grupami,  $p=0,000001^*$ . W celu dokładnego ustalenia różnic pomiędzy grupami badaną i porównawczą wykonano test wielokrotnego porównania średnich, Kruskala-Wallisa. Wyniki zostały przedstawione w (Tabelach 16-35.).

Na podstawie przeprowadzonych analiz statystycznych można zaobserwować znaczącą liczbę występujących różnic istotnych statystycznie dla zakresu częstotliwości 6000-9000 Hz w grupie osób z wadami wzroku. W przypadku grupy porównawczej większa ilość różnic istotnych statystycznie pomiędzy badanymi częstotliwościami przypada na zakres 2000-4000 Hz, czyli na zakres najlepszej słyszalności człowieka. Przy szczegółowym podziale grupy z wadami wzroku na grupę osób niewidomych i słabowidzących po przeprowadzonych analizach statystycznych warto zwrócić uwagę, że znaczny wzrost różnic istotnych statystycznie zarówno dla ucha prawego jak lewego występuje tylko dla częstotliwości 6000 Hz u osób niewidomych.

U słabowidzących dla ucha prawego takiej zależności nie ma. W uchu lewym natomiast już tak.

Analizując wyniki badań poszczególnych częstotliwości w grupach wiekowych u osób z wadami wzroku i w grupie porównawczej można stwierdzić brak wyraźnych różnic istotnych statystycznie w grupie osób z wadami wzroku w wieku 9-11 lat w uchu prawym. W uchu lewym widać jednak dużą liczbę różnic istotnych statystycznie dla częstotliwości 6000 Hz. W grupie kontrolnej w tym samym przedziale wiekowym zauważalny jest w obu uszach nieznaczny wzrost różnic istotnych statystycznie dla zakresu częstotliwości 2000-4000 Hz oraz 16000 Hz. Sytuacja w grupie osób w wieku 12-15 lat jest niemal identycznie z tą różnicą, że w grupie osób z wadami wzroku można również zauważyć pojawiający się wzrost różnic istotnych statystycznie w uchu prawym dla częstotliwości 6000 Hz.

W grupie osób najstarszych, czyli w wieku 16-24 lata zauważalne są znaczące zmiany, prawdopodobnie związane z dojrzwaniem drogi słuchowej i z uwrażliwieniem słuchu u osób z dysfunkcjami widzenia. W przypadku grupy badanej można zaobserwować zrównanie się różnic istotnych statystycznie dla wszystkich częstotliwości. W uchu lewym natomiast widać wyraźny wzrost różnic istotnych statystycznie nie tylko dla częstotliwości 6000 Hz ale i dla 9000 Hz. W grupie porównawczej można zaobserwować wyraźny spadek różnic istotnych statystycznych dla częstotliwości 16000 Hz w obu uszach. Zauważalny jest wzrost poziomów różnic istotnych statystycznie zarówno dla ucha prawego jak i lewego dla częstotliwości 3000 Hz i 4000 Hz, czyli dla tych częstotliwości, dla których przypada maksimum czułości ucha ludzkiego na dźwięki.

Tabela 16. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych i słabowidzących

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,231520	0,761874	0,926874	<b>0,000001</b>	<b>0,000003</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,022787</b>	<b>0,237843</b>	<b>0,000340</b>	<b>0,014968</b>	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,003986</b>	<b>0,000007</b>	1,000000	1,000000	0,124632	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003503</b>	<b>0,016939</b>	<b>0,022042</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000178</b>	<b>0,003628</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000105</b>	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,066898	0,249218	0,309829	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,005321</b>	0,068910	<b>0,000057</b>	<b>0,003373</b>	1,000000
2000	0,231520	0,066898	<b>0,003503</b>	0,066898	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003881</b>	1,000000	<b>0,017843</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	0,761874	0,249218	<b>0,016939</b>	0,249218	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000707</b>	0,462483	<b>0,003707</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	0,926874	0,309829	<b>0,022042</b>	0,309829	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000517</b>	0,374880	<b>0,002773</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,003881</b>	<b>0,000707</b>	<b>0,000517</b>		1,000000	1,000000	0,051000	<b>0,003747</b>	1,000000	0,075239	<b>0,000002</b>
8000	<b>0,000003</b>	<b>0,003986</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	0,462483	0,374880	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,008974</b>
9000	<b>0,000001</b>	<b>0,000007</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,017843</b>	<b>0,003707</b>	<b>0,002773</b>	1,000000	1,000000		0,188115	<b>0,017276</b>	1,000000	0,267682	<b>0,000019</b>
10000	<b>0,022787</b>	1,000000	<b>0,000178</b>	<b>0,005321</b>	1,000000	1,000000	1,000000	0,051000	1,000000	0,188115		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	0,237843	1,000000	<b>0,003628</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003747</b>	1,000000	<b>0,017276</b>	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
12500	<b>0,000340</b>	0,124632	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,239518
14000	<b>0,014968</b>	1,000000	<b>0,000105</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,075239</b>	1,000000	0,267682	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000002</b>	<b>0,008974</b>	<b>0,000019</b>	1,000000	1,000000	0,239518	1,000000	

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 17. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych i słabowidzących

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,004239</b>	0,554269	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	0,099715	0,116300	<b>0,019098</b>	0,148471	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,170619	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000032</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	0,555717	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,00136</b>	<b>0,044548</b>	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,005612</b>	<b>0,006746</b>	<b>0,000791</b>	<b>0,009040</b>	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,215354	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000046</b>	<b>0,000015</b>	1,000000	1,000000	0,684773	1,000000	1,000000
2000	<b>0,004239</b>	0,170619	<b>0,00136</b>	0,215354	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000009</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	0,554269	1,000000	<b>0,044548</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	0,107478	<b>0,048898</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,001877</b>	<b>0,000695</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000009</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>		0,075818	0,162690	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
8000	<b>0,000001</b>	<b>0,000032</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000046</b>	1,000000	0,107478	<b>0,001877</b>	0,075818		1,000000	0,591413	0,517266	1,000000	0,415321	<b>0,000117</b>
9000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000015</b>	1,000000	<b>0,048898</b>	<b>0,000695</b>	0,162690	1,000000		0,298502	0,258825	1,000000	0,204987	<b>0,000038</b>
10000	0,099715	1,000000	<b>0,005612</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	0,591413	0,298502		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	0,116300	1,000000	<b>0,006746</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	0,517266	0,258825	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
12500	<b>0,019098</b>	0,555717	<b>0,000791</b>	0,684773	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	0,148471	1,000000	<b>0,009040</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	0,415321	0,204987	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000117</b>	<b>0,000038</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 18. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób z grupy porównawczej

Częstotliwość [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000336</b>	<b>0,000708</b>	<b>0,006389</b>	0,189539	<b>0,047880</b>	<b>0,078130</b>	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000210</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,001597</b>	0,200089	0,335059	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000210</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,001596</b>	0,199903	0,334877	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	<b>0,000001</b>	<b>0,000210</b>	<b>0,000210</b>	1,000000	1,000000	1,000000	0,562807	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,151427	0,534463	0,351545	<b>0,000006</b>
2000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,062184	<b>0,034574</b>	<b>0,004664</b>	<b>0,000700</b>	<b>0,000471</b>	<b>0,000247</b>	<b>0,000001</b>
3000	<b>0,000001</b>	1,000000	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,430798	<b>0,004508</b>	<b>0,002274</b>	<b>0,000225</b>	<b>0,000002</b>	<b>0,000017</b>	<b>0,000008</b>	<b>0,000001</b>
4000	<b>0,000001</b>	1,000000	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,138089	<b>0,000973</b>	<b>0,000466</b>	<b>0,000039</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
6000	<b>0,000001</b>	<b>0,001597</b>	<b>0,001596</b>	1,000000	1,000000	0,430798	0,138089	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,610679	1,000000	1,000000	<b>0,000505</b>
8000	<b>0,000336</b>	0,200089	0,335059	1,000000	0,062184	<b>0,004508</b>	<b>0,000973</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
9000	<b>0,000708</b>	0,335059	0,334877	1,000000	<b>0,034574</b>	<b>0,002274</b>	<b>0,000466</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
10000	<b>0,006389</b>	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,004664</b>	<b>0,000225</b>	<b>0,000039</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	0,189539	1,000000	1,000000	0,151427	<b>0,000700</b>	<b>0,000002</b>	<b>0,000001</b>	0,610679	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	<b>0,047880</b>	1,000000	1,000000	0,534463	<b>0,000471</b>	<b>0,000017</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	<b>0,078130</b>	1,000000	1,000000	0,351545	<b>0,000247</b>	<b>0,000008</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000006</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000505</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 19. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób z grupy porównawczej

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000004</b>	<b>0,002877</b>	0,149427	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,010865</b>	<b>0,000004</b>	<b>0,002877</b>	0,149427	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	<b>0,00214</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000090</b>	<b>0,010865</b>	0,354395	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,189002	<b>0,003884</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
2000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,103441	<b>0,000448</b>	<b>0,000002</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
3000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,351924	<b>0,010768</b>	<b>0,000022</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
4000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,343675	<b>0,010447</b>	<b>0,000022</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
6000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,103636	<b>0,000249</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
8000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000090</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,103626	<b>0,001807</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
9000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,010865</b>	1,000000	1,000000	0,351924	0,343675	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,117756	<b>0,000090</b>	<b>0,000001</b>
10000	<b>0,000004</b>	<b>0,000004</b>	0,354395	1,000000	0,103441	<b>0,010768</b>	<b>0,010447</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,007513</b>	<b>0,000003</b>
11200	<b>0,002877</b>	<b>0,002877</b>	1,000000	0,189002	<b>0,000448</b>	<b>0,000022</b>	<b>0,000022</b>	0,103636	0,103626	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,801087	<b>0,002247</b>
12500	0,149427	0,149427	1,000000	<b>0,003884</b>	<b>0,000002</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000249</b>	<b>0,001807</b>	0,117756	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,123069
14000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	0,117756	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000003</b>	<b>0,002247</b>	0,123069	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 20. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000367</b>	<b>0,048005</b>	<b>0,008629</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,023812</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,791116	0,673919	1,000000	<b>0,000029</b>	<b>0,006507</b>	<b>0,000951</b>	1,000000	1,000000	0,574466	0,237705	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,011395</b>	0,652445	0,160302	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2000	1,000000	1,000000	0,791116	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	0,673919	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,030427</b>	1,000000	0,363963	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,000367</b>	<b>0,023812</b>	<b>0,000029</b>	<b>0,011395</b>	1,000000	1,000000	<b>0,030427</b>		1,000000	1,000000	0,374068	<b>0,037365</b>	1,000000	1,000000	0,091306
8000	<b>0,048005</b>	<b>0,008629</b>	<b>0,006507</b>	0,652445	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
9000	<b>0,008629</b>	<b>0,000951</b>	<b>0,000951</b>	0,160302	1,000000	1,000000	0,363963	1,000000	1,000000		1,000000	0,431430	1,000000	1,000000	0,900516
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,374068	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,037365</b>	1,000000	0,431430	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	0,574466	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	0,237705	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,091306	1,000000	0,900516	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 21. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000021</b>	0,106341	<b>0,017709</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,004101</b>	1,000000	<b>0,788601</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000198</b>	0,458372	0,092716	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,001958</b>	1,000000	0,472406	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,084877	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,019201</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,006419</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,000021</b>	<b>0,004101</b>	<b>0,000198</b>	<b>0,001958</b>	0,084877	<b>0,019201</b>	<b>0,006419</b>		1,000000	1,000000	0,498321	0,513459	0,926270	0,169360	<b>0,005629</b>
8000	1,000000	1,000000	0,458372	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
9000	<b>0,017709</b>	<b>0,788601</b>	0,092716	0,472406	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,498321	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,513459	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,926270	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,169360	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,005629</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 22. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób słabowidzących

Częstotliwość [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,019167</b>	<b>0,047845</b>	<b>0,010998</b>	1,000000	1,000000	0,694478	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,218038	0,465717	0,136315	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000901</b>	<b>0,002639</b>	<b>0,000471</b>	0,174427	1,000000	0,064859	1,000000	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,005024</b>	<b>0,013487</b>	<b>0,002763</b>	0,605519	1,000000	0,248794	1,000000	1,000000
2000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,531523	1,000000	0,344219	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	1,000000	0,218038	<b>0,000901</b>	<b>0,005024</b>	1,000000	1,000000	0,531523	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
8000	1,000000	0,465717	<b>0,002639</b>	<b>0,013487</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,094856
9000	1,000000	0,136315	<b>0,000471</b>	<b>0,002763</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,215513
10000	1,000000	1,000000	0,174427	0,605519	1,000000	1,000000	0,344219	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,057500
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	0,694478	1,000000	0,064859	0,248794	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	0,679128	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,094856	0,215513	0,057500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie



Tabela 23. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób słabowidzących

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000023</b>	0,090251	0,386475	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000033</b>	0,114131	0,476041	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,069871	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,001831</b>	<b>0,011576</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000051</b>	0,162808	0,652051	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2000	1,000000	1,000000	0,069871	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,707680	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,007218</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000252</b>	0,431502	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,000023</b>	<b>0,000033</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000051</b>	0,707680	<b>0,007218</b>	<b>0,000252</b>		1,000000	1,000000	<b>0,008275</b>	<b>0,002920</b>	<b>0,023545</b>	<b>0,003369</b>	<b>0,000027</b>
8000	0,090251	0,114131	<b>0,001831</b>	0,162808	1,000000	1,000000	0,431502			1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,100420
9000	0,386475	0,476041	<b>0,011576</b>	0,652051	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,424924
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,008275</b>	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,002920</b>	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,023545</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003369</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000027</b>	0,100420	0,424924	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 24. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 9-11 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,006653</b>	<b>0,041056</b>	<b>0,000932</b>	0,507551	1,000000	0,701828	0,199191	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,152857	0,666017	<b>0,030191</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,507551	0,983801	<b>0,000373</b>	<b>0,003031</b>	<b>0,000041</b>	0,057989	1,000000	0,085371	<b>0,019168</b>	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,397648	0,782934	<b>0,000252</b>	<b>0,002150</b>	<b>0,000026</b>	<b>0,043388</b>	1,000000	0,064370	<b>0,014042</b>	1,000000
2000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,404631	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	1,000000	0,397648	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	0,782934	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,006653</b>	0,152857	<b>0,000373</b>	<b>0,000252</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
8000	<b>0,041056</b>	0,666017	<b>0,003031</b>	<b>0,002150</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,537115
9000	<b>0,000932</b>	<b>0,030191</b>	<b>0,000041</b>	<b>0,000026</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
10000	0,507551	1,000000	0,057989	<b>0,043388</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,597605	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	0,701828	1,000000	0,085371	0,064370	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	0,199191	1,000000	<b>0,019168</b>	<b>0,014042</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,537115	1,000000	0,124369	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 25. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 9-11 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003486</b>	<b>0,000195</b>	<b>0,000116</b>	<b>0,000001</b>	0,143786	0,717420	0,709587	0,957991	0,957995	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,010534</b>	<b>0,001476</b>	<b>0,000916</b>	<b>0,000008</b>	0,127437	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,010152</b>	<b>0,000660</b>	<b>0,000402</b>	<b>0,000003</b>	0,254313	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	<b>0,003486</b>	<b>0,010534</b>	<b>0,010152</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,119296	<b>0,005314</b>
2000	<b>0,000195</b>	<b>0,001476</b>	<b>0,000660</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,011319</b>	<b>0,000315</b>
3000	<b>0,000116</b>	<b>0,000916</b>	<b>0,000402</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,007354</b>	<b>0,000189</b>
4000	<b>0,000001</b>	<b>0,000195</b>	<b>0,000116</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003093</b>	<b>0,000013</b>	<b>0,000001</b>
6000	<b>0,001141</b>	0,127437	0,254313	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,048261</b>	<b>0,001781</b>
8000	0,717420	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,212473	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
9000	0,709587	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,215093	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
10000	0,957991	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,152376	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	0,957995	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,152376	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,152376	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,117774	<b>0,003093</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,005314</b>	<b>0,000315</b>	<b>0,000189</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,001781</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 26. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 9-11 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000025</b>	0,812354	0,152376	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000027</b>	1,000000	0,427453	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000162</b>	1,000000	0,500394	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,002764</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,266016	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,035886</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,004820</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,000025</b>	<b>0,000027</b>	<b>0,000162</b>	<b>0,002764</b>	0,266016	<b>0,035886</b>	<b>0,004820</b>		1,000000	1,000000	0,183805	0,134265	0,223133	<b>0,007048</b>	<b>0,002843</b>
8000	0,812354	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000			1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
9000	0,152376	0,427453	0,500394	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000				1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,183805	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,134265	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,223133	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,007048</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,002843</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 27. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 9-11 lat

Częstotliwość [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000161</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000006</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000282</b>	<b>0,000358</b>	<b>0,008339</b>	0,602633	0,232151	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,001560</b>	<b>0,000018</b>	<b>0,000077</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000040</b>	<b>0,002612</b>	<b>0,003445</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,043627</b>	<b>0,032437</b>	<b>0,008794</b>	0,102177	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	<b>0,000161</b>	<b>0,001560</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,547450	0,001049
2000	<b>0,000001</b>	<b>0,000018</b>	<b>0,043627</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,342570	<b>0,005467</b>	<b>0,001327</b>	<b>0,000011</b>
3000	<b>0,000006</b>	<b>0,000077</b>	<b>0,032437</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,045378</b>	<b>0,043215</b>	<b>0,002547</b>	<b>0,000049</b>
4000	<b>0,000001</b>	<b>0,000018</b>	<b>0,008794</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,047854</b>	<b>0,098640</b>	<b>0,000128</b>	<b>0,000001</b>
6000	<b>0,000001</b>	<b>0,000040</b>	0,102177	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,549365	1,000000	<b>0,002601</b>	<b>0,000025</b>
8000	<b>0,000282</b>	<b>0,002612</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,083426	<b>0,001773</b>
9000	<b>0,000358</b>	<b>0,003445</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,104523	<b>0,002356</b>
10000	<b>0,008339</b>	<b>0,008339</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,039522</b>
11200	0,602633	1,000000	1,000000	1,000000	0,342570	<b>0,045378</b>	<b>0,047854</b>	0,549365	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	0,232151	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,005467</b>	<b>0,043215</b>	<b>0,098640</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,795871
14000	1,000000	1,000000	1,000000	0,547450	<b>0,001327</b>	<b>0,002547</b>	<b>0,000128</b>	<b>0,002601</b>	0,083426	0,104523	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	0,001049	<b>0,000011</b>	<b>0,000049</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000025</b>	<b>0,001773</b>	<b>0,002356</b>	<b>0,039522</b>	1,000000	0,795871	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 28. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 12-15 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,007697</b>	0,653239	0,429957	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,027932</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000154</b>	<b>0,035234</b>	<b>0,020831</b>	1,000000	1,000000	0,229345	1,000000	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003820</b>	0,399121	0,252727	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,517725	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,569822	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,978590	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,007697</b>	<b>0,027932</b>	<b>0,000154</b>	<b>0,003820</b>	0,517725	0,569822	0,978590		1,000000	1,000000	0,350726	0,667857	1,000000	0,375156	<b>0,001535</b>
8000	0,653239	0,429957	1,000000	0,399121	1,000000	1,000000	1,000000			1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,199806
9000	0,429957	1,000000	<b>0,020831</b>	0,252727	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,350726	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,667857	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	0,229345	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,375156	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,001535</b>	0,199806	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 29. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 12-15 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	0,086501	<b>0,000005</b>	<b>0,000004</b>	<b>0,000008</b>	0,074059	0,071398	0,153822	1,000000	1,000000	0,348607	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000053</b>	<b>0,000318</b>	<b>0,000553</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	0,296296	<b>0,000054</b>	<b>0,000030</b>	<b>0,000055</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	0,086501	1,000000	0,296296	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,266817
2000	<b>0,000005</b>	<b>0,000053</b>	<b>0,000054</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,442515	0,224499	1,000000	0,442515	<b>0,000045</b>
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000025</b>
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000025</b>
6000	0,074059	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,231447
8000	0,071398	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,223815
9000	0,153822	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,451503
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,442515	0,309817	0,447654	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,224499	0,155468	0,227655	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	0,348607	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,227655	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,442515	0,309817	0,447631	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	0,266817	<b>0,000045</b>	<b>0,000025</b>	<b>0,000056</b>	0,231447	0,223815	0,451503	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 30. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 12-15 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,190176	1,000000	1,000000	<b>0,000022</b>	<b>0,008662</b>	0,189587	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,001099</b>	0,168465	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,159732	1,000000	1,000000	<b>0,000017</b>	<b>0,006994</b>	0,159231	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003404</b>	0,387379	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2000	0,190176	1,000000	0,159732	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,520667
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,496144	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,370799	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	<b>0,000022</b>	<b>0,001099</b>	<b>0,000017</b>	<b>0,003404</b>	1,000000	0,496144	0,370799	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,012471</b>	<b>0,007465</b>	<b>0,023540</b>	0,050799	<b>0,000112</b>
8000	<b>0,008662</b>	0,168465	<b>0,006994</b>	0,387379	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,989034	0,684653	1,000000	1,000000	<b>0,030085</b>
9000	0,189587	1,000000	0,159231	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,519195
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,012471</b>	0,989034	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,007465</b>	0,684653	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,023540</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,050799	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,520667	1,000000	1,000000	<b>0,000112</b>	<b>0,030085</b>	0,519195	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie



Tabela 31. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 12-15 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	0,012564	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000021</b>	<b>0,000045</b>	<b>0,000149</b>	<b>0,036106</b>	0,183254	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000734</b>	<b>0,000156</b>	<b>0,001412</b>	<b>0,012518</b>	0,053643	0,275439	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000489</b>	<b>0,000187</b>	<b>0,000952</b>	<b>0,008794</b>	<b>0,038843</b>	0,220987	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	0,012564	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,035232</b>
2000	<b>0,000001</b>	<b>0,000734</b>	<b>0,000489</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,703761	<b>0,024389</b>	<b>0,001389</b>	<b>0,000001</b>
3000	<b>0,000001</b>	<b>0,000156</b>	<b>0,000187</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,387670	<b>0,011026</b>	<b>0,000056</b>	<b>0,000554</b>	<b>0,000001</b>
4000	<b>0,000001</b>	<b>0,0001412</b>	<b>0,000952</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,042062</b>	<b>0,002623</b>	<b>0,000001</b>
6000	<b>0,000021</b>	<b>0,012518</b>	<b>0,008794</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,252725	<b>0,021753</b>	<b>0,000877</b>
8000	<b>0,000045</b>	0,053643	<b>0,038843</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,815465	0,085487	<b>0,000054</b>
9000	<b>0,000149</b>	0,275439	0,220987	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,423800	<b>0,004335</b>
10000	<b>0,036106</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,387670	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,098709
11200	0,183254	1,000000	1,000000	1,000000	0,703761	<b>0,011026</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,432769
12500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,024389</b>	<b>0,000056</b>	<b>0,042062</b>	0,252725	0,815465	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,001389</b>	<b>0,000554</b>	<b>0,002623</b>	<b>0,021753</b>	0,085487	0,423800	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,035232</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000877</b>	<b>0,000054</b>	<b>0,004335</b>	0,098709	0,432769	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 32. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 16-24 lat

Częstotliwość [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,005971</b>	0,535600	<b>0,006017</b>	1,000000	1,000000	0,753642	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,552472	1,000000	0,555590	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,418932	1,000000	1,000000	<b>0,000944</b>	0,136845	<b>0,000952</b>	1,000000	1,000000	0,201041	1,000000	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,004456</b>	0,432442	<b>0,004491</b>	1,000000	1,000000	0,612804	1,000000	1,000000
2000	1,000000	1,000000	0,418932	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,571424	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,321988	1,000000	0,323889	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
6000	1,000000	0,552472	<b>0,000944</b>	<b>0,004456</b>	1,000000	0,571424	0,321988	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
8000	0,535600	1,000000	0,136845	0,432442	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
9000	<b>0,006017</b>	0,555590	<b>0,000952</b>	<b>0,004491</b>	1,000000	0,571434	0,323889	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	0,753642	1,000000	0,201041	0,612804	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 33. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 16-24 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,007445</b>	<b>0,000033</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	0,197696	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,043769</b>	<b>0,009753</b>	<b>0,003512</b>	<b>0,007645</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,037649</b>	<b>0,019868</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	<b>0,007445</b>	<b>0,043769</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2000	<b>0,000033</b>	<b>0,009753</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	<b>0,000001</b>	<b>0,003512</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,413658	0,405443	1,000000	1,000000
4000	<b>0,000001</b>	<b>0,007645</b>	<b>0,037649</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,469765	<b>0,075240</b>	<b>0,046174</b>	<b>0,024176</b>	<b>0,032967</b>	<b>0,042559</b>	<b>0,017715</b>
6000	0,197696	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
8000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,469765	0,215289	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
9000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,175661	<b>0,075240</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,111015	<b>0,046174</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,413658	<b>0,024176</b>	<b>0,009165</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,405443	<b>0,032967</b>	<b>0,012727</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,042559</b>	<b>0,046193</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,017715</b>	<b>0,049144</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

Tabela 34. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 16-24 lat

Częstotliwości [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000004</b>	0,107613	<b>0,003761</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000087</b>	0,694148	<b>0,037386</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,333608	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	<b>0,000223</b>	<b>0,000002</b>	0,086501	0,060999	<b>0,008244</b>	<b>0,026675</b>	1,000000
1000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000001</b>	0,054376	<b>0,001593</b>	1,000000	1,000000	0,774469	1,000000	1,000000
2000	1,000000	1,000000	0,333608	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,006776</b>	1,000000	0,856087	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000128</b>	0,870024	<b>0,049769</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
4000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000001	0,025105	0,000624	1,000000	1,000000	0,415314	1,000000	1,000000
6000	<b>0,000004</b>	<b>0,000087</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,006776</b>	<b>0,000128</b>	0,000001		1,000000	1,000000	<b>0,032397</b>	<b>0,046636</b>	0,279943	0,103511	<b>0,000067</b>
8000	0,107613	0,694148	<b>0,000223</b>	0,054376	1,000000	0,870024	0,025105	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,592515
9000	<b>0,003761</b>	<b>0,037386</b>	<b>0,000002</b>	<b>0,001593</b>	0,856087	<b>0,049769</b>	0,000624	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,030620</b>
10000	1,000000	1,000000	0,086501	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,032397</b>	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
11200	1,000000	1,000000	0,060999	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,046636</b>	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	<b>0,008244</b>	0,774469	1,000000	1,000000	0,415314	0,279943	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	<b>0,026675</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,103511	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000067</b>	0,592515	<b>0,030620</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

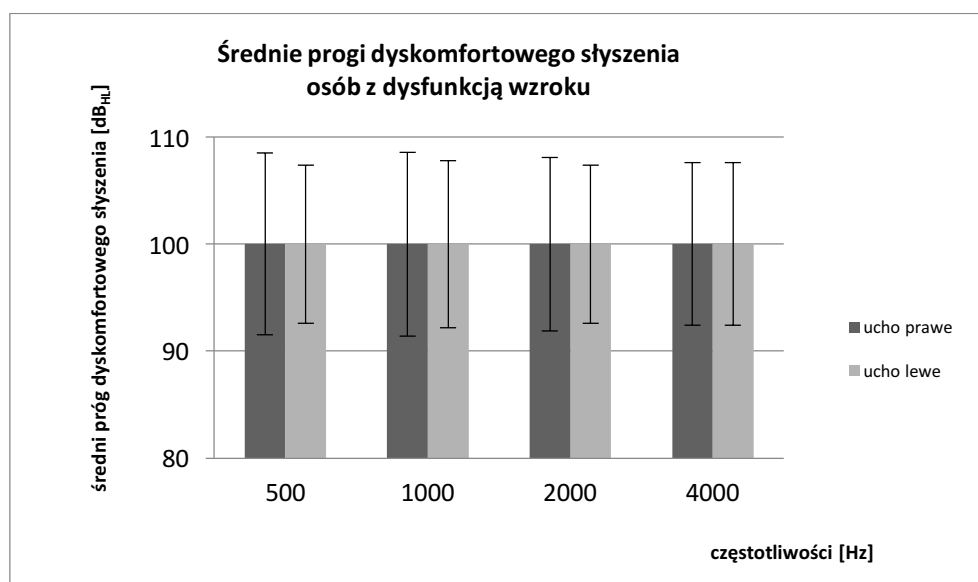
Tabela 35. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 16-24 lat

Częstotliwość [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000
125	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,001450</b>	<b>0,001450</b>	<b>0,000025</b>	<b>0,000043</b>	0,056782	<b>0,019615</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
250	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,011931</b>	<b>0,011931</b>	<b>0,000297</b>	<b>0,000494</b>	0,310429	0,121709	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
500	1,000000	1,000000	1,000000	0,107950	0,107950	<b>0,004227</b>	<b>0,006626</b>	1,000000	0,791700	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1000	<b>0,001450</b>	<b>0,011931</b>	0,107950	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2000	<b>0,001450</b>	<b>0,011931</b>	0,107950	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,031208</b>	<b>0,003673</b>	<b>0,000262</b>	<b>0,000121</b>
3000	<b>0,000025</b>	<b>0,000297</b>	<b>0,004227</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,967337	<b>0,034287</b>	<b>0,015572</b>	<b>0,000073</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000001</b>
4000	<b>0,000043</b>	<b>0,000494</b>	<b>0,006626</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,023656</b>	<b>0,000125</b>	<b>0,000006</b>	<b>0,000002</b>
6000	0,056782	0,310429	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,014014</b>	<b>0,007322</b>
8000	<b>0,019615</b>	0,121709	0,791700	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,044024</b>	<b>0,044024</b>	<b>0,002208</b>
9000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,967337	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,360001	0,214718
10000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,034287</b>	<b>0,046589</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,648321
11200	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,031208</b>	<b>0,015572</b>	<b>0,023656</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12500	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,003673</b>	<b>0,000073</b>	<b>0,000125</b>	1,000000	<b>0,044024</b>	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
14000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000262</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000006</b>	<b>0,014014</b>	<b>0,044024</b>	0,360001	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
16000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,000121</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000002</b>	<b>0,007322</b>	<b>0,002208</b>	0,214718	0,648321	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

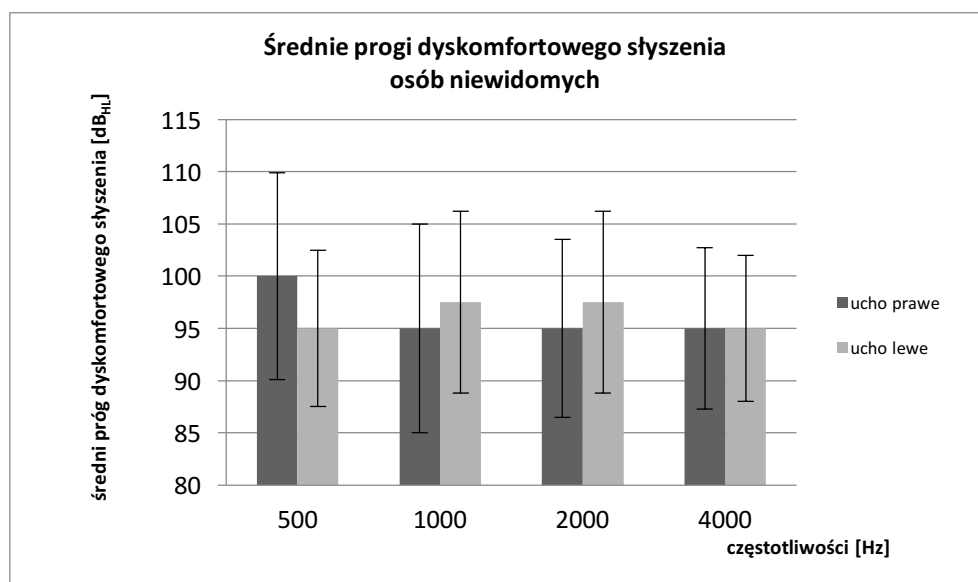
Pogrubione zostały wartości wyników istotnych statystycznie

## 6. Wyniki uzyskane w badaniu progu UCL

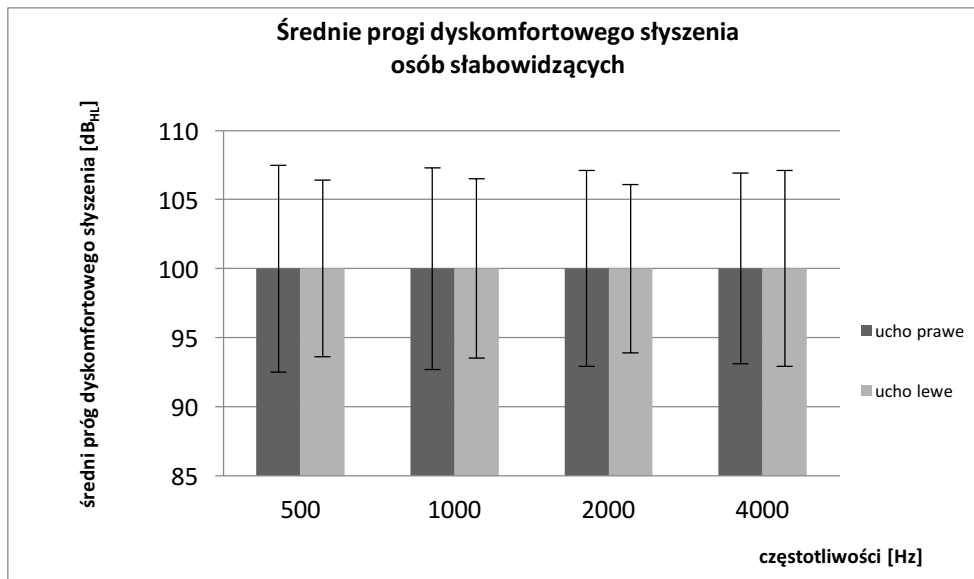
Z przeprowadzonych analiz widocznych na (Rysunkach 22-25.) można stwierdzić, że progi dyskomfortowego słyszenia dla wszystkich grup badanych znajdują się w granicach normy. Osoby badane z grupy niewidomych mają nieznacznie obniżone progi dyskomfortowego słyszenia w porównaniu z grupą osób słabowidzących i grupą porównawczą.



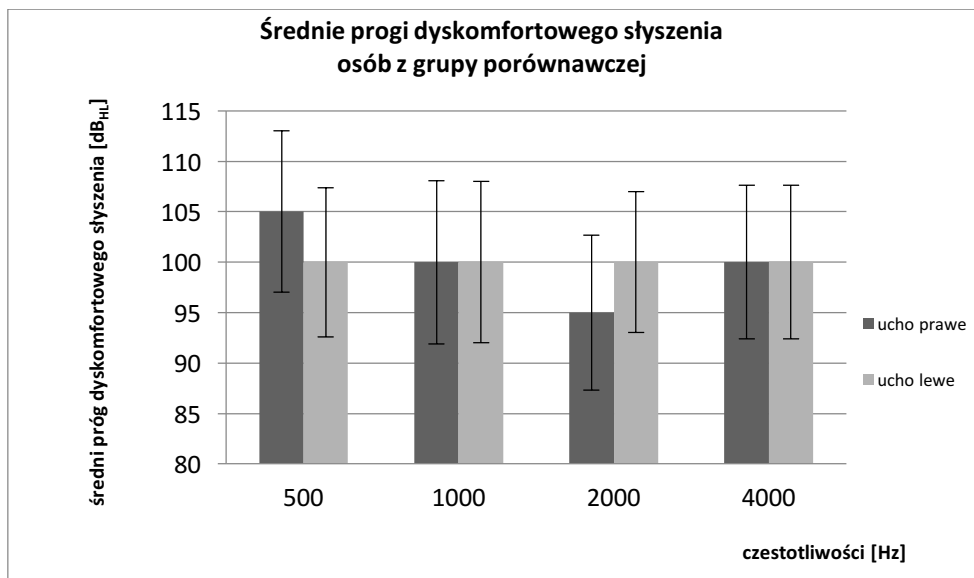
Rysunek 22. Wartości średnich progów dyskomfortowego słyszenia osób z dysfunkcją wzroku



Rysunek 23. Wartości średnich progów dyskomfortowego słyszenia osób niewidomych



Rysunek 24. Wartości średnich progów dyskomfortowego słyszenia osób słabowidzących



Rysunek 25. Wartości średnich progów dyskomfortowego słyszenia osób z grupy porównawczej

## 7. Wyniki uzyskane w badaniu posturograficznym

Porównano wyniki parametrów równowagi ciała uzyskane przez pacjentów podczas dodatkowej stymulacji bodźcami akustycznymi oraz bez nich. Wartości median i odchyłeń standardowych, jak i istotności statystyczne parametrów równowagi dla platformy o stabilnym, i niestabilnym podłożu przedstawiono w (Tabelach 36-45.). W tym celu przeprowadzono testy statystyczne: normalność rozkładu, test U Mana-Whitneya, test Wilcoxon. Sprawdzone również współczynniki korelacji: Spearmana i Pearsona, w zależności od tego, czy rozkład był normalny, czy nie.

Z przeprowadzonych analiz można zaobserwować większą wartość mediany parametrów równowagi podczas badania posturograficznego na niestabilnym podłożu dla wszystkich wykonanych badań.

W porównaniach stabilogramów na podłożu stabilnym i niestabilnym stwierdzono różnice istotnie statystyczne pomiędzy grupą osób niewidomych a grupą porównawczą i słabowidzących przy braku kontroli wzrokowej, pomiędzy parametrami równowagi (Tabela 36., 37.).

**Tabela 36. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych przy nieobecny bodźcu dźwiękowym. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie**

PLATFORMA STABILNA	Badane grupy (brak bodźca)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R			Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R
Wychylenie [mm]	-	3,7 ± 1,9	4,4 ± 2,0	5,5 ± 2,7	ns	ns	ns	3,5 ± 2,7	3,7 ± 1,5	ns
Prędkość [cm/s]	-	5,5 ± 1,6	7,1 ± 2,8	8,0 ± 3,3	p=0,000654* R=0,766613	ns	ns	6,4 ± 3,3	7,4 ± 3,1	p=0,000038* R=0,844101
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	0,9 ± 0,5	2,3 ± 1,8	2,1 ± 1,6	p=0,000001* R=0,691567	ns	ns	1,5 ± 1,1	1,3 ± 0,9	p=0,000001* R=0,673329

**Tabela 37. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o niestabilnym podłożu osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych przy nieobecny bodźcu dźwiękowym. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie**

PLATFORMA NIESTABILNA	Badane grupy (brak bodźca)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R			Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R
Wychylenie [mm]	-	5,4 ± 3,4	5,8 ± 3,3	6,5 ± 3,5	p=0,000001* R=0,777628	p=0,042502* R=0,547621	ns	4,7 ± 1,9	7,1 ± 2,8	p=0,000227* R=0,799416
Prędkość [cm/s]	-	11,5 ± 9,7	11,0 ± 5,9	16,3 ± 7,7	p=0,000009* R=0,691796	ns	ns	10,1 ± 4,6	16,0 ± 8,0	p=0,000001* R=0,763319
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	1,3 ± 0,7	4,0 ± 2,2	6,0 ± 2,0	ns	ns	ns	3,2 ± 1,7	6,3 ± 3,3	p=0,000001* R=0,570231



Przeprowadzona została także analiza parametru wychylenia, prędkości i powierzchni dla czterech stymulacji akustycznych, (Tabele 38-45.). Z zestawienia wynika, że w przypadku bodźcowania ucha prawego dźwiękiem o natężeniu 65 dB<sub>HL</sub> i częstotliwości 500 Hz w przypadku osób niewidomych wartości median wszystkich parametrów równowagi zwiększyły swoją wartość. Zarówno w badaniu na platformie o podłożu stabilnym jak i nie. Zupełnie inaczej wygląda sytuacja w przypadku osób słabowidzących bowiem z analiz danych wynika, że wartości median są mniejsze dla wszystkich parametrów w badaniu na platformie stabilnej zarówno dla obecnego jak i nie bodźca wzrokowego (oczy otwarte i zamknięte) w porównaniu do wyników badań bez obecności bodźca akustycznego, (Tabela 38., 39.).

Zaobserwowano także istotne statystycznie różnice we wszystkich trzech parametrach równowagi na platformie o niestabilnym podłożu w grupie osób słabowidzących i grupie porównawczej dla obecnego i nieobecnego bodźca wzrokowego, (Tabele 38., 39.).

**Tabela 38. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 500 Hz ucha prawego.**  
P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie

PLATFORMA STABILNA	Badane grupy (ucho prawe 500 Hz)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
Parametry równowagi	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R			Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R
Wchylenie [mm]	-	3,9 ± 2,8	3,8 ± 2,2	5,0 ± 3,8	ns	ns	ns	3,5 ± 3,1	3,8 ± 1,9	ns
Prędkość [cm/s]	-	8,7 ± 5,2	6,9 ± 4,9	6,8 ± 5,2	ns	ns	ns	5,7 ± 3,7	6,4 ± 3,5	p=0,0004654 R=0,615647
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	1,8 ± 0,7	1,3 ± 0,5	1,7 ± 0,5	p=0,007968* R=0,408713	ns	ns	1,2 ± 0,7	1,2 ± 0,9	p=0,020887* R=0,234716

**Tabela 39. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o niestabilnym podłożu osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 500 Hz ucha prawego.**  
P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie

PLATFORMA NIESTABILNA	Badane grupy (ucho prawe 500 Hz)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
Parametry równowagi	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R			Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R
Wchylenie [mm]	-	7,0 ± 5,7	5,6 ± 6,0	6,5 ± 3,4	p=0,000006* R=0,644133	p=0,003686* R=0,337573	ns	4,3 ± 2,5	6,6 ± 2,1	p=0,000091* R=0,476194
Prędkość [cm/s]	-	12,8 ± 10,1	10,7 ± 10,2	16,4 ± 7,1	p=0,000114* R=0,829268	ns	na	9,1 ± 6,5	13,7 ± 5,3	p=0,000011* R=0,338687
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	4,0 ± 3,0	4,2 ± 3,1	6,8 ± 3,8	p=0,003198* R=0,848905	ns	ns	3,0 ± 1,0	5,7 ± 4,4	p=0,020881* R=0,234176

Z przeprowadzonych analiz stabilogramów przy stymulacji bodźcem akustycznym ucha prawego o natężeniu bodźca 65 dB<sub>HL</sub> i częstotliwości 4000 Hz wynika, że wśród osób niewidomych występują wyższe wartości median zarówno dla wyników badań na platformie stabilnej i niestabilnej. Wśród osób słabowidzących wartości median na obu rodzajach platform są mniejsze przy barku bodźca wzrokowego niż z obecnym, (Tabele 40., 41.).

Dodatkowo zostały zaobserwowane różnice istotnie statystyczne dla grupy osób słabowidzących i grupy porównawczej w sytuacji braku bodźca wzrokowego i z oczyma otwartymi na platformie o niestabilnym podłożu, (Tabele 40., 41.).

**Tabela 40. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 4000 Hz ucha prawego.**

**P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie**

PLATFORMA STABILNA	Badane grupy (ucho prawe 4000 Hz)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R		Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R	
Wychylenie [mm]	-	4,5 ± 2,2	6,1 ± 4,3	5,1 ± 4,2	ns	ns	ns	3,3 ± 3,7	4,0 ± 3,0	p=0,035133* R=0,429390
Prędkość [cm/s]	-	9,0 ± 7,0	6,8 ± 4,8	5,9 ± 4,8	ns	p=0,019476* R=0,008913	ns	5,8 ± 4,3	7,0 ± 2,6	p=0,002160* R=0,710342
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	3,0 ± 1,0	3,0 ± 1,0	3,0 ± 1,0	ns	ns	ns	1,2 ± 0,8	1,6 ± 0,7	ns

**Tabela 41. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o podłożu niestabilnym osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 4000 Hz ucha prawego.**

**P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie**

PLATFORMA NIESTABILNA	Badane grupy (ucho prawe 4000 Hz)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R		Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R	
Wychylenie [mm]	-	6,4 ± 4,1	6,4 ± 6,0	6,0 ± 3,7	p=0,000061* R=0,590342	p=0,007504* R=0,102147	ns	4,5 ± 3,3	6,6 ± 2,7	p=0,035133* R=0,429390
Prędkość [cm/s]	-	12,8 ± 8,5	11,9 ± 8,1	12,7 ± 8,9	p=0,000062* R=0,589764	p=0,015814* R=0,143765	ns	9,9 ± 8,8	6,6 ± 5,6	p=0,000059* R=0,489434
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	5,0 ± 2,0	5,0 ± 1,0	4,0 ± 1,0	p=0,000002* R=0,675986	p=0,037754* R=0,243771	ns	2,0 ± 1,0	6,3 ± 2,4	p=0,000165* R=0,555647

Porównując wyniki badań przy stymulacji bodźcem słuchowym ucha lewego o natężeniu 65 dB<sub>HL</sub>, o częstotliwości 500 Hz, (Tabele 42., 43.) zaobserwowano w grupie osób niewidomych wzrost wartości mediany dla wszystkich trzech parametrów równowagi na podłożu stabilnym, natomiast na niestabilnym spadek tych wartości w porównaniu do wyników badań przy braku obecności bodźca akustycznego. W przypadku osób słabowidzących wartości median były mniejsze dla każdego z wyznaczonych parametrów z oczyma otwartymi i zamkniętymi na obu rodzajach podłoża.

Ponadto wykazano różnice istotne statystycznie dla parametru wychylenie i powierzchnia pomiędzy grupą osób niewidomych a grupą porównawczą w badaniu posturograficznym na podłożu niestabilnym, (Tabele 42., 43.).

**Tabela 42. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 500 Hz ucha lewego. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie**

PLATFORMA STABILNA	Badane grupy (ucho lewe 500 Hz)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R			Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R
Wychylenie [mm]	-	4,1 ± 2,8	3,5 ± 3,0	3,9 ± 3,6	ns	ns	ns	3,3 ± 2,5	4,1 ± 2,9	p=0,001943* R=0,627785
Prędkość [cm/s]	-	7,2 ± 6,0	6,1 ± 3,0	7,1 ± 3,5	p=0,000243* R=0,539309	ns	ns	6,2 ± 2,7	6,6 ± 3,8	p=0,017789* R=0,735987
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	1,9 ± 1,1	1,2 ± 0,8	1,6 ± 0,8	p=0,000735* R=0,453577	ns	ns	1,3 ± 0,9	1,7 ± 1,1	p=0,003276* R=0,426654

**Tabela 43. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o niestabilnym podłożu osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 500 Hz ucha lewego. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie**

PLATFORMA NIESTABILNA	Badane grupy (ucho lewe 500 Hz)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R			Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R
Wychylenie [mm]	-	4,7 ± 3,6	5,7 ± 3,5	6,6 ± 3,3	p=0,003936* R=0,830037	p=0,007876* R=0,509061	ns	4,3 ± 2,5	7,0 ± 2,3	p=0,000001* R=0,577505
Prędkość [cm/s]	-	11,2 ± 10	10,9 ± 7,5	12,6 ± 6,5	p=0,012615* R=0,762379	ns	ns	8,9 ± 6,0	11,3 ± 6,5	p=0,000001* R=0,47309
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	3,1 ± 2,2	4,0 ± 2,0	4,1 ± 2,3	ns	ns	ns	2,8 ± 1,7	6,1 ± 4,2	p=0,000104* R=0,400308

Analizując wyniki badań posturograficznych podczas stymulacji bodźcem akustycznym ucha lewego o natężeniu 65 dB<sub>HL</sub>, częstotliwości 4000 Hz zaobserwowano wzrost wartości median w grupie osób niewidomych w porównaniu do wyników badań przy braku obecności bodźca akustycznego zarówno na platformie o podłożu stabilnym i niestabilnym. Wśród osób słabowidzących można zaobserwować podobną zależność jak przy obecności bodźca akustycznego o tym samym natężeniu i częstotliwości jak dla ucha prawego. Wartości median osiągają niższe wartości w przypadku braku bodźca wzrokowego niż z. Zarówno na podłożu stabilnym i niestabilnym. Dodatkowo zaobserwowano różnice istotne statystycznie pomiędzy grupami osób słabowidzących i grupie porównawczej na obu rodzajach podłóg przy obecnym bodźcu wzrokowym (oczy otwarte), (Tabele 44., 45.).

**Tabela 44. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 4000 Hz ucha lewego. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie**

PLATFORMA STABILNA	Badane grupy (ucho lewe 4000 Hz)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R			Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R
Wychylenie [mm]	-	4,4 ± 3,1	6,1 ± 4,9	5,1 ± 3,3	p=0,022312* R=0,699702	p=0,000043* R=0,221657	ns	3,3 ± 2,5	3,7 ± 2,8	p=0,008738* R=0,562596
Prędkość [cm/s]	-	7,8 ± 2,5	7,4 ± 5,9	6,8 ± 5,5	p=0,031508* R=0,804690	p=0,011550* R=0,104532	ns	6,4 ± 2,9	7,1 ± 2,5	p=0,001355* R=0,742955
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	1,9 ± 0,7	3,3 ± 2,1	2,7 ± 1,6	ns	p=0,000807* R=0,109834	ns	1,1 ± 0,5	1,4 ± 0,3	p=0,0021656* R=0,6148797

**Tabela 45. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o niestabilnym podłożu osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 4000 Hz ucha lewego.**

**P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, \*- istotne statystycznie**

PLATFORMA NIESTABILNA	Badane grupy (ucho lewe 4000 Hz)									
	Niewidomi (n=18)		Słabowidzący (n=41)			p/R otwarte	p/R zamknięte	Grupa porównawcza (n=62)		
	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R			Oczy otwarte	Oczy zamknięte	p/R
Wychylenie [mm]	-	5,8 ± 5,1	7,1 ± 5,1	6,1 ± 4,1	ns	p=0,007504* R=0,109575	ns	4,6 ± 2,5	6,7 ± 2,9	p=0,000001* R=0,572699
Prędkość [cm/s]	-	12,3 ± 8,4	12,9 ± 10,3	13,9 ± 7,4	ns	p=0,000125* R=0,154289	ns	9,5 ± 5,3	14,5 ± 6,2	p=0,000001* R=0,575524
Powierzchnia [cm <sup>2</sup> ]	-	4,1 ± 1,7	5,0 ± 2,0	5,0 ± 2,0	ns	p=0,018749* R=0,019703	ns	2,3 ± 1,1	5,9 ± 2,5	p=0,001339* R=0,433992

## 8. Nagrania akustyczne

Wyników efektów kształcenia w obszarze nauki orientacji przestrzennej nie dało się ocenić w sposób obiektywnie mierzalny. Subiektywnie ocenili je doświadczeni tyflopodagodzy pracujący od lat z dziećmi w ośrodku.

Dotychczasowa nauka polegała na odsłuchiwaniu dostępnych z zasobów biblioteki zdarzeń akustycznych widokówek dźwiękowych, na takim poziomie natężenia dźwięku, jaki został zasugerowany przez ucznia.

W opinii tyflopodagoga umiejętność skupienia się na odsłuchiwaniu nagrania osoby z dysfunkcją widzenia ma swoje granice. Inna jest u dzieci a inna u osób starszych. Inna u słabowidzących inna u niewidomych. W przypadku najmłodszych granica skupienia wahała się od 10-15 minut, w przypadku osób starszych do 35 minut. Z obserwacji wynika, że niewidomi potrzebują krótszych a częstszych treningów niż słabowidzący.

Określenie dokładnego progu słyszenia, wyznaczenie progów MCL i UCL doprowadziło do skrócenia czasu potrzebnego na dostosowanie poziomu natężenia dźwięku

odtworzanego nagrania. Ponadto ustalenie poziomu natężenia dźwięku prezentowanego nagrania pod próg MCL zapobiegło, by nagrania były odtwarzane na zbyt niskim poziomie natężenia dźwięku, ponieważ wtedy istnieje ryzyko, że uczeń nie wysłyszy wszystkich szczegółów nagrania, niezbędnych do prawidłowej i efektywnej nauki. Jeśli nagrania byłyby odsłuchiwane na zbyt głośnym poziomie, przekraczającym próg UCL, to uczeń nie skupiłby się na odsłuchu, gdyż dźwięki te go zdekcentrują i rozdrażnią.

Z opinii tyflopédagogów wynika, że indywidualizowanie nagrań skraca czas nauki średnio o półtora o dwóch spotkań na każdą sesję.

## V. Dyskusja

Z powodu braku bodźców wizualnych, a więc dzięki większej koncentracji wewnętrznej osoby z dysfunkcjami wzroku są bardziej wrażliwe na dźwięki ich otaczające i to dzięki nim zawdzięczają większość swoich spostrzeżeń na temat świata fizycznego. Słuch jest drugim pod względem wartości kompensacyjnych zmysłem osób z deficytami widzenia. Należy on do tak zwanych teleanalizatorów, zmysłów dalekosiężnych. Oznacza to, że umożliwia odbieranie bodźców, których źródłem są przedmioty, czy zjawiska nie znajdujące się w bezpośrednim kontakcie. Chociaż uzyskana przez niego dokładność lokalizacji nie jest tak duża jak wzroku, gdyż jest o dwie wartości mniejsza, to umożliwia lokalizację we wszystkich kierunkach [157].

Osoby niewidome i słabowidzące posługują się słuchem zdecydowanie intensywniej, niż osoby prawidłowo widzące. Począwszy od wykonywania czynności dnia codziennego, po samodzielne poruszanie się.

Dla osób niewidomych i słabowidzących dźwięki mają zasadnicze znaczenie w orientacji przestrzennej. Obok znaczenia sygnalizacyjnego umożliwiają one dostrzeganie dokonujących się zmian w otoczeniu i pozwalają ustalić dokładną lokalizację oraz wykryć przeszkodę. Bodźce akustyczne umożliwiają osobom z dysfunkcją widzenia poznawać rzeczywistość nie tylko statycznie, jak to czyni dotyk, ale również dynamicznie.

Analiza wyników badań przeprowadzonych w ramach pracy pozwala stwierdzić, że średnie progi słuchowe osób niewidomych i słabowidzących nie są niższe od progów słuchowych osób prawidłowo widzących. Zauważalne jest jednak przesunięcie maksimum czułości słyszenia dla zakresu częstotliwości wyższych, od 6000 Hz do 9000 Hz w grupie badanej, w porównaniu do porównawczej, gdzie maksimum czułości słyszenia znajduje się w zakresie 3000 Hz do 4000 Hz. Zakres częstotliwości od 6000 Hz i wyżej jest charakterystyczny dla dźwięków ostrzegawczych. Można więc przypuszczać, że osoby z dysfunkcjami widzenia mają bardziej uwrażliwiony słuch na właśnie takie dźwięki a także, że częstotliwość 6000 Hz w grupie osób badanych jest najlepiej wykorzystywana i szczególnie ważna w procesie kompensacyjnym. Wyostrenie słuchu dla danej częstotliwości może być związane z powiększonymi obszarami tonotopowości kory słuchowej. Według badań obrazowych mózgu przeprowadzonych przez Kolarikai wsp. (2014) są one powiększone u osób niewidomych o współczynnik 1,8 w porównaniu z osobami prawidłowo widzącymi [125].

Badania piśmiennictwa dotyczące zdolności kompensacyjnych zmysłu słuchu u osób z dysfunkcjami widzenia, poruszają zagadnienia dotyczące między innymi: lokalizacji, echolokacji, zwiększonych możliwości dyskryminacyjnych dźwięku, słuchu absolutnego czy też zmysłu przeszkód. Dostępne źródła naukowe nie zawierają jednak informacji na temat podstawowych badań subiektywnych słuchu.

Przestrzenna lokalizacja słuchowa jest jedną z najważniejszych zdolności w nauce orientacji przestrzennej, stąd wiele doniesień piśmienniczych na ten temat. Collignon i wsp. 2007, Chen i wsp. (2006), Gougoux i wsp. (2004, 2005), Pec'a w wsp. (2007) oraz (Bogusz Witczak i wsp. (2015) wskazują na osiągnięcie nieznacznie lepszych wyników bądź porównywalnych w zakresie lokalizacji sygnałów słuchowych dorosłych osób niewidomych niż widzących [116, 119, 138-141].

Badania Chen'a i wsp. wykazały, że dorosłe osoby niewidome od urodzenia wykrywają szybciej nawet niewielkie zmiany w pozycji przestrzennej źródła dźwięku niż osoby prawidłowo widzące [139]. Pec i wsp. przeprowadzili badania dotyczące lokalizacji przestrzennej szumu białego jako źródła dźwięku. Wyniki ich badań wykazały, że znaczna część niewidomych od urodzenia bardzo precyzyjnie wskazuje położenie źródła dźwięku, jednak nie wszyscy. Niektóre osoby potrzebowały adaptacji do warunków odsłuchowych, aby dokładnie określić źródło dźwięku [141].

Gougoux i wsp (2005) przeprowadzili badania przestrzennej lokalizacji dźwięków w grupie osób niewidomych od urodzenia, niewidomych, którzy utracili wzrok we wczesnym dzieciństwie oraz prawidłowo widzących z wykorzystaniem pozytonowej tomografii emisyjnej. Ich analizy wykazały, że charakterystyka mechanizmu odbioru dźwięku różni się w każdej z tych grup. U osób niewidomych od urodzenia podczas przetwarzania dźwięku w korze potylicznej uaktywnia się jedno ognisko, u niewidomych, u których wada ujawniła się we wczesnym dzieciństwie dwa ogniska. Natomiast u osób z prawidłowym widzeniem zaobserwowano najmniejsze zdolności do analizy dźwięku w przestrzeni, co charakteryzowało się zmniejszony przepływ krwi w płacie potylicznym [119].

Nie wszystkie badania wykazały lepszą zdolność lokalizacji dźwięku u osób niewidomych od urodzenia. W badaniach Zwiers'a i wsp (2001) testowano zdolność lokalizacji dźwięku u osób niewidomych i prawidłowo widzących w warunkach bardziej złożonych, przypominających naturalne sytuacje życia codziennego. Z ich prac wynikło, że w środowisku akustycznym z dodatkowymi bodźcami niewidomi gorzej lokalizują źródło dźwięku [158]. W 2007 roku Lewald także stwierdził gorsze zdolności lokalizacyjne dźwięku u osób niewidomych od urodzenia niż u osób widzących z zasłoniętymi oczami [159].

Amadeo i wsp. (2019) zbadali zdolności lokalizacyjne dźwięku w przestrzeni i korelacje neuronowe w grupie niewidomych od urodzenia i późniejszym początku dysfunkcji (w wieku od 6 do 50 lat). Zadaniem badanych była ocena względnej pozycji drugiego bodźca. Autorzy stwierdzili, że wczesna deprywacja wzroku wpływa negatywnie na zdolności lokalizacyjne osób z dysfunkcjami widzenia. Im krótszy okres ślepoty, tym silniejsza aktywacja kontrlateralna w korze wzrokowej [160].

Cappagli i wsp (2016) także porównywali zdolności lokalizacyjne dzieci niewidomych i słabowidzących. Ich wyniki sugerują, że doświadczenie wzrokowe ma zasadnicze znaczenie w rozwoju określonych umiejętności lokalizacji przestrzennej. Ich zdaniem dzieci słabowidzące osiągały wyniki lepsze bądź równe niż dzieci widzące w tych samych zadaniach. Dzieci niewidome wykonywały zadania wolniej i gorzej [118]. W 2017 roku ci sami autorzy po raz pierwszy wykazali, że dzieci niewidome i słabowidzące nie wykazują lepszych zdolności w lokalizacji dźwięków w przeciwieństwie do niewidomych osób dorosłych. Według autorów zdolność w zakresie lokalizacji słuchowej rozwija się w wieku około 13 lat i to właśnie wtedy upodobniają się do wyników uzyskiwanych przez dorosłych. [145]. Wyniki Cappagli korelują z wcześniejszymi wynikami badań Gori, Sandini 2008 [161]. Rok wcześniej grupa badaczy Gori, Sandini (2014) wykazała, że percepcja przestrzeni osób niewidomych jest gorsza niż osób widzących, którym zasłonięto oczy. Zadaniem pacjentów była ocena, czy drugi sygnał prezentowany w badaniu był umieszczony bliżej pierwszego, czy trzeciego sygnału [126].

Przegląd piśmiennictwa na temat zdolności lokalizacji źródła dźwięku ukazuje zróżnicowane wyniki. Rozbieżności mogą wynikać z niespójnych metod badań oraz niejednorodnych grup badanych. Według Gougoux'a (2004) osoby badane były po 5 latach od utraty wzroku, według Fieger' a (2006) i Bedney'a (2012) po 9 latach, a według Vossa (2008) po 13 latach a nawet po 50 latach w przypadku Amadeo (2019).

Badania laboratoryjne wyraźnie wskazują, że osoby niewidome opanowały lepsze zdolności w zakresie rozpoznawania różnych cech fizycznych dźwięku, takich jak: zmiany barwy, wysokości oraz następstw czasowych [116, 138, 140].

Bogusz Witczak i wsp. (2015) zbadala wpływ doświadczenia muzycznego na umiejętności przetwarzania dźwięku. W eksperymencie podzieliła badanych na trzy grupy: z dużym doświadczeniem (doświadczenie muzyczne systematycznie praktykowane przez przynajmniej cztery lata), z małym doświadczeniem i bez. Wyniki jej badań wykazały, że osoby niewidome, mające duże doświadczenie muzyczne są bardziej wrażliwe na zmiany barwy



dźwięku. W badaniach także zaobserwowano wpływ długości edukacji muzycznej na rozwój kompetencji słuchowych [140].

Jednym z czynników świadczących o zdolnościach lokalizacyjnych jest umiejętność przetwarzania sygnałów echa. Lokalizacja łączy się bezpośrednio z echolokacją, czyli skanowaniem dźwięków wytwarzanych w otoczeniu przez łaskę, chód, głos i wsłuchiwanie się odbitą i powracającą falę dźwiękową. Echo może być źródłem szczegółowej informacji o lokalizacji przedmiotu, obiektu, jak i o jego rozmiarze czy kształcie. W przypadku kiedy obiekt jest miękki, dźwięk ulega prawie całkowitemu pochłonięciu. Natomiast, gdy osoba z dysfunkcją wzroku jest świadoma specyfiki cech, to może wiele wywnioskować na temat obiektu znajdującego się w miejscu, w którym aktualnie przebywa, bądź się porusza [162]. Pierwsze badania zajmujące się zjawiskiem echolokacji wykorzystywanej wśród ludzi pojawiły się w 1940 roku. Wzięły w nich udział dwie osoby niewidome i dwie osoby widzące z zawiązanymi oczami. Ich zadaniem było wykrycie przedmiotów (przeszkód rozstawionych w holu) na podstawie dźwięków odbitych. Badacze doszli do wniosków, że w wykrywaniu obecności przeszkód pomocne są wrażenia słuchowe a nie skórne, tak jak myślano wcześniej [163].

W zakresie zdolności wykorzystywania echolokacji wśród osób z dysfunkcjami widzenia interesujące wyniki przynosi ostatnie dziesięciolecie. Schenkenman i wsp. (2010) zbadali zdolności do wykrywania nagranych dźwięków w obecności obiektu odbijającego dźwięk, jakim był aluminiowy dysk. Ich eksperyment polegał na nagraniu dźwięków w sali konferencyjnej oraz w komorze bezechowej. Kolejno zapisy były prezentowane grupie dorosłych osób niewidomych i widzących a ich zadaniem było określenie, który z zaprezentowanych dźwięków był utrwalony w obecności aluminiowego dysku. Przeprowadzone badania wykazały, że osoby niewidome udzieliły więcej poprawnych odpowiedzi niż widzący [130]. Thaler i wsp. (2011) zbadali aktywność mózgu przy pomocy funkcjonalnego rezonansu magnetycznego podczas posługiwania się echolokacją. W ich pracach wzięli udział dwaj niewidomi eksperci. Daniel Kish, który nauczył się korzystać z echolokacji samodzielnie oraz Brian Bushway, który stracił wzrok w wieku dziecięcym i został echolokacji nauczony. Test wykazał wzrost aktywności w obrębie pól wzrokowych podczas słuchania przez niewidomych dźwięków odbitych. W przypadku osób widzących nie zaobserwowano wzrostu aktywności tych pól [124]. Kolarik i wsp. (2017) w swych badaniach dotyczących wykrywania przeszkód przy jednakowym treningu przez osoby niewidome, słabowidzące i widzące wykazał lepsze wykorzystywanie echolokacji wśród osób

niewidomych. W obserwacjach tych samych autorów wydajność nawigacji przy pomocy wskazówek słuchowych również była lepsza u niewidomych uczestników badania [128].

Desprei wsp (2005), Kalat (2006) oraz Kolarik (2017) udowadniają, że systematyczny trening postrzegania przedmiotów przy pomocy zmysłu słuchu umożliwia rozwinięcie zdolności echolokacyjnych każdej osobie, niezależnie, czy ma dysfunkcję wzroku, czy nie [8, 128, 164].

W badaniach przeprowadzonych w ramach pracy, nie stwierdzono różnic w progach słyszenia wśród osób niewidomych i słabowidzących w odniesieniu do momentu utraty wzroku. Można więc wnioskować, że wyostrenie słuchu jest efektem treningu słuchowego oraz większej wrażliwości na otaczające dźwięki.

Badania wykazały, że w procesie kompensacyjnym osób z dysfunkcjami widzenia niezwykle istotną rolę odgrywa częstotliwość 6000 Hz, dlatego kontynuacja badań dla większej grupy osób z nieprawidłowościami wzrokowymi jest uzasadniona.

W rozwoju orientacji przestrzennej wśród osób niewidomych i słabowidzących istotne jest, aby kompensacja zmysłowa wykorzystywała maksymalny potencjał z każdego z funkcjonujących zmysłów.

Równowaga jest umiejętnością, która umożliwia ciało utrzymanie w przestrzeni. Warunkiem zachowania stabilnej postawy jest utrzymywanie rzutu środka ciężkości w obrębie powierzchni podparcia stóp. Zdolność ta jest jednak cechą indywidualną, uwarunkowaną genetycznie i środowiskowo [165].

Za położenie środka ciężkości w odniesieniu do sił grawitacji odpowiedzialne są: narząd przedsionkowy (błędnikowy), narząd wzroku i narząd czucia głębokiego. Ich użyteczność jest zmienna w zależności od warunków zewnętrznych [166]. Zadaniem układu równowagi jest informowanie o pozycji, prędkości ruchu ciała, na wychylenia środka ciężkości, nadzór nad ruchem gałek ocznych [167]. W systemie odpowiedzialnym za utrzymanie równowagi można wyróżnić dwa oddzielne układy, które są od siebie zależne. Układ somatosensoryczny, stabilizujący spojrzenie oraz układ przedsionkowy, stabilizujący postawę ciała w spoczynku i ruchu. Zadaniem układu somatosensorycznego jest kontrolowanie kierunku i ostrości widzenia podczas ruchów głowy i ciała. Natomiast przedsionkowego informowanie o relacji głowy względem działających na nią sił, takich jak grawitacja, przyspieszenia liniowe i kątowe. Ponadto układ przedsionkowy poprzez odruchy przedsionkowo-rdzeniowe ma wpływ na czynności mięśni szkieletowych [168, 169]. Jednak, aby układ równowagi prawidłowo działał niezbędna jest symetria w odbiorze i przesyłaniu bodźców z obu przedsionków. Zaburzenie, któregokolwiek z nich może spowodować pojawienie się trudności

w funkcjonowaniu i poruszaniu się [89]. Według piśmiennictwa dysfunkcje wzroku mogą zmniejszyć liczbę informacji o położeniu ciała w przestrzeni, co wpłynie negatywnie na stabilność organizmu, powodując większe zachwiania równowagi [169].

W badaniach własnych grupa osób niewidomych w wieku 9-24 lata uzyskała nieznacznie wyższy poziom sprawności regulacji ciała w pozycji stojącej niż osoby z grupy kontrolnej i osoby słabowidzące, jednak wyniki nie były istotne statystycznie. Dane te są zgodne z badaniami Poliszczuk w wsp.(2006), którzy porównywali zdolności do zachowania równowagi niewidomych dziewczynek oraz gimnastyczek artystycznych. Autorzy nie stwierdzili różnic istotnych statystycznie pomiędzy badanymi grupami [170]. Podobne wyniki uzyskał w 2008 roku Houwen i wsp. badający sprawność regulacji ciała u dzieci z dysfunkcją wzroku w wieku 7-10 lat [93]. W 2010 roku Rutkowska i wsp. porównywali równowagę ciała chłopców niewidomych i pełnosprawnych w wieku 6-16 lat. Udowodnili, że dysfunkcja narządu wzroku nie ma wpływu na równowagę ciała w pozycji stojącej [91]. W 2011 Schwesig i wsp oraz w 2013 roku Wiszomirska i wsp. wykazali, że osoby z dysfunkcją wzroku osiągają podobne wyniki w pozycji stojącej, jak osoby widzące [171, 172].

W piśmiennictwie dominuje jednak pogląd, że brak kontroli wzrokowej podczas rozwoju umiejętności motorycznych powoduje niewłaściwe tworzenie koordynacji ruchowej, gorszą stabilność. Już w latach dziewięćdziesiątych Skolimowski i wsp. porównywali równowagę ciała osób pełnosprawnych z osobami z dysfunkcją wzroku w wieku 12-16 lat. Badacze udowodnili, że osoby niewidome osiągają gorsze wyniki stabilograficzne niż osoby widzące [173]. W 2006 roku Brambring udowodnił, że brak informacji wzrokowej ogranicza zdolności w regulacji równowagi ciała [75]. Podobnie w 2009 roku Giagazoglou i wsp. w swoich badaniach wykazali słabszą równowagę osób niewidomych niż widzących [82]. W badaniach Kaźmierczak z 2016 roku niewidome kobiety uzyskały gorsze wyniki niż kobiety o prawidłowym widzeniu [89].

W piśmiennictwie można także znaleźć informacje, że zachowanie choćby niewielkiego pola widzenia znacznie ułatwia orientację przestrzenną. Przez co osoby słabowidzące szybciej i łatwiej kompensują zachwiania równowagi. Przeprowadzone badania Kaźmierczak i wsp. (2016) wykazały, że osoby słabowidzące uzyskały zbliżone wyniki stabilogramów do osób prawidłowo widzących [89]. Takie same wyniki w 2008 roku uzyskała Gawlik oraz Panakin (2018) [95, 151].

Wyniki badań własnych wykazują również poprawę stabilności posturalnej osób słabowidzących w obecności bodźca dźwiękowego. Lewald i wsp. wykazali, że osoby, które

straciły wzrok w dzieciństwie, bądź mają problemy ze wzrokiem, od dawna mogą wykorzystywać informacje słuchowe, aby zorientować się w otoczeniu [159]. W 2019 roku Sioud i wsp. zbadali wpływ obecności bodźca dźwiękowego na stabilność posturalną z dysfunkcją widzenia. Wyniki ich udowodniły, że obecność dźwięku poprawia stabilność postawy osób z zaburzeniami widzenia w porównaniu do osób widzących [174].

Przeprowadzone badania sygnalizują, jak ważny u osób niewidomych i słabowidzących jest rozwój percepcji i mechanizmów kompensacyjnych. Przeprowadzone badania dotyczące badania równowagi osób z dysfunkcjami widzenia dają istotny obraz rozwoju. Jednakże formułowanie jednoznacznych wniosków na podstawie wszystkich uzyskanych wyników, musi być bardzo ostrożne, bowiem istnieje mało doniesień literaturowych w tym obszarze. Grupa badana osób niewidomych nie była zbyt liczna, istniały dysproporcje liczbowe w grupie osób niewidomych a słabowidzących i porównawczej.

Być może poszerzenie badań posturograficznych z zakłócającym bodźcem akustycznym o częstotliwości 6000 Hz wśród osób z dysfunkcjami widzenia da zupełnie inny obraz wyników. Dlatego kontynuacja badań w tym kierunku jest niezwykle potrzebna i być może okaże się przydatna w rehabilitacji, nauce orientacji przestrzennej tej grupy osób.

Liczba sytuacji trudnych i niebezpiecznych dla osób niewidomych i słabowidzących jest zdecydowanie większa niż u osób prawidłowo widzących. Brak wzroku zakłóca wzajemny układ człowieka ze środowiskiem, które dostosowane jest do widzących. Z tego powodu osoby z dysfunkcjami wzroku mają utrudnione niemal wszystkie czynności dnia codziennego oraz zachowanie się w sytuacjach społecznych.

Trudności napotymane przez osoby z niepełnosprawnością wzrokową zależą od środowiska zewnętrznego, w jakim się poruszają oraz od stanu psychicznego związanego ze strachem, obawą o życie i zdrowie, pamięcią i koncentracją. Wśród trudności związanych ze środowiskiem zewnętrznym należy uwzględnić, czy osoba z dysfunkcjami widzenia porusza się w przestrzeni zamkniętej czy też otwartej. Do problemów z samodzielnym poruszaniem się w pomieszczeniach zamkniętych można zaliczyć: wchodzenie, potykanie się o różnego rodzaju sprzęty domowe, niedosunięte szuflady, niedomknięte drzwi od pomieszczeń, czy też drzwiczki od szafek. Ponadto niedostosowanie powierzchni płaskich, takich jak śliskie podłogi, krótkie podwijające się dywany, nierówności parkietu. Aby osoba z dysfunkcją wzroku mogła poradzić sobie ze wszystkimi wyżej wymienionymi trudnościami musi wypracować sobie swój własny sposób poruszania się, ponadto powinna zaadaptować pomieszczenie według swoich potrzeb.

W przypadku poruszania się osoby z dysfunkcją widzenia w przestrzeni otwartej należy zwrócić uwagę na trudności spowodowane niesprzyjającymi warunkami atmosferycznymi, poruszaniem się po śniegu czy lodzie, wiejącym wiatrem i padającym deszczem. Takie sytuacje powodują, że osoba z dysfunkcją widzenia otrzymuje niedostateczną liczbę informacji docierających ze środowiska zewnętrznego, przez co źle interpretuje uzyskane komunikaty, co w konsekwencji może spowodować większe prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji zagrażających zdrowiu i życiu.

Osoby z dysfunkcją widzenia przy niesprzyjających warunkach atmosferycznych mogą zetknąć się różnymi rodzajami trudności np.: terenowymi, poznawczymi, lokomocyjnymi, mechanicznymi, psychologicznymi oraz społecznymi. W przypadku zmiany nawierzchni spowodowanej np. leżącym śniegiem, czy też lodem osoba z niepełnosprawnością wzrokową ma problem związany z orientacją, przez co angażuje większą sprawność umysłową oraz fizyczną, ponieważ ma trudności z poruszaniem się oraz utrzymaniem prawidłowej równowagi. Ponadto u takich osób wyzwalają się wówczas reakcje emocjonalne oraz stresogenne, powodujące brak wiary w siebie oraz lęk.

Kolejnym utrudnieniem dla osób z dysfunkcjami widzenia spowodowanym niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi jest sam ubiór. Może on powodować zakłócenia w odbiorze informacji ze środowiska zewnętrznego. Elementy takie jak czapka, nauszники powodują zniekształcenia ważnych wskazówek słuchowych. Uniemożliwiają prawidłowe zlokalizowanie dźwięku. Rękawice mogą ograniczyć dopływ informacji z otoczenia przekazywanych przez laskę. Buty na grubej podeszwie mogą obniżyć dopływ wskazówek (wibracji) dochodzących z nawierzchni.

W przypadku wiatru i deszczu problemem może być zamaskowanie wielu informacji dźwiękowych. Wiatr, który wieje na osobę z problemami wzrokowymi może powodować, że niektóre z dźwięków mogą wydawać się głośniejsze niż są w rzeczywistości, inne natomiast mogą zostać zagłuszone. W związku z tym osoba niewidoma może mieć problem z określeniem odległości, usłyszeniem sygnalizacji świetlnej, czy też zorientowaniu się, w jakim miejscu na ulicy rzeczywiście się znajduje. Ponadto może mieć problemy z panowaniem nad laską. Musi wkładać więcej wysiłku, aby precyzyjnie nią manewrować. W przypadku dość silnych podmuchów wiatru osoba niewidoma czy słabowidząca może mieć problem z szybkością chodzenia.

Przy poruszaniu się w przestrzeni otwartej nie tylko warunki atmosferyczne mają negatywny wpływ i powodują trudności w samodzielnym chodzeniu. Do kłopotów w poruszaniu się osób z dysfunkcjami widzenia mogą przyczynić się także bariery

techniczne takie jak: bariery architektoniczne, urbanistyczne, komunikacyjne, czy też funkcjonalno-organizacyjne. Do trudności architektonicznych należą przede wszystkim strome schody oraz wyrównana nawierzchnia. Osoba niewidoma ma duże komplikacje podczas przechodzenia przez jezdnię, gdyż ma problem z wycuciem ulicy i zatrzymaniem się przed nią. Zmiana nawierzchni informująca o zbliżaniu się do schodów pojawia się bardzo rzadko. Często jedyną wskazówką dla niewidomego jest informacja o zmianie poziomu odbierana przez laskę, czy też informacja z ruchu pieszych.

Wśród barier komunikacyjnych należy zwrócić szczególną uwagę na różnorodne modele autobusów, brak informacji słownej na przystankach zapowiadającej kolejny przystanek oraz trudności w znalezieniu przystanku. Bariery te są bezpośrednio związane z funkcjonalno-organizacyjnymi, gdyż środki komunikacji miejskiej mają często opóźnienia. Osoba niewidoma chcąc samodzielnie podróżować, zna rozkłady jazdy autobusu czy tramwaju na pamięć. Takie opóźnienie może spowodować dużą dezorientację.

Do trudności spowodowanych barierami urbanistycznymi należą: komplikacje przy przejściach przez ulicę spowodowane niedostosowaniem dźwięków sygnalizacji świetlnej, przejścia przez ulicę dwupasmową przy zbyt szybkiej zmianie światła na czerwone. Wpadanie na przeszkody takie jak: ławki, gabloty reklamowe, śmietniki, rusztowania, parkujące w niedozwolonych miejscach samochody. Przeszkodę mogą stanowić także wiszące elementy, które nie są wykrywane laską.

Wszystkie wyżej wymienione trudności mogą przyczynić się do izolacji osób niepełnosprawnych wzrokowo. Uniemożliwiają tym osobą samodzielne poruszanie się, nie pozwalają wykonywać czynności dnia codziennego. Poprzez to niekiedy psychika osób niewidomych jest zdegradowana, a proces rehabilitacji utrudniony. Konieczne jest zatem ukształtowanie takiej struktury otoczenia, która pozwoli na w miarę swobodne poruszanie się oraz wspomocze proces pełnej rehabilitacji.

Rozwijanie zdolności samodzielnego funkcjonowania, powinno być najbardziej znaczącym celem, podczas procesu rehabilitacyjnego prowadzonego z dziećmi z uszkodzonym wzrokiem. Dlatego też rehabilitanci powinni dążyć do tego, aby dzieci już od najmłodszych lat miały szansę, jak najskuteczniej przygotować się do zachowań akceptowalnych społecznie i by mogły w sposób, jak najbardziej bezpieczny samodzielnie funkcjonować. Nadrzędnym celem procesu rehabilitacji nauki orientacji przestrzennej (w przypadku dzieci bez dodatkowych ograniczeń) nie jest nauka tras, lecz bezpieczne i samodzielne poruszanie się w środowisku zarówno znanym, jak i nieznanym. Dlatego niezwykle ważne jest zaznajamianie dzieci już od najmłodszych lat ze wszystkimi dźwiękami, z jakimi mogą się spotkać. dzieci

z Dysfunkcją widzenia najczęściej uczęszczają do szkół specjalnych, mieszkają w internatach, gdzie nie mają możliwości obcowania ze wszystkimi dźwiękami otaczającego je świata. W tym celu zostały stworzone dla nich nagrania edukacyjne w formie widokówek dźwiękowych. Nagrania te mają umożliwić osobom z dysfunkcjami widzenia zaznajomienie się, poznanie, powtórzenie, ukazanie znanego lub nieznanego dźwięku w różnych sytuacjach akustycznych.

W pracy wykazano, że zindywidualizowanie edukacji w zakresie orientacji przestrzennej zwiększa efektywność jej nauczania. Należy tak dopasować program nauki uczniowi, aby odsłuchiwanie dźwięki nie były odtwarzane na zbyt niskim poziomie natężenia dźwięku, ponieważ wówczas nie zostaną uchwycone przez słuchacza wszystkie detale. Ponadto kiedy widokówki dźwiękowe będą odtwarzane na zbyt głośnym poziomie natężenia dźwięku, to nauka nie będzie przyjemna, wręcz drażniąca i denerwująca. Zoptymalizowanie poziomów natężenia dźwięku odtwarzanego słuchowiska umożliwi uczniowi bardziej efektywną i przyjemną naukę.

Odpowiednio przygotowane trasy dźwiękowe z wykorzystaniem w ramach pracy metod indywidualnego poziomu ich odtwarzania mogą ułatwić i podnieść efektywność nauczania orientacji przestrzennej osób niewidomych i słabowidzących. Pozwoli to osobom z dysfunkcjami widzenia poczuć się bezpieczniej, będą one mogły lepiej orientować się w nieznanym środowisku.

## VI. Wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:

1. Indywidualizowany program do nauki orientacji przestrzennej skraca czas przyswojenia materiału edukacyjnego u osób z dysfunkcjami widzenia, umożliwiając efektywniejszą naukę.
2. U osób z dysfunkcją widzenia nie stwierdzono obniżenia progów słyszenia w porównaniu z osobami prawidłowo widzącymi. W grupie badanej stwierdzono jednak większe uwrażliwienie słuchu dla częstotliwości 6000 Hz, poprzez wyraźne obniżenie progów słuchowych dla tej częstotliwości. Oznacza to, że w procesie kompensacyjnym u osób niewidomych i słabowidzących najlepiej wykorzystywana jest częstotliwość 6000 Hz.
3. Zauważalne jest przesunięcie maksimum czułości słyszenia dla zakresu 6000 Hz - 9000 Hz w grupie badanej. Tętony z tego zakresu częstotliwości są charakterystyczne dla dźwięków z grupy ostrzegawczych, które w procesie nauki orientacji przestrzennej są bardzo istotne.
4. Osoby niewidome charakteryzują się wyższym poziomem sprawności regulacji ciała w pozycji stojącej na platformie stabilnej niż osoby słabowidzące przy braku obecności bodźca zakłócającego, a bodziec o częstotliwości 500 Hz, natężeniu 65 dB<sub>HL</sub> wpływa na poprawę stabilności posturalnej u osób słabowidzących.



## VII. Streszczenie

**Wstęp:** Dla osób niewidomych i słabowidzących dźwięki mają zasadnicze znaczenie w orientacji przestrzennej. Obok wartości sygnalizacyjnej umożliwiają one dostrzeganie dokonujących się zmian w otoczeniu, pozwalają ustalić dokładną lokalizację oraz wykryć przeszkodę. Bodźce akustyczne pozwalają osobom z dysfunkcją widzenia poznawać rzeczywistość nie tylko statycznie, jak w przypadku dotyku ale również dynamicznie. Słuch odgrywa szczególną rolę w procesie kompensacyjnym u osób z dysfunkcją widzenia. Zarówno zmysł wzrok jak i zmysł słuchu są teleanalizatorami, czyli odbierają bodźce, których źródłem są zjawiska i przedmioty nie będące w bezpośrednim kontakcie z receptorami.

**Cel pracy:** Nadrzędnym celem pracy jest udoskonalenie i zindywidualizowanie programu nauczania orientacji przestrzennej wśród osób niewidomych i słabowidzących w oparciu o kompleksowe badania układu słuchowego. Celami szczegółowymi pracy są:

- Zbadanie wpływu zindywidualizowanych nagrań akustycznych na naukę orientacji przestrzennej.
- Ocena porównawcza progów słuchowych osób z dysfunkcją widzenia i osób prawidłowo widzących.
- Weryfikacja zakresu najlepszej słyszalności u osób niewidomych, słabowidzących i prawidłowo widzących.
- Ocena wpływu dodatkowych bodźców słuchowych na stabilność posturalną w grupie osób z dysfunkcjami widzenia.

**Materiał i metody:** W badaniu wzięło udział 60 osób, 18 osób niewidomych od urodzenia i 42 osoby słabowidzące oraz 62 osoby prawidłowo widzące, które stanowiły grupę porównawczą. W ramach diagnostyki układu słuchowego przeprowadzono komplet badań: otoskopia, próby stroikowe, audiometria tonalna, audiometria tonalna o poszerzonym zakresie częstotliwości oraz otoemisja akustyczna. Oceny narządu równowagi dokonano przy pomocy platformy posturograficznej na dwóch rodzajach powierzchni, statycznej i niestabilnej z wykorzystaniem dwóch akustycznych bodźców zakłócających. W ramach pracy nagrano zestaw widokówek dźwiękowych indywidualnie dopasowanych dla ucznia.

**Wyniki:** Badania wykazały, że słuch osób z dysfunkcją widzenia jest bardziej uwrażliwiony na częstotliwości z zakresu charakterystycznego dla dźwięków ostrzegawczych. W procesie kompensacyjnym najlepiej wykorzystywana jest częstotliwość 6000 Hz. Ponadto zauważalne jest przesunięcie maksimum czułości słyszenia dla zakresu częstotliwości 6000 Hz - 9000 Hz. Zauważono także wyższe poziomy sprawności regulacji ciała w pozycji stojącej na platformie

stabilnej wśród osób niewidomych niż osób słabowidzących i osób z grupy porównawczej. Wykazano także poprawę stabilności posturalnej wśród osób słabowidzących w obecności akustycznych bodźców zakłócających.

**Wnioski:** Z przeprowadzonych badań wynika, że zindywidualizowany program do nauki orientacji przestrzennej skraca czas przyswojenia materiału edukacyjnego u osób z dysfunkcjami widzenia. Ponadto osoby z dysfunkcją widzenia nie mają obniżonych progów słyszenia w porównaniu do osób prawidłowo widzących. Słuch osób z dysfunkcją widzenia jest lepiej uwrażliwiony. W procesie kompensacyjnym u osób niewidomych i słabowidzących najlepiej wykorzystywana jest częstotliwość 6000 Hz, o czym świadczy powtarzające się obniżenie progów słyszenia dla tej częstotliwości. Wśród osób z dysfunkcją widzenia zauważalne jest przesunięcie maksimum czułości słyszenia dla zakresu częstotliwości 6000 Hz - 9000 Hz. Tętony z tego zakresu częstotliwości są charakterystyczne dla dźwięków z grupy ostrzegawczych, które w procesie nauki orientacji przestrzennej są bardzo istotne. Osoby niewidome charakteryzują się wyższym poziomem sprawności regulacji ciała w pozycji stojącej na platformie stabilnej niż osoby słabowidzące przy braku obecności bodźca zakłócającego. Ponadto bodziec o częstotliwości 500 Hz, natężeniu 65 dB<sub>HL</sub> wpływa na poprawę stabilności posturalnej osób słabowidzących.

**Słowa kluczowe:** niewidomi, słabowidzący, orientacja przestrzenna, kompensacja, słuch

## VIII. Abstract

**“The use of a sounds library in learning the spatial orientation by blind and visually impaired people.”**

**Introduction:** For the blind and visually impaired, sounds are an essential part of the spatial orientation. In addition to the signaling value, they allow you to see the changes taking place in the environment, which will enable you to determine the exact location and detect an obstacle. Acoustic stimuli enable people with vision impairment to learn reality not only statically, as in the case of touch, but also dynamically. Hearing plays a unique role in the compensatory process in people with visual impairments. Both the sight and hearing senses are teleanalizers, i.e, they receive stimuli derived from the phenomena and objects not being in the direct contact with receptors.

**Aim of the work:** The main aim of the work is to improve and individualize the curriculum for spatial orientation among blind and visually impaired people based on the complex research of the auditory system. The specific objectives of the work are:

To investigate the impact of individualized acoustic recordings on learning spatial orientation.  
Comparative assessment of hearing thresholds for visually impaired and the sighted people.  
Verification of the best audibility range for the blind, visually impaired and the sighted people.  
Assessment of the impact of additional auditory stimuli on postural stability in people with visual impairments.

**Material and methods:** The study involved 60 people, i.e. 18 born blind people and 42 visually impaired ones. 62 sighted people were a comparative group. As part of the diagnosis of the auditory system, a complete set of tests was performed: otoscopy, reed tests, pure tone audiometry, tone audiometry with an extended frequency range, and otoacoustic emission. The equilibrium organ was assessed with the help of a posturography platform on two types of the surface, static and unstable, using two acoustic interference stimuli. As part of the work, a set of sound cards individually tailored to the student were recorded.

**Results:** Studies have shown that visually impaired people are more sensitive to frequencies within the range of warning sounds. The 6000 Hz frequency is best used by those people in the compensation process. Also, there is a shift in the maximum hearing sensitivity to the 6000 Hz - 9000 Hz range. Higher levels of the body regulation efficiency in a standing position on a stable platform are also observed among blind people rather than visually impaired people

and people from the comparative group. It has also shown the improvement of the postural stability among visually impaired people in the presence of disturbing acoustic stimuli.

**Conclusions:** The research shows that an individualized program for learning spatial orientation shortens the time of learning educational material in people with visual impairments. Also, people with visual impairments do not have reduced hearing thresholds compared to those with normal vision. Hearing among the people with visual impairments is more sensitive. In the compensation process for blind and visually impaired people, the best used frequency is 6000 Hz, as evidenced by the repeated decrease in hearing thresholds for this frequency.

Among people with a vision impairment, there is a noticeable shift in the maximum sensitivity of hearing to the frequency range 6000 Hz - 9000 Hz. The tones in this frequency range are characteristic for sounds from the warning group, which are very important in the process of learning spatial orientation.

Blind people are characterized by a higher level of body regulation efficiency in a standing position on a stable platform than visually impaired people in the absence of an interfering stimulus. Also, a stimulus with a frequency of 500 Hz and 65 dB<sub>HL</sub> improves the visually impaired postural stability.

**Keywords:** blind, visually impaired, spatial orientation, compensation, hearing

## IX. Bibliografia

1. Bourne R., Flaxman S., Braithwaite T., Cicinelli M., Das A., Jonas J., Keeffe J., Kempen J., Leasher J., Limburg H., Naidoo K., Pesudovs K., Resnikoff S., Silvester A., Stevens G., Tahhan N., Wong T., Taylor H. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Global Health* 2017; 5(9): 888-897.
2. Papadopoulos K., Papadimitriou, K., Koutsoklenis A. The Role of Auditory Cues in the Spatial Knowledge of Blind Individuals. *International Journal of Special Education* 2012; 27(2):169-180.
3. Mróz E., Rząs J. Różnice w odbiorze świata poprzez zmysły. *Niewidomi i synesteci. Rocznik Kognitywistyczny* 2011; 5: 143- 150.
4. Rosiński A. Przestrzenna lokalizacja dźwięku u osób z niepełnosprawnością wzrokową. *Discourses of Special Education* 2017; 6: 211-219.
5. Walkiewicz-Krutak M. Aktywna i pasywna echolokacja jako element percepcji słuchowej i orientacji przestrzennej osób niewidomych. *Discourses of Special Education* 2019; 34: 1-25.
6. Lewald J. Exceptional ability of blind humans to hear sound motion: implications for the emergence of auditory space. *Neuropsychologia* 2013; 51(1): 181-186.
7. King AJ. Crossmodal plasticity and hearing capabilities following blindness. *Cell and Tissue Research* 2015; 361: 295–300.
8. Despre´O., Candas V., Dufour A. Auditory compensation in myopic humans: Involvement of binaural, monaural, or echo cues? *Brain Research* 2005;11: 56- 65.
9. Miler-Zdanowska K. Wykorzystanie nowych technologii w orientacji przestrzennej osób z niepełnosprawnością wzroku. *Interdyscyplinarne Konteksty Pedagogiki Specjalnej* 2017; 18: 59-72.
10. Kliian M., Paplińska M. Nauczanie orientacji przestrzennej osób niewidomych i słabowidzących z niepełnosprawnością złożoną. *Niepełnosprawność i Rehabilitacja* 2009;1: 101-116.
11. Kolarik A., Scarfe A., Moore B., Pardhan S. Blindness enhances auditory obstacle circumvention: Assessing echolocation, sensory substitution, and visual-based navigation. *PLoS One* 2017; 12: 16-20.

12. Kolarik AJ., Scarfe AC., Moore BCJ., Pardhan S. An assessment of auditory-guided locomotion in an obstacle circumvention task. *Experimental Brain Research* 2016; 234: 1725–35.
13. Finocchietti S., Cappagli G., Gori, M. Auditory spatial recalibration in congenital blind individuals. *Frontiers in Neuroscience* 2017; 11: 76.
14. Guzik-Makaruk EM., Jurgielewicz-Delegacz E. Badania nad bezpieczeństwem osób z niepełnosprawnościami, w tym osób niewidomych i słabowidzących, uczestniczących w ruchu drogowym. *Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania* 2016; 1(18): 27-41.
15. Sękowska Z. Wprowadzenie do pedagogiki specjalnej. WSPS, Warszawa, 1998.
16. Jęczmyk Z. Orientacja przestrzenna polemika. *Tyfłowski* 2009; 2: 8-11.
17. Nilsson ME., Schenkman BN. Blind people are more sensitive than sighted people to binaural sound-location cues, particularly inter-aural level differences. *Hearing Research* 2016; 332: 223–232.
18. Rutkowska I., Skowroński W. A comparison of body balance of blind children aged 7-16 years in sex and age categories. *Studies in Physical Culture & Tourism* 2007; 14: 284-292.
19. Tomomitsu, MS., Alonso AC., Morimoto E., Bobbio G., Greve J. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics* 2017; 68(4): 517-521.
20. Vali-Zadeh A., Rezazadeh F., A'ali S., Mostafa-Zadeh A. Comparison of static balance among blind, deaf and normal children in different conditions. *Archives of Rehabilitation* 2014; 14(4): 106-112.
21. Pascolini D., Mariotti S. Global estimates of visual impairment. *British Journal of Ophthalmology* 2010; 96(5): 614-618.
22. World Health Organization. (2014). Visual impairment and blindness Fact Sheet N 282. Retrieved June, 21, 2016.
23. World Health Organization. Visual impairment and blindness 2010. Updated May 2010. [Online] Dostęp 24.06.2019, [http://www.who.int/blindness/data\\_maps/](http://www.who.int/blindness/data_maps/).
24. World Health Organization. State of the world's sight: VISION 2020: the Right to Sight: 1999-2005.
25. Zawadzka M., Kałka K., Henrykowska G., Dziedziczak-Buczyńska M., Buczyński A. Analysis of environmental and socio-economic determinants affecting the incidence of vision impairment in the Jędrzejów Country population. *Problemy Higieny Epidemiologii* 2013; 94(2): 199-204.

26. Główny Urząd Statystyczny, Stan zdrowia ludności Polski w 2014 r., GUS Warszawa, 2016. [Online] Dostęp 20.07.2019,  
<http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/stan-zdrowia-ludnosci-polski-w-2014-r-,6,6.html>.08.
27. Główny Urząd Statystyczny, Stan zdrowia ludności Polski w 2004 r.
28. Łukasiak E., Olesiak E. Osoby niewidome i niedowidzące. Zbioreczy Raport z Diagnozy Świadczonej Usług z Zakresu Rehabilitacji Społecznej dla Osób Niepełnosprawnych w Polsce 2011: 4-6.
29. [https://pzn.org.pl/category/baza\\_wiedzy](https://pzn.org.pl/category/baza_wiedzy) [Online]dostęp 23.07.2019.
30. Raport AMDAI. Raport access economics: the global economic cost of visual impairment.[Online]Dostęp20.07.2019,  
[http://www.icoph.org/dynamic/attachments/resources/globalcostfiv\\_finalreport.pdf](http://www.icoph.org/dynamic/attachments/resources/globalcostfiv_finalreport.pdf).
31. Wapiennik E., Piotrowicz R. Niepełnosprawny - pełnosprawny obywatel Europy. Urząd Komitetu integracji Europejskiej – Warszawa. 2002.
32. Kierstan B. Baby's Nision Development: What to Expect the first Year. American Academy of Ophthalmology 2017.
33. Kozłowska K. Zarys embriologii z elementami biologii rozwoju. Akademia Medyczna w Gdańsku 2005: 219-223.
34. Sugita Y. "Experience in early infancy is indispensable for color perception." Current Biology 2004; 14(140): 1267-1271.
35. Płóciennik M. Jak widzi dziecko?. Broszura informacyjna dofinansowana przez Ministerstwo Zdrowia 2014: 5-6.
36. Molska M. Rozwój widzenia u dzieci. Izoptyka 2008: 13-15.
37. Chrybicka A., Dobrzańska A., Szczapa J., Wysocki J. Pierwsze 2 lata życia dziecka – przewodnik dla rodziców. Medycyna Praktyczna 2013.
38. Adams RJ. An evaluation of color preference in early infancy. Infant Behavior and Development 1987; 10(2): 143-150.
39. Leat SJ., Yadav NK., Irving EL. Development of visual acuity and contrast sensitivity in children. Journal of Optometry 2009; 2(1): 19-26.
40. Norcia AM., Tyler CW., Hammer RD. Development of contrast sensitivity in the humans infant. Vision Research 1990; 30: 1475-1486.
41. Banks MS., Salapatek P. Acuity and contrast sensitivity in 1-, 2-, and 3-month-old human infants. Investigative Ophthalmology and Visual Science 1978; 17(4): 361-365.

42. Bornstein MH. Qualities of color vision in infancy. *Journal of Experimental Child Psychology* 1975; 19: 401–419.
43. Zemach I., Teller, DY. Infant color vision: infants' spontaneous color preferences are well behaved. *Vision Research* 2007; 47: 1362–1367.
44. Franklin A., Davies IR. New evidence for infant colour categories. *British Journal of Developmental Psychology* 2010; 22(3): 349-377.
45. Mossakowska M. Kiedy noworodek widzi? I inne ciekawostki na temat rozwoju wzroku malucha. *Medycyna Praktyczna Przewodnik dla rodziców* 2019.
46. Havarien L. How to classify pediatric low vision?. *European Conference: Visions and Strategies for the New Century*. Kraków, 2000.
47. Campos JJ., Hiatt S., Ramsay D., Hederson C., Svejda M. The emergence of fear on the visual cliff. *The origins of affect*. 1978: 149-182.
48. Gibson EJ., Walk RD. Visual Cliff. *Scientific American* 1960; 202(4): 64.
49. Yang J., Otsuka Y., Kanazawa S., Yamaguchi MK., Motoyoshi I. Perception of surface glossiness by infants aged 5 to 8 months. *Perception* 2011; 40(12): 1491-1502.
50. Yang, J., Kanazawa S., Yamaguchi MK., Motoyosh I. Pre-constancy vision in infants. *Current Biology* 2015; 25(24): 3209-3212.
51. Farroni T., Menon E. Visual perception and early brain development. *Encyclopedia on early childhood development*, Montréal, QC, Centre of excellence for early childhood development, retrieved May, 2009, 1-6.
52. Lewis TL., Maurer D. Multiple sensitive periods in human visual development: evidence from visually deprived children. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology* 2005; 46(3): 163-183.
53. Almoqbel M., Irving EL., Leat SJ. Visual acuity and contrast sensitivity development in children: Sweep visually evoked potential and psychophysics. *Optometry and Vision Science* 2017; 94(8): 830-837.
54. Westall CA. Visual development. Rosenfield M, Logan N. *Optometry: Science, Techniques and Clinical Management*, 2nd ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann 2010: 37-50.
55. De Vries-Khoe LH., Spekreijse H. Maturation of luminance and pattern EPs in man. *Documenta Ophthalmologica* 1982; 31: 461-75.
56. Kępa B., Grałek M., Adach K., Chipczyńska B., Kocyła-Karczarewicz B., Seroczyńska M. Występowanie wad refrakcji i zezu u dzieci urodzonych przedwcześnie. *Kontaktologia i Optyka Okulistyczna* 2008; 2: 45–47.



57. Rybus-Kalinowska B., Kwiatkowski S., Chojnacka K., Jochem J. Retinopatia wcześniaków – etiopatogeneza i leczenie. *Pediatrics i Medycyna Rodzinna* 2017; 13(1): 22–28.
58. Stephenson T., Wright S., O'Connor A. Children born weighing less than 1701 g: visual and cognitive outcomes at 11–14 years. *Archives of Disease in Childhood Fetal and Neonatal Edition* 2007; 92: 265-270.
59. Sękowska Z. *Pedagogika specjalna*. PWN, Warszawa, 1985: 33-37.
60. Majewski T. *Psychologia niewidomych i niedowidzących*. PWN, Warszawa, 1985, 34-43.
61. Niżankowska MH. *Podstawy okulistyki*. Wrocław 2000, wydanie 2, 13-15.
62. Batman BD. *Dzieci niewidome i niedowidzące. Metody pedagogiki specjalnej*, Warszawa, 1973.
63. Majewski T. *Psychologia dzieci i młodzieży niewidomej i słabowidzącej*. PWN, Warszawa, 2002: 7-10.
64. Gałkowski T. Trudności rozwojowe u dzieci niewidomych w okresie niemowlęcym. *Przegląd Tyfologiczny* 1975; 1(3).
65. Szmurło D., Fundament T., Kopeć G., Brzyski D., Władysiuk M., Łanda K. Access to ophthalmologic care in Poland. A systemic approach. CEESTAHC, Kraków, 2012.
66. Seroczyńska M., Prost ME., Medruń J., Łukasiak E., Oleksiak E. The causes of childhood blindness and visual impairment in Poland. *Klinika oczna* 2001; 103(2-3): 117-120.
67. Seroczyńska, M., Grałek M., Kanigowska K. Analysis of the changes in the causes of blindness and significant vision loss among children and young adults born between 1974 and 2004. *Medycyna Wieku Rozwojowego* 2007; 11: 193-216.
68. Maida JM., Mathers K., Alle CL. Pediatric ophthalmology in the developing world. *Current Opinion in Ophthalmology* 2008; 19(5): 403-408.
69. World Health Organization. *Międzynarodowa Statystyczna Klasyfikacja Chorób i Problemów Zdrowotnych – X Rewizja* 2008,1: 283.
70. Zaleska-Żmijewska A., Tesla P. Perymetria statyczna w wykrywaniu jaskry i jej monitorowaniu. *Kompendium Okulistyki*. Wydawnictwo OFTAL, Warszawa, 2008: 12-16.
71. Skiba P. Niewidomy, Ociemniały, Słabowidzący, tracący wzrok, definicje i różnice. *Polski Związek Niewidomych*. [Online] Dostęp: 12.06.2019.

<https://pzn.org.pl/niewidomy-ociemniały-slabowidzacy-tracacy-wzrok-definicje-roznice/>.

72. World Health Organization. Międzynarodowa klasyfikacja Funkcjonowania, Niepełnosprawności I Zdrowia. Funkcje narządów i zmysłów bólu. Wydane przez Światową Organizację Zdrowia, Geneva, 2001: 62-64.
73. Majewski T. Tyflopsychologia rozwojowa: psychologia dzieci niewidomych i słabowidzących. Zeszyty tyflogiczne 2002; 20.
74. Jakubowski S. Poradnik dydaktyczny dla nauczycieli realizujących podstawę programową w zakresie szkoły podstawowej i gimnazjum z uczniami niewidomymi i niewidzącymi, Warszawa, 2001.
75. Brambring M. Divergent development of gross motor skills who are blind or sighted. *Journal of Visual Impairment Blindness* 2006; 10: 620-634.
76. Mizera L., Paplińska M., Walkiewicz-Krutak. Pakiet edukacyjny projektu Galeria Przez Dotyk, Muzeum Regionalne w Stalowej Woli, 2007.
77. Paplińska M. Rozwój percepcji poznania dotykowego u niewidomych dzieci. Wspomaganie rozwoju małych dzieci z uszkodzonym wzrokiem, 2004.
78. Kowalik T., Srokowska A., Lewandowski A., Piekorz Z., Zukow W. The influence of the sense of sight for a sense of general balance. *Journal of Education, Health and Sport* 2015; 5(11): 720-726.
79. Mirzaei F. Comparison of motor skills and hearing comprehension in blind and normal children. *International Journal of Applied Economics and Econometrics* 2017; 1(3): 1-4.
80. Blomqvist S., Rehn B. Validity and reliability of the Dynamic One Leg Stance (DOLS) in people with vision loss, ” *Advances in Physiotherapy* 2007; 9(3): 129–135.
81. Hsu WL., Scholz JP., Schoner G., Jeka JJ., Kiemel T. Control and estimation of posture during quiet stance depends on multijoint coordination. *Journal of Neurophysiology* 2007; 97(4): 3024-3035.
82. Giagazoglou P., Amiridis IG., Zafeiridis A., Thimara M., Kouvelioti V., Kellis E. Static balance control and lower limb strength in blind and sighted women. *European Journal of Applied Physiology* 2009; 107(5): 571–579.
83. Friedrich M., Grein HJ., Wicher C., Schuetze J., Mueller A., Lauenroth A., Schwesig R. Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. *Experimental Brain Research* 2008; 186(2): 305-314.
84. Sforza C., Eid L., Ferrario VL. Sensorial afferents and center of foot pressure in blind and sighted adults. *Journal of Visual Impairment and Blindness* 2000; 94(2): 97–107.

85. Haibach P., Lieberman L., Pritchett J. Balance in adolescents with and without visual impairments. *Insight Journal* 2011; 4(3): 112–123.
86. Wiszomirska I., Kaczmarczyk K., Błażkiewicz M., Wit A. The impact of a vestibular-stimulating exercise regime on postural stability in people with visual impairment. *BioMed Research International* 2015: 8-15.
87. Zylka J., Lach U., Rutkowska I. Functional balance assessment with pediatric balance scale in girls with visual impairment. *Pediatric Physical Therapy* 2013; 25(4): 460-466.
88. Anand V., Buckley JG., Scally A., Elliott A. Postural stability in the elderly during sensory perturbations and dual tasking: the influence of refractive blur. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 2003; 44(7): 2885–2891.
89. Kaźmierczak U., Kropkowska P., Zniszczol P., Radzimińska A., Strojek K., Goch A., Zukow W. Evaluation of static balance with the use of the posturographic platform in poorly visionaries and blind persons. *Journal of Education, Health and Sport* 2016; 6(8): 102-112.
90. Juodžbaliene V., Muckus K. The influence of the degree of visual impairment on psychomotor reaction and equilibrium maintenance of adolescents. *Medicina* 2006; 42(1): 49–56.
91. Rutkowska I., Bednarczuk G., Skowroński W. Porównanie równowagi ciała w pozycji stojącej chłopców niewidomych i pełnosprawnych w wieku 6-16 lat. *Postępy Rehabilitacji* 2010; 2: 29-35.
92. Houwen S., Visscher C., Lemmink KA., Hartman E. Motor skill performance of school-age children with visual impairments. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2008; 50(2): 139-145.
93. Bacsı AM., Colebatch JG. Evidence for reflex and perceptual vestibular contributions to postural control. *Experimental Brain Research* 2005;160(1): 22-28.
94. Bolach B., Bolach E., Józefowski P. Ocena aktywności ruchowej i postawy ciała u młodzieży niedowidzącej. *Postępy rehabilitacji* 2009; 4: 45-51.
95. Gawlik K., Zwierzchowska A. Physical education for the blind and visually impaired. University of Physical Education in Katowice, 2004.
96. Bolach B. Wpływ aktywności ruchowej na sprawność fizyczną wszechstronną oraz postawę ciała młodzieży niedowidzącej w wybranych krajach Europy Środkowej. *Rozprawa doktorska AWF, Wrocław, 2007.*

97. Grochecki G., Zieliński R. Niewidomi i niedowidzący—charakterystyka niepełnosprawności. *Innowacje Psychologiczne. Studenckie Czasopismo Naukowe* 2018; 7(1).
98. Aronson E. Człowiek istota społeczna. Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2014:14.
99. Kucharczyk I. Emotional functioning of children with visual disabilities. *Dyskursy Pedagogiki Specjalnej* 2015; 17: 90-102.
100. Witkowska M. Rozwój emocjonalno-społeczny małych dzieci z niepełnosprawnością wzroku. Wydawnictwo APS, Warszawa, 2014: 87.
101. Orkan-Lęcka M., Dąbrowska M. specyfika rozwoju i jego wspomaganie u małych dzieci niewidomych i słabowidzących. *Wczesna interwencja. Miejsce psychologa w opiece nad małym dzieckiem i jego rodziną.* Wydawnictwo Emu, Warszawa, 2004: 67-68.
102. Majewski T. Tyflopsychologia rozwojowa. Psychologia niewidomych i słabowidzących. Wydawnictwo Polski Związek Niewidomych, Warszawa, 2002: 18-19.
103. Rimmer JH. Building inclusive physical activity communities for people with vision loss. *Journal of Visual Impairment Blindness* 2006; 100: 863-865.
104. Good GA., Grow S., Alpas F. An age-cohort study of older adults with and without visual impairments: activity, independence and life satisfaction. *Journal of Visual Impairment and Blindness* 2008; 9: 517-527.
105. Morelli T., Former E., Foley TJ., Lieberman LJ. Improving the lives of youth with visual impairments through exergames, *Insight. Research and Practice in Visual Impairment and Blindness* 2011; 4: 160-170.
106. Holbrook EA., Cputo JL., Perry T.L., Fuller DK., Morgan DW. Physical activity body composition and perceived quality of life of adults with visual impairment. *Journal of Visual Impairment Blindness* 2009; 1: 17-19.
107. Capella-McDonnell M. The need for health promotion for adults who are visually impaired. *Journal of Visual Impairment Blindness* 2007; 3: 133-145.
108. Jones GC., Crews JE., Danielson ML. Health risk profile for older adults with blindness: an application of the International Classifications of Functioning, Disability and Health framework. *Ophthalmic Epidemiology* 2010; 6: 400-410.
109. Vashit P., Gupta N., Tandon R. Population-based assessment of vision-related quality of life in corneal disease: result from CORE study. *British Journal Ophthalmology* 2016; 100(5): 588-593.

110. Renier L., De Volder A., Rauschecker J. Cortical plasticity and preserved function in early blindness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2014; 41: 53-60.
111. Sorokowska A., Karwowski M, No Sensory Compensation for Olfactory Memory: Differences between Blind and Sighted People. *Frontiers in Psychology* 2017: 8: 1-7.
112. Kłopotowska A. Przestrzeń do nauki przestrzeni. Sztuka projektowania przyjaznego osobom niewidomym i ociemniałym. *Czasopismo Techniczne. Architektura* 2010; 107: 165-169.
113. Pascual-Leone A., Cammarota A., Wassermann E.M., Hallett M. Modulation of motor cortical outputs to the reading hand of braille readers. *Annals of Neurology* 1993; 34: 33- 37.
114. Wiciak J., Młynarczyk D., Borkowski B. Use of wave-vibrations signals to spatial orientation the blind people. *Nowiny Lekarskie* 2010; 79(3): 254-259.
115. Collignon O., Vandewalle G., Voss, P., Albouy G., Charbonneau G., Lassonde M., Lepore F. Functional specialization for auditory–spatial processing in the occipital cortex of congenitally blind humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2011; 108(11): 4435-4440.
116. Collignon O., Voss P., Lassonde M., Lepore F. Cross modal plasticity for spatial processing of sounds in visually deprived subjects. *Experimental Brain Research* 2009; 192(3): 343-358.
117. Collignon, O., Dormal, G., Albouy, G., Vandewalle, G., Voss, P., Phillips, C., Lepore, F. Impact of blindness onset on the functional organization and the connectivity of the occipital cortex. *Brain* 2013; 136(9): 2769-2783.
118. Cappagli G., Gori M. Auditory spatial localization: Developmental delay in children with visual impairments. *Research in Developmental Disabilities* 2016; 53: 391-398.
119. Gougoux F., Zatorre RJ, Lassonde M., Voss P., Lepore F. A functional neuroimaging study of sound localization: visual cortex activity predicts performance in early-blind individuals. *PLoS Biology* 2005; 3(2): 27.
120. Voss P., Lepore F., Gougoux F., Zatorre R.J. Relevance of spectral cues for auditory spatial processing in the occipital cortex of the blind. *Frontiers in Psychology* 2011; 2: 48
121. Simon-Dack S., Rodriguez D., Teder-Salejarvi W. Psychophysiology and imaging of visual cortical functions in the blind: A review. *Behavioral Neurology* 2008; 20: 71–81.
122. Kupers R., Ptito M. Compensatory plasticity and cross-modal reorganization following early visual deprivation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2014, 41, 36- 52.

123. Proulx M., Brown D., Pasqualotto A., Meijer P. Multisensory perceptual learning and sensory substitution. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2014; 41:16-17.
124. Thaler L., Arnott SR., Goodale MA. Neural correlates of natural human echolocation in early and late blind echolocation experts. *PLoS One* 2011; 6(5).
125. Kolarik A., Cirstea S., Pardhan S., Moore B. A summary of research investigating echolocation abilities of blind and sighted humans. *Hearing Research* 2014; 310: 60-68.
126. Gori M., Sandino G., Martinoli C., Burr DC. Impairment of auditory spatial localization in congenitally blind human subjects. *Brain* 2014; 137(1): 288-293.
127. Leclerc C., Saint-Amour D., Lavoie M.E., Lassonde M., Lepore F. Brain functional reorganization in early blind humans revealed by auditory event-related potentials. *Neuro Report* 2000; 11: 545-549.
128. Kolarik A. J., Scarfe, A. C., Moore, B. C., & Pardhan, S. Blindness enhances auditory obstacle circumvention: Assessing echolocation, sensory substitution, and visual-based navigation. *PloS One* 2017; 12(4).
129. Griffin DR. Echolocation by blind men, bats and radar. *Science* 1944;100 (2609): 589-590.
130. Schenkman BN., Nilsson ME. Human echolocation: Blind and sighted persons' ability to detect sounds recorded in the presence of a reflecting object. *Perception* 2010; 39(4); 496-500.
131. Niemeyer W., Starlinger I. Do the blind hear better? Investigations on auditory processing in congenital or early acquired blindness. II. Central Functions *Audiology* 1981; 20(6): 514-515.
132. Roder B., Rosler F., Neville H. Effects of interstimulus interval on auditory event-related potentials in congenitally blind and normally sighted humans. *Neuroscience Letters* 1999; 264: 53–56.
133. Wan CY., Wood AG., Reutens DC., Wilson S.J. Early but not late-blindness leads to enhanced auditory perception. *Neuropsychologia* 2010; 48(1): 344-348.
134. Collignon O., Renier L., Bruyer R., Tranduy D., Veraarr C. Improved selective and divided spatial attention in early blind subjects. *Brain Research* 2006; 1075(1): 175-182.
135. Miler-Zdanowska K. Czynniki warunkujące nauczanie orientacji przestrzennej i samodzielnego poruszania się osób z niepełnosprawnością wzroku. [w:] *Możliwości wykorzystania i wdrożenia nowoczesnych technologii do budowy narzędzi wspomagających codzienne funkcjonowanie osób niewidomych*, red. Czerwińska K. Wydawnictwo PPBW Sp. z o. o. Kraków, 2011: 289-306.

136. Walkiewicz-Krutak M. Od narodzin do dorosłości – wspomaganie rozwoju umiejętności w zakresie orientacji przestrzennej i samodzielnego poruszania się dzieci i młodych osób niewidomych. [w:] Tyflopädagogika wobec współczesnych przemian przestrzeni edukacyjnej, red. Czerwińska K, Paplińska M. Walkiewicz-Krutak M. Wydawnictwo APS, Warszawa, 2015: 259-288.
137. Roder B., Stock O., Bien S., Neville H., Rosler F. Speech processing activates visual cortex in congenitally blind humans. *European Journal of Neuroscience* 2002; 16: 930-936.
138. Gougoux F., Lepore F., Lassonde M., Voss J., Zatorre R.J. Pitch discrimination in the early blind. *Nature* 2004; 430: 309.
139. Chen Q., Zhang M., Zhou X. Spatial and nonspatial peripheral auditory processing in congenitally blind people. *Neuro Report* 2006; 17(13): 1449-1452.
140. Bogusz-Witczak E., Skrodzka E., Turkowska H. Influence of musical experience of blind and visually impaired young person on performance in selected auditory tasks. *Archives of Acoustic* 2015; 40(3): 337-349.
141. Pec M., Bujacz M., Strumiłło P., Materka A. Personalized head related transfer function measurement and verification through sound localization resolution. 15th European Signal Processing Conference. 2007: 2326-2330.
142. Fraiberg S., Sigel B.L., Gibson R. The role of sound in the search behavior of a blind infant. *The Psychoanalytic Study of the Child* 1966; 21(1): 327-357.
143. Fazzi E., Signorini S.G., Bomba M., Luparia A., Lanners J., Balattoni U. Reach on sound: A key to object permanence in visually impaired children. *Early Human Development* 2011; 87(4): 897-906.
144. Vercillo T., Burr D., Gori M. Early visual deprivation severely compromises the auditory sense of space in congenitally blind children. *Developmental Psychology* 2016; 52(6): 847.
145. Cappagli G., Cocchi E., Gori M. Auditory and proprioceptive spatial impairments in blind children and adult. *Developmental Science* 2017; 20(3): 12374.
146. Bramner A.J., Holmes N.P., Spence C. Infants lost in space? *Trends in Cognitive Sciences* 2008; 12(8): 298-305.
147. Kaźmierczak U. Ocena równowagi statycznej z wykorzystaniem platformy posturograficznej u osób słabowidzących i niewidomych. *Journal of Education, Health and Sport* 2016; 6(8): 102-112.

148. Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna dynamiczna ciała-część 2. *Magazyn Otorynolaryngologiczny* 2006; 5(2): 47-52.
149. Gawik K. Wpływ dysfunkcji narządu wzroku na wybrane aspekty rozwoju somatycznego i motorycznego dzieci i młodzieży. Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego 2008.
150. Rutkowska I., Stranowska K., Molik B., Bednarczuk G., Koc K., Kaźmierska K. Comparison of the level of coordination motor abilities in boys with sensory impairments and able-bodied peers. *Advances in Rehabilitation* 2012; 26(4): 55-62.
151. Pankanin E. The importance of visual control in the process of maintaining the balance of the body. *Journal of Education, health and Sport* 2018; 8(8): 381-38754.
152. Majewska A., Kawalkiewicz W., Hojan-Jezińska D., Jezińska A., Kubisz, L. The Influence of the acoustic stimulus on postural stability. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 2017; 19(2).
153. Alessandrini M., Lanciari R., Bruno E., Napolitano E. Posturography frequency analysis of sound evoked body sway in normal subject. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology Head and Neck*, 2006; 263(3): 248-252.
154. Tanaka T., Kojima S., Takeda H. The influence of moving auditory stimuli on standing balance in health young adults and the elderly. *Ergonomics*, 2001; 44: 1403-1412.
155. Mainenti MR., Nadal J., De Oliveira L. Stabilometric signal analysis in tests with sound stimuli. *Experimental Brain Research* 2007; 181: 229-236.
- 155<sub>A</sub>\*. Informacja prywatna.
156. Sandler J. *Fundamental Statistics in Psychology and Education (Book Review)*. *The International Journal of Psycho-Analysis* 1957; 38: 432.
157. Ozimek E. *Dźwięk i jego percepcja*. PWN 2018, Warszawa: 288.
158. Zwiers MP., Van Opstal AJ., Cruysberg JRM. A spatial hearing deficit in early-blind humans. *Journal of Neuroscience* 2001; 21(9): 142-143.
159. Lewald J. More accurate sound localization induced by short-term light deprivation. *Neuropsychologia* 2007; 45(6): 1215-1222.
160. Amadeo MB., Campus C., Gori M. Impact of years of blindness on neural circuits underlying auditory spatial representation. *Neuro Image* 2019; 191: 140-149.
161. Gori M., Del Viva M., Sandini G., Burr, DC. Young children do not integrate visual and haptic form information. *Current Biology* 2008; 18(9): 694-698.
162. Kish D. Flash Sonar Program: helping blind people learn to see. [Online] dostęp; 26.06.2019, [www.worldaccessfortheblind.org](http://www.worldaccessfortheblind.org).



163. Supa M., Cotzin M., Dallenbach, KM. Facial vision: the perception of obstacles by the blind. *The American Journal of Psychology* 1944; 57(2): 133-183.
164. Kalat W. *Biologiczne podstawy psychologii*. PWN Warszawa, 2006: 177-178.
165. Zamysłowska-Szmytke E., Śliwińska-Kowalska M. Badania układu równowagi dla potrzeb medycyny pracy. *Otorynolaryngologia* 2012; 11(4): 139-145.
166. Olchowik G., Tomaszewski M., Olejarz P., Warchoń J., Różańska-Boczula M. The effect of height and BMI on computer dynamic posturography parameters in women. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 2014; 16(4): 53-58.
167. Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna i dynamiczna ciała. *Organizacja zmysłowa i biomechanika układu równowagi. Magazyn Otorynolaryngologiczny* 2006; 5(2): 39-46.
168. Traczyk WZ. *Fizjologia człowieka w zarysie*. PZWL, Warszawa, 2005: 125.
169. Styczyński T., Gasik R., Pyskło, B. Znaczenie kliniczne zaburzeń propriocepcji dla narządu ruchu. *Reumatologia* 2007; 45(60): 404-406.
170. Poliszczuk T., Rutkowska I. Comparative analysis of body balance in blind girls and female artistic gymnasts. *Społeczne i edukacyjne oblicza olimpiizmu University of Physical Education in Warszawa*, 2006: 157-163.
171. Schwesig R., Goldich Y., Hahn A., Müller A., Kohen-Raz R., Kluttig A., Morad Y. Postural control in subjects with visual impairment. *European Journal of Ophthalmology* 2011; 21(3), 303-309.
172. Wiszomirska I., Kaczmarczyk K., Zdrodowska A., Błażkiewicz M., Inicka L., Marciniak T. Ocena równowagi statycznej i dynamicznej kobiet młodszych, starszych z dysfunkcją narządu wzroku. *Postępy Rehabilitacji* 2013; 3: 33-39.
173. Skolimowski T., Sipko T., Ostrowska B. Równowaga ciała osób niewidomych. *Fizjoterapia* 1998; 6: 44-47.
174. Sioud R., Khalifa R., Houel N. Auditory cues behind congenitally blind subjects improve their balance control in bipedal upright posture. *Gait & Posture* 2019; 70: 175-178.

## X. Spis rycin

Rysunek 1. Moment wykrycia wady wzroku w grupie badanej według klasyfikacji PZN [71]	46
Rysunek 2. Liczba osób urodzona między 22 a 37 tygodniem ciąży	47
Rysunek 3. Sposób przemieszczania się do szkoły	47
Rysunek 4. Rodzaj samodzielności u osób w grupie badanej	48
Rysunek 5. Występowanie zawrotów głowy w grupie osób badanych i porównawczej	49
Rysunek 6. Występowanie problemów z równowagą u grupie osób badanych i porównawczej	49
Rysunek 7. Występowanie zawrotów głowy w grupie osób badanych i porównawczej względem wieku	50
Rysunek 8. Występowanie problemów z równowagą w grupie osób badanych i porównawczej względem wieku	50
Rysunek 9. Występowanie szumów usznych w grupie osób badanych i porównawczej	51
Rysunek 10. Występowanie nadwrażliwości słuchowej w grupie osób badanych i porównawczej	51
Rysunek 11. Występowanie nadwrażliwości dotykowej w grupie osób badanych i porównawczej	52
Rysunek 12. Występowanie nadwrażliwości słuchowej w grupie osób badanych i porównawczej względem wieku	52
Rysunek 13. Występowanie nadwrażliwości dotykowej w grupie osób badanych i porównawczej względem wieku	53
Rysunek 14. Dominacja ręki w grupie osób badanych i porównawczej	53
Rysunek 15. Liczba osób poddana stałej opiece laryngologicznej w grupie osób badanych i porównawczej	54
Rysunek 16. Średnie progi słyszenia ucha prawego i lewego dla grupy badanej i porównawczej	61
Rysunek 17. Średnie progi słyszenia u osób w wieku 16-24 lata w grupie badanej i porównawczej	62
Rysunek 18. Średnie progi słyszenia u osób w wieku 12-15 lat w grupie badanej i porównawczej	63

Rysunek 19. Średnie progi słyszenia u osób w wieku 9-11 lat w grupie badanej i porównawczej .....	63
Rysunek 20. Średnie progi słyszenia kobiet w grupie osób badanych i porównawczej.....	64
Rysunek 21. Średnie progi słyszenia mężczyzn w grupie osób badanych i porównawczej....	64
Rysunek 22. Wartości średnich progów dyskomfortowego słyszenia osób z dysfunkcją wzroku .....	86
Rysunek 23. Wartości średnich progów dyskomfortowego słyszenia osób niewidomych .....	86
Rysunek 24. Wartości średnich progów dyskomfortowego słyszenia osób słabowidzących .	87
Rysunek 25. Wartości średnich progów dyskomfortowego słyszenia osób z grupy porównawczej .....	87

## XI. Spis tabel

Tabela 1. Charakterystyka badanych grup pod względem liczebności, wieku, płci.....	35
Tabela 2 .Charakterystyka grupy porównawczej pod względem liczebności, wieku, płci.....	36
Tabela 3. Procedura badania posturograficznego osób niewidomych.....	42
Tabela 4. Procedura badania posturograficznego osób słabowidzących i grupy porównawczej .....	43
Tabela 5. Wyniki prób stroikowych dla grupy badanej i porównawczej .....	54
Tabela 6. Wartości poziomu istotności statystycznej wyników otoemisji akustycznej wg. testu Q Cochra na dla grupy badanej.....	55
Tabela 7. Wartości poziomu istotności statystycznej wyników otoemisji akustycznej wg. testu Q Cochra na dla grupy porównawczej.....	55
Tabela 8. Wartości poziomu istotności statystycznej wyników otoemisji akustycznej wg. testu Q Cochra na dla osób niewidomych .....	56
Tabela 9. Wartości poziomu istotności statystycznej wyników otoemisji akustycznej wg. testu Q Cochra na dla osób słabowidzących .....	56
Tabela 10. Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie badanej .....	57
Tabela 11. Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie porównawczej .....	58
Tabela 12. Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie osób niewidomych .....	59
Tabela 13. Procent zarejestrowanych odpowiedzi w badaniu otoemisji akustycznej w grupie osób słabowidzących .....	59
Tabela 14. Wyniki poziomu istotności statystycznej średniego progu słyszenia ucha prawego względem grupy badanej i porównawczej.....	60
Tabela 15. Wyniki poziomu istotności statystycznej średniego progu słyszenia ucha lewego względem grupy badanej i porównawczej.....	61
Tabela 16. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych i słabowidzących..	66
Tabela 17. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych i słabowidzących....	67

Tabela 18. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób z grupy porównawczej.....	68
Tabela 19. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób z grupy porównawczej.....	69
Tabela 20. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych .....	70
Tabela 21. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych.....	71
Tabela 22. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób słabowidzących.....	72
Tabela 23. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób słabowidzących.....	73
Tabela 24. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 9-11 lat.....	74
Tabela 25. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 9-11 lat .....	75
Tabela 26. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 9-11 lat.....	76
Tabela 27. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 9- 11 lat .....	77
Tabela 28. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 12-15 lat.....	78
Tabela 29. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 12-15 lat .....	79
Tabela 30. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 12-15 lat.....	80

Tabela 31. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 12-15 lat .....	81
Tabela 32. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 16-24 lat.....	82
Tabela 33. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha prawego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 16-24 lat .....	83
Tabela 34. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób niewidomych i słabowidzących w wieku 16-24 lat.....	84
Tabela 35. Wyniki poziomów istotności statystycznej w badaniu audiometrii tonalnej wysokoczęstotliwościowej dla ucha lewego wśród osób z grupy porównawczej w wieku 16-24 lat .....	85
Tabela 36. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych przy nieobecny bodźcu dźwiękowym. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, *- istotne statystycznie .....	88
Tabela 37. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o niestabilnym podłożu osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych przy nieobecny bodźcu dźwiękowym. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, *- istotne statystycznie.....	88
Tabela 38. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 500 Hz ucha prawego. ....	89
Tabela 39. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o niestabilnym podłożu osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 500 Hz ucha prawego. ....	89
Tabela 40. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 4000 Hz ucha prawego. ....	90

Tabela 41. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o podłożu niestabilnym osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 4000 Hz ucha prawego. ....	90
Tabela 42. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 500 Hz ucha lewego. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, *- istotne statystycznie.....	91
Tabela 43. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o niestabilnym podłożu osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 500 Hz ucha lewego. ....	91
Tabela 44. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie statycznej osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 4000 Hz ucha lewego. P- istotność statystyczna, R- współczynnik korelacji, ns- nieistotne statystycznie, *- istotne statystycznie.....	92
Tabela 45. Porównanie parametrów równowagi ciała w badaniu posturograficznym na platformie o niestabilnym podłożu osób z dysfunkcją wzroku i pełnosprawnych podczas stymulacji bodźcem dźwiękowym o częstotliwości 4000 Hz ucha lewego. ....	92

## XII. Aneksy

Załącznik 1.

Otrzymałem/am i zapoznałem/am się z treścią informacji dla badanego o czasie trwania badań, sposobie ich przeprowadzenia oraz o oczekiwanych korzyściach,

Przeprowadzająca badanie udzieliła mi wyczerpujących odpowiedzi na moje pytania. Jestem wystarczająco poinformowany/a. Świadomie i dobrowolnie wyrażam zgodę na wypełnienie ankiety i badanie audiometrii tonalnej.

Wiem, że mam prawo do odstąpienia od udziału w badaniu na każdym jego etapie, bez podania przyczyny.

Zgadzam się na przetwarzanie moich danych osobowych zgodnie z ustawą o ich ochronie.

.....

imię i nazwisko pacjentki /pacjenta (*drukowanymi literami*)

.....

*Data*

.....

*Podpis pacjenta/opiekuna*



## Załącznik 2.



UNIWERSYTET MEDYCZNY IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU

KOMISJA BIOETYCZNA PRZY UNIWERSYTECIE MEDYCZNYM  
IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU

Collegium Stomatologicum  
ul. Bukowska 70  
60-812 Poznań

tel. (+48 61) 854 73 36  
www.bioetyka.ump.edu.pl

### Uchwała nr 121/18

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentystry (t.j. Dz. U. z 2017, poz. 125 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych (Dz. U. Nr 47, poz. 480); Ustawy z dnia 6 września 2001r. Prawo farmaceutyczne (t.j. Dz. U. z 2016, poz. 2142 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 2004 nr 101, poz. 1034 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 18 maja 2005r. zmieniające rozporządzenie w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. Nr 101, poz. 845); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie sposobu prowadzenia badań klinicznych z udziałem małoletnich (Dz. U. 2004 Nr 104, poz. 1108); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie wzorów wniosków związanych z badaniem klinicznym wyrobu medycznego lub aktywnego wyrobu medycznego do implantacji oraz wysokości opłat za złożenie tych wniosków (Dz. U. z 2016 r., poz. 208); Ustawy z dnia 20 maja 2010 r. o wyrobach medycznych (t.j. Dz. U. z 2017r. poz. 211, z późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 6 października 2010 r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej sponsora i badacza klinicznego w związku z prowadzeniem badania klinicznego wyrobów (Dz. U. 2010, Nr 194 poz. 1290); Ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o Urzędzie Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych (t.j. Dz. U. z 2016 r., poz. 1718); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2012, poz. 489); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie wzorów dokumentów przedkładanych w związku z badaniem klinicznym produktu leczniczego oraz w sprawie wysokości i sposobu uiszczania opłat za złożenie wniosku o rozpoczęcie badania klinicznego (Dz. U. 2012, Nr 0 poz. 491); w oparciu o Deklarację Helsińską - Zasady Etycznego Postępowania w Eksperymentach Medycznych z Udziałem Ludzi oraz przepisy ICH GCP.

**Komisja Bioetyczna, na posiedzeniu w dniu 01 lutego 2018 r.**

**rozpatrzyła wniosek dotyczący prowadzenia badań naukowych.**

**Kierownik projektu: dr hab. n. med. Dorota Hojan – Jezierska**

**Miejsce prowadzenia badań:**

**Zakład Protetyki Słuchu, Katedra Biofizyki  
Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu**

**Główny badacz: mgr Marta Urbaniak**

**Członkowie zespołu**

**badawczego: mgr Marta Urbaniak  
dr hab. n. med. Dorota Hojan – Jezierska**

**Temat badań:**

**„Wykorzystanie biblioteki dźwięków w nauce orientacji przestrzennej osób niewidomych i słabowidzących”.**

**Komisja wydała uchwałę o pozytywnym zaopiniowaniu tego wniosku**

Przewodniczący Komisji

prof. zw. dr hab. med. Paweł Chęciński