

Kompendium

Aktywna echolokacja dla osób z dysfunkcją wzroku

Partner wiodący opracowania:

**Fundacja Instytut Rozwoju Regionalnego we współpracy
z dr Kamilą Miler-Zdanowską**

Publikacja opracowana w ramach projektu „Echolokacja dla osób z dysfunkcją wzroku” przy wsparciu Unii Europejskiej w ramach programu Erasmus+

Organizacje partnerskie uczestniczące w projekcie:

Fundacja Instytut Rozwoju Regionalnego, leader, Poland

Instituttet for Blinde og Svagsynede, Denmark

Kommunikationscentret, Region Hovedstaden, Denmark

Kauno Prano Daunio ugdymo centras, Lithuania

Kraków 2019

Wydawca: Fundacja Instytut Rozwoju Regionalnego na licencji Creative Commons

Publikacja została zrealizowana przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej.

Publikacja odzwierciedla jedynie stanowisko jej autorów i Komisja Europejska oraz Narodowa Agencja Programu Erasmus+ nie ponoszą odpowiedzialności za jej zawartość merytoryczną.

PUBLIKACJA BEZPŁATNA

ISBN: 978-83-61170-41-9

Spis treści

Kompendium	1
Aktywna echolokacja dla osób z dysfunkcją wzroku.....	1
PRZEDMOWA.....	5
WPROWADZENIE.....	7
HISTORIA ECHOLOKACJI	10
Rozwój echolokacji.....	10
Sylwetki słynnych echolokatorów i innych osób uczących echolokacji.....	10
PRZEGLĄD BADAŃ na TEMAT ECHOLOKACJI.....	15
Pierwsze badania nad echolokacją: badania nietoperzy	15
Pierwsze badania nad echolokacją: badania ludzi	16
Pionierskie badania nad echolokacją	16
Badania porównujące zdolności echolokacji u osób niewidomych i słabowidzących	17
Badania nad echolokacją: właściwości akustyczne echa i otoczenia.....	17
Badania nad echolokacją: zdolności echolokacyjne osób niewidomych a widzących	20
Badania nad echolokacją: metoda neuroobrazowania	21
PODSTAWOWE INFORMACJE na TEMAT ECHOLOKACJI	23
Teoria dźwięków odbitych i ich właściwości	23
Definicje echolokacji.....	27
Rodzaje echolokacji: aktywna i pasywna echolokacja.....	29
Rodzaje echolokacji i ich praktyczne zastosowanie	31

ZASTOSOWANIE ECHOLOKACJI w ŻYCIU CODZIENNYM	33
Przestrzeń, w której osoby z niepełnosprawnością wzroku mogą wykorzystać echolokację	34
Sytuacje, w których można wykorzystać echolokację	36
Czynniki warunkujące wykorzystanie echolokacji przez osoby z niepełnosprawnością wzroku	38
NAUCZANIE ECHOLOKACJI	39
Etapy nauczania echolokacji	39
Przykłady rozwijania umiejętności echolokacyjnych	40
BIBLIOGRAFIA	47
Książki	47
Artykuły	47
Strony internetowe i inne materiały	52

PRZEDMOWA

Głównym celem tej publikacji jest przedstawienie najważniejszych informacji o ludzkiej echolokacji, zwłaszcza tych dotyczących echolokacji osób z niepełnosprawnością wzroku. Zebrana wiedza jest podstawowym i rzetelnym materiałem, dającym silny fundament do pracy nad rozwojem kompetencji w zakresie echolokacji. Kompendium to stanowi wprowadzenie do całościowej koncepcji nauczania echolokacji. Zawiera podstawowe zagadnienia z zakresu echolokacji (podstawy teoretyczne) oraz sposoby jej zastosowania, a także wskazówki, w jaki sposób można tę umiejętność ćwiczyć i doskonalić.

Publikacja ta składa się z wprowadzenia i pięciu podstawowych rozdziałów. we wstępie zostały zawarte najważniejsze założenia koncepcyjne „formuły wolności i samodzielnego odkrywania” opracowanej przez Daniela Kisha.

Rozdział pierwszy stanowi tło historyczne rozwoju echolokacji. Zawiera najważniejsze informacje na temat odkrycia zjawiska echolokacji i przedstawia sylwetki wybranych osób, które stosowały echolokację w codziennym życiu (James Holman, Ben Underwood, Daniel Kish, Tim Jonhson).

Drugi rozdział zawiera przegląd najważniejszych badań na temat echolokacji w Polsce i na świecie. w głównej mierze są to badania dotyczące echolokacji osób z niepełnosprawnością wzroku.

W rozdziale trzecim przedstawiono podstawowe informacje na temat echolokacji. Rozdział ten zawiera teorię dźwięku i jego właściwości a także ujęcie definicyjne pojęcia "echolokacja" i charakterystykę jej rodzajów.

Ostatnie rozdziały kompendium poświęcone są praktycznym zagadnieniom związanym z nauczaniem echolokacji osób z niepełnosprawnością wzroku. Rozdział czwarty zawiera przykłady zastosowania echolokacji w życiu codziennym. Natomiast rozdział piąty koncentruje się na ogólnych zasadach i strategiach nauczania echolokacji. Zawiera wskazówki dotyczące rozwijania umiejętności echolokacji wśród osób niewidomych i słabowidzących (dzieci, dorosłych) i osób z dodatkowymi

niepełnosprawnościami (niepełnosprawność intelektualna, osoby z problemami słuchowymi, osoby głuchoniewidome itp.).

Ostatnią część kompendium stanowi bibliografia (wykaz książek i artykułów) oraz lista stron internetowych i innych materiałów na temat echolokacji.

Prezentowane kompendium zawiera podstawową wiedzę na temat echolokacji osób z niepełnosprawnością wzroku. Zebrana wiedza i zagadnienia praktyczne mogą być przydatne dla wszystkich specjalistów pracujących z osobami niewidomymi i słabowidzącymi, w szczególności dla nauczycieli/instruktorów orientacji przestrzennej i samodzielnego poruszania się, terapeutów zajęciowych, studentów. Niniejsza publikacja skierowana jest również do osób z niepełnosprawnością wzroku, zainteresowanych tematem echolokacji.

Kompendium jest wynikiem współpracy międzynarodowej w ramach Projektu nr 2017-1-PL01-KA204-038557: „Echolokacja dla osób z niepełnosprawnością wzroku”, realizowanego w ramach programu ERASMUS +, Partnerstwo strategiczne działanie 2.

WPROWADZENIE

Wprowadzenie do echolokacji

Nietoperze i delfiny znane są z umiejętności wykorzystywania echolokacji w codziennym funkcjonowaniu. Zwierzęta te wysyłają różne dźwięki i słuchają odbicia tych dźwięków od przeszkody w celu jej jak najszybszego wykrycia i zlokalizowania. Niektóre osoby niewidome również potrafią wykorzystywać tę umiejętność (np.: za pomocą klikania ustami) i wykorzystują powracające, odbite dźwięki aby wykryć, zlokalizować przeszkody i interesujące obiekty w otoczeniu.

Umiejętność echolokacji jest dostępna nie tylko dla osób o specjalnych talentach i tych, którzy mają wyjątkowo rozwinięty zmysł słuchu. Umiejętności tej może nauczyć się każdy, niezależnie od tego, czy jest osobą niewidomą, czy widzi prawidłowo. Jednak w przypadku osób z niepełnosprawnością wzroku zdolność ta ma szczególne znaczenie dla orientacji w przestrzeni.

Echolokacja może pomagać osobom niewidomym w robieniu rzeczy, które w innym przypadku byłyby niemożliwe bez posiadania możliwości wzrokowych, potencjalnie zapewniając im wysoki stopień niezależności w codziennym życiu. Zatem echolokacja jest skuteczną strategią poprawiającą orientację i mobilność osób niewidomych i słabowidzących.

Formuła wolności i samodzielnego odkrywania autorstwa Daniela Kisha

Daniel Kish opracował sposób myślenia o ćwiczeniu i nauce echolokacji, który nazwał „formułą wolności” (Kish, 2014). Kluczowym aspektem tego myślenia jest dostrzeganie pozytywnych aspektów (możliwości) treningu echolokacji. Formuła wolności to sposób myślenia o tym, jak samodzielnie podróżować, ucząc się „samodzielnego odkrywania” i używając flash sonaru do treningu orientacji w przestrzeni w połączeniu z używaniem białej laski.

„Samodzielne odkrywanie” oznacza motywację do podejmowania aktywności polegającej na przemieszczaniu się, podróżowaniu. Aby to niezależne odkrywanie

było możliwe, osoba niewidoma musi być w stanie swobodnie się poruszać (powinna być nieograniczona obawami innych ludzi) i podejmować samodzielnie inicjatywę mającą na celu odkrywanie świata poprzez doświadczanie (Kish, 2016). Uzyskana w ten sposób niezależność pozwala osobie niewidomej postrzegać świat na swój własny sposób. Według Daniela Kisha wewnętrzna ciekawość i potrzeba eksploracji świata (uzyskiwanie przydatnych informacji o środowisku) jest najlepszą motywacją do samodzielnego poruszania się.

Czynniki wpływające na uczenie się i rozwój umiejętności echolokacji:

- motywacja (najlepiej pozytywna motywacja wewnętrzna)
- regularna praktyka
- coraz trudniejsze wyzwania.

Przede wszystkim uczeń powinien mieć pozytywne i pełne wiary podejście do własnych możliwości.

W tym ujęciu nie chodzi o próbę przekazania uczniowi wiedzy nauczyciela, ale o zwiększenie jego zdolności do uczenia się. Rolą nauczyciela jest wspieranie procesu uczenia się, który powinien być inicjowany z woli ucznia.

„Formuła wolności” obejmuje następujące kluczowe elementy:

- wiedza na temat rozwoju człowieka a także na temat rozwoju mózgu (układu nerwowego);
- ograniczenie zewnętrznej kontroli nad uczniem;
- zmniejszenie zależności dotykowej (nie bazowaniu na dotyku ścian, mebli itp.);
- wprowadzenie nowej formy treningu z użyciem białej laski: trening odbierania informacji uzyskiwanych z kontaktu białej laski z podłożem (informacje dotykowe i słuchowe);
- integracja systemu nauczania z dynamiką rodziny i społeczności (z jej potrzebami i możliwościami);
- aktywny trening echolokacyjny: flash sonar.

Wszystkie wymienione powyżej komponenty działają jednocześnie i są zintegrowane.

Nie są to kroki - raczej stanowią one interaktywny i dynamiczny system percepcji i działania. Ludzie nie uczą się najlepiej poprzez sekwencyjne nauczanie, ale przez trafność - odwołując się do potrzeby danej jednostki (Kish, 2016, s.192).

HISTORIA ECHOLOKACJI

Rozwój echolokacji

Człowiek podobnie jak deliny czy nietoperze może orientować się w przestrzeni za pomocą dźwięków odbitych od obiektów. Dzięki używaniu echolokacji możemy nauczyć się określać głośność, wysokość i barwę echa uzyskanego przy pomocy białej laski lub własnego głosu, aby poruszać się w przestrzeni bez używania wzroku.

Termin „echolokacja” został po raz pierwszy użyty przez **Donalda Griffina w 1944 r.**, aby opisać wyjątkową zdolność nietoperzy latających w ciemności do nawigacji i lokalizowania pożywienia za pomocą dźwięku. Echolokacja została odkryta i szeroko zbadana także w odniesieniu do innych zwierząt, w tym delfinów i wielorybów.

W **1749** roku **Diderot** opisał niewidomego człowieka, który był w stanie zlokalizować obiekty i oszacować ich odległość, chociaż w tamtym czasie nie było wiadomo, że w grę wchodzi dźwięk. Diderot uważał, że bliskość obiektów powodowała zmiany ciśnienia na skórze. w ten sposób powstała koncepcja „widzenia twarzą”: czyli wyjaśnianie zjawiska echolokacji za pomocą dotyku na twarzy (przedmioty są odczuwalne na twarzy przy zbliżaniu się do nich).

Już w latach **40. XX wieku** przeprowadzono szereg eksperymentów w **Cornell Psychological Laboratory**, wykazując, że mechanizmy będące u podłoża tej umiejętności to dźwięk i słuch, a nie jak wcześniej sądzono zmiany ciśnienia na skórze twarzy.

Sylwetki słynnych echolokatorów i innych osób uczących echolokacji

Echolokacja to umiejętność, która wciąż wymaga badań oraz wypracowania efektywnych metod nauczania. na świecie znane są osoby niewidome, które rozwinęły niezwykle umiejętności echolokacyjne i są w stanie ocenić położenie, rozmiar, odległość, kształt i materiał obiektów za pomocą odbitych fal dźwiękowych.

Zazwyczaj osoby te rozwinęły umiejętności echolokacyjne stosując „metodę prób i błędów”.

Obecnie najbardziej znanymi na świecie echolokatorami są: Amerykanin, Daniel Kish, jedyna osoba niewidoma, która otrzymała certyfikat działania jako instruktor orientacji przestrzennej i poruszania się osób niewidomych oraz Ben Underwood, który był uważany za najlepszego na świecie „echolokatora” (zmarł w 2009 roku).

James Holman (15 Października 1786 – 29 Lipca 1857)



From "A Sense of the World"

Źródło: Wikipedia

- znany jako „niewidomy podróżnik”;
- członek Royal Society of London for Improving Natural Knowledge, powszechnie znany jako Royal Society;
- brytyjski poszukiwacz przygód, autor i obserwator społeczny, najbardziej znany ze swoich długich podróży i pism, które stworzył dla ich udokumentowania;
- w wieku 25 lat zapadł na chorobę, która spowodowała problemy ze stawami, a później utratę wzroku;
- studiował medycynę i literaturę na uniwersytecie w Edynburgu;
- pomimo tego, że był niewidomy, odbył szereg samotnych podróży, które były niespotykane zarówno pod względem zakresu, jak i faktu, że odbył je za pomocą echolokacji

- w 1832 r. Holman stał się pierwszą niewidomą osobą, która opłynęła świat;
- do października 1846 r. odwiedził każdy zamieszkany kontynent;
- żył w czasach, gdy niewidomych uważano za całkowicie bezradnych,
- jego zdolność do poruszania się w przestrzeni z wykorzystaniem dźwięku powstałego przez stukanie białą laską była na tamte czasy czymś niezwykłym

Ben Underwood (26 Stycznia 1992 - 19 Stycznia 2009)



Źródło: Wikipedia

- znany jako “chłopiec, który widział bez oczu”
- kiedy miał dwa lata, zdiagnozowano u niego raka siatkówki (w celu uratowania życia musiał mieć usunięte obie gałki oczne);
- w wieku pięciu lat zaczął samodzielnie uczyć się echolokacji;
- wydając odgłosy klikania językiem i słuchając odbitych fal dźwiękowych, nauczył się rozpoznawać przedmioty i bezpiecznie się poruszać;
- angażował się we wszystkie normalne czynności z dzieciństwa i młodości: grał w koszykówkę, tańczył, ćwiczył karate, jeździł na łyżwach i jeździł na rowerze po okolicy, jeździł na rolkach, grał w piłkę nożną, potrafił grać w gry wideo (bazując na pamięci słuchowej);
- zmarł w wieku 16 lat z powodu tego samego raka, który przyczynił się do utraty wzroku;

- był inspiracją dla polskiego reżysera Andrzeja Jakimowskiego, który w 2012 r. nakręcił film „Imagine” o życiu instruktora orientacji przestrzennej, który uczył echolokacji osoby niewidome;

Daniel Kish (1966 -)



Źródło: twitter Daniel Kish

- znany jako ‘Batman’;
- jest amerykańskim ekspertem od nauczania echolokacji i Prezesem Światowej Organizacji propagującej Dostęp dla Niewidomych (WAFTB);
- pierwsza na świecie osoba całkowicie niewidoma, która otrzymała certyfikat nauczyciela orientacji przestrzennej i poruszania się i może uczyć osoby niewidome: Certified Orientation and Mobility Specialist (COMS) oraz National Blindness Professional Certification (NOMC);
- z wykształcenia jest magistrem psychologii rozwojowej i edukacji specjalnej na University of California Riverside;
- stracił wzrok jako dziecko, gdy zdiagnozowano u niego raka siatkówki (gałki oczne usunięto mu w wieku 13 miesięcy);
- nauczył się klikania językiem, gdy był jeszcze dzieckiem;
- opracował technikę polegającą na połączeniu echolokacji (klikania językiem) oraz poruszania się z użyciem białej laski w celu zwiększenia swojej mobilności;

- potrafi odróżnić rodzaje ogrodzenia (plotu) na podstawie echa odbitego od tego ogrodzenia (ogrodzenie metalowe, drewniane);
- Daniel Kish i jego organizacja nauczyli echolokacji około 500 osób niewidomych na całym świecie;
- żyje aktywnie: podróżuje, jeździ na rowerze, uprawia wspinaczkę górską.

The World Access for the Blind (WAFTB)

Zarejestrowana w Kalifornii organizacja non-profit założona przez Daniela Kisha w 2000 roku w celu ułatwienia „samokierowania osiągnięć osób ze wszystkimi formami ślepoty” i zwiększenia świadomości społecznej na temat ich mocnych stron i możliwości.

Podstawową pracą organizacji non-profit jest zachęcanie i nauczanie osób niewidomych technik echolokacji, tak aby zminimalizować ich odmiennność w stosunku do osób widzących. Proponowany przez Daniela Kisha innowacyjny trening to Flash Sonar (wymaga on użycia dźwięku do nawigacji). Ich strategiczne kampanie opierają się na filozoficznym stanowisku: bez ograniczeń. Jako prezydent The World Access for the Blind (WAFTB), pomaga osobom niewidomym uczyć się gotować, podróżować, wędrować, załatwiać sprawy, czyli żyć bardziej niezależnie - z dźwiękiem.

Tim Johnson



Źródło: twitter Tim Johnson

- autor książek dla dzieci;

- przedsiębiorca;
- inżynier;
- autor książki zatytułowanej „Przewodnik dla początkujących o echolokacji dla osób niewidomych i niedowidzących: Nauka widzenia uszami”;
- przewodnik dla początkujących o echolokacji został przyjęty przez organizacje zajmujące się osobami z niepełnosprawnością wzroku na całym świecie i jest wykorzystywany w programach szkoleniowych dotyczących mobilności;
- instruktor sztuk walki; współpracuje z małymi dziećmi, a także z dorosłymi, aby pomóc im zrozumieć ich prawdziwy potencjał;
- założył w 2010 roku Martial Arts Lineage, aby zbliżyć ogólnoswiatową społeczność artystów sztuk walki;
- pasjonuje się życiem i pomaga wszystkim ludziom realizować ich marzenia i osiągać najbardziej ambitne cele.

PRZEGLĄD BADAŃ na TEMAT ECHOLOKACJI

Zagadnienia dotyczące echolokacji osób z niepełnosprawnością wzroku były i nadal są przedmiotem zainteresowania różnych grup naukowców. Badania nad echolokacją były zwykle osadzone w dziedzinie akustyki, psychologii poznawczej, psychoakustyki. Rozwój neuronauki (wyjaśniający funkcjonowanie poznawcze człowieka w oparciu o funkcjonowanie mózgu) sprawił, że obszar ten zainteresował również neuropsychologów oraz wkroczył do inżynierii informatycznej.

Pierwsze badania nad echolokacją: badania nietoperzy

Zjawisko echolokacji czyli wykorzystywania dźwięków odbitych od przeszkody do orientacji w otoczeniu zaobserwowano u nietoperzy.

- **1793 Lazzaro Spallanzani** przeprowadził obserwacje nietoperzy i odkrył, że posługują się one odbitym dźwiękiem do orientacji w otoczeniu
- **1794 Charles Jurines** odkrył, że jeśli nietoperze mają zatkane uszy to nie są w stanie wykorzystywać zdolności echolokacji i podczas lotu ulegają zderzeniu z przeszkodą

- **1944 Donald Griffin** wykazał, że nietoperze używają wytwarzany przez siebie dźwięk, do nawigacji i lokalizowania ofiar za pomocą dźwięków (Wiener, Lausen, 1997, s. 146).

Pierwsze badania nad echolokacją: badania ludzi

Równolegle do obserwacji i odkryć zoologów odnotowano pierwsze doniesienia na temat wykorzystania umiejętności echolokacji u ludzi.

- **1749 Denis Diderot** opisał przypadek niewidomego mężczyzny, który lokalizował różne obiekty i potrafił oszacować ich odległość. Diderot tłumaczył tę umiejętność jako odczuwanie na twarzy bliskości obiektów w otoczeniu i nazywał tę zdolność „widzenie twarzą” (Koralik, Cirstea, Pardhan, Moore, 2014, s. 63).
- **1872 - 1918** - różni badacze (Levy 1872, James 1890, Dressler 1893, Heller 1904, Javal 1905, Villey 1918 itp.), szukali wyjaśnienia umiejętności lokalizowania obiektów przez osoby niewidome, nazywali je „widzeniem twarzą”, „szóstym zmysłem”, „zmysłem przeszkód”. Badacze sformułowali kilka teorii wyjaśniających mechanizm działania zmysłu przeszkód: teorię akustyczną Truschela, uciskową Kunza, termiczną Krogiusa, słuchową Villeya, złożonego odbioru wrażeń Hellera (Wiener, Lausen, 1997, s.146).
- **1930 Włodzimierz Dolański** przeprowadził eksperymenty z udziałem osób niewidomych. Sprawdzał wykrywanie tarczy zbliżanej do odsłoniętej twarzy, z zastosowaniem nauszników, z zastosowaniem maski oraz z watą w uszach. Eksperymenty pokazały, że podstawą zmysłu przeszkód jest słuch (Dolański, 1954, s.36-41).

Pionierskie badania nad echolokacją

- **1940** - pionierskie badania przeprowadzone w Cornell Psychological Laboratory przez **Karla M. Dallenbach** (profesora z Uniwersytetu Cornell), Michaela Supa (niewidomy echolokator), **Wilton Cotzin** (widzący echolokator).
- W badaniu wzięło udział dwie osoby widzące i dwie niewidome. Badani byli proszeni o zbliżenie się do przeszkody i zgłoszenie faktu, gdy tylko byli w stanie

ją wykryć, a następnie zatrzymanie się jak najbliżej przeszkody. Gdy uczestnikom badania zakryto uszy (założono słuchawki z głośną muzyką) nie potrafili wykryć przeszkody

- W wyniku badań ustalono, że widzenie twarzą jest zdolnością słuchową a nie dotykową oraz że stymulacja akustyczna jest konieczna aby wykryć i zlokalizować obiekty w otoczeniu (Supa, Cotzin, Dallenbach, 1944, s. 133-183).

Badania porównujące zdolności echolokacji u osób niewidomych i słabowidzących

- **1960 - Charle E. Rice** przeprowadził badania z udziałem osób niewidomych (5 osób niewidomych od urodzenia, 3 osoby ociemniałe po 3 roku życia) oraz widzących. w wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż zarówno osoby niewidome jak i widzące są w stanie echolokować na porównywalnym poziomie (Kuczyńska – Kwapisz, Śmiechowska – Petrovskij, 2017, s. 43).
- **1962 Kellogg** ustalił, że osoby niewidome posiadają lepsze zdolności wykrywania dźwięku odbitego (echa) niż osoby widzące a także, iż „wykrywanie przeszkód” jest lepsze u osób niewidomych niż ociemniałych czy słabowidzących.

Badania nad echolokacją: właściwości akustyczne echa i otoczenia

- **1980 - Bo. N. Schenkman** przeanalizował wpływ kilku czynników (źródeł dźwięku, fizycznych parametrów obiektu i rodzaju zadań) na zdolności osób niewidomych i zbadał mechanizmy psychoakustyczne echolokacji. w wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż wykrywanie przedmiotów w otoczeniu na podstawie dźwięków wytwarzanych przez białą laskę (w kontakcie z podłożem) jest trudniejsze dla niewidomych echolokatorów niż klaskanie językiem. Ustalono, że długość emitowanego sygnału dźwiękowego ma wpływ na skuteczne wykrywanie obiektów w otoczeniu – lepsze w lokalizowaniu obiektów są sygnały krótkie a dla określenia cech fizycznych obiektów lepsze

są sygnały ciągle (Arias, Bermejo, Hüg, Venturelli, Rabinovich, Skarp, 2012, s. 22).

- **1990 - Claudia Arias i O.A. Ramos** badali wpływ wysokości dźwięków na wykrywanie obiektów w przestrzeni. do przeprowadzenia badania wykorzystali zarówno klikanie językiem oraz dźwięk emitowany z głośnika (samodzielny lub z echem). Zadania wykorzystane w badaniu obejmowały wykrywanie różnych obiektów (rozróżnianie dźwięków z i bez echa) oraz rozróżnianie zmiany odległości między źródłem dźwięku a obiektem. w wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że wysokość dźwięku ma znaczenie dla szybszej lokalizacji i wykrywania obiektów w przestrzeni oraz oceny odległości w jakiej się znajdują (Arias, Ramos, 1997, s. 399-419).
- **2000 - Lawrence D. Rosenblum** badał wpływ ruchu na zdolności echolokacyjne. w wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że osoby niewidome, które używały echolokacji podczas poruszania się osiągały lepsze wyniki w wykrywaniu przeszkód, od tych które korzystały z echolokacji stacjonarnie. (Kolarik, Cirstea, Pardhan, Moore, 2014, s. 60-68).
- **2010 - Bo N. Schenkmen i Mats E. Nilsson** próbowali ustalić jakie składniki bodźca akustycznego wpływają na echolokację. Przeprowadzili badania polegające na wskazywaniu przez osoby niewidome i widzące (dziesięć osób niewidomych oraz dziesięć osób widzących w wieku od 30 do 60 lat), który z prezentowanych dwóch dźwięków to dźwięk odbity od przeszkody. Zaprezentowane dźwięki różniły się parametrem głośności oraz wysokości dźwięków. w wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż osoba z niepełnosprawnością wzroku, znajdująca się w bliskiej odległości od obiektu do echolokacji zazwyczaj wykorzystuje wysokość dźwięku, natomiast głośność dźwięku stanowi dla niej dodatkowe źródło informacji. Badacze odkryli także, że wielkość pomieszczenia ma wpływ na odległość z jakiej można użyć echolokacji. w dużych pomieszczeniach np.: sali konferencyjnej ta odległość może być większa niż w bardzo małych pomieszczeniach np.: w pomieszczeniu bezechowym. Osoby niewidome w tym eksperymencie uzyskały lepsze wyniki niż osoby widzące (Schenkmen, Nilsson, 2010, s. 485).

- **2007 – Juan A. M. Rojas** i inni przeprowadzili badania dotyczące właściwości najczęstszych impulsów wytwarzanych podczas echolokacji. Podczas badań sprawdzano, które dźwięki wytwarzane przez człowieka do echolokacji są najskuteczniejsze. Analizowano klaskanie w dłonie, kliknięcia palcami, klekotanie kastanietami oraz klaskanie językiem. w wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że najlepszym dźwiękiem dla echolokacji jest tzw. klaskanie językiem. Polega ono na „gwałtownym, poziomym cofnięciu języka ku tylnej stronie jamy ustnej, przytkniętego wcześniej do podniebienia, nad górnymi zębami, przy lekko rozchylonych ustach”. Bardzo duże znaczenie ma też aspekt dotykowy klasknięcia językiem, który jest odczuwany jako wibracja na języku, zębach, szczękach i kościach czaszki. Tego rodzaju klasknięcia są bardzo skuteczne przy wykrywaniu i lokalizowaniu przeszkód znajdujących się na wysokości głowy osoby echolokującej oraz przy wykrywaniu bardzo małych obiektów w przestrzeni. (Rojas, Hermosilla, Montero, Espí, 2010, s.1073).
- **2016 - Bo N. Schenkmen** przeprowadził badanie sprawdzające wpływ ilości informacji akustycznych na zdolności echolokacyjne u osób niewidomych. w wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż dla osób niewidomych obecność dużej ilości informacji akustycznych sprawia, że zadanie percepcyjne (np.: wykrycie przeszkody) jest łatwiejsze niż w sytuacji gdy kiedy jest mało informacji dźwiękowych. Przeprowadzone badanie potwierdziło korzyści ze stosowania zasady „nadwyżki informacji” w echolokacji (Schenkmen, 2017, s. 3452).
- **2017 – Liam J. Norman, Lowrence D. Rosenblum, Lore Thaler** badali najkorzystniejsze cechy akustyczne emitowanych przez osoby niewidome dźwięków. Przeprowadzili badania w grupie 12 osób niewidomych (8 kobiet i 4 mężczyzn w wieku od 18 do 41 lat) polegające na ocenie obecności obiektu w otoczeniu oraz odległości obiektu na podstawie nagrań echa o różnych częstotliwościach. w wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że osoby niewidome wytwarzające kliknięcia zawierające wyższe częstotliwości widmowe znacznie lepiej wykrywały i lokalizowały obiekty w otoczeniu niż osoby niewidome posługujące się kliknięciami o mniejszych częstotliwościach. Emisje

dźwięków zawierające wyższe częstotliwości widmowe wywoływały głośniejsze echa, które były lepiej słyszalne (Norman, Thale, 2018, s. 16).

Badania nad echolokacją: zdolności echolokacyjne osób niewidomych a widzących

Badacze zajmujący się echolokacją poza akustyczną sferą echolokacji interesowali się także wpływem czasu utraty wzroku na umiejętność echolokowania oraz możliwością opanowania tej zdolności przez osoby widzące.

- **2010 – Santani Teng, David Whitney** przeprowadzili badania sprawdzające umiejętności echolokacji u osób niewidomych (z różnym doświadczeniem w używaniu echolokacji) i widzących. Wyniki przeprowadzonych badań pokazały, iż najlepszą i najbardziej precyzyjną echolokacją wykazywały się osoby, które miały doświadczenia w stosowaniu echolokacji oraz osoby, które utraciły wzrok we wczesnym dzieciństwie. Zatem czas utraty wzroku oraz doświadczenia echolokacyjne mają znaczenie dla prezentowanych umiejętności echolokacji (badanie wykazało silną korelację między wiekiem wystąpienia niewidzenia a zdolnością do echolokacji, zgodną poprawą wyników uzyskiwanych poprzez praktykę) (Theng, Whitney, 2011, 20-32).
- **2012 – Andrew J. Koralik** i inni przeprowadzili badania porównujące wydajność echolokacji u osób widzących i niewidomych. Badania pokazały, iż osoby niewidome wykazują wyższą wrażliwość na nie generowane przez siebie informacje pochodzące z dźwięków odbitych od przeszkody niż osoby widzące (np.: dźwięki emitowane z głośnika) oraz są w stanie lepiej niż osoby widzące wykonywać zadanie dyskryminacji na odległość, gdy dostępne są tylko sygnały pochodzące z echa. w obu grupach zaobserwowano także duże zróżnicowanie indywidualne w zakresie umiejętności echolokacyjnych (Norman, Thaler, 2018, s. 1-18).
- **2017 – Michał Bujacz** i inni porównali umiejętność stosowania echolokacji (wykrywanie przeszkód z różnych odległości) w środowisku naturalnym w grupie dzieci niewidomych, dorosłych niewidomych i dorosłych widzących. Porównywali

także dokładność rozpoznawania tych samych obiektów przy użyciu nagrań dwuusznych i aplikacji mobilnej. Uzyskane wyniki badań posłużą do stworzenia kilku aplikacji mobilnych wspierających rozwijanie echolokacji. Każda z zaprojektowanych aplikacji będzie poświęcona innemu zagadnieniu. Pierwsza będzie narzędziem do nauki rozróżniania dźwięków na poziomie podstawowym. Druga stanowić będzie pomoc w nauce pasywnej i aktywnej echolokacji (na różnym poziomie zaawansowania) dla osób z niepełnosprawnością wzroku a także jako wsparcie dla nauczycieli orientacji przestrzennej. Trzecią aplikacją będzie gra audio, w której wykorzystane zostanie zjawisko echolokacji (Bujacz, 2018).

Badania nad echolokacją: metoda neuroobrazowania

W ostatnich latach wśród badań nad echolokacją pojawiają się niezwykle interesujące badania wykorzystujące metodę neuroobrazowania. Dwa niezależne zespoły naukowców (zespół amerykańskich psychologów z University of Western Ontario w Kanadzie oraz zespół z University of California) zaobserwowały aktywność mózgową niewidomych osób, które na podstawie dźwięków odbitego echa potrafiły ocenić właściwości przedmiotów (metal, tkanina, drewno itp.). w obu badaniach zaobserwowano także aktywność korową mózgu w obszarach typowych dla wzrokowego postrzegania (Goodle, 2013, s. 45).

- **Malvyn Goodale** - profesor psychologii, dyrektor Brain and Mind Institute na University of Western Ontario w Kanadzie prowadził badania z wykorzystaniem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI). Wraz z zespołem zajmował się badaniem organizacji funkcjonalnej szlaków wzrokowych w korze mózgowej. w wyniku prowadzonych eksperymentów z udziałem Daniela Kisha i Briana Bushwaya (niewidomi mężczyźni wykorzystujący echolokację do poruszania się) odkrył, iż tylko u nich podczas słyszenia dźwięków odbitych aktywuje się kora wzrokowa w mózgu. U osób widzących poddanych temu samemu działaniu aktywuje się natomiast tylko kora słuchowa. Profesor Goodale ustalił, że echolokacja może być wykorzystywana w sposób niezwykle podobny do wzroku (Goodle, 2013, s. 44).

Dokonane podczas badań odkrycia „plastyczności mózgu” mają olbrzymie znaczenie zarówno dla osób niewidomych (echolokacja może być wykorzystywana w sposób podobny do wzroku) ale także pozwalają lepiej zrozumieć pracę mózgu u osób widzących

W ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie umiejętnościami echolokacyjnymi osób niewidomych. Przekłada się ono na zainteresowania badawcze naukowców na całym świecie. Jednak największym ograniczeniem prowadzonych badań są mało liczne próbki badawcze (od kilku do kilkunastu osób) co sprawia, że wyniki badań nie mogą być rozszerzane na całą populację osób z niepełnosprawnością wzroku. Pomimo tego prowadzone badania pozwoliły ustalić mechanizm echolokacji, czynniki, które determinują jej efektywność, mechanizmy akustyczne oraz jej neurologiczne podstawy.

PODSTAWOWE INFORMACJE NA TEMAT ECHOLOKACJI

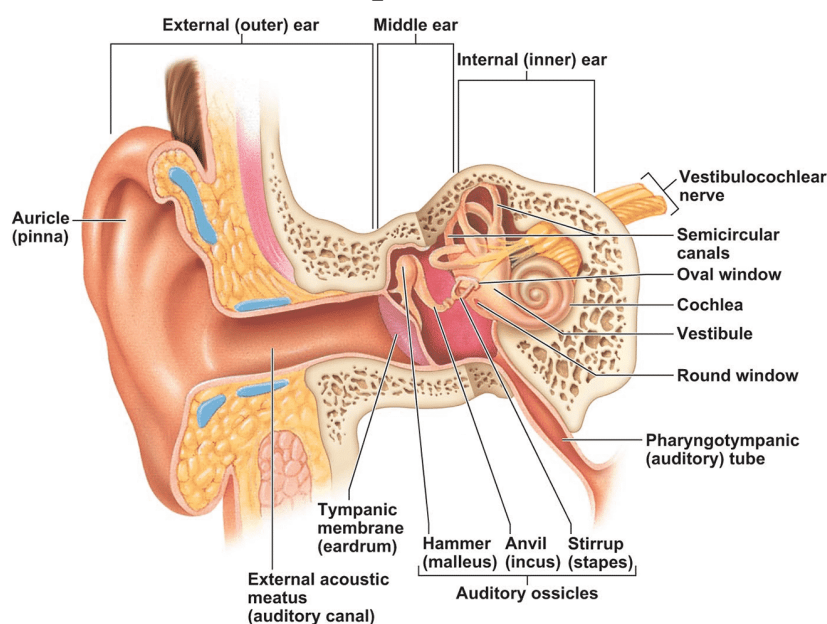
Osoby z niepełnosprawnością wzroku do orientacji przestrzennej wykorzystują informacje uzyskane z innych zmysłów: słuchu, dotyku, zmysłu kinestetycznego, równowagi i węchu. Główną rolę w orientacji w przestrzeni w odniesieniu do osób z niepełnosprawnością wzroku pełni słuch. Jest to zmysł, który dostarcza informacji o istnieniu obiektów w przestrzeni (np. przeszkody na trasie marszu), pozwala ocenić odległość od obiektu i pomaga ustalić, czy słyszany obiekt jest statyczny czy dynamiczny (np. autobus stojący na przystanku autobusowym, odjeżdżający autobus).

Teoria dźwięków odbitych i ich właściwości

Dźwięk odgrywa znaczącą rolę w życiu człowieka. Odbieranie (słyszenie) i wytwarzanie dźwięków pozwala komunikować się ze światem wokół nas, z innymi ludźmi. Tę możliwość komunikacji uzyskujemy dzięki nabywaniu mowy. w przypadku osób niewidomych i słabowidzących dźwięk (obecność lub jego brak) ma również ogromną rolę w poznawaniu i orientacji w otaczającej przestrzeni.

Dźwięk: fizyka. zaburzenie falowe w ośrodku sprężystym gazowym, płynnym lub stałym (fale sprężyste), które wywołuje subiektywne wrażenie słuchowe u człowieka lub zwierzęcia. Trzy ważne cechy dźwięku to intensywność, częstotliwość i faza. Te cechy przyczyniają się do identyfikacji dźwiękowej, dyskryminacji i lokalizacji.

Anatomy of the Ear



Źródło: www.nurseslabs.com/special-senses-anatomy-physiology

Anatomicznie ucho jest podzielone na trzy główne obszary: ucho zewnętrzne, ucho środkowe i ucho wewnętrzne. Ucho zewnętrzne składa się z małżowiny usznej i przewodu słuchowego. Zbiera i przewodzi fale dźwiękowe przenoszone przez powietrze do błony bębenkowej ucha środkowego. Dysfunkcja ucha zewnętrznego powoduje przewodzeniowy ubytek słuchu. Ucho środkowe składa się z błony bębenkowej i trzech kosteczek słuchowych. Ucho środkowe zmienia dźwięk unoszący się w powietrzu przekazywany z ucha zewnętrznego na wibrację mechaniczną, która jest przekazywana do ucha wewnętrznego poprzez ruch kosteczek słuchowych. Dysfunkcja ucha środkowego powoduje przewodzeniowy ubytek słuchu. Ucho wewnętrzne składa się ze ślimaka. Podstawowymi funkcjami ucha wewnętrznego jest przekształcenie energii mechanicznej w energię elektrochemiczną i przeprowadzenie analizy częstotliwościowej przychodzącego sygnału. Dysfunkcja ucha wewnętrznego powoduje utratę słuchu zmysłowo-nerwowego.

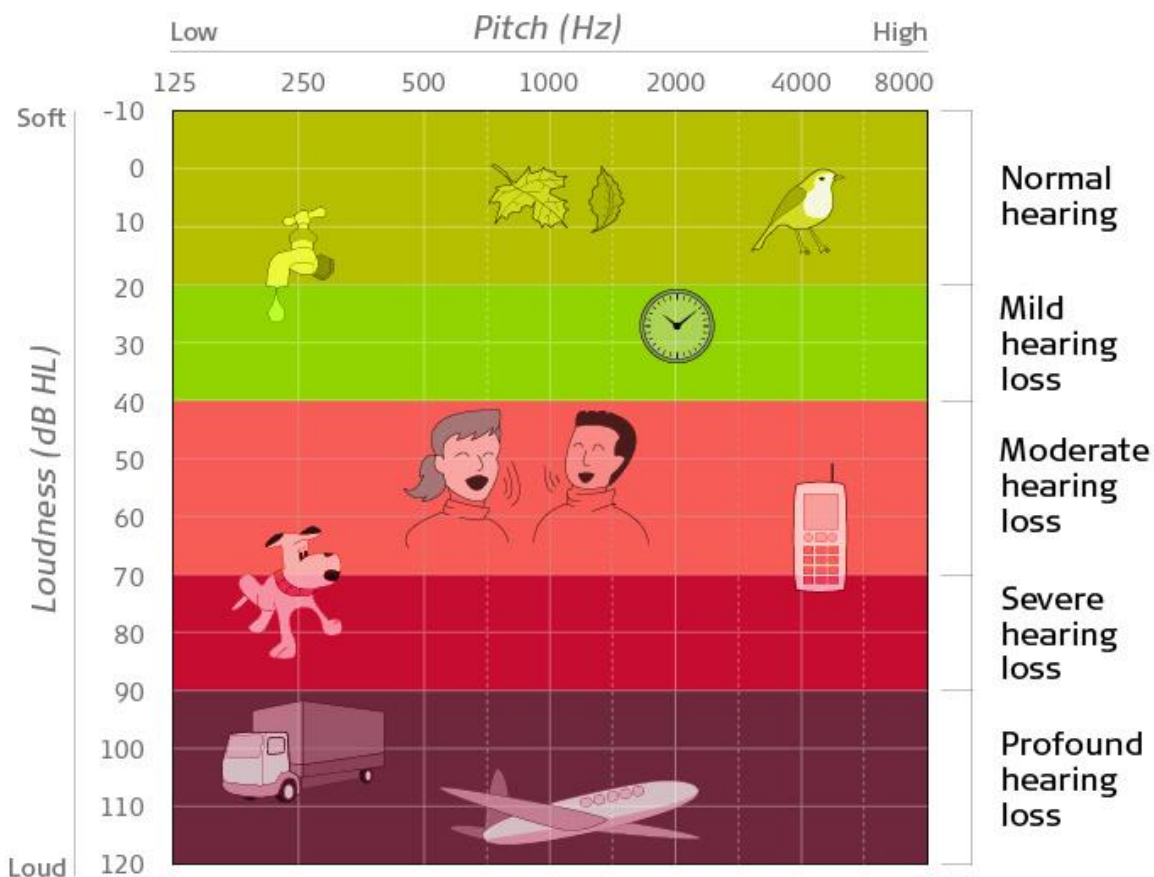


Źródło: www.visual.ly/community/infographic/health/types-hearing-loss

Niedosłuch typu przewodzeniowego występuje, gdy pojawiają się problemy z uchem zewnętrznym lub środkowym. Polega on na zakłóceniu przekazywania dźwięku do ucha wewnętrznego. Może to być spowodowane takimi czynnikami, jak zbyt dużo woskowiny, infekcje ucha, przebicie błony bębenkowej, nagromadzenie płynów lub nieprawidłowy wzrost kości w uchu środkowym, np.: otoskleroza. Ten typ niedosłuchu jest bardziej powszechny u dzieci. Osoby z niedosłuchem przewodzeniowym zwykle mają ubytki słuchu w zakresie niższych częstotliwości lub równomierne obniżenie słyszenia na poziomie wszystkich częstotliwości.

Niedosłuch zmysłowo-nerwowy występuje, gdy narząd słuchu, ślimak i / lub nerw słuchowy jest uszkodzony lub działa wadliwie, więc nie jest w stanie dokładnie wysyłać informacji elektrycznej do mózgu. Niedosłuch zmysłowo-nerwowy jest prawie zawsze trwały. Może być genetyczny lub spowodowany naturalnym procesem starzenia się, chorobami, wypadkami, wywołany hałasem lub niektórymi rodzajami leków. Neuropatia słuchowa to kolejna forma, w której nerwy przenoszące dźwięk do mózgu są uszkodzone lub działają nieprawidłowo. Technologie takie jak aparaty słuchowe, implanty ślimakowe i hybrydowe implanty ślimakowe mogą pomóc w zmniejszeniu skutków ubytku słuchowo-nerwowego. Osoby z utratą czuciowo-nerwową zwykle mają utratę słuchu w zakresie wyższych częstotliwości.

Niedosłuch mieszany występuje w sytuacji, gdy pojawia się jednocześnie przewodzeniowy, jak i zmysłowo-nerwowy ubytek słuchu. Na ogół niedosłuch sensoryczno-nerwowy jest trwały, podczas gdy niedosłuch przewodzeniowy może być trwały lub tymczasowy.



Źródło: www.medel.com/pl/audiogram

Audiogram jest „graficznym przedstawieniem” możliwości słuchowych. Jest to wykres pokazujący, jak duże jest odchylenie słuchu pacjenta od normalnego poziomu słyszenia. w sytuacji występowania niedosłuchu pozwala zidentyfikować problem.

Istnieją różne rodzaje i stopnie ubytku słuchu.

Słuch w normie 0–20 dB

Lekki / łagodny ubytek słuchu 20 - 40 dB

Umiarkowany ubytek słuchu 40–60 dB

Umiarkowany / poważny ubytek słuchu 60 - 80 dB

Poważny ubytek słuchu 80-100 dB

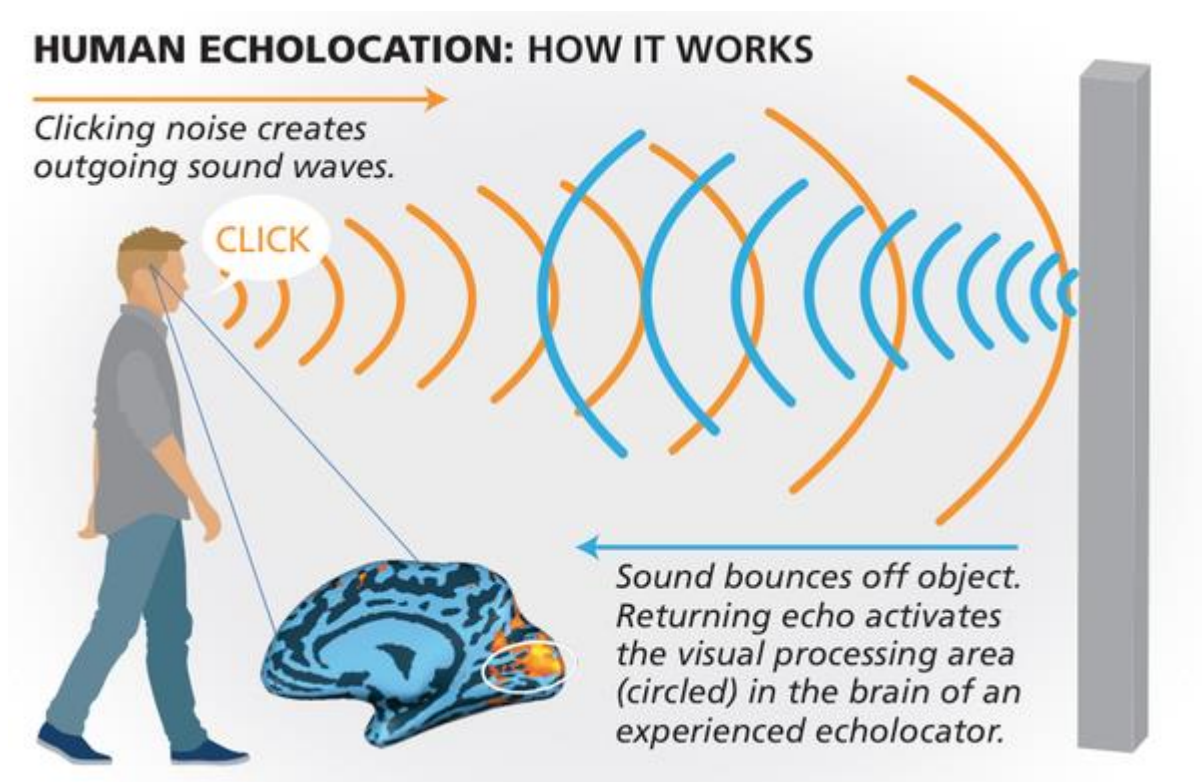
Głęboki ubytek słuchu 100 - 120 dB

Wiatr i temperatura

- Dźwięk rozchodzi się w przybliżeniu około 1 km w ciągu 3 sekund. (o 20 stopni: 343 m / s, 1,235 km / godzinę);
- Dźwięk przemieszcza się wolniej, gdy jest zimno (o -12 stopni: 323 m / s);
- Dźwięk rozchodzi się szybciej, gdy jest gorąco (o 30 stopni: 348 m / s);
- Dźwięk jest głośniejszy na poziomie gruntu w chłodne dni; dzieje się tak z powodu różnych temperatur w warstwach powietrza, które odbijają dźwięk w dół;
- Osoby z niepełnosprawnością wzroku często słyszą lepiej w chłodne dni oraz gdy nie ma liści na drzewach

Definicje echolokacji

Badacze zajmujący się psychoakustyką wskazują, że podstawą słuchowej orientacji przestrzennej osób niewidomych może być wrażenie słuchowe wynikające z odbicia dźwięku od przeszkody. Prawdopodobnie najważniejsza jest ocena tak zwanego „tonu odbicia”, który powstaje w wyniku interferencji bezpośrednio odbijanego dźwięku (Jorasz, 1998).



Źródło: <http://discovermagazine.com/2015/july-aug/27-sonic-vision>

Echolokacja jest techniką, która świadomie angażuje zmysły, szczególnie zmysł słuchu w postrzeganie i zbieranie precyzyjnych informacji o strukturach i charakterze środowiska, cechach (materiałach), w taki sposób, aby można było zidentyfikować obiekt lub grupę obiektów prezentowanych w danym środowisku (Kish, 2014).

Echolokacja jest metodą interpretacji dźwięków generowanych przez echa odbite od otaczających nas obiektów w celu ustalenia, gdzie te obiekty się znajdują. Echolokacja nie jest magią, nie wymaga również specjalnych umiejętności ani wielu godzin treningu. Każdy człowiek może nauczyć się interpretować dźwięki odbite aby wykorzystać je do orientacji w otaczającym świecie. Echolokacja pozwala wykrywać różnego rodzaju obiekty, począwszy od bardzo dużych, a skończywszy na bardzo małych. Dzięki echolokacji można orientować i poruszać się w skomplikowanym i nieznanym środowisku (Johnson, 2012).

Echolokalizacja to technika orientacji i metoda celowego angażowania zmysłów, szczególnie słuchu, do postrzegania i gromadzenia dokładnych informacji o naturze i strukturze otoczenia, w celu zidentyfikowania obiektu lub grupy obiektów obecnych

w danym otoczeniu. Echolokacja to technika wykorzystująca fakt, że dźwięk emitowany przez osobę zostanie odbity od obiektu (dźwięk dotrze do obiektu, odbije się od niego i wróci do uszu tej osoby). w ten sposób może on być postrzegany przez ucho ludzkie i interpretowany przez mózg.

Jednak echolokacja nie może zastąpić używania długiej, białej laski, ale powinna być stosowana w połączeniu z laską aby móc zgromadzić pełniejsze informacje o przestrzeni. Podróżowanie w ten sposób umożliwia osobom z niepełnosprawnością wzroku zebranie maksymalnej ilości informacji o świecie i otaczających go przedmiotach. Echolokacja może pomóc osobom niewidomym podróżować swobodniej, bezpieczniej i bardziej niezależnie w znanym i nieznanym otoczeniu (Dyckjær, 2014).

Rodzaje echolokacji: aktywna i pasywna echolokacja

Istnieją dwa rodzaje echolokacji: **echolokacja aktywna i echolokacja pasywna**.

Oba rodzaje echolokacji wymagają użycia dźwięków do „zobaczenia” świata i do tworzenia obrazów mentalnych poprzez interpretację sygnałów dźwiękowych lub ech odbijanych od otoczenia (Dyckjær, 2014).

Echolokacja pasywna polega na wykorzystaniu dźwięków pochodzących z otoczenia - hałasu ulicznego, kroków innych ludzi itp. za pomocą dźwięków z otoczenia można rozpoznać lokalizację i określić swoją pozycję w przestrzeni. Dźwięki z otoczenia mogą służyć jako punkty orientacyjne, umożliwiające bezpieczne i sprawne poruszanie się. na przykład ciągły dźwięk silników samochodowych może wskazywać, że zbliżasz się do ulicy itp.

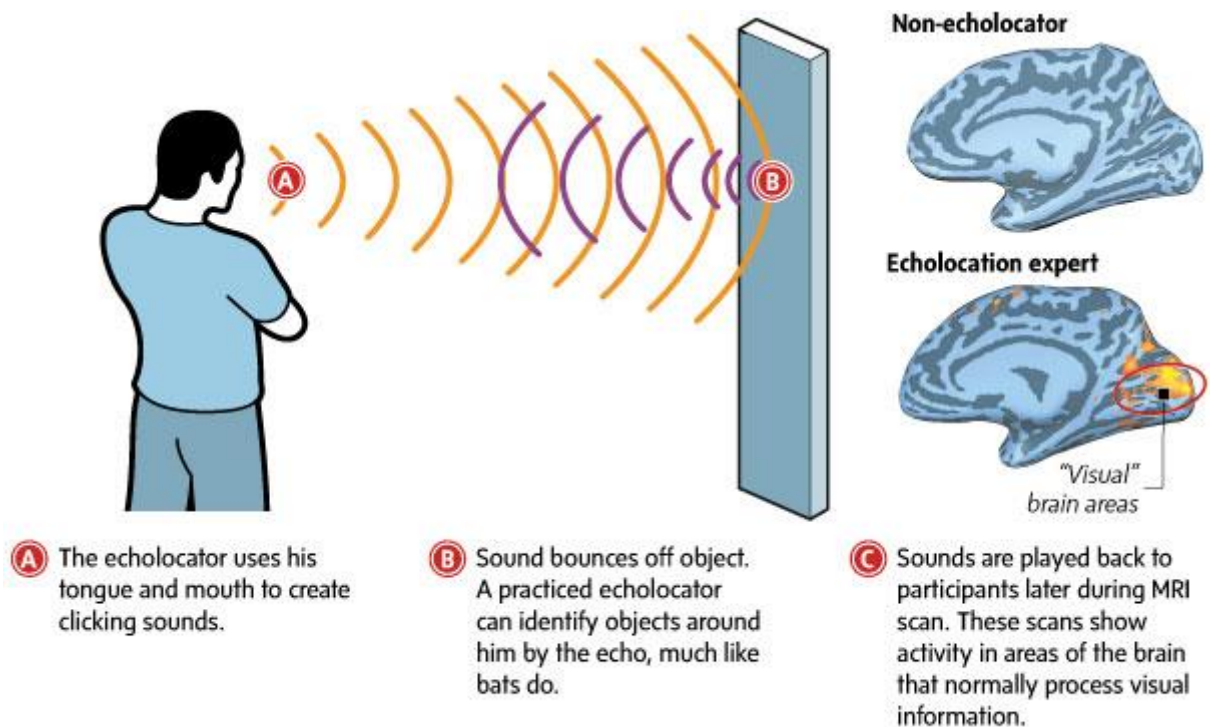
Echolokacja pasywna pozwala na stałą świadomość pozycji ciała w stosunku do dźwięku, dzięki czemu możliwe jest postrzeganie i rozpoznawanie obiektów oraz unikanie przeszkód w przestrzeni. Podczas zbliżania się do obiektów można dostrzec zmiany temperatury i ciśnienia.

Echolokacja pasywna polega na słuchaniu odgłosów występujących w otoczeniu i ich interpretacji. Dźwięki, które możemy odbierać to:

- odgłosy rozmów;

- działający wentylator;
- odgłosy kroków;
- stukanie laską;
- szelest ubrań;
- pocieranie dłoni;
- oddech;
- odgłosy różnego rodzaju urządzeń,
- odgłosy zegarów

Echolokacja aktywna polega na emitowaniu określonego dźwięku, który odbija się od obiektów występujących w otoczeniu. Dźwięk odbity zmienia się w zależności od kontaktu z przeszkodą od której się odbija. Zasadniczo do echolokacji aktywnej wykorzystuje się dźwięki wysokie i krótkie.



MATTHEW BAMBACH/THE GLOBE AND MAIL » SOURCE: UNIVERSITY OF WESTERN ONTARIO

Źródło: <http://www.sciencebehindsuperpowers.weebly.com/echolocation.html>

Echolokacja aktywna to celowe i świadome wytwarzanie dźwięków przez osobę, na przykład klikanie językiem, pstrykanie/klaskanie palcami/dłońmi. Dźwięk jest emitowany w pożądanym kierunku z określoną siłą. Emitowany dźwięk dociera do obiektu i odbija się od niego (odbicie to nazywamy echem). Czas, głośność, wysokość, barwa i odległość do i od obiektu, który odbija echo, decydują o tym, w jaki sposób echo może być interpretowane i wykorzystywane do orientacji w przestrzeni.

Najbardziej doświadczeni, praktykujący echolokatorzy używają dźwięku, który sami wytwarzają za pomocą kliknięć ustami/klasknięć językiem. Uważają że jest to najbardziej efektywny sposób korzystania z echolokacji, gdyż usta mamy zawsze ze sobą oraz umiejscowione są one dość blisko uszu, co oznacza, że dźwięk przemieszczający się w otoczeniu, będzie przemieszczał się bezpośrednio od i bezpośrednio do uszu.

Rodzaje echolokacji i ich praktyczne zastosowanie

Echolokacja wymaga koordynacji i współpracy różnych zmysłów wykorzystywanych do pozyskiwania informacji z otoczenia oraz umiejętności interpretowania ich w celu określenia położenia własnego ciała względem innych obiektów.

Echolokacja pasywna polega na wykrywaniu i identyfikowaniu dźwięków występujących w otoczeniu. Ta zdolność umożliwia osobom z niepełnosprawnością wzroku wykrywanie obiektów w przestrzeni. Pozwala także określić odległość do wykrytego obiektu, a także go zidentyfikować. w codziennych sytuacjach pasywną echolokację można wykorzystać do zauważenia obecności ludzi w pomieszczeniu, do wykrycia urządzeń emitujących dźwięk (np. wentylator, telewizor, silnik samochodu, odkurzacz itp.). Warunkiem korzystania z echolokacji pasywnej jest sprawny narząd słuchu, mający wrażliwość na dźwięki oraz występowanie w otoczeniu obiektu emitującego dźwięk.

Natomiast aktywna echolokacja pozwala wykryć obiekt w przestrzeni pomimo braku emitowanego przez ten obiekt dźwięku. Umożliwia wykrycie obiektu (przedmiotu) przez świadome wysyłanie dźwięku w kierunku obiektu przez osobę z niepełnosprawnością wzroku. Umożliwia uzyskanie bardziej szczegółowych

informacji o obiekcie: o jego wielkości, kształcie, materiale, z którego jest wykonany. w codziennych sytuacjach aktywna echolokacja może być wykorzystywana w przestrzeni zamkniętej do określenia wielkości pomieszczeń, korytarzy, do określenia odległości od ścian i wodzenia słuchowego wzdłuż powierzchni (ścian). w otwartej przestrzeni, na zewnątrz do wykrywania małych i dużych obiektów (wiata przystankowa, drzewo, zaparkowane samochody itp.). Warunkiem umożliwiającym użycie aktywnej echolokacji jest sprawny narząd słuchu i zdolność do emitowania dźwięku za pomocą ust, kliknięć językiem, kliknięć palcami itp. oraz zdolność do interpretacji dźwięku odbitego od obiektów (echa odbitego od obiektów).

Korzyści z używania aktywnej echolokacji:

- Zastosowanie aktywnej echolokacji zyskuje na popularności jako narzędzie zwiększające mobilność osób niewidomych i słabowidzących.
- W miarę doniesień z kolejnych badań naukowych sceptycyzm dotyczący umiejętności echolokacyjnych powoli zanika i ustępuje miejsca przyspieszonemu opracowywaniu i wdrażaniu tego wyjątkowego narzędzia.
- Echolokacja to podstawowa, prosta umiejętność, z której korzysta wiele osób niewidomych codziennie, aby sprawniej poruszać się i lepiej rozumieć przestrzeń wokół siebie
- Przy odpowiednim zastosowaniu echolokacji można użyć do precyzyjnej identyfikacji odległości, rozmiarów, kształtów, krawędzi, a nawet gęstości otaczających obiektów.
- Fale dźwiękowe, w postaci dźwięków odbitych od obiektów, w różny sposób odzwierciedlają poszczególne cechy obiektów i powierzchni. Dzięki temu w wyniku ćwiczenia interpretacji odbitych dźwięków można odróżnić kształt, rozmiar, odległość i materiał otaczających nas przedmiotów/obiektów.
- Muzycy twierdzą, że pogłos powoduje, że każde pomieszczenie lub powierzchnia ma swoją własną, unikalną reakcję dźwiękową. Dzięki zauważeniu tej prawidłowości ćwiczeniu umiejętności interpretacji odbitych dźwięków osoby z niepełnosprawnością wzroku na całym świecie mogą stać

się coraz bardziej niezależne, uzupełniając istniejące formy orientacji i poruszania się o wewnętrzną świadomość, jaką może zapewnić echolokacja.

- Echolokacja nie wymaga specjalnego sprzętu ani specjalnego talentu. Ludzkie ciało i mózg są naprawdę cudami natury, które dają nam możliwości, o których być może nigdy nie słyszeliśmy. Jeśli słyszysz, możesz echolokować (Kish, 2017).

Pasywna i aktywna echolokacja mogą być używane razem w zintegrowany sposób. Echolokacja pasywna może być wykorzystywana tylko do pewnego stopnia (wtedy gdy w otoczeniu obiekt lub przedmiot emituje dźwięk), gdyż uzyskane w ten sposób dane są zazwyczaj nieprecyzyjne i niejednoznaczne. Natomiast aktywna echolokacja wymaga świadomego działania i dzięki niej możemy uzyskać więcej precyzyjnych informacji. Zatem bierna echolokacja to peryferyjny system widzenia, który daje stały, szeroki zakres ogólnych informacji o otoczeniu, działając jako rodzaj systemu ostrzegawczego. a echolokację aktywną możemy porównać do centralnego (głównego) systemu widzenia, ponieważ umożliwia ona uzyskanie bardziej szczegółowych informacji o określonych przedmiotach lub ich cechach.

ZASTOSOWANIE ECHOLOKACJI W ŻYCIU CODZIENNYM

Ludzka echolokacja jest uważana za aktywny sposób postrzegania otoczenia. Umożliwia ona wykrywanie, lokalizowanie i różnicowanie różnego rodzaju obiektów poprzez interpretację informacji akustycznych powstałych w wyniku wysłanego przez siebie dźwięku odbitego od obiektów w otoczeniu. To nie jest niezwykła umiejętność. Jest to umiejętność, której każdy może się nauczyć.

Sytuacją, która może pomóc nam zrozumieć echolokację jest podróżowanie pociągiem. Siedząc w pociągu przy otwartym oknie, słyszymy obiekty mijane na trasie przejazdu (drzewa, słupy trakcyjne, inny pociąg, tunel itp.). Słyszenie tych obiektów jest możliwe dzięki dźwiękowi wytwarzanemu przez pociąg i odbitemu od przydrożnych obiektów. Dźwięk odbity od mijanych obiektów wraca do nas przez otwarte okno.

Przestrzeń, w której osoby z niepełnosprawnością wzroku mogą wykorzystać echolokację

Echolokacja to umiejętność, z której mogą korzystać osoby z niepełnosprawnością wzroku w wielu codziennych sytuacjach, a zatem także w wielu różnych miejscach. Zasadniczo rozróżniamy dwa typy przestrzeni, w których osoby niewidome i słabowidzące używają echolokacji. Jest to przestrzeń zamknięta (wewnątrz budynku) i przestrzeń otwarta (na zewnątrz budynku).

Przestrzeń zamknięta (wewnątrz budynku):

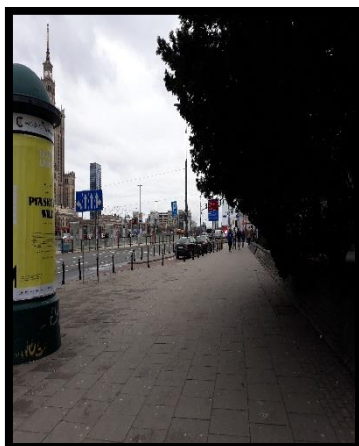
- mieszkanie: pokój, kuchnia, łazienka, sypialnia, salon; korytarz, garaż;
- budynki użyteczności publicznej: biuro, żłobek, przychodnia, teatr, sklep, dworce itp.



Źródło: zdjęcia ze zbiorów prywatnych.

Przestrzeń otwarta (na zewnątrz budynku):

- dzielnica mieszkaniowa
- dzielnica handlowa;
- skrzyżowanie ulic;
- centrum miasta;
- centrum handlowe;
- park, las



Źródło: zdjęcia ze zbiorów prywatnych.

W zależności od rodzaju przestrzeni i występujących w niej obiektów echolokacja może służyć do identyfikacji dużych i małych obiektów.

Duże obiekty:

- budynki;
- ściany;
- przystanki autobusowe;
- samochody;
- drzewa, krzaki;
- ławki.

Małe obiekty:

- kubki;
- piłeczki;
- pudełka;
- lampy;
- wazon.

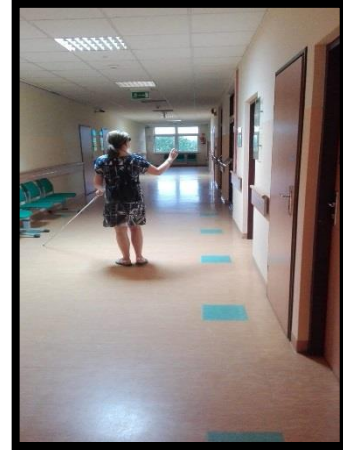
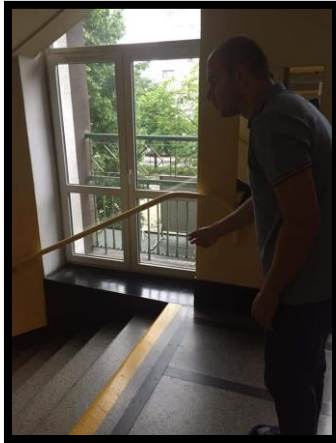
Sytuacje, w których można wykorzystać echolokację

Osoby z niepełnosprawnością wzroku do przemieszczania się wykorzystują różne sposoby i techniki. w literaturze przedmiotu opisane są cztery podstawowe metody poruszania się: z widzącym przewodnikiem, z długą, białą laską, z psem przewodnikiem, z elektroniczną pomocą wspierającą mobilność. Wybór sposobu poruszania się zależy od wielu czynników. Najważniejsze z nich to: wiek, stopień niewidzenia, poziom sprawności fizycznej, procesy poznawcze; umiejętność orientacji w przestrzeni, predyspozycje osobiste, znajomość i złożoność terenu itp.

Osoby z niepełnosprawnością wzroku wykorzystujące echolokację również posługują się wyżej wymienionymi sposobami poruszania się, najczęściej jest to biała laska.

Przestrzeń zamknięta (wewnątrz budynku):

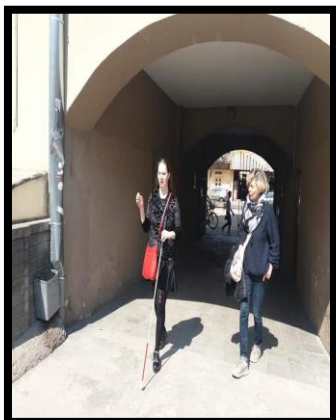
- Poznajowanie pomieszczenia za pomocą echolokacji:
 - określenie kształtu, wielkości pomieszczenia;
 - ustalenie, czy pokój jest pusty lub czy są w nim meble;
 - znalezienie wyjścia z pokoju;
- Wykrywanie i lokalizowanie drzwi (otwarte, zamknięte) podczas poruszania się po korytarzu;
- Wykrywanie i lokalizowanie klatek schodowych, prostopadłych korytarzy;
- Lokalizowanie przeszkód na trasie marszu;
- Utrzymywanie stałej odległości od ściany podczas poruszania się.



Źródło: zdjęcia ze zbiorów prywatnych.

Przestrzeń otwarta (na zewnątrz budynku):

- Lokalizowanie punktów usługowych, na przykład sklepów (po charakterystycznym zadaszeniu);
- Lokalizowanie dużych obiektów na trasie marszu:
 - przystanek autobusowy;
 - zaparkowane samochody;
- Lokalizowanie końców ścian budynków, ogrodzeń;
- Wykrywanie przestrzeni między budynkami;
 - bramy wejściowe;
 - wejścia na parking;
- Identyfikowanie i lokalizowanie przejść podziemnych, tuneli;
- Wykrywanie i omijanie słupów, latarni, krzewów.



Źródło: zdjęcia ze zbiorów prywatnych.

Czynniki warunkujące wykorzystanie echolokacji przez osoby z niepełnosprawnością wzroku

Skuteczność wykorzystania echolokacji przez osobę niewidomą lub słabowidzącą zależy od wielu czynników: właściwego sposobu klikania, głośności wydawanego dźwięku, głośności dźwięków w otoczeniu, prawidłowo funkcjonującego narządu słuchu, doświadczenia w interpretacji dźwięków i osobistej motywacji.

Sygnał odbitego echa emitowany blisko ucha może dostarczyć wielu informacji o obiekcie, gdyż dźwięk odbija się od obiektu i wraca w pobliże miejsca skąd został wysłany, tj. w jamie ustnej, dłoni, łasce lub stopach. Klikanie językiem jest najskuteczniejsze przy używaniu echolokacji, ponieważ dźwięk jest wytwarzany blisko ucha.

- W opanowaniu umiejętności echolokacji bardzo ważna jest **technika klikania**. Zaleca się klikanie językiem. Wytwarzany dźwięk powinien być bardzo wyraźny, czysty i mocny.
- **Częstotliwość wydawanych dźwięków** jest również bardzo ważna. Kliknięcie językiem powinno być emitowane nie częściej niż co dwie sekundy, gdyż osoba klikająca potrzebuje czasu na przetworzenie i interpretację docierających do niej informacji.

- Interpretacje dźwięków odbitych od obiektów utrudnia **usłyszenie dodatkowych dźwięków w otoczeniu**, na przykład: hałas, szmer itp. Głośne dźwięki z otoczenia utrudniają interpretację dźwięków odbitych.
- Prawidłowo zbudowany i działający **narząd słuchu** jest bardzo ważny w nabywaniu umiejętności echolokacyjnych. Osoby z ubytkiem słuchu mogą również posiadać tę zdolność, ale ich nauka będzie wymagała więcej czasu i modyfikacji procesu nauczania.
- Wewnętrzna motywacja ucznia jest bardzo ważna w nabywaniu umiejętności echolokacji. Wewnętrzne zaangażowanie i otwartość na naukę są podstawą do ćwiczenia umiejętności z tego zakresu.
- Niezwykle ważnym czynnikiem w procesie nabywania umiejętności echolokacyjnych jest systematyczne uczenie się pod kierunkiem doświadczonego nauczyciela i samodzielne budowanie doświadczeń poprzez eksperymenty wynikające z ciekawości świata.

NAUCZANIE ECHOLOKACJI

Nauczanie i uczenie się korzystania z umiejętności echolokacyjnych jest bardzo indywidualnym procesem, który zależy od potrzeb i możliwości osób z niepełnosprawnością wzroku.

Etapy nauczania echolokacji

Możemy wyodrębnić kilka etapów procesu nauczania:

I. Przeprowadzenie oceny funkcjonalnej, która powinna polegać na zebraniu informacji na temat:

1. Sytuacji życiowej (życie rodzinne, praca, samodzielność itp.).
2. Niepełnosprawności wzroku (przyczyny ślepoty, konsekwencje niepełnosprawności wzrokowej itp.).
3. Orientacji przestrzennej i samodzielnego poruszania się (techniki poruszania się).

4. Poruszania się i odbioru przestrzeni za pomocą zmysłów (odbior wskazówek słuchowych, dotykowych i innych punktów orientacyjnych).

5. Motywacji do rozpoczęcia nauki echolokacji.

II. Ćwiczenia sprawdzające techniki poruszania się

III. Wstępne ćwiczenia koncentrujące się na odbiorze dźwięków z otoczenia (lokalizowanie źródła dźwięku, określanie odległości od źródła dźwięku, identyfikacja i opis dźwięku).

IV. Aktywne ćwiczenia echolokacyjne (w pomieszczeniach z różnymi przedmiotami: stacjonarnymi i ruchomymi, wewnątrz budynków i na zewnątrz budynków itp.).

Kiedy rozwijamy umiejętności echolokacyjne, powinniśmy pamiętać o następujących zasadach:

- od ćwiczeń stacjonarnych do ćwiczeń w ruchu;
- zasada stopniowania trudności (od prostych do złożonych ćwiczeń);
- od ćwiczeń w pomieszczeniu do ćwiczeń w otwartej przestrzeni;
- od ćwiczeń wymagających dużego wsparcia do ćwiczeń wymagających dużej samodzielności.

Poniżej przedstawiamy kilka studiów przypadków dotyczących nauczania echolokacji osób z dodatkowymi niepełnosprawnościami. Przedstawiono niektóre zalecenia i sugestie, które mogą pomóc dostosować nauczanie do potrzeb poszczególnych grup osób, takich jak osoby z dodatkowymi zaburzeniami (niepełnosprawność intelektualna, zaburzenia słuchu), osoby głuchoniewidome, osoby słabowidzące, dzieci, dorośli itp.

Przykłady rozwijania umiejętności echolokacyjnych

Analizując poszczególne studia przypadków, przedstawiono je zgodnie z następującym schematem, odpowiadając na pytania:

1. Jakiego typu problemy/trudności może mieć opisana osoba w kontekście nauczania echolokacji? Jakich problemów i trudności się spodziewasz? Jakie są mocne strony tej osoby, które można wykorzystać?

2. Przykłady ćwiczeń polecanych na początku prowadzenia zajęć z echolokacji.
3. Na czym będzie polegała specyfika pracy w kontekście nauczania echolokacji z opisaną osobą? Pomyśl nad zasadami pracy z osobą z tego typu niepełnosprawnością.

OSOBA I DZIECKO Z NIEPEŁNOSPRAWNOŚCIĄ WZROKU

Ania, 4 lata

Ania jest dziewczynką, która w zakresie czynności poznawczych jest w normie intelektualnej. Ma dużą potrzebę ruchu, lubi biegać, skakać. Dziewczynka ma problemy z koncentracją uwagi, często trudno jej się skupić na dłuższym zadaniu. Ma bogaty zasób słownictwa, dużo opowiada i zadaje dużo pytań. Nie lubi gdy jest cicho ale jednocześnie boi się bardzo głośnych dźwięków. Najchętniej porusza się z przewodnikiem. Używać także koła h-h do poruszania się ale wtedy nieustannie potrzebuje potwierdzenia obecności nauczyciela przy niej.

Mocne strony: potrzeba ruchu (motywacja do wyjścia/ spaceru, eksploracji), bogaty zasób słownictwa (zaleta przy opisywaniu dźwięków, tworzeniu przymiotników).

Trudności: problemy z koncentracją uwagi, skupienie się na dłuższym zadaniu, dziewczynka nie lubi ciszy, lęk przed głośnymi dźwiękami.

Ćwiczenia wstępne w zakresie echolokacji:

- oswajanie z różnymi dźwiękami (dźwiękami z otoczenia oraz tymi produkowanymi przez siebie) w formie zabaw, np.: tupanie, klaskanie, „klikanie”,
- produkowanie dźwięku „szszsz”, śpiewanie, mówienie szeptem czy też krzyk,
- zabawa z wykorzystaniem instrumentów muzycznych, zabawek dźwiękowych,
- zabawa w lokalizowanie źródła dźwięku (nauka stron „prawa”, „lewa”, nauka przymiotników)

Wskazówki dotyczące pracy z osobą z tego rodzaju niepełnosprawnością:

Zapewnienie dziecku poczucia bezpieczeństwa. Można rozpoczynać zajęcia w miejscu lubianym przez dziecko (tam gdzie czuje się bezpiecznie). Należy

stopniować trudności. Ważne jest podążanie za dzieckiem. Dużo pozytywnych wzmocnień. w związku z problemami z koncentracją uwagi, należy robić dziecku przerwy podczas ćwiczeń, gdzie częstotliwość przerw będzie zależała od efektywności w koncentrowaniu się, tak aby dziecko nie zniechęciło się do pracy. Zajęcia powinny być opracowane w formie zabawy, aby dziecko odczuwało przyjemność, było zaintrygowane a jednocześnie uczyło się technik echolokacyjnych.

OSOBA II – OSOBA SŁABOWIDZĄCA

Michał, 15 lat

Michał jest osobą słabowidzącą (zaćma wrodzona, problemy z centralnym polem widzenia, obniżona ostrość wzroku do dali i do bliży, potrzeba dodatkowego oświetlenia). Michał jest zbuntowanym nastolatkiem. Nie lubi ruchu, spacerów, żadnej aktywności fizycznej. Jest sprawny fizycznie. Bardzo dużo czasu spędza przed komputerem i ze smartfonem. Interesuje się historią. Nie lubi poruszać się w ciemności i o zmroku. Wychodzi sam z domu ale tylko do znanych miejsc (szkoła, sklep). Nie używa laski. Bardzo chciałby zwiedzać muzea (np.: Wojska Polskiego, Powstania Warszawskiego itp.), chodzić na różnego rodzaju wystawy.

Mocne strony: jest zainteresowany smartfonem więc można mu pokazać różnego rodzaju aplikacje dotyczące nawigacji i planowania tras np. do wybranego muzeum, chce zwiedzać muzea więc można rozbudzić w nim motywację do uczenia się nowych tras z włączeniem echolokacji jako pomocy w uzyskaniu pewności siebie w nowych miejscach

Trudności: nie lubi ruchu i spacerów, może nie być zainteresowany produkowaniem dźwięków typu klikanie, nieużywanie białej laski.

Ćwiczenia wstępne w zakresie echolokacji:

- ćwiczenia z wykorzystaniem aplikacji do nawigacji, planowanie trasy np. do ulubionego muzeum.
- trening poruszania się z użyciem białej laski.

Wskazówki dotyczące pracy z osobą z tego rodzaju niepełnosprawnością:

Bardzo dużo pozytywnej motywacji, pozytywnych wzmocnień. na początku ćwiczenia w ciągu dnia, a dopiero później w ciemności gdy będzie już na to gotowy. w związku z tym, że nie lubi spacerów konieczne jest również włączanie korzystania z transportu miejskiego podczas planowania tras. Nieustanne podkreślanie, że samodzielne poruszanie się w przestrzeni z używaniem technik echolokacyjnych jest kluczem do samorealizacji, rozwoju zainteresowań, tak jak w jego przypadku muzea, wystawy itp.

OSOBA III - OSOBA DOROSŁA OCIEMNIAŁA

Maria, 40 lat

Maria jest osobą ociemniałą. Straciła wzrok w wyniku postępującej choroby oczu (jaskry). Jest aktywna zawodowo, pracuje jako masażystka. Bardzo zależy jej na bezpiecznym samodzielnym poruszaniu się, szczególnie do miejsca pracy. Nie lubi hałasu i bardzo głośnych dźwięków. Odczuwa lęk podczas samodzielnego poruszania się po ulicy. Ma trudności z interpretacją dźwięków z otoczenia. Podczas poruszania się wykorzystuje białą laskę ale technika jest na niskim poziomie.

Mocne strony: chęć samodzielnego poruszania się np. do miejsca pracy (to może być dobra motywacja), osoba aktywna zawodowo

Trudności: nie lubi hałasu, bardzo głośnych dźwięków, lęk podczas samodzielnego poruszania się po ulicy, trudności z interpretacją dźwięków, technika poruszania się z laską na niskim poziomie.

Ćwiczenia wstępne w zakresie echolokacji:

- nauka technik poruszania się z użyciem długiej, białej laski.
- wsparcie psychologa.
- ćwiczenie interpretowania różnych dźwięków (w pomieszczeniu- można wykorzystać nagrania dźwięków, później ćwiczenia interpretowania dźwięków na zewnątrz).
- najpierw ćwiczenia w budynku, np. ćwiczenia stacjonarne, poruszanie się po korytarzach itp.

Wskazówki dotyczące pracy z osobą z tego rodzaju niepełnosprawnością:

Bardzo dużo pozytywnej motywacji, pozytywnych wzmocnień. Najpierw zajęcia w budynku. Stopniowe osvajanie z samodzielnym poruszaniem się na zewnątrz, na początku spaceru poznawcze z przewodnikiem aby Maria oswajała się z dźwiękami, uczyła się interpretować dźwięki.

OSOBA IV – OSOBA DOROSŁA NIEWIDOMA z NIEDOSŁUCHEM

Jan, 57 lat

Jan jest osobą niewidomą od urodzenia. od 15 lat ma dodatkowo problemy słuchowe (niedosłuch znacznego stopnia w prawym uchu, nosi aparat słuchowy). Nie pracuje zawodowo. Bardzo lubi spacerować, szczególnie spacerować do lasu, parku. Porusza się z białą laską, dość niepewnie, tempo marszu wolne. Ma problemy z interpretacją dźwięków z zatłoczonej przestrzeni, gdzie wychwycenie słów jest dodatkowo utrudnione.

Trudności: problemy słuchowe, problem z interpretacją dźwięków w zatłoczonej przestrzeni, niepewność podczas samodzielnego poruszania się w przestrzeni, zaburzenie orientacji przestrzennej (słuch tylko w jednym uchu).

Mocne strony: bardzo lubi spacerować co może być dobrą motywacją

Ćwiczenia wstępne w zakresie echolokacji:

- stopniowanie trudności.
- na początku ćwiczenia w miejscach cichych (np. w parku).
- ćwiczenie lokalizowania źródła dźwięku.
- ćwiczenie interpretowania różnych dźwięków (w pomieszczeniu- można wykorzystać nagrania dźwięków, później zajęcia na zewnątrz).

Wskazówki dotyczące pracy z osobą z tego rodzaju niepełnosprawnością:

Należy przeprowadzić najpierw funkcjonalną ocenę słuchu, a następnie wykorzystywać potencjał słuchowy wg możliwości. Oswajanie z różnego rodzaju dźwiękami.

OSOBA V – OSOBA DOROSŁA SŁABOWIDZĄCA z NIEPEŁNOSPRAWNOŚCIĄ RUCHOWĄ

Barbara, 50 lat

Barbara jest osobą słabowidzącą (retinis pigmentosa), ma lunetowe pole widzenia. Dodatkowo ze względu na problemy ze stawami od 8 lat porusza się na wózku inwalidzkim. Nie pracuje zawodowo ale aktywnie udziela się w fundacji na rzecz osób słabowidzących. Lubi zwiedzać nowe miejsca, szczególnie te związane ze sztuką i kulturą (wystawy, muzea, wernisaże itp.). Porusza się zazwyczaj w towarzystwie drugiej osoby.

Mocne strony: jest aktywna co może być dobrą motywacją

Trudności: poruszanie się na wózku inwalidzkim, co utrudni słyszenie na poziomach poniżej i powyżej, czy też kontrolowanie odległości względem danego obiektu np. budynku.

Ćwiczenia wstępne w zakresie echolokacji:

- ćwiczenia stacjonarne,
- następnie ćwiczenia poruszania się w budynku, najlepiej zacząć od budynku gdzie jest odpowiednia przestrzeń pod kątem poruszania się na wózku.

Wskazówki dotyczące pracy z osobą z tego rodzaju niepełnosprawnością:

Przestrzeń musi być dostosowana do potrzeb osoby poruszającej się na wózku. Uświadomienie osoby, że z racji na swoją złożoną niepełnosprawność nie będzie mogła samodzielnie poruszać się w każdym miejscu. na pewno pomocny będzie trening z instruktorem orientacji przestrzennej, podczas którego wspólnie zostaną opracowane trasy, z uwzględnieniem przystosowania przestrzeni, indywidualnych potrzeb osoby itp.

OSOBA VI – OSOBA DOROSŁA NIEWIDOMA z NIEPEŁNOSPRAWNOŚCIĄ INTELEKTUALNĄ

Kasia, 20 lat

Kasia jest osobą niewidomą od urodzenia. Dodatkowo ma zdiagnozowaną niepełnosprawność intelektualną w stopniu lekkim. Jest uczennicą szkoły zawodowej w ośrodku specjalnym. Mieszka z rodzicami. Lubi słuchać muzyki, oglądać filmy, robić zakupy. Podczas poruszania się korzysta z białej laski, ale porusza się tylko w znanych miejscach blisko domu. Chciałaby samodzielnie robić zakupy w sklepie osiedlowym.

Mocne strony: porusza się w znanych miejscach, poza tym chce samodzielnie robić zakupy co może być dobrą motywacją.

Trudności: związane z niepełnosprawnością intelektualną, w tym m.in.: z zapamiętywaniem, interpretacją dźwięków i ich nazywaniem

Ćwiczenia wstępne w zakresie echolokacji:

- ćwiczenia stacjonarne,
- następnie poruszanie się w budynku, poruszanie się w znanej przestrzeni.
- rozróżnianie, nazywanie, lokalizowanie dźwięków.
- interpretowanie ruchu ulicznego.
- opracowanie trasy np. do sklepu osiedlowego.

Wskazówki dotyczące pracy z osobą z tego rodzaju niepełnosprawnością:

Należy stopniować trudności. Zasada małych kroków. Upewnianie się, sprawdzanie czy osoba rozumie polecenia podczas ćwiczeń, budowanie poleceń używając prostych sformułowań, zrozumiałych przez osobę. Sprawdzanie czy osoba pamięta informacje przekazane podczas zajęć. Dużo utrwalania, powtarzania. Pozytywne wzmocnienia.

BIBLIOGRAFIA

Książki

Dolański W. (1954). *Czy istnieje "zmysł przeszkód" u niewidomych*. Warszawa: PWN.

Johnson T. (2012). *Beginner's guide to echolocation for the blind and visually impaired. Learning to See with Your Ears*. Create Space Independent Publishing Platform.

Kish D., Hook J. (2016). *Echolocation and Flash Sonar*. American Printing for the Blind.

Kuczyńska-Kwapisz J., Śmiechowska-Petrovskij E. (2017). *Orientacja przestrzenna i poruszanie się osób z niepełnosprawnością wzroku. Współczesne techniki, narzędzia i strategie nauczania*, Warszawa: UKSW.

Oosterhoff den-Oudendam, Mirjam et al (2010). *Deel 2 Vaardigheden Echolokalisatie*. Koninklijke Visio, Revalidatie en Advies, Expertisecentrum voor slechthziende en blinde mensen, Heerbaan 14-40, 4817NL Breda. Holland 2010.

Roberts J. (2006). *A Sense of the World: How a Blind Man Became History's Greatest Traveler*. New York: Harper Collins Publishing.

Swierłó W. (1957). *Orientacja niewidomych w przestrzeni*. Warszawa: PZWS.

Wereda H. (2012). *Niech Cię słuch prowadzi*. Warszawa: Biblioteka Centralna Polskiego Związku Niewidomych.

Artykuły

Ammons C.H., Worchel, P., & Dallenbach, K.M. (1953). "Facial Vision": The perception of obstacles out of doors by blindfolded and blindfolded-deafened subjects. *American Journal of Psychology*, 66(4), 519-553, DOI: 10.2307/1418950

Arias C, Ramos O.A., (1997). Psychoacoustic tests for the study of human echolocation ability. *Applied Acoustic*, 51, pp. 399–419.

Arias C, Fernando Bermejo F., Hüg M. X., Venturelli N., Rabinovich D., Skarp A.O. (2012). Echolocation: An Action-Perception Phenomenon, *New Zealand Acoustics*, 25, (2), pp. 20–27,

Ashmead D.H., Hill E.W., Talor, C.R. (1989). *Obstacles Perception by Congenitally Blind Children*. *Perception and Psycho-Physics*, 46, pp. 425–433.

Ayrapetyants E.Sh., Konstantinov A.I. (eds.) (1974). *Echolocation in Nature*. Joint Publications Research Service: Arlington, Virginia.

Bassett, I.G., Eastmond E.J. (1964). *Echolocation: Measurement of pitch vs. distance for sounds reflected from a flat surface*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 36, pp. 911–916.

Boehm R. (1986). *The Use of Echolocation as a Mobility Aid for Blind Persons*. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 80(9), pp. 953–954.

Bujacz M. et al. (2018). *EchoVis: Training Echolocation Using Binaural Recordings – Initial Benchmark Results*. In: *Miesenberger K., Kouroupetroglou G. (eds) Computers Helping People with Special Needs*. ICCHP 2018. *Lecture Notes in Computer Science*, 10897. Springer, Cham.

Cotzin M., Dallenbach K.M. (1950). *Facial Vision: The role of pitch and loudness in the perception of obstacles by the blind*. *American Journal of Psychology*, 63(4), pp. 485–515.

Dufour A., Desprs O., Candas V., (2005). *Enhanced sensitivity to echo cues in blind subjects*, *Experimental Brain Research*, 165(4), pp. 515–519.

Ekkel M.R., Lier R. V, Steenbergen (2017). *Learning to echolocate in sighted people: a correlational study on attention, working memory and spatial abilities*. *Experimental Brain Research*, 235(3), 809–818, DOI: [10.1007/s00221-016-4833-z](https://doi.org/10.1007/s00221-016-4833-z).

Goodale M. A. (2013). *Po co mózg widzi?*, „Charaktery”, 2, pp. 44–45.

Hausfeld S., Power R.P., Gorta A., Harris P. (1982). *Echo Perception of Shape and Texture by Sighted Subjects*. *Perceptual Motor Skills*, 55(2), 623-632, DOI: [10.2466/pms.1982.55.2.623](https://doi.org/10.2466/pms.1982.55.2.623).

Kellogg W.N. (1962). *Sonar System of the Blind*. Science, 137(3528), 399-405, DOI: 10.1126/science.137.3528.399.

Kolarik A.J., Cirstea S., Pardhan S., Moore B.C. (2014). *a summary of research investigating echolocation abilities of blind and sighted humans*. Hear Res. 10:60–68, DOI: 10.1016/j.heares.2014.01.010.

Kuc R., Kuc V., (2016). *Modeling human echolocation of near-range targets with an audible sonar*. The Journal of the Acoustical Society of America, 139, 581 <https://doi.org/10.1121/1.4940668>.

Ladefoged P., Traill A. (1993). *Clicks and Their Accompaniments*. Journal of Phonetics, 22 (1), pp. 33–64.

Middlebrooks J.C., Green D.M. (1991). *Sound Localization by Human Listeners*. Annual Review of Psychology, 42, pp. 135–159.

Miler-Zdanowska (2019). *Echolokacja - metoda wspierająca orientację przestrzenną i samodzielne poruszani się osób z niepełnosprawnością wzroku*, Interdyscyplinarne Konteksty Pedagogiki Specjalnej, (w druku)

Neff F. E., Pitt I. (2008). *Investigating the potential of human echolocation in virtual sonic trigonometry*, The Journal of the Acoustical Society of America, 123(5), pp. 3725–3725.

Nillson M.E., Schenkman N. (2016). *Blind people are more sensitive than sighted people to binaural sound-location cues, particularly inter-aural level differences*. Hearing Research, 332, pp. 223–232.

Norman L.J. Thaler L. (2018). *Human Echolocation for Target Detection Is More Accurate with Emissions Containing Higher Spectral Frequencies, and This Is Explained by Echo Intensity*, "i-Perception", 9 (3), pp. 1–18.

Ono H., Fay A., Tarbell S.E. (1986). *a "Visual" Explanation of Facial Vision*. Psychological Research, 48(2), pp. 57–62.

Papadopoulos T, Edwards D.S., Rowan D., Allen R. (2011). *Identification of auditory cues utilized in human echolocation—objective measurement results*. Biomed Signal Process Control, 6, pp. 280–290.

Pelegrin-Garcia D., Rychtáriková G.M. (2016). *Audibility thresholds of a sound reflection in a classical human echolocation experiment*. Acta Acustica united with Acustica, 102, pp. 530–539.

Rice C.E., Feinstein, S.H. (1965a). *Sonar System of the Blind: Size discrimination*. Science, 148, pp. 1107–1108.

Rojas J.A.M., Hermosilla J.A., Montero R.S., Espí P.L.L. (2009). *Physical Analysis of Several Organic Signals for Human Echolocation: Oral Vacuum Pulses*. Acta Acustica united with Acustica, 95 (2), 325 – 330, DOI: [10.3813/AAA.918155](https://doi.org/10.3813/AAA.918155).

Rojas J.A.M., Hermosilla J.A., Montero R.S., Espí P.L.L. (2010). *Physical analysis of several organic signals for human echolocation: hand and finger produced pulses*. Acta Acustica united with Acustica, 96, pp. 1069–1077.

Rowan D., Papadopoulos T., Edwards D., Holmes H., Hollingdale A., Evans L., Allen R. (2013). *Identification of the lateral position of a virtual object based on echoes by humans*. Hearing Research, 300, pp. 56–65.

Rowan D., Papadopoulos T., Edwards D., Allen R. (2015). *Use of binaural and monaural cues to identify the lateral position of a virtual object using echoes*. Hearing Research, 323, pp. 32–39.

Schenkman B., Jansson G. (1986). *The Detection and Localization of Objects by the Blind with the Aid of Long-Cane Tapping Sounds*. Human Factors, 28(5), pp. 607–618.

Schenkman B., Nillson M.E., (2010). *Human echolocation: Blind and sighted persons' ability to detect sounds recorded in the presence of a reflecting object*, "Perception", 39.

Schenkman B. (2017). *Human echolocation in different situations and rooms*. The Journal of the Acoustical Society of America, 141, (5). 3452-3452, DOI: [10.1121/1.4987156](https://doi.org/10.1121/1.4987156).

Stoffregen T.A., Pittenger J.B. (1995). *Human echolocation as a basic form of perception and action*, Ecological Psychology, 7, 181-216.

Supa, M. Cotzin, M., Dallenbach, K.M. (1944). *Facial vision, the perception of obstacles by the blind*. American Journal of Psychology, 57, pp.133–183.

Theng S., Whitney D., (2011). The acuity of echolocation: Spatial resolution in the sighted compared to expert performance, Journal of Visual Impairment & Blindness, 105(1), pp. 20–32.

Teng S., Puri A., Whitney D. (2012). *Ultrafine spatial acuity of blind expert human echolocators*. Experimental Brain Research, 216, pp. 483–488.

Thaler L., Arnott S.R., Goodale M. A. (2010). [Human Echolocation I](#). Journal of Vision, 10 (7), 1050 – 1050, DOI: 10.1167/10.7.1050.

Thaler L. (2013). *Echolocation may have real-life advantages for blind people: an analysis of survey data*. Frontiers Physiology, 4, 98. DOI: 10.3389/fphys.2013.00098.

Thaler L., Melvyn A. G. (2016). *Echolocation in humans: an overview*. WIREs Cognitive Science, 7, 382-393, DOI: 10.1002/wcs.1408.

Thaler L., Castillo-Serrano J. (2016). *People's ability to detect objects using click-based echolocation: a direct comparison between mouth-clicks and clicks made by a loudspeaker*. PLOS ONE, 11 (5) doi.org/10.1371/journal.pone.0154868.

Thaler L., Goodale M. A. (2016). *Echolocation in humans: an overview*. Wiley Interdisciplinary Reviews Cognitive Science, 7, 382-393. DOI: 10.1002/wcs.1408.

Thaler L., Reich G.M., Zhang, X., Wang D., Smith G.E., Tao, Z., et al., (2017). *Mouth-clicks used by blind expert human echolocators- signal description and model-based signal synthesis*. PLOS Computational Biology, 13, e1005670.

Norman L.J., Thaler L. (2018). *Human Echolocation for Target Detection Is More Accurate With Emissions Containing Higher Spectral Frequencies, and This Is Explained by Echo Intensity*, i-Perception, DOI: [10.1177/2041669518776984](https://doi.org/10.1177/2041669518776984).

Wallmeier L., Kish D., Wiegrebe L., Flanagan V.L. (2015). *Aural localization of silent objects by active human biosonar: neural representations of virtual echo-acoustic space*. European Journal of Neuroscience, 41, pp. 533–545.

Wiener W.R., Lausen G.D. (1997). *Audition for the Traveler Who Is Visually Impaired*.
in B.B. Blasch, W.R. Wiener, R.L. Welsch, (eds.) *Foundations
of Orientation and Mobility*. A.F.B. Press: New York, pp. 104–169.

Witek P., Rozborska A., Waszkielewicz A., Rotnicki M., Brayda L. (2016).
*Echolokacja - mit czy istotny element rehabilitacji osób z niepełnosprawnością
wzroku*, W: Tyflopädagogika wobec współczesnych potrzeb wspomagania rozwoju,
rehabilitacji i aktywizacji społecznej (red.). M. Paplińska, M. Walkiewicz-Krutak,
Warszawa: Wydawnictwo APS.

Walkiewicz-Krutak M. (2019). *Aktywna i pasywna echolokacja jako element percepcji
słuchowej i orientacji przestrzennej osób niewidomych, Niepełnosprawność.
Dyskursy Pedagogiki Specjalnej*, nr 34, pp. 11–2.

Vercillo T., Milne J.L., Gori M., Goodale M.A. (2014). *Enhanced auditory spatial
localization in blind echolocators. Neuropsychologia*. 67C, pp. 35–40.
DOI: [10.1016/j.neuropsychologia.2014.12.001](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.12.001).

Strony internetowe i inne materiały

Blog Jonhson, T. (2014). <http://learnecholocation.blogspot.com>.

Dyekjaer, L. O&M – Flash sonar/ ekkolokalisering. a tutorial for O&M instructors in
Denmark.

Hansen, R.E. (2012). Introduction to sonar Course materiel to INF-GEO4310,
University of Oslo.

Hełm Sonic Eye (2018) [https://gadzetomania.pl/56983,helm-sonic-eye-rozszerza-
nasze-zmysly-o-echolokacje-uslysz-swiat-jak-nietoperz](https://gadzetomania.pl/56983,helm-sonic-eye-rozszerza-nasze-zmysly-o-echolokacje-uslysz-swiat-jak-nietoperz) [access: 20.05.2018].

human echolocation (2018). https://en.wikipedia.org/wiki/Human_echolocation
[access: 15.05.2018].

James Holman (2018). https://en.wikipedia.org/wiki/James_Holman [access:
13.06.2018].

James Holman (2018)
[https://en.wikisource.org/wiki/1911_Encyclop%C3%A6dia_Britannica/Holman,_Jame
s](https://en.wikisource.org/wiki/1911_Encyclop%C3%A6dia_Britannica/Holman,_James) [access: 15.06.2018].

Kish D. (1995). Evaluation of an echo-mobility program for young blind people.
Theses Digitization Project. 1036. <http://scholarworks.lib.csusb.edu/etd-project/1036>

Koninlijke, V. (2010). Part of teaching material in echolocation developed in 2010 by dutch O&M specialists. Holland.

Scientists Develop Echolocation in Humans To Aid The Blind

<https://www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090630075445.html>

World Access for the Blind (2018) <https://visioneers.org/> [access: 09.05.2018].

World Access for the Blind (2018) <http://waftb.net/> [access: 10.05.2018].