

Grażyna Szymańska\*

Siedlce

## Wybrane zagadnienia dotyczące słuchu dzieci

### Selected issues concerning hearing children

#### Wprowadzenie

We współczesnym świecie sprawność w komunikowaniu się z innymi ludźmi staje się coraz bardziej istotnym warunkiem powodzenia w życiu. Mechanizmy rozwoju mowy nie są jeszcze do końca znane. Wiadomo, że dziecko rodzi się ze strukturami w mózgu, które oczekują na odpowiedni bodziec słuchowy. Bodziec ten musi być dostarczony odpowiednio wcześnie, aby wykorzystać okres optymalny dla nauki mowy, tzw. okres krytyczny. Dziecko pozbawione odpowiednich bodźców słuchowych w pierwszych dwóch, trzech latach życia nigdy nie wykorzysta swoich potencjalnych możliwości językowych<sup>1</sup>.

Współczesny nauczyciel muzyki, zdaniem L. Kataryńczuk-Manii, to człowiek o wysokim poziomie kultury artystycznej, wykazujący się szerokim wachlarzem wiedzy o muzyce, posiadający umiejętności aktywnego odtwórcy utworów muzycznych, osoba twórcza, usprawniająca nieustannie swój aparat głosotwórczy, która powinna być bardzo wrażliwa na rozwój słuchu dzieci<sup>2</sup>. Wśród funkcji pełnionych przez nauczyciela

---

\* dr, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, Instytut Pedagogiki, Katedra Sztuki, Pracownia Muzyki

<sup>1</sup> E. Hassmann-Poznańska, M. Topolska, *Testy audiometryczne u dzieci* [w:] Śliwińska-Kowalska M. (red.), *Audiologia kliniczna*, Oficyna Wydawnicza Mediton, Łódź 2005, s. 189.

<sup>2</sup> L. Kataryńczuk-Mania, M. Buczniewska, *Innowacyjność w pracy nauczyciela muzyki* [w:] *W kregu edukacji artystycznej i terapii*, Kataryńczuk-Mania L. (red.), Głogów: PWSZ, 2006, s. 96.

muzyki E. Rogalski wskazuje na rolę: przewodnika, nauczyciela-artysty, animatora kultury, nowatora, dobrego wychowawcy, badacza poszukującego nowych i nowatorskich metod kształcenia słuchu dzieci i młodzieży<sup>3</sup>.

Celem niniejszego artykułu jest ukazanie tych wiadomości z zakresu podstawowej wiedzy o słuchu dzieci, które będą przydatne dla nauczycieli-praktyków przedszkola i klas wczesnoszkolnych, uczących dzieci i pragnących rozwijać ich słuch muzyczny. Podjęte zostaną zagadnienia z dziedziny anatomii, fizjologii, psychoakustyki, akustyki muzycznej dotyczącej dźwięku, problematyki słuchania, słyszenia i lateralizacji, patologii narządu słuchu oraz obiektywnych i subiektywnych metod badania słuchu dzieci.

Bez muzyki wychowanie dzieci nie jest wystarczające. Zgodnie z powiedzeniem „muzyka dla wszystkich dzieci, wszystkie dzieci dla muzyki” – edukacja artystyczna powinna zaczynać się od wychowania słuchowego dzieci najmłodszych.

## 1. Narząd słuchu

Już starożytni Grecy wiedzieli o istnieniu i funkcji błony bębenkowej – elementu oddzielającego ucho od środowiska zewnętrznego. W roku 1545 Vesalius, a następnie Ingrassia opisali kosteczki słuchowe oraz okienko owalne i okrągłe. W 1561 roku Falopius prowadził badania nad elementami ucha środkowego, zaś w 1564 Eustachius opisał trąbkę słuchową, nazwaną później od jego imienia. Odkrycia dotyczące anatomii ucha stworzyły podwaliny do dalszych badań nad funkcją przewodzenia dźwięku w uchu<sup>4</sup>.

Kartezjusz, przedstawiciel racjonalizmu w epoce baroku, wybitny francuski filozof, matematyk, fizyk, autor dzieł poświęconych muzyce: „Namiętności duszy” (1649), „Compendium musicae” (1650) opisał fizjologiczne podstawy słyszenia. Jego traktaty anatomiczno-fizjologiczne:

---

<sup>3</sup> Cyt. za: L. Kataryńczuk-Mania, *Nauczyciel edukacji muzycznej we współczesnej rzeczywistości kulturalnej*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2010, s.166.

<sup>4</sup> P. Kotyło, *Fizjologia przewodzenia dźwięku w narządzie słuchu* [w:] *Audiologia kliniczna*, M. Śliwińska-Kowalska (red.), Łódź: Oficyna Wydawnicza Mediton, 2005, s. 29.

„Człowiek” (1632), „Zasady filozofii” (1644) i „Opis ciała ludzkiego” (1648) wyjaśniają zjawiska zachodzące w przyrodzie, kosmosie a także w człowieku. Kartezjusz jako pierwszy przedstawił strukturę słyszenia oraz współdziałanie ciała i duszy człowieka posługując się metodami matematycznymi i mechanicznymi, zapoczątkował rozwój medycyny i takich dziedzin jak anatomia i fizjologia<sup>5</sup>.

Jednak dopiero odkrycie płynów w uchu wewnętrznym, dokonane przez Meckela w 1777 roku, dało możliwość zrozumienia roli poszczególnych dróg przewodzenia fali akustycznej. Za twórcę nowoczesnej fizjologii przewodzenia dźwięku, opartej na zjawisku impedancji akustycznej, uważa się Hemholtza, który prowadził badania w 1868 roku. W XX wieku fizjologią przewodzenia dźwięku w uchu zajmowało się wielu badaczy, między innymi: laureat nagrody Nobla – Georg von Bekesy i Józef Zwisłocki<sup>6</sup>.

Narząd słuchu – to jeden ze zmysłów człowieka, a jego rola sprowadza się do odbioru, transformacji, kodowania i dekodowania informacji akustycznej. Już w 16 tygodniu ciąży płód wykazuje reakcję na dźwięki o niskiej i wysokiej częstotliwości, jest w stanie odróżnić głos matki od innych dźwięków. Ucho wewnętrzne osiąga swoje ostateczne rozmiary (jak u osoby dorosłej) w 36 miesiącu ciąży.

Narząd słuchu podzielić można na cztery części: ucho zewnętrzne, środkowe, wewnętrzne i ośrodki słuchowe w mózgu<sup>7</sup>. Dźwięk dociera do narządu odbiorczego człowieka drogą powietrzną i drogą kostną. Droga powietrzna biegnie przez małżowinę uszną, przewód słuchowy zewnętrzny, jamę bębenkową i płyny ucha wewnętrznego do narządu Cortiego. Małżowina uszna zbiera i kieruje fale dźwiękowe do przewodu słuchowego zewnętrznego, odgrywając pomocniczą rolę w lokalizacji źródła dźwięku. Najbardziej istotną częścią aparatu przewodzącego dźwięki jest ucho środkowe wraz z błoną bębenkową. Fala akustyczna, po przejściu przez przewód słuchowy zewnętrzny, uderza

---

<sup>5</sup> Sz. Paczkowski, *Nauka o afektach w myśli muzycznej I połowy XVII wieku*, Lublin: Polihymnia, 1998, s. 50.

<sup>6</sup> P. Kotyło, *Fizjologia przewodzenia dźwięku w narządzie słuchu...*, op. cit., s. 29.

<sup>7</sup> J. Ratyńska, *Fizjologia słyszenia*, Warszawa: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, 2007, s. 3.

w błonę bębenkową i wprawia ją w drgania. Za pośrednictwem błony bębenkowej zostaje wprawiony w ruch łańcuch kosteczek słuchowych (młoteczek, kowadełko i strzemiączko)<sup>8</sup>. Przemieszczenie podstawy strzemiączka pod wpływem dźwięku powoduje ruch płynów ucha wewnętrznego, który odchyła błonę podstawną narządu Cortiego ku górze, powodując ugięcie rzęsek komórek słuchowych. Ugięcie rzęsek jest bodźcem wyzwalającym w komórkach słuchowych zewnętrznych procesy biochemiczne powodujące skurcz tych komórek, podobny do skurczu komórek mięśniowych. Skurcz komórek słuchowych zewnętrznych dodatkowo zwiększa wychylenie błony podstawnej w miejscu, w którym znajdują się komórki odpowiedzialne za słyszenie danej częstotliwości. Czynność motoryczna komórek zewnętrznych powoduje wzmożony przepływ płynu w określonej części narządu Cortiego, wywołując ruch rzęsek komórek słuchowych wewnętrznych i w ten sposób ich pobudzenie. Pobudzenie komórek słuchowych wewnętrznych powoduje wydzielanie substancji chemicznych, dzięki którym powstaje bodziec w nerwie słuchowym. W ten sposób bodziec mechaniczny (fala akustyczna) zostaje zamieniony na bodziec elektryczny (zmiana potencjału elektrycznego nerwu słuchowego). Pobudzenie elektryczne jest przez nerw słuchowy przewodzone do wyższych ośrodków nerwowych w korze mózgowej, w której powstaje wrażenie dźwięku.

Nerw słuchowy jest uformowany przez neurony zwoju spiralnego ślimaka. W jego obrębie włókna nerwowe wykazują organizację tonotopową, tzn. włókna odpowiedzialne za przewodzenie informacji o poszczególnych częstotliwościach są zgrupowane razem. Podobna organizacja tonotopowa występuje na wyższych piętrach układu słuchowego w mózgu<sup>9</sup>. Kora słuchowa odpowiedzialna jest za złożoną interpretację dźwięków. Nawet całkowite zniszczenie kory słuchowej nie powoduje głuchoty, możliwe jest rozróżnianie częstotliwości i natężeń dźwięku. Przy uszkodzeniach kory zaburzona lub niemożliwa staje się natomiast czasowa analiza dźwięku i jego lokalizacja. Większość włókien drogi słuchowej jest skrzyżowana, tzn. włókna ucha prawego biegną głównie do

---

<sup>8</sup> G. Szymańska, *Słuch fizjologiczny a słuch muzyczny*, Siedlce: WN, 2002, s. 5.

<sup>9</sup> J. Ratyńska, *Zaburzenia słuchu*, Warszawa: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, 2005, s. 5.

lewej półkuli mózgu i odwrotnie. Droga słuchowa składa się z czterech neuronów<sup>10</sup>.

Opisany przez Kartezjusza proces słyszenia wytyczył barokowej nauce kompozycji nowe zadania i otworzył przed nią nowe perspektywy. Kompozytor, znając ten skomplikowany mechanizm słyszenia, starał się wywołać w słuchaczu zamierzone afekty muzyczne, czyli odpowiednią reakcją na muzykę. Według Kartezjusza „muzyka jest zmysłowo postrzegalnym czynnikiem zewnętrznym, wzbudzającym uczucia i namiętności (afekty); muzyka przez procesy fizjologiczne wpływa na psychikę człowieka; liczba afektów jest ograniczona: radość, smutek, miłość, nienawiść, podziw, pożądanie (radość, smutek, miłość, nienawiść, podziw)”<sup>11</sup>. Zdaniem filozofa muzyka powinna stać się wyrazem uczu.

## 2. Rodzaje zaburzeń słuchu

Najbardziej przydatnym podziałem zaburzeń słuchu jest podział w zależności od miejsca uszkodzenia. Wyróżnia się:

- niedosłuch przewodzeniowy – spowodowany jest chorobami ucha zewnętrznego i środkowego, np. wrodzonymi anomaliami, zmianami zapalnymi, perforacją błony bębenkowej, uszkodzeniem kosteczek słuchowych i otosklerozą;
- niedosłuch odbiorczy (ślimakowy) – spowodowany jest uszkodzeniem narządu Cortiego (niedosłuch ślimakowy), pozaślimakowej części drogi słuchowej (niedosłuch pozaślimakowy) lub struktur ośrodkowego układu nerwowego (niedosłuch centralny);
- niedosłuch mieszany – łączy komponenty niedosłuchu przewodzeniowego i odbiorczego.

Ze względu na głębokość uszkodzenia słuchu niedosłuch dzieli się na:

- lekki – (21-40 dB),
- średni – (41-70 dB),
- znaczny (ciężki) – (71-90 dB),
- głęboki – (> 91 dB)<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> *Materiały szkoleniowe*, Warszawa: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, s. 28.

<sup>11</sup> Sz. Paczkowski, *Nauka o afektach...*, op. cit., s. 54.

<sup>12</sup> *Audiologia kliniczna*, M. Śliwińska-Kowalska (red.), Łódź: Oficyna Wydawnicza Mediton, 2005, s. 113.

Istotą niesprawności słuchu jest niezdolność do dokładnego słyszenia (a czasem niezdolność do słyszenia w ogóle). Wynika to bezpośrednio z faktu, że niepełnosprawny narząd słuchu dostarcza do mózgu jedynie część informacji w celu dalszej interpretacji<sup>13</sup>.

Relacja pomiędzy typem ubytku słuchu a percepcją dźwięku jest następująca:

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

Ze względu na podstawowe znaczenie sprawności narządu słuchu dla rozwoju języka, konsekwencją utraty słuchu są zaburzenia w zachowaniu, mające charakter psychologiczny i społeczny. Nie upośledzając sprawności fizycznej, a potencjalnie także umysłowej dziecka, uszkodzenie narządu słuchu utrudnia i ogranicza jego kontakty społeczne, stwarzając na ogół sytuację, w której dziecko dotknięte tą niepełnosprawnością zostaje w pewnym stopniu wyizolowane ze środowiska. Staje się to przyczyną powstawania znacznych problemów natury wychowawczej, dydaktycznej i rehabilitacyjnej<sup>14</sup>.

Wychowanie słuchowe to rozwijanie zdolności doznania dźwięku

---

<sup>13</sup> B. Szczepański, *Wyrównywanie szans osób niepełnosprawnych. Optymalizacja komunikacji językowej*, Siedlce: Wydawnictwo Uczelniane WSR-P, 1998, s. 75.

<sup>14</sup> *Ibidem*, s. 75.

jako elementu wielozmysłowego postrzegania<sup>15</sup>. To również stymulowanie istniejącego, zawężonego pola słuchowego, rozwijanie, udoskonalanie zdolności do akustycznego odbierania i różnicowania oraz wykształcenie zdolności do przetwarzania odbieranych dźwięków mowy<sup>16</sup>.

A. Lowe twórca programu słuchowego uważa, iż celem wczesnego wychowania słuchowego jest:

- koncentracja uwagi na dźwiękach,
- koncentracja na dostrzeganiu różnic między dźwiękami,
- sprawność w słuchowej identyfikacji dźwięków,
- słuchowa orientacja przestrzenna,
- słuchowa percepcja mowy,
- słuchowa kontrola własnej mowy<sup>17</sup>.

Program słuchowy E. Kulczyckiej koncentruje się na:

- wykrywaniu dźwięku,
- różnicowaniu cech dźwięku,
- identyfikacji dźwięków,
- przyswajaniu (zdolności do rozumienia informacji)<sup>18</sup>.

Celem rehabilitacji jest kształcenie i rozwój języka przez wykorzystanie resztek słuchu.

### 3. Słyszenie i słuchanie – lateralizacja słuchowa

Słyszenie jest procesem biernym (repcją dźwięku) i zależy od stanu obwodowej części narządu słuchu, tzn. komórek słuchowych w uchu wewnętrznym i nerwu słuchowego.

Słuchanie (uwaga słuchowa) jest procesem aktywnym polegającym na

---

<sup>15</sup> H. Rosier, *Wychowanie słuchowe*, Warszawa: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, 1997, s. 21.

<sup>16</sup> Y. Csanyi, *Słuchowo-werbalne wychowanie dzieci z uszkodzonym narządem słuchu*, Warszawa: WSiP, 1994, s. 16-17.

<sup>17</sup> A. Lowe, *Wychowanie słuchowe*, Warszawa: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, 1995, s. 15.

<sup>18</sup> A. Kulczycka, *Metoda audytywno-werbalna w usprawnianiu dzieci z wadą słuchu w wieku przedszkolnym* [w:] *Niektóre metody i techniki pracy pedagoga specjalnego*, Eckert U. (red.), Warszawa: Wyższa Szkoła Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej, 1999, 34.

umiejętności świadomego odbierania bodźców dźwiękowych, wydobywania sygnałów istotnych i odrzucania nieistotnych oraz czerpania z nich informacji o otaczającym świecie.

Jakość uwagi słuchowej zależy przede wszystkim od funkcjonowania ośrodkowych struktur układu słuchowego oraz przepływu informacji między różnymi ośrodkami w mózgu. Na jakość uwagi słuchowej wpływa również działanie struktur obwodowej części narządu słuchu. Słuchanie jest umiejętnością, która kształtuje się przez całe życie człowieka i może podlegać treningowi. Osoby z prawidłowym wynikiem badania audiometrycznego mogą mieć problemy ze słuchaniem. Według Alfreda A. Tomatisa słuchanie jest wyrazem chęci komunikowania się z otoczeniem, otwarciem się na świat zewnętrzny.

Przyczyną powstawania zaburzeń uwagi słuchowej mogą być, np. traumatyczne przeżycia emocjonalne, powodujące „zamknięcie się” na otaczający świat, innym powodem może być czasowe lub stałe odcięcie od świata dźwięków (np. nawracające zapalenia uszu u dzieci). Zaburzenia słuchania wpływają na jakość głosu i mowy, dźwięk odbierany jest wówczas przez obwodowy układ słuchowy, jednak informacja zawarta w nim nie jest prawidłowo wykorzystana i przetworzona. W tym przypadku zachodzi proces recepcji dźwięku, ale zaburzona jest jego analiza i percepcja.

Alfred A. Tomatis, francuski otolaryngolog i foniatra, jest twórcą metody kształcenia uwagi słuchowej (trening uwagi słuchowej, stymulacja słuchowa albo trening audio-psycho-lingwistyczny). Celem tej metody jest wspomaganie funkcji słuchowej, a efektem: poprawa koordynacji ruchowej, zwiększenie koncentracji, lepsze zapamiętywanie, poprawa jakości uczenia się, skuteczniejsza nauka języków obcych, rozwijanie sprawności komunikacyjnych, zwiększenie kreatywności oraz poprawa jakości zachowań społecznych.

Podstawowym testem diagnostycznym w Metodzie Tomatisa jest test uwagi słuchowej i lateralizacji słuchowej. Do przeprowadzenia testu uwagi słuchowej i lateralizacji służy odpowiednio skalibrowany audiometr.

Test uwagi słuchowej i lateralizacji składa się z:

- badania uwagi słuchowej zewnętrznej (drogą powietrzną),
- badania uwagi słuchowej wewnętrznej (drogą kostną),
- badania umiejętności lokalizacji dźwięku (drogą kostną),



- badania umiejętności dyskryminacji wysokości dźwięku (tzw. selekcji dźwięku),
- badanie lateralizacji słuchowej<sup>19</sup>.

Ważną rolę w procesie słuchania odgrywa tzw. lateralizacja słuchowa. Prawe ucho słuca w nieco inny sposób niż ucho lewe. Wynika to z faktu, że prawa i lewa półkula mózgu zawiadują innymi umiejętnościami. Lewa półkula nazywana jest racjonalną. W niej u zdecydowanej większości osób znajdują się ośrodki mowy. Prawa półkula zwana jest emocjonalną i niewerbalną. Odpowiada za całościowe ujmowanie pojęć, wyobraźnię przestrzenną, percepcję muzyki oraz procesy emocjonalne. Większość włókien nerwowych nerwu słuchowego krzyżuje się, tak więc większość informacji z prawego ucha trafia najpierw do lewej półkuli, natomiast większość informacji z ucha lewego trafia początkowo do prawej półkuli mózgu. Następnie informacja jest przekazywana poprzez włókna kojarzeniowe i następuje „wymiana” informacji między półkulami. Skrzyżowany szlak słuchowy jest jednak najszybszy i najbardziej efektywny<sup>20</sup>.

#### 4. Dźwięk jako zjawisko słyszalne

Dźwięk – jest to fala akustyczna rozchodząca się w ośrodku sprężystym (ciało stałe, płyn, gaz) zdolna wytworzyć wrażenie słuchowe. Według Leonardo da Vinci (1495) – „dźwięk jest falą powietrza”<sup>21</sup>.

Źródłem dźwięku może być ciało wykonujące drgania np. napięta struna zamocowana na obydwu końcach. Ucho ludzkie odbiera wrażenia dźwięku słyszalnego, gdy częstotliwość drgań źródła zawarta jest w przedziale od 16 Hz do 20 kHz.

Do podstawowych miar opisujących dźwięk zaliczamy:

- prędkość akustyczną –  $U$  [m/s] – szybkość przepływu jednostkowej objętości powietrza przez jednostkę powierzchni w ruchu drgającym;

---

<sup>19</sup> Zob. G. Szymańska, *Test uwagi słuchowej i lateralizacji* [w:] *Student niepełnosprawny*, 8 (Z. 1), Rosa R., Zacharuk T. (red.), Siedlce: Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, 2008, s. 149-168; G. Szymańska, *Metoda Tomatisa – stimulacja audio-psycho-lingwistyczna*. W: *Student...*, s. 123-148.

<sup>20</sup> Z. M. Kurkowski, *Test rozdzielnousznego słyszenia*, Warszawa: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu 2007, s. 6.

<sup>21</sup> M. Drobner, *Akustyka muzyczna*, Kraków: PWM, 1973, s. 26.

- ciśnienie akustyczne –  $p$  [N/m<sup>2</sup>] – różnica między chwilowym ciśnieniem w ośrodku drgającym a ciśnieniem średnim (atmosferycznym);
- intensywność dźwięku (gęstość mocy akustycznej) –  $I$  [W/m<sup>2</sup>] – moc fali akustycznej przepływająca przez jednostkę powierzchni;
- moc akustyczną (moc źródła) –  $W$  [W] – całkowita energia fali akustycznej wypromieniowana przez źródło akustyczne w jednostce czasu<sup>22</sup>.

Fizyczne parametry fali dźwiękowej: natężenie, częstotliwość i struktura widmowa to (atrybuty) obiektywne, które można zmierzyć za pomocą odpowiednio wyskalowanych przyrządów. Układ słuchowy przypisuje tym fizycznym parametrom własne, subiektywne miary, takie jak: głośność związana z natężeniem, wysokość związana z częstotliwością i barwa związana z przebiegiem obwiedni widmowej sygnału<sup>23</sup>.

Dźwięk muzyczny jest wrażeniem słuchowym powstałym w świadomości słuchacza w wyniku pobudzenia układu słuchowego falą akustyczną wytworzoną przez instrument muzyczny lub głos ludzki.

Dźwięki w muzyce powstają zazwyczaj w kilkusetapowym procesie:

1. Pobudzenie. Dźwięk jest zależny od rodzaju wibratora zastosowanego w instrumencie (stroik, struna, membrana, struny głosowe) i ma on zwykle charakter szumu.
2. Utworzenie fali stojącej. Powstaje wówczas właściwy dźwięk muzyczny.
3. Odpowiedź rezonansowa. W tym etapie uczestniczą głównie elementy rezonacyjne instrumentu (pudło rezonansowe, korpus piszczalki) lub naturalne rezonatory ciała ludzkiego (w przypadku śpiewu).

W praktyce dźwięk wytwarzany przez instrumenty muzyczne (lub głos ludzki) jest wypadkową różnych rodzajów zjawisk dźwiękowych, takich jak: szum, wieloton harmoniczny, wieloton nieharmoniczny. Cechy wrażeniowe lub wymiary wrażeniowe dźwięku to: wysokość, głośność, czas trwania i barwa.

Wysokość dźwięku definiuje się w terminologii akustycznej jako

---

<sup>22</sup> L. Śliwa, *Podstawy akustyki*, Warszawa: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, 2007, s. 7.

<sup>23</sup> E. Hojan, E. Skrodzka, *Audiologiczne aspekty akustyki i psychoakustyki* [w:] *Audiologia ...*, op. cit., s. 99.

cechę wrażeniową, na podstawie której można uporządkować dźwięki na skali od niskich do wysokich<sup>24</sup>. Wysokość dźwięku jest wielkością subiektywną, nie jest bezpośrednio mierzalna jak obiektywne wielkości fizyczne. Zależy głównie od częstotliwości bodźca, jego ciśnienia akustycznego oraz postaci przebiegu falowego bodźca<sup>25</sup>.

Wysokość dźwięku jest materiałem fonologicznym języka muzycznego. W systemie komunikacji międzyludzkiej język muzyczny, podobnie jak język naturalny jest narzędziem przekazywania informacji od nadawcy do odbiorcy z zastosowaniem określonego kodu komunikacyjnego<sup>26</sup>.

Ubytki słuchu zaburzają percepcję wysokości w muzyce i mowie – dziecko może odbierać wysokość dźwięku o określonej częstotliwości, ale wrażenie wysokości będzie inne, w percepcji mowy dziecko może błędnie rozpoznawać głos nauczyciela i nieprawidłowo rozpoznawać informacje niesione przez dźwięk mowy.

Głośność jest subiektywną cechą dźwięku, która umożliwia uporządkowanie dźwięków w skali od cichych do głośnych. W muzyce określa się głośność w skali stopni dynamicznych, rozciągającej się od *pianissimo possibile (ppp)* do *fortissimo possibile (fff)*<sup>27</sup>.

Barwa dźwięku najprościej może być określona jako cecha obrazu słuchowego, która umożliwia rozpoznanie źródła dźwięku. Jeżeli źródło dźwięku jest nowe i nieznanne, to barwa umożliwia zapamiętanie charakteru źródła i późniejszą jego identyfikację. Innymi słowy, barwa dźwięku jest słuchowym obrazem charakteru źródła dźwięku<sup>28</sup>.

---

<sup>24</sup> A. Rakowski, *Wysokość dźwięku jako materiał fonologiczny języka muzycznego*, „Muzyka” 1998, 1, s. 11.

<sup>25</sup> E. Hojan, E. Skrodzka, *Audiologiczne aspekty akustyki i psychoakustyki...*, op. cit., s. 103.

<sup>26</sup> A. Rakowski, *Podstawowe cechy strukturalne materiału dźwiękowego muzyki w porównaniu z niektórymi cechami języka*, „Studia Semiotyczne” 1994, XIX/XX, s. 283-294.

<sup>27</sup> A. Miśkiewicz, *Wysokość, głośność i barwa – badanie wymiarów wrażeniowych dźwięków muzycznych*, Warszawa: Akademia Muzyczna im. Fryderyka Chopina, 2002, s. 113.

<sup>28</sup> A. Rakowski, *Studia nad wysokością i barwą dźwięku w muzyce*, Warszawa:

Wiedza o psychoakustycznych podstawach percepcji dźwięków muzycznych wnosi wiele nowych elementów do wiedzy z zakresu pedagogiki, bowiem język muzyczny jest narzędziem komunikacji międzyludzkiej.

### **5. Metody obiektywne badania słuchu dzieci**

Powszechnie wiadomo, że większość wrodzonych zaburzeń słuchu ujawnia się już w okresie noworodkowym. Osobą szczególnie zasłużoną dla propagowania idei badań przesiewowych słuchu u noworodków jest Profesor Henryk Skarżyński z Międzynarodowego Centrum Słuchu i Mowy w Kajetanach. W 2002 roku badania przesiewowe zostały powszechne wdrożone w Polsce dzięki środkom społecznym zebranych na ten cel przez Fundację – Wielką Orkiestrę Świątecznej Pomocy.

Zasadniczym celem badań przesiewowych jest wyodrębnienie z danej populacji tych dzieci, u których występują określone schorzenia, np. zaburzenia słuchu.

Powszechne badania przesiewowe są jedyną drogą prowadzącą skutecznie do znacznego obniżenia średniego wieku dziecka, w którym rozpoznaje się i potwierdza zaburzenia słuchu. Przeprowadzone u noworodków, pozwalają zdiagnozować w pierwszych trzech miesiącach około 70% dzieci z zaburzeniami słuchu, a około 90% dzieci w pierwszych pięciu miesiącach życia.

Zdaniem Krzysztofa Kochanka „późne wykrycie, a co za tym idzie opóźniona terapia i rehabilitacja wrodzonych zaburzeń słuchu niosą negatywne skutki w odniesieniu do rozwoju języka i mowy, rozwoju emocjonalnego i poznawczego, a w konsekwencji również w odniesieniu do wyników nauczania na wszystkich poziomach”<sup>29</sup>.

Słuch noworodka i małego dziecka sprawdza się stosując obiektywne metody badania słuchu, czyli otoemisję akustyczną, audiometrię impedancyjną (tympanometrię, odruch mięśnia strzemiączkowego, test zanikania odruchu z mięśnia strzemiączkowego) oraz rejestrację potencjałów słuchowych wywołanych z pnia mózgu (ABR).

Wybór metody zależy w dużej mierze od wieku dziecka, stopnia jego

---

Wydawnictwo Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina, 1999, s. 43.

<sup>29</sup> K. Kochanek, *Badania przesiewowe słuchu* [w:] *Audiologia...*, op.cit., s. 391-396.

rozwoju oraz jego stanu zdrowia. Obiektywne metody badania słuchu nie wymagają aktywnego udziału dziecka, tzn. małe dziecko nie musi odpowiadać na pytania, ani reagować na polecenia.

#### a) Otoemisja akustyczna

David Kemp w roku 1978 dokonał istotnego odkrycia. Zauważył, że w uchu wewnętrznym generowany jest (spontanicznie lub w odpowiedzi na bodziec akustyczny) słaby sygnał akustyczny – będący miarą procesów aktywnych zachodzących w ślimaku i emitowany jest on na zewnątrz – do przewodu słuchowego zewnętrznego. Zjawisko to nazwano emisją otoakustyczną (otoacoustic emission – OEA).

Badania dotyczące fizjologii ślimaka dostarczyły dowodów, że generowanie OAE ściśle związane jest z aktywnością komórek słuchowych zewnętrznych, z ich właściwościami kurczenia się. Badanie wykonywane jest w pomieszczeniu dźwiękoszczelnym. U noworodków i niemowląt można je wykonać w śnie fizjologicznym. W uchu badanego dziecka umieszcza się sondę pomiarową, w której znajduje się głośnik i mikrofon. Głośnik nadaje krótki dźwięk, a mikrofon odbiera zwrotną emisję sygnału ze ślimaka (ucha wewnętrznego). Za pomocą tego badania możemy ocenić stan ślimaka i zbadać reakcje ucha wewnętrznego na ciche dźwięki. Jeżeli w badaniu nie pojawi się otoemisja ze ślimaka, może to świadczyć o wadzie słuchu dziecka. Wynik badania otrzymuje się w formie wykresu (DP-gramu) i opisu.

W zależności od sposobu pomiaru otoemisję akustyczną można podzielić na:

- otoemisję spontaniczną – SOAE (ang. *Spontaneous Otoacoustic Emissions*),
- otoemisję wywołaną – TEOAE (ang. *Transient Evoked Otoacoustic Emissions*),
- otoemisję produktów zniekształceń nieliniowych – DPOAE (ang. *Distortion Products Otoacoustic Emissions*),
- otoemisję specyficzną częstotliwościowo – SPOAE (ang. *Stimulus Frequency Otoacoustic Emissions*)<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> J. Smurzyński, *Podstawy badań otoemisji akustycznej*, „Audiofonologia”, Tom VII, 5-18, 1995.

Emisje otoakustyczne znajdują zastosowanie zarówno u dzieci, jak i u dorosłych. Należą do nich:

- badanie przesiewowe słuchu,
- diagnostyka uszkodzeń słuchu,
- monitorowanie uszkodzeń słuchu spowodowane hałasem,
- monitorowanie ototoksyczności leków,
- wykrywanie głuchoty czynnościowej oraz symulacji niedosłuchu,
- diagnostyka szumów usznych,
- monitorowanie funkcji ślimaka w operacjach<sup>31</sup>.

### **b) Audiometria impedancyjna**

Audiometrię impedancyjną zastosował w roku 1867 Lucae. Była to metoda opisująca właściwości układu przewodzącego ucha środkowego. Audiometria impedancyjna to obiektywna i nieinwazyjna metoda oceny ubytków słuchu – określa stan narządu słuchu badanego dziecka i charakter procesu chorobowego. Urządzeniem służącym do pomiaru impedancji ucha środkowego jest mostek impedancyjny (tympanometr)<sup>32</sup>.

Badanie polega na włożeniu do ucha dziecka sondy akustycznej, która jest połączona ze źródłem dźwięku, mikrofonem i pompą zwiększającą ciśnienie w przewodzie słuchowym. Zmiana ciśnienia powoduje wychylenie błony bębenkowej. Wychylenia te są rejestrowane przez urządzenie i zapisywane w postaci wykresu. Celem badania jest ocena stanu ucha środkowego oraz diagnostyka w przypadku wysiękowego zapalenia ucha, niedrożności trąbki słuchowej, przerw w łańcuchu kośćeczek słuchowych.

Audiometria impedancyjna obejmuje kilka podstawowych testów, do których należą:

- wyznaczanie podatności przewodu słuchowego zewnętrznego i ucha środkowego,

---

<sup>31</sup> M. Śliwińska-Kowalska, P. Kotyło, K. Morawski, *Emisje otoakustyczne* [w:] *Audiologia...*, op. cit., s. 155.

<sup>32</sup> G. Namysłowski, R. Fira, *Audiometria impedancyjna* [w:] *Audiologia...*, op. cit., s. 137.

- obliczanie wartości impedancji akustycznej układu przewodzącego (w omach),
- uzyskanie krzywej tympanometrycznej,
- badanie progu odruchu mięśni wewnątrzusznych (w decybelach),
- testowanie funkcji motorycznej nerwu twarzowego,
- różnicowanie niedosłuchów – ślimakowych i pozaślimakowych,
- badanie drożności trąbki słuchowej<sup>33</sup>.

Wszystkie te testy są oceniane i interpretowane łącznie. Badanie pozwala na ocenę funkcji poszczególnych elementów ucha środkowego i stanu połączeń między nimi (trąbka słuchowa, łańcuch kosteczek, stawy, więzadła), na rozpoznawanie, w sposób obiektywny, objawu wyrównania głośności i uszkodzeń pnia mózgu.

### **c) Audiometria elektrofizjologiczna – słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu – ABR**

Istnieje wiele metod obiektywnego diagnozowania ubytków słuchu. Wśród nich znaczącą rolę odgrywają badania elektrofizjologiczne, a w szczególności metoda badania słuchowych potencjałów pnia mózgu - ABR (ang. Auditory Brainstem Responses). Badanie to polega na rejestracji czynności bioelektrycznej powstającej w wyższych piętrach drogi słuchowej (w pniu mózgu), w odpowiedzi na bodźce słuchowe podawane do ucha<sup>34</sup>.

Jest to najbardziej popularna, nieinwazyjna metoda obiektywnego badania słuchu. Stosuje się ją zarówno w badaniach przesiewowych jak i diagnostycznych. Pozwala wykryć uszkodzenia słuchu w obszarze ucha środkowego, ślimaka, nerwu słuchowego i pnia mózgu<sup>35</sup>.

Badanie przeprowadza się w stanie czuwania albo w śnie – fizjologicznym bądź wywołanym lekami. Na głowie lekarz umieszcza trzy elektrody rejestrujące zapis powstający podczas podawania do ucha

---

<sup>33</sup> Ibidem, s. 140.

<sup>34</sup> K. Kochanek, *Słuchowe potencjały wywołane* [w:] *Audiologia...*, op. cit., s. 163-176.

<sup>35</sup> A. Czyżewski, B. Kostek, H. Skarżyński, *Technika komputerowa w audiologii, foniatrii i logopedii*, Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza „EXIT”, 2002, s. 6-15.

dźwięku przez słuchawkę. Badanie jest bezpieczne, trwa od kilku do kilkunastu minut. Rejestracje ABR są wykonywane za pomocą trzech elektrod powierzchniowych:

- jedną z nich umieszcza się na szczycie głowy lub na czole w linii środkowej, tuż poniżej linii włosów,
- druga elektroda umieszczona jest za uchem, na wyrostku sutkowatym lub na płątku usznym po stronie bodźcowanej,
- trzecia elektroda, tzw. elektroda uziemiająca, jest umieszczona na wyrostku sutkowatym lub na płątku usznym ucha przeciwnego.

Testowanie drugiego ucha wymaga przełączenia elektrod z wyrostków w przedwzmacniaczu. Elektrody połączone są z przedwzmacniaczem, który dalej połączony jest ze wzmacniaczem, zespołem filtrów i ze słuchawkami oraz komputerem. Komputer rejestruje odpowiedzi, uśredniając wartości potencjałów elektrycznych i zapisuje wyniki.

Wyznaczenie progu słyszenia za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu składa się z dwóch etapów:

- rejestracji pewnej liczby odpowiedzi według procedury określanej mianem „szeregu natężeniowego”,
- analizy zarejestrowanych odpowiedzi w celu wyznaczenia ich progu<sup>36</sup>.

Odpowiedzi słuchowe pnia mózgu wywołuje się jedynie bodźcami o krótkim czasie trwania, nie przekraczającym kilku milisekund. Najczęściej stosowane są trzaski (bodźce szerokopasmowe) oraz impulsy sinusoidalne, zwane popularnie krótkimi tonami (bodźce o wąskim widmie mocy). Bodźce typu trzask umożliwiają wyznaczenie średniej wartości progu słyszenia dla częstotliwości od 2000 do 4000Hz, natomiast krótkie tony dla częstotliwości audiometrycznych z zakresu od 500 do 8000Hz.

W badaniu obiektywnym ABR zapis słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (próg fali V) pojawiający się na ekranie urządzenia jest wskaźnikiem czułości słuchu.

Wyznaczenie najniższej intensywności bodźca, przy której można zarejestrować falę V, jest podstawą oceny czułości słuchu. Jeżeli próg

---

<sup>36</sup> K. Kochanek, *Słuchowe potencjały wywołane* [w:] *Audiologia...*, op. cit., s. 163-176.



odpowiedzi nie przekracza 20 db nHL, to uznaje się, że czułość słuchu jest w normie<sup>37</sup>.

## 6. Metody subiektywne badania słuchu dzieci

Badania oceny słuchu dzieci są oparte na zasadzie Jerger'a i Hayes'a, *cross-check*, czyli wzajemnego sprawdzania wyników audiometrii behawioralnej – badaniem elektrofizjologicznym potencjałów słuchowych pnia mózgu.

Badania subiektywne – behawioralne dzielą się na:

- audiometrię nieuwarunkowaną,
- audiometrię uwarunkowaną.

Audiometria nieuwarunkowana, behawioralna obserwacyjna audiometria – *Behavioral Observational Audiometry* (BOA), polega na obserwacji i ocenie reakcji niemowlęcia na bodziec słuchowy. Sposób wykonywania badań różni się w zależności od wieku i rozwoju dziecka. Na podstawie badań prawidłowego procesu dojrzewania reakcji na dźwięk opracowano *Wskaźnik Zachowań Słuchowych*. Metoda BOA jest stosowana do badania niemowląt od dnia urodzenia do ukończenia pierwszego roku życia i jest prostą obserwacją zmiany zachowania niemowlęcia pod wpływem dźwięku: prezentacja dziecku bodźca powyżej 70 dB do wywołania reakcji, odwracanie głowy w kierunku źródła dźwięku. Dzieci prawidłowo słyszące reagują na dźwięk, u dzieci niesłyszących brak jest reakcji. Najbardziej popularnym jest test BOEL, w którym uwagę dziecka skupia się na zabawce w celu utrzymania głowy dziecka na wprost. W tym czasie z boku badanego podawany jest bodziec słuchowy. Za reakcją prawidłową uważa się odwrócenie głowy dziecka w kierunku zabawki<sup>38</sup>.

W audiometrii uwarunkowanej, oprócz bodźca słuchowego, stosuje się dodatkowy bodziec interesujący dla dziecka, wzmacniający reakcję na dźwięk, uwarunkowujący reakcję słuchową. Przykładem audiometrii uwarunkowanej jest audiometria wzmocniona bodźcem wzrokowym

---

<sup>37</sup> K. Kochanek, A. Piłka, *Katalog słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w uszach normalnie słyszących oraz z ubytkami słuchu typu pozaślimakowego*, Warszawa: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu 1999, s. 21.

<sup>38</sup> E. Hassmann-Poznańska, M. Topolska, *Testy audiometryczne u dzieci...*, op. cit., s. 191-194.

– *Visual Reinforcement Audiometry* (VRA), w której prezentowany jest dźwięk oraz bodziec wzrokowy w postaci podświetlonej, poruszającej się zabawki. Badanie rozpoczyna się w czasie, gdy dziecko zajęte jest zabawką skupiającą jego uwagę. Prezentuje się dźwięk o częstotliwości 500 Hz i natężeniu 30 dB HL. W chwili, gdy dziecko odwróci głowę, uruchamiany jest bodziec wzrokowy. Wykonanie testu wystarcza do uwarunkowania i przechodzi się do badania progu słuchu. Progi słuchu u dzieci za pomocą VRA są około 10-15 dB wyższe niż u dorosłych i utrzymują się na niezmiennym poziomie w okresie od szóstego do osiemnastego miesiąca życia.

Subiektywne pomiary narządu słuchu w praktyce audiologicznej obejmują audiometrię tonalną, słowną i badania nadprogowe. Wyniki tego typu badań zależne są od świadomej reakcji dziecka – osoby badanej<sup>39</sup>.

U dzieci wieku 2-2,5 lat wprowadza się audiometrię zabawową. Niezbędnym warunkiem przeprowadzenia badania jest kontakt słowny służący wyjaśnieniu czego oczekuje się od dziecka. W audiometrii zabawowej dziecko wykonuje określone zadania ruchowe w odpowiedzi na bodziec słuchowy (układa klocki lub nakłada pierścienie na drążki).

#### **a) Audiometria tonalna**

Progowa audiometria tonalna opiera się na określeniu progu słyszenia jako funkcji częstotliwości tonu testowego. Badanie słuchu przeprowadza się przy pomocy audiometru – urządzenia elektroakustycznego, który generuje dźwięki będące tonami prostymi o różnych częstotliwościach i o określonym poziomie natężenia. Badania audiometryczne przeprowadza się w pomieszczeniach wytłumionych, tzw. kabinach ciszy. Rozpoczynają się one od oznaczenia progu słuchu przewodnictwa powietrznego ucha lepiej słyszącego dla częstotliwości 1 kHz, a następnie dla kolejnych tonów o częstotliwościach większych, aż do tonów wysokich, następnie dla tonów o częstotliwościach mniejszych, poczym znowu dla częstotliwości 1 kHz. Osoba badana bierze w nich czynny udział, sygnalizując, przez przyciskanie przycisku, lub podniesienie ręki, że słyszy ton sinusoidalny. Innym rodzajem audiometrii tonalnej jest badanie przewodnictwa kostnego. Używa się wówczas tzw. słuchawek

---

<sup>39</sup> A. Czyżewski, B. Kostek, H. Skarżyński, *Technika komputerowa w audiologii...*, op. cit., s. 180.

kostnych (pobudnika kostnego, zwanego także wibratorem), które przykłada się do skóry na wyrostku sutkowatym lub do czoła osoby badanej. Badanie przewodnictwa kostnego wykonuje się w węższym zakresie częstotliwości niż przewodnictwa powietrznego. Test kostny obejmuje przedział od 250 Hz do 4 kHz<sup>40</sup>.

Na podstawie pomiarów dokonywanych za pomocą audiometru wykreśla się tak zwany audiogram, czyli położenie progu słuchu (czułość słuchu) w funkcji częstotliwości. Z audiogramu odczytuje się wielkość ubytków słuchu, czyli różnicę między czułością słuchu badanego w stosunku do czułości słuchu standardowego (położenia progu słuchu normalnego). Położenie i kształt krzywych zależy od rodzaju niedosłuchu.

### **b) Audiometria słowna**

Badanie metodą audiometrii słownej polega na podawaniu do uszu dziecka zarejestrowanego sygnału mowy o regulowanym poziomie, przy czym osoba badana powtarza usłyszaną sekwencję. Test prowadzi do określenia progu detekcji mowy lub stopnia zrozumiałości mowy przy zadanym poziomie sygnału. Innym zastosowaniem technik słownych jest określenie tolerancji głośności ucha, czyli progu niekomfortowego słyszenia poprzedzającego próg bólu. Pierwszy z nich, to próg detekcji mowy (SDT lub SAT). Definiowany on jest jako najmniejszy poziom sygnału, dla którego mowa jest słyszana przez 50% czasu. Drugim rodzajem progu jest próg zrozumiałości (lub percepcji) mowy (SRT) definiowany jako najmniejszy poziom, przy którym mowa jest rozumiana lub identyfikowana przez 50% czasu.

Do podstawowych testów audiometrii słownej zalicza się:

- podstawowy test rozumienia mowy, polegający na prezentacji dziecku elementów fonetycznych przy różnicowanym poziomie natężenia, przy czym oceniany jest stopień zrozumiałości w funkcji poziomu sygnału. Wynikiem pomiaru są krzywe procentowego rozumienia mowy w funkcji poziomu natężenia dźwięku.
- test mowy przerzucanej, tzw. próba Calearo polega na podawaniu do uszu dziecka mowy na przemian raz do lewego, raz do prawego ucha,

---

<sup>40</sup> Audiometria. Zbiór wykładów dla pielęgniarek zatrudnionych w Kolejowej Służbie Zdrowia, Bochenka Z. (red.), Warszawa 1970, s. 43-44.

przy czym częstotliwość przerzucania może być zmieniana w zakresie od 2 do 40 Hz. Test ma na celu określenie prawidłowości pracy obu półkul mózgowych. Brak rozumienia, zwłaszcza przy małych częstotliwościach przerzucania, wskazuje na nieprawidłową pracę jednej z półkul mózgowych.

### **c) Badania nadprogowe**

Test wyrównania głośności zaliczany jest do podstawowych nadprogowych prób słuchowych. Podstawowa forma testu wyrównywania głośności została sformułowana przez Fowlera i polega na określaniu przez badanego stopnia przyrostu wrażenia głośności w stosunku do przyrostu natężenia bodźca. Istnieją określone przez Fowlera warunki prowadzenia tego testu. Jego realizacja jest możliwa tylko w przypadku, gdy różnica progów słyszenia między uchem lewym i prawym dla tonów w pobliżu 4000 Hz jest nie mniejsza niż 20-25 dB i jednocześnie nie większa niż 50-60 dB. Wynik tego testu określa się jako dodatni, gdy osoba badana podaje nadmierny przyrost głośności w stosunku do faktycznego przyrostu natężenia bodźca, co wskazuje na ślimakową lokalizację zmian w narządzie słuchu. Istnieje kilka odmian tej próby w zależności od oczekiwanego wyniku, między innymi: test Fowlera, test oceny przyrostów natężeń – próba SISI, audiometria w szumie i próby adaptacyjne.

Badanie akumetryczne, czyli badanie szeptem jest najprostszą, a zarazem najbardziej fizjologiczną, orientacyjną oceną słuchu u dziecka, ponieważ oparta jest na jego naturalnym sposobie porozumiewania się z otoczeniem. W badaniu tym oznacza się słyszenie drogą przewodnictwa powietrznego, zwykle dla każdego ucha oddzielnie. Mowa jest słyszalna prawidłowo z odległości dwudziestu metrów. Badanie akumetryczne przeprowadza się za pomocą szeptu, który jest słyszalny z odległości sześciu, siedmiu metrów. Do badania akumetrycznego wykorzystuje się zestawy słów, w których zachowane są odpowiednie proporcje tonów niskich i wysokich<sup>41</sup>.

Wynik badania akumetrycznego wskazuje, gdzie jest zlokalizowane

---

<sup>41</sup> M. Gryczyński, A. Pajor, *Badanie akumetryczne i próby stoikowe* [w:] *Audiologia...*, p. cit., s. 107-109.

upośledzenie słuchu. W niedosłuchu przewodzeniowym występuje mała różnica między słyszalnością mowy a szeptem oraz lepsza słyszalność słów o przewadze wysokich tonów. W niedosłuchu odbiorczym słyszalność mowy jest lepsza niż szeptu oraz lepsza słyszalność słów o przewadze niskich tonów.

Za pomocą prób stroikowych można przeprowadzić jakościową i ilościową ocenę słuchu dzieci. Do badań tych zastopowane są kamertony (stroiki) zbudowane z określonych stopów metalowych. Stroiki służą do oznaczenia pola słuchowego oraz określenia wzajemnego stosunku przewodnictwa powietrznego i kostnego.

Próba Webera polega na lateralizacji dźwięku stroika. Wzbudzony stroik przystawia się do szczytu czaszki w linii pośrodkowej lub do okolicy nasady nosa. Badane dziecko ma zlokalizować, gdzie (w środku głowy, w którymś z uszu) odczuwa dźwięk stroika<sup>42</sup>.

Interpretacja wyniku próby Webera jest następująca:

- słuch prawidłowy – dźwięk odczuwalny jednakowo głośno w głowie (Weber w „głowie”),
- jednostronny niedosłuch przewodzeniowy – dźwięk odczuwany w uchu chorym (Weber lateralizuje do ucha chorego),
- jednostronny niedosłuch odbiorczy – dźwięk odczuwany w uchu zdrowym (Weber lateralizuje do ucha zdrowego).

Próba Rinne`go polega na porównaniu czasu trwania przewodnictwa kostnego i powietrznego dla jednego ucha. Wzbudzony stroik przystawia się do wyrostka sutkowatego badanego ucha, a kiedy dziecko przestaje słyszeć dźwięk, przesuwa się stroik przed małżowinę uszną. Dziecko ma słuch poprawny, jeżeli czas trwania przewodnictwa powietrznego jest dłuższy niż kostnego (Rinne dodatni), niedosłuch przewodzeniowy występuje wówczas, gdy czas trwania przewodnictwa powietrznego jest krótszy niż kostnego (Rinne ujemny).

Profesor Henryk Skarżyński, światowej sławy otochirurg i wielbiciel muzyki, jako pierwszy w Polsce wszczepił implant osobie niesłyszącej oraz jako pierwszy w świecie wykonał taką operację u osoby z częściową głuchotą. Jest geniuszem naszych czasów, przywracającym dzieciom słuch.

Z inicjatywy Profesora, odbywa się w Uniwersytecie Muzycznym

---

<sup>42</sup> Ibidem, s. 108.

Fryderyka Chopina w Warszawie Międzynarodowy Festiwal Muzyczny Dzieci, Młodzieży i Dorosłych z Zaburzeniami Słuchu – „Ślimakowe Rytmy”.

Celem Festiwalu jest ukazanie talentów dzieci (osób dorosłych także), których natura obdarowała talentem muzycznym, ale odebrała im sprawny słuch, nie dając szansy, aby się ten talent ujawnił. Takie dzieci, dzięki wspaniałemu Profesorowi Henrykowi Skarżyńskiemu i postępowi w medycynie, odzyskują zdolność słyszenia i mogą oddawać się swoim muzycznym pasjom. W wywiadzie dla czasopisma „Słyszę” Profesor Henryk Skarżyński powiedział: „Nikt nie wierzył w umiejętności tych osób i nie miał pomysłu, jak te talenty wykorzystać. Zapragnąłem to zrobić. Dla mnie talent to coś, czego nie wolno zmarnować!”.

Z inicjatywy Profesora powstało Światowe Centrum Słuchu w Kaje-tanach, pod opieką którego pozostaje obecnie blisko pięć tysięcy użytkowników implantów. W Instytucie, w ciągu 20 lat, zrealizowano około 300 tysięcy procedur chirurgicznych. Postęp w medycynie jest jednak bardzo szybki, genetycy od wielu lat szukają sposobów leczenia niedo-słuchu u dzieci z zastosowaniem metod inżynierii genetycznej.

### **Bibliografia**

Csanyi Y., *Słuchowo-werbalne wychowanie dzieci z uszkodzonym narządem słuchu*, Warszawa, 1994.

Czyżewski A., Kostek B., Skarżyński H., *Technika komputerowa w audiologii, foniatryi i logopedii*, Warszawa, 2002.

Drobner M., *Akustyka muzyczna*, Kraków, 1973.

Gryczyński M., Pajor A., *Badanie akumetryczne i próby stoikowe*. [W:] *Audiologia kliniczna*, Śliwińska-Kowalska M., (red.), Łódź, 2005.

Harajda H., *Akustyczne metody analityczne w badaniach muzycznych*, Zielona Góra, 1981.

Hassmann-Poznańska E., Topolska M., *Testy audiometryczne u dzieci*. [W:] *Audiologia kliniczna*, Śliwińska-Kowalska M., (red.), Łódź, 2005.

Hojan E., Skrodzka E., *Audiologiczne aspekty akustyki i psychoakustyki*. [W:] *Audiologia kliniczna*, Śliwińska-Kowalska M., (red.), Łódź, 2005.

Kataryńczuk-Mania L., Buczniewska M., *Innowacyjność w pracy nauczyciela muzyki*. [W:] *W kręgu edukacji artystycznej i terapii*, Kataryńczuk-Mania L. (red.), Głogów, 2006.

Kataryńczuk-Mania L., *Nauczyciel edukacji muzycznej we współczesnej rzeczywistości kulturalnej*, Zielona Góra, 2010.

- Kochanek K., Piłka A., *Katalog słuchowych potencjałów wywołanych prądem mózgu w uszach normalnie słyszących oraz z ubytkami słuchu typu pozaślimakowego*, Warszawa, 1999.
- Kochanek K., *Badania przesiewowe słuchu*. [W:] *Audiologia kliniczna*, Śliwińska-Kowalska M., (red.), Łódź, 2005.
- Kotyło P., *Fizjologia przewodzenia dźwięku w narządzie słuchu*. [W:] *Audiologia kliniczna*, Śliwińska-Kowalska M., (red.), Łódź, 2005.
- Kulczycka A., *Metoda audytywno-werbala w usprawnianiu dzieci z wadą słuchu w wieku przedszkolnym*. [W:] *Niektóre metody i techniki pracy pedagoga specjalnego*, Eckert U. (red.), Warszawa, 1999.
- Kurkowski Z. M., *Test rozdzielności słyszenia*, Warszawa, 2007.
- Lowe A., *Wychowanie słuchowe*, Warszawa, 1995.
- Łętowski T., *Podstawowe wymiary barwy dźwięku*. [W:] *Kształtowanie i percepcja sekwencji dźwięków muzycznych*, Rakowski A. (red.), Warszawa, 2001.
- Miśkiewicz A., *Wysokość, głośność i barwa – badanie wymiarów wrażeń dźwięków muzycznych*, Warszawa, 2002.
- Miśkiewicz A., *Wymiary wrażeń dźwięku w kształceniu słuchu barwowego*. [W:] *Studia nad wysokością i barwą dźwięku w muzyce*, Rakowski A., (red.), Warszawa, 2002.
- Namysłowski G., Fira R., *Audiometria impedancyjna*. [W:] *Audiologia kliniczna*, Śliwińska-Kowalska M., (red.), Łódź, 2005.
- Paczkowski SZ., *Nauka o afektach w myśli muzycznej I połowy XVII wieku*, Lublin, 1998.
- Pruszewicz A., *Audiologia kliniczna. Zarys*, Poznań, 2003.
- Rakowski A., *Percepcja wysokości dźwięku*, Warszawa, 1968.
- Rakowski A., *Podstawowe cechy strukturalne materiału dźwiękowego muzyki w porównaniu z niektórymi cechami języka*, „*Studia Semiotyczne*” XIX/XX, 1994.
- Rakowski A., *Dwuczynnikowa teoria wysokości dźwięku w świetle badań psychoakustycznych*, „*Muzyka*” XXXII, 1997.
- Rakowski A., *Wysokość dźwięku jako materiał fonologiczny języka muzycznego*, „*Muzyka*” 1, 1998.
- Rakowski A., *Studia nad wysokością i barwą dźwięku w muzyce*, Warszawa, 1999.
- Ratyńska J., *Fizjologia słyszenia*, Warszawa, 2007.
- Renowski J., *Akustyka psychofizjologiczna. Ćwiczenia laboratoryjne*, Wrocław, 1974.
- Rosier H., *Wychowanie słuchowe*, Warszawa, 1997.

Smurzyński J., *Podstawy badań otoemisji akustycznej*, „Audiofonologia”, Tom 7, 1995.

Szczepański B., *Wyrównywanie szans osób niepełnosprawnych. Optymalizacja komunikacji językowej*, Siedlce, 1998.

Szymańska G., *Słuch fizjologiczny a słuch muzyczny*, Siedlce, 2002.

Szymańska G., *Metoda Tomatisa-stymulacja audio-psycho-lingwistyczna*. [W:] *Student niepełnosprawny*, 8 (Z. 1), Rosa R., Zacharuk T., (red.), Siedlce, 2008.

Szymańska G., *Test uwagi słuchowej i lateralizacji*. [W:] *Student niepełnosprawny*, 8 (Z. 1), Rosa R., Zacharuk T., (red.), Siedlce, 2008.

Śliwa L., *Podstawy akustyki*, Warszawa, 2007.

Śliwińska-Kowalska, M., Kotyło, P., Morawski, K., *Emisje otoakustyczne*. [W:] *Audiologia kliniczna*, Śliwińska-Kowalska M., (red.), Łódź, 2005.

### **Streszczenie**

Problematyka słuchu dzieci stanowi przedmiot zainteresowania wielu dyscyplin naukowych. Należą do nich przede wszystkim medycyna-audiologia kliniczna, psychologia i pedagogika. Niektóre z nich zajmują się zaburzeniami słuchu, osobami z uszkodzonym słuchem, a dla innych dziedzin ważne są oddziaływania dydaktyczno-wychowawcze zarówno na dzieci ze zdrowym jak i uszkodzonym narządem słuchu.

Celem niniejszego artykułu jest ukazanie podstawowej wiedzy niezbędnej dla nauczycieli wszystkich szczebli nauczania, a przede wszystkim dla nauczycieli przedszkola i klas wczesnoszkolnych, którzy wprowadzają dzieci w świat muzyki i rozwijają ich słuch muzyczny. W artykule poruszono najważniejsze zagadnienia z anatomii, fizjologii, psychoakustyki, akustyki muzycznej dotyczącej dźwięku, problematykę słuchania, słyszenia i lateralizacji, patologii narządu słuchu oraz obiektywnych i subiektywnych metod badania słuchu dzieci. Dzięki nowoczesnym obiektywnymi subiektywnym metodom badania słuchu dzieci: słuchowym potencjałom wywołanych pnia mózgu, audiometrii impedancyjnej, otoemisji akustycznej, audiometrii tonalnej stosowanych w ocenie czułości słuchu, w badaniach przesiewowych słuchu noworodków, istnieje możliwość wczesnego wykrycia schorzenia i wczesnej terapii. Niewykrycie schorzenia narządu słuchu u dzieci, przez zaniedbanie rodziców, nauczyciela niesie za sobą istotne konsekwencje dla dziecka dotkniętego danym schorzeniem i dla społeczeństwa.

**Słowa kluczowe:** narząd słuchu, zaburzenie słuchu, słuchanie, słyszenie, lateralizacja słuchowa, wychowanie słuchowe, obiektywne metody badania słuchu, subiektywne metody badania słuchu

### **Abstract**

The problem of hearing children is of interest to many scientific di-



sciplines. These are mainly medicine-clinical audiology, psychology and pedagogy. Some of them deal with hearing impairments, people with impaired hearing and other areas are important impact teaching and educational both for children with a healthy and hearing impaired. The purpose of this article is to present the basic knowledge necessary for teachers at all levels of education, and above all for teachers of kindergarten and early school classes, introduce children to the world of music and develop their ear for music. The article addresses the most important issues of anatomy, physiology, psychoacoustics, musical acoustics on the sound, the problem of listening, hearing and lateralization, pathology hearing and objective and subjective methods for testing children's hearing. Thanks to modern methods of subjective objective hearing tests for children: auditory brainstem evoked potentials, impedance audiometry, OAE, audiometric used in the assessment of hearing sensitivity in newborn hearing screening, there is a possibility of early detection of disease and early treatment. Undetected hearing disorders in children, the neglect of parents, the teacher would have important consequences for the affected child to the disease and for society.

**Keywords:** organ of hearing, impaired hearing, listening, hearing, auditory laterality, auditory education, objective methods of hearing tests, subjective test methods for hearing